

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

**МАТЕРИАЛЫ
I ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 85-ЛЕТИЮ ИРНИТУ**

28 – 29 апреля 2015 г.



**ИРКУТСК
2015 г.**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

МАТЕРИАЛЫ

I Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 85-летию ИРНИТУ

(Иркутск, 28 – 29 апреля 2015 г.)

ИЗДАТЕЛЬСТВО

Иркутского национального исследовательского технического университета
2015

УДК 66.0+574/577

ББК 35.11+28.0

А

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

Актуальные проблемы химии и биотехнологии : мат-лы I Всерос. науч.-практ. конф. (Иркутск, 28–29 апреля 2015 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2015.– 162 с.

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

Редакционная коллегия:

Евстафьев С.Н. – д-р хим. наук, профессор, директор института пищевой инженерии и биотехнологии;

Филатова Е.Г. – канд. техн. наук, зам. директора института пищевой инженерии и биотехнологии по НИР;

Верхотуров В.В. – д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой технологии продуктов питания и химии;

Пожидаев Ю.Н. – д-р хим. наук, профессор кафедры технологии продуктов питания и химии;

Гайда В.К. – канд. биол. наук, доцент кафедры органической химии и пищевой технологии им. Тутуриной

Технический редактор:

Анциферов В.А. – специалист по учебно-методической работе кафедры технологии продуктов питания и химии

СЕКЦИЯ № 1
ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

**ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ 4-ХЛОРФЕНОЛА
НА ТИТАНЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ ОКСИДОМ ИРИДИЯ**

Салех М.М.¹, Колосов Е.Н.², Михаленко И.И.³

¹ аспирант кафедры физической и коллоидной химии Российского университета дружбы народов (РУДН), г.Москва, alshaibi@mail.ru

² к.х.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии РУДН,

³ д.х.н., профессор кафедры физической и коллоидной химии РУДН,
e-mail: imikhlenko@mail.ru

Разработке методов удаления из водной среды хлорфенолов, имеющих очень низкое значение ПДК (0,1 мкг/л), уделяется особое внимание. Хорошо зарекомендовали себя адсорбционные методы очистки активным углем, поверхность которого обладает основными свойствами [1]. Хлорорганические соединения трудно поддаются биodeградации, поэтому активно изучаются электрокаталитические процессы их окисления в жидкой фазе, вплоть до полного превращения в CO_2 и H_2O . В анодном окислении применяют Pt-содержащие электроды. Поиск альтернативных платине металл-оксидных систем представляет определенный интерес [2].

Цель работы – отработать методику приготовления электродов в виде IrO_2 на Ti-подложке, изучить их активность на примере окисления 4-хлорфенола в кислой и щелочной средах и проанализировать состав поверхности образцов Ti и IrO_2/Ti после электрокатализа.

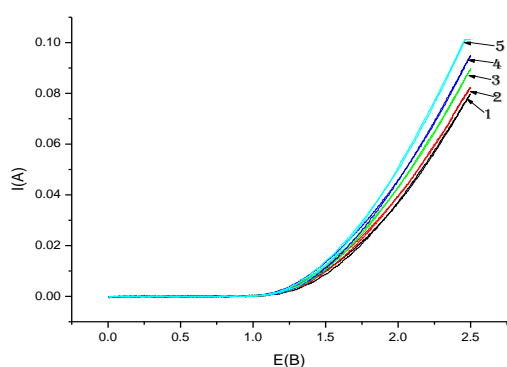


Рис.1. I - E зависимости для IrO_2/Ti в фоновом растворе 1M NaOH (1) и при различных концентрациях 4-хлорфенола

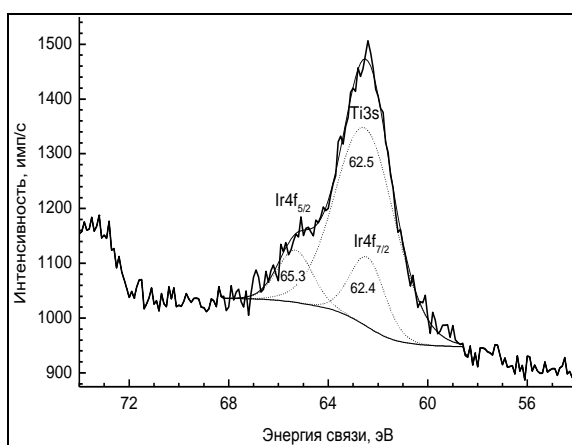


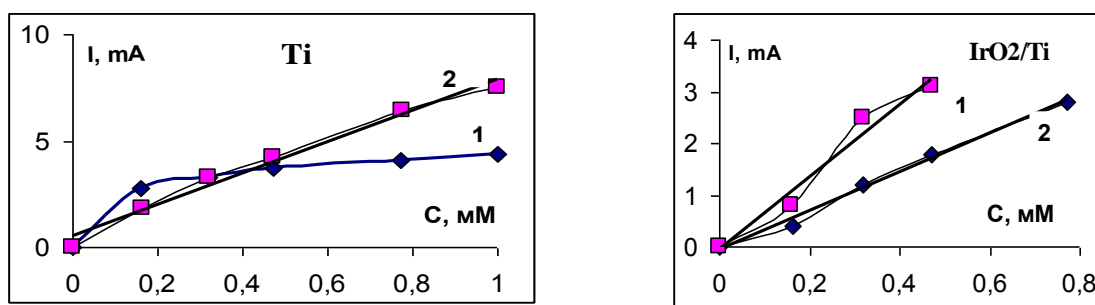
Рис.2. РФЭС спектры Ti3s- и Ir4f-электронов электрокатализатора IrO_2/Ti (Kratos Axis Ultra DLD)

Спектры РФЭС получены в ЦКП Химического факультета МГУ к.ф.-м.н. К.И. Маслаковым, которому авторы выражают благодарность.

На рис.1 показаны зависимости «ток-потенциал» при различных концентрациях 4-хлорфенола в щелочной среде. Окисление начинается при потенциалах выше 1,2В. В кислой среде это значение возрастает до 1,7В. После проведения электрокаталитических опытов был проведен анализ состава поверхности электродов Ti и IrO₂/Ti методом РФЭС. В образце IrO₂/Ti концентрации элементов составили (ат.%): О – 20,6; С – 66,9; N – 3,4; Cl – 6,0; S – 0,3; Si – 1,0; Ti – 1,6; Na – 0,2; Ir – менее 0,02%.

На рис.2 показан разложенный на компоненты спектр Ti и Ir. Наибольший вклад дает линия Ti3s-, на которую накладывается линия Ir. Энергия связи Ir4f_{7/2}-электронов (62.4 эВ) соответствует как IrO₂, так и IrCl₃ – прекурсоры IrO₂. На рис.3 показаны концентрационные зависимости тока окисления, из которых видно, что только в случае Ti и кислой среды зависимость I–C не линейная с кинетическим порядком реакции меньше единицы.

Рис.3. Определение константы скорости реакции окисления 4-хлорфенола. Концентрационные зависимости токов окисления в H₂SO₄ (1) NaOH (2)



Кинетические порядки окисления 4-хлорфенола в кислой среде на Ti и IrO₂/Ti различаются (таблица), а значения константы скорости реакции электроокисления, протекающей на IrO₂/Ti в 2 раза выше.

Таблица. Порядок *n* и константа скорости реакции *K*, (А · л)/моль

Условия	Образец		IrO ₂ /Ti	
	<i>n</i>	<i>K</i>	<i>n</i>	<i>K</i>
1. В кислой среде (1М H ₂ SO ₄)	0,5	2,56	1	7,02
2. В щелочной среде (1 М NaOH)	1	7,13	1	3,77

Порядок реакции окисления в щелочной среде не зависит от нанесения IrO₂ на Ti-анод и последний более активен, чем IrO₂/Ti.

Библиографический список

1. Ewa Lorenc-Grabowska, Grażyna Gryglewicz, Jacek Machnikowski P-Chlorophenol adsorption on activated carbons with basic surface properties // Applied Surface Science. Volume 256, Issue 14, 2010, P.4480–4487.

2. М.М.Салех, Е.Н.Колосов. Деструкция хлорфенолов на оксидных и платинированных анодах. Материалы 2-ой Всерос. Конф. "Успехи синтеза и комплексообразования». Москва, РУДН. 2014.

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МЕТИЛТРИХЛОРСИЛАНА И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Ю.Л. Инешина¹, С.С. Бочкарёва²

¹ студентка гр. ТПб-11-1, институт пищевой инженерии и биотехнологии, ИрГТУ

² к.х.н., доцент кафедры химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск,
e-mail: sv.b.58.00@mail.ru

Сохранение функциональных свойств азотистых полиоснований в составе композитов подтверждается исследованием сорбционной активности композитов на основе метилтрихлорсилана (МТХС), которая изучена по отношению к ионам Ag^+ в растворах азотной кислоты и ионам Pd (II), Pt (IV) в растворах соляной кислоты, где эти металлы присутствуют в виде ацидокомплексов состава $[\text{PdCl}_4]^{2-}$ и $[\text{PtCl}_6]^{2-}$. Степень извлечения ионов металлов незначительно уменьшается с увеличением концентрации азотной или соляной кислот в интервале от 0.1 до 5.0 моль/л. Это может быть обусловлено повышением конкурирующего участия ионов кислоты в координации с пиридиновым атомом азота изученных композитов. Рассчитанные на основании изотерм сорбции значения статических сорбционных емкостей (CCE) и коэффициентов межфазного распределения (D) (в растворах кислот с концентрацией 1 моль/л) свидетельствуют, что наибольшую сорбционную активность изученные композиты проявляют по отношению к ионам палладия (II). Это согласуется со способностью хлорид-ионов палладия (II) образовывать более устойчивые комплексы с N-лигандами в сравнении с ионами Ag^+ и хлорид-ионами Pt (IV). Аналогичная зависимость наблюдается для большинства известных N-функциональных комплексообразующих сорбентов, в том числе, кремнийсодержащих.

Для оценки степени связывания атомов азота полученных композитов с ионами благородных металлов в условиях насыщения, рассчитаны теоретические значения полных сорбционных емкостей (ПСЕ). Расчет основан на предположении об образовании в матрице сорбентов комплексов (структурное звено сополимера : металл) состава 1 : 1. Молярную массу структурного звена рассчитывали, исходя из данных элементного анализа композитов. Сопоставление значений ПСЕ с экспериментально получен-

ными значениями ССЕ указывает, что максимальная степень связывания с атомами азота (отношение ССЕ к ПСЕ в %) наблюдается при извлечении ионов Pd (II). Степень связывания ионов серебра (I), и платины (IV), в целом, имеет более низкие значения.

Значения ССЕ, ПСЕ и D композитов по ионам благородных металлов в системе МТХС – азотистое полиоснование

Композит	ССЕ, мг/г ПСЕ, мг/г			D, см ³ /г		
	Pd(II)	Pt(IV)	Ag(I)	Pd(II)	Pt(IV)	Ag(I)
CH ₃ SiO _{1.5} : ПВП	328 564	640 1038	480 575	860	330	5700
CH ₃ SiO _{1.5} : ПВИ	666 718	1280 1321	694 732	4400	1570	30000
CH ₃ SiO _{1.5} : ПВСП	1058 693	860 1274	680 706	6000	970	25000
CH ₃ SiO _{1.5} : ПМВП	803 690	850 1270	-	2500	1400	-

В ИК спектрах гибридных композитов, насыщенных металлами, обнаружены полосы в области 400-300 см⁻¹, однозначно свидетельствующие об образовании связи металл-азот в твердой фазе.

Библиографический список

1. Пожидаев Ю.Н., Шаглаева Н.С., Лебедева О.В., Бочкарева С.С., Поздняков А.С., Сафронов А.П., Воронков М.Г. Нанокompозиты на основе продуктов гидролиза хлорметилтриэтоксисилана и метилтрихлорсилана в присутствии азотистых оснований // Материалы XI Всерос. симп. с участием иностранных ученых. “Проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности”. – Москва-Клязьма, 2007. – С. 116.

2. Пожидаев Ю.Н., Лебедева О.В., Бочкарева С.С., Шаглаева Н.С., Воронков М.Г. Полимерные системы на основе азотистых оснований и кремнийорганических соединений // Перспективные материалы. – 2008. – Ч. 2, № 6 (спецвыпуск). – С. 268-270.

3. Пожидаев Ю.Н., Лебедева О.В., Бочкарева С.С., Шаглаева Н.С., Поздняков А.С. Полимерные электролиты на основе азотистых оснований // Хим. технология. – 2010. – Т. 11, № 1. – С. 20-25.

ЭТЕРИФИКАЦИЯ 1-ГЕРМАТРАНОЛА КАРБОНОВЫМИ, ОКСИКАРБОНОВЫМИ И ПОЛИКАРБОНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

В.П. Барышок¹, Н.Т.З. Ле²

¹ д.х.н., профессор кафедры химической технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: baryshok@istu.irk.ru

² к.х.н., преподаватель факультета химической и пищевой технологии, Baria-Vungtau University, г. Вунгтай, Вьетнам, e-mail: lenhatthuuygiang@yahoo.com

Среди органических соединений германия найдены вещества, проявляющие противоопухолевый, иммуностимулирующий, радиозащитный эффекты, лечебное действие при атеросклерозе, остеопорозе, герпесе, фиброзе легких, катаракте, гепатите и циррозе печени [1, 2].

Нами разработаны методы синтеза 1-ацилоксигерматранов из гидрата 1-герматранола $N(CH_2CH_2)_3GeOH \cdot H_2O$ (**1**). Получен ряд ранее неизвестных 1-ацилоксигерматранов $RCOOGe(OCH_2CH_2)_3N$ ($R = ClCH_2$, $2-CH_3C_6H_4OCH_2$, $C_6H_5CH=CH$, $2-NO_2C_6H_4$, $3-NO_2C_6H_4$, $3-BrC_6H_4$, $2-FC_6H_4$) – перспективных синтонов и потенциально биологически активных веществ.

Взаимодействие 1-герматранола с моно-, поли- и оксикарбонowymi кислотами является обратимым. Основными продуктами реакции **1** с монокарбонowymi и α,ω -дикарбонowymi кислотами $HO_2C(O)(CH_2)_nCOOH$ ($n = 2, 6, 8$), являются моно- и бис(герматран-1-ил)оксикарбонилзамещенные алканы. Увеличение выхода продуктов этерификации достигается как путём азеотропной отгонки образующейся воды, так и за счёт топокхимического завершения реакции в твёрдой фазе.

Из исследованных растворителей (*o*-ксилол, изопентанол, метанол, ацетонитрил, вода) наиболее эффективным для реакции этерификации 1-герматранола карбонowymi кислотами является ацетонитрил, в котором гомогенный процесс с последующим выдерживанием сухого реакционного остатка в вакууме при умеренно повышенной температуре приводит к почти количественному выходу 1-ацилоксигерматранов.

Взаимодействие 1-герматранола со щавелевой, малоновой или молочной кислотами осуществляется по двум направлениям: а) с замещением гидроксильной группы у атома германия с образованием соответствующих карбоксизамещенных герматрана; б) с расщеплением экваториальных (циклических) связей Ge-O, протонированием атома азота и образованием промежуточных спироциклических соединений.

В реакции гидрата 1-герматранола со щавелевой кислотой в растворе ДМСО-*d*₆ при 80°C в течение часа без удаления образующейся воды обра-

зуются (1-герматраноксикарбонил)метановая кислота, *бис*(герматран-1-ил)оксалат и продукты расщепления герматранового остова.

При взаимодействии 1-герматранола с малоновой кислотой, в отличие от его реакции со щавелевой и малоновой кислотами, соединения триэтаноламмония преобладают над продуктами этерификации лишь в случае четырёхкратного мольного избытка малоновой кислоты в водной среде.

Реакция 1-герматранола с янтарной кислотой в среде кипящего CD_3CN приводит к образованию в растворе лишь β -(1-герматраноксикарбонил)пропионовой кислоты $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_3\text{GeOC}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, и 1,2-*бис*(1-герматраноксикарбонил)этана $[\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_3\text{GeOC}(\text{O})\text{CH}_2]_2$.

В кислотном водном растворе (в присутствии щавелевой, малоновой, малеиновой или янтарной кислот) 1-герматранол гидролизуеться. При нагревании водного раствора 1-герматранола и этих дикарбоновых кислот или реакционной смеси 1-герматранола и продуктов его этерификации, из протон-содержащих веществ в нём образуются лишь соли триэтаноламмония. Нагревание сухого гидролизата в вакууме при 50°C приводит к 1-герматранолу, соответствующим карбоксизамещённым герматрану и смеси соединений с ониевым атомом азота.

Реакция 1-герматранола с яблочной, лимонной и винной кислотами, образующими три- и тетрадентатные лиганды в координационных комплексах германия-(IV), в среде ацетонитрила или воды отчасти или нацело приводит к триэтаноламмониевым солям соответственно *бис*(малато)-, *бис*(цитрато)- и *бис*(μ -тартрато)дигидроксогерманиевой кислоты.

При топохимической реакции 1-герматранола с Ge -карбоксизамещёнными герматранами при 50°C в вакууме образуется *бис*(герматран-1-ил)оксан. Реакция *бис*(герматран-1-ил)оксана с янтарной кислотой гладко приводит к (герматран-1-ил)сукцинатам, а с метанолом – к 1-метоксигерматрану.

Впервые в химии элементоорганических соединений показана эффективность топохимического завершения обратимых химических реакций для повышения выхода твёрдых целевых продуктов.

Библиографический список

1. Lukevics E., Ignatovich L. The Chemistry of Organic Germanium, Tin and Lead Compounds. New York: Wiley. 2002. - V. 2. - P. 1653-1683.
2. Менчиков Л. Г., Игнатенко М. А. // Хим.-фарм. журн. 2012. – Т. 46. – № 11. – С. 3-6.

ПОВЫШЕНИЕ СОРТНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ФРАКЦИОННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

А.И. Бегунов¹, М.П. Кузьмин²

¹ д.т.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: begunov@istu.edu

² аспирант кафедры технологии продуктов питания и химии ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: mike12008@yandex.ru

По словам президента Объединённой компании “РУСАЛ” Олега Дерипаски, сегодня перед производителями алюминия остро стоит задача улучшения свойств получаемой продукции с целью повышения конкурентных позиций на мировом рынке и удовлетворения требований заказчиков.

Важной составляющей этого является совершенствование процесса рафинирования первичного алюминия с целью доведения его до марок, соответствующих техническому алюминию, а также извлечения ряда наиболее ценных примесей.

Помимо известных способов получения алюминия высокой чистоты (трёхслойный электрохимический способ и зонная плавка) за рубежом активно развиваются способы, основанные на принципах фракционной кристаллизации [1,2]. Эти способы могут быть использованы при рафинировании “чернового” алюминия от основных металлических примесей для получения алюминия технической чистоты. Такие задачи актуальны для металлургического производства, так как, например, перед отключением электролизных ванн на капитальный ремонт и во время пускового периода электролизера содержание примесей резко возрастает. Содержание железа в таком металле может достигать трёх и более процентов. Единственным способом получения технического алюминия из данного металла на сегодня является его “расшихтовка” большим количеством алюминия с низким содержанием железа.

Целью исследования является изучение процесса рафинирования технического алюминия от железа и кремния методом фракционной кристаллизации.

Процессы рафинирования алюминия методом фракционной кристаллизации основаны на различии физических и термодинамических свойств алюминия и примесей, входящих в его состав [3,4]. Более тугоплавкие компоненты расплава кристаллизуются, а менее – остаются в маточном расплаве.

В ходе экспериментальных исследований выявлено, что из существующих способов фракционной кристаллизации [1–5] наиболее эффек-

тивным для рафинирования алюминия является способ, основанный на погружении в расплав охлаждённого массивного стального цилиндра.

В данной работе на степень рафинирования алюминия исследовалось влияние следующих параметров: времени выдержки стального цилиндра в расплаве, исходной температуры расплава, глубины погружения цилиндра в расплав, а также скорости его вращения.

Влияние времени выдержки цилиндра в расплаве, глубины его погружения в расплав и исходной температуры расплава определялась в ходе проведения трёхфакторного эксперимента. Выявлено, что оптимальными параметрами процесса являются:

- время выдержки стержня в расплаве (30 с);
- исходная температура расплава (700 °С);
- глубина погружения цилиндра в расплав (0,3 см).

Определено, что наибольшее влияние на степень рафинирования алюминия от примесей оказывает глубина погружения цилиндрического стержня в расплав. При увеличении глубины погружения цилиндра в алюминиевый расплав концентрация примесей Fe и Si в рафинированном алюминии (продукте) резко увеличивается.

Необходимая скорость вращения стального цилиндра определялась в ходе проведения ряда однофакторных экспериментов. Определён оптимальный диапазон скоростей его вращения – 0–30 об/мин. Дальнейшее повышение скорости вращения ухудшает степень осаждения кристаллов алюминия на стержне. Отсутствие вращения цилиндрического стержня не значительно влияет на эффективность очистки алюминия, однако способствует более быстрой кристаллизации в зоне соприкосновения стержень – расплав.

Сущность рафинирования алюминия методом фракционной кристаллизации заключается в выделении примесей железа из маточного расплава технического алюминия за счёт его быстрого охлаждения путём введения в поверхностный слой жидкости цилиндрического стержня. При этом в поверхностном переохлаждаемом слое расплава система смещается в область более богатых железом сплавов, содержащих до 2–10 % (масс.) железа. В такой системе первично выделяющейся фазой является интерметаллическое химическое соединение FeAl_3 , которое и кристаллизуется первоначально на поверхности цилиндрического стержня при сопутствующей кристаллизации кремния и алюминия.

Таким образом, при реализации способа рафинирования алюминия методом фракционной кристаллизации и соблюдении указанных параметров процесса содержание железа в алюминии уменьшается от 1,5 до 0,3 % (масс.) и кремния – от 0,25 до 0,07 % (масс.) (таблица 1).

Таблица 1

Содержание примесей в исходном и очищенном алюминии

Содержание примесей, % (масс.)			
	Al	Fe	Si
Исходный металл	98,208	1,502	0,253
Очищенный металл	99,960	0,300	0,070

При необходимости получения более чистого алюминия кристаллизационную очистку металла можно произвести повторно.

Способ повышения сортности технического алюминия является перспективным, так как позволяет производить очистку алюминия эффективно и с минимальными затратами, а также значительно повышать качество технического алюминия. При создании промышленного образца данный способ может применяться в процессе алюминиевого производства.

Библиографический список

1. Багдасаров Х.С. Высокотемпературная кристаллизация из расплава. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 160 с.
2. Гельперин Н.И. Основы техники фракционной кристаллизации / Н.И. Гельперин, Г.А. Носов. – М.: Химия, – 1986. – 303 с.
3. Случинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников / И.А. Случинская. – М.: Мир, – 2002. – 376 с.
4. Касымбеков Б. А. Фракционная кристаллизация / Б.А. Касымбеков – М.: ИД “Руда и металлы”, – 2002. – 160 с.
5. Ларионов А.В. Исследования фракционной кристаллизации алюминия / Ларионов А.В., Лосев В.В., Сабиров Х.Х. // Модернизация оборудования и повышение эффективности производства алюминия: Труды ВАМИ. – 1991. – С. 62 – 67.

ИОННО-КООРДИНИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ С ПОЛИОРГАНИЛСИЛСЕСКВИОКСАНАМИ В РЕАКЦИЯХ ГИДРОСИЛИЛИРОВАНИЯ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Ю.Н. Пожидаев¹, И.В. Лаврентьев²

¹ д.х.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: pozhid@istu.edu

² студент группы ЭСб-12-1 ИрННТУ, г. Иркутск

Известно, что ионно-координированные комплексы переходных металлов с полимерными органическими лигандами могут проявлять высокую каталитическую активность. Такие соединения обладают способностью катализировать и инициировать превращения галогенуглеводородов, например, изомеризацию хлоролефинов [1,2], взаимодействие полихлоралканов с насыщенными углеводородами [3]. Их активность, а иногда и селективность значительно превосходят значения, характерные как для малых кластеров и полиядерных комплексов металлов, так и для массивных и ультрадисперсных нанесенных металлов, полученных стандартными для приготовления таких катализаторов методами.

Каталитическая активность синтезированных нами комплексов поли[N,N'-бис(3-силсесквиоксанилпропил)тиокарбамида] (ПБТМ), поли(3-силсесквиоксанилпропилтиокарбамата) поли(3-силсесквиоксанилпропил-аммония) (ПТКПА) и поли(3-(силсесквиоксанилпропилгуанидина) (ПГ) с платиновыми металлами исследована на примере реакции гидросилилирования, представляющей собой процесс присоединения алкокси-, алкил- или арилсиланов, содержащих связь Si-H, к непредельным органическим соединениям. Классическими условиями этих, достаточно подробно изученных реакций, являются температуры выше 250 °С и применение платиновых катализаторов (например, Pt и др. переходные металлы на угле или Al₂O₃, раствор H₂PtCl₆ в изопропанол – катализатор Спайера и др.) [4,5].

Для изучения каталитической активности полимеров ПБТМ, ПТКПА и ПГ, насыщенных платиновыми металлами, были исследованы реакции гидросилилирования непредельных органических соединений. Гидросилилирующими агентами послужили трифункциональнозамещенные у кремния силаны – триэтоксисилан, диметилфенилсилан, триэтилсилан и трихлорсилан.

Образцы для гетерогенного катализа готовили следующим образом: полиорганосилсесквиоксаны ПБТМ, ПТКПА и ПГ насыщали ионами Pt (IV), Pd (II) или Rh (III) в солянокислой среде, промывали водой, ацетоном, диэтиловым эфиром, высушивали до постоянного веса. Эквимольные ко-

личества силана и субстрата (по 0.02 моль) тщательно перемешивали при помощи электромагнитной мешалки с катализатором (0.025 г), нагревали до температуры кипения и выдерживали в течение 48 часов. Вакуумной перегонкой (1 мм рт. ст.) фракционировали реакционную смесь и подвергали газожидкостному анализу. Глубину осуществления реакции оценивали по степени конверсии субстрата. В отсутствие катализатора компоненты реакционной смеси не вступают в реакцию гидросилилирования.

Степень конверсии непредельных органических соединений в исследованных условиях гетерогенного катализа составила от 24 до 49%. Сопоставление степени конверсии субстратов позволяет заключить, что большую эффективность каталитического действия проявляют платиновые комплексы, наименьшую – палладиевые. Содержание металла в малой степени сказывается на степени конверсии органических субстратов. Для однотипных реакций в случае платиновых катализаторов степень конверсии в сравнении с палладиевыми и родиевыми катализаторами повышается в среднем на 5-10%. Корреляции между полнотой протекания реакции и природой силилирующего реагента не обнаруживается. Наибольшее каталитическое действие прослеживается для комплексов ПБМТ, взаимодействие платиновых металлов с которым сопровождается частичным их восстановлением до металлического состояния. Наименьшая степень конверсии органических субстратов характерна для комплексов платиновых металлов с ПГ.

На основании полученных экспериментальных данных исследуемые металлополимерные комплексы располагаются в следующий ряд активности в реакции гидросилилирования: ПГ-Pd < ПГ-Rh < ПГ-Pt < ПТКПА-Pd < ПТКПА-Rh < ПТКПА-Pt < ПБТМ-Pd < ПБТМ-Rh < ПБТМ-Pt.

Библиографический список

1. Vorontsov P.S., Gerasimov G.N., Grigor'ev E.I., Zav'yalov S.A., Zav'yalo L.M., Trakhtenberg L.I., Golubeva E.N. Gas-sensitive and catalytic properties of ensembles of interacting palladium nanoparticles // Russian Journal of Physical Chemistry A. 1998. V. 72. N 10. C. 1742-1744.
2. Grigor'ev E.I., Vorontsov P.S., Zav'yalov S.A., Chvalun S.N. The effect of adsorption on the conductivity of self-organized metal-poly(para-xylene) nanocomposites // Technical Physics Letters. 2002. V. 28. N 10. C. 845-847.
3. Trakhtenberg L.I., Gerasimov G.N., Grigoriev E.I. et al. // Studies in Surface Science and Catalysis / Ed. B. Delmon and J.T. Yates, Amsterdam. 2000. 130. 12-th ICC, Part B. P. 941.
4. Лукевиц Э.Я., Воронков М.Г. Гидросилилирование, гидрогермирование и гидростанилирование. 1964. Рига, 360 с.
5. Андрианов К.А., Соучек И., Хананашвили Л.М. Реакции гидросилилирования // Успехи химии. 1979. Т. 48. Вып. 7. С. 1233-1255.

СИНТЕЗ ГИБРИДНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МЕТИЛТРИХЛОРСИЛАНА И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

А.Э. Синёв¹, С.С. Бочкарёва²

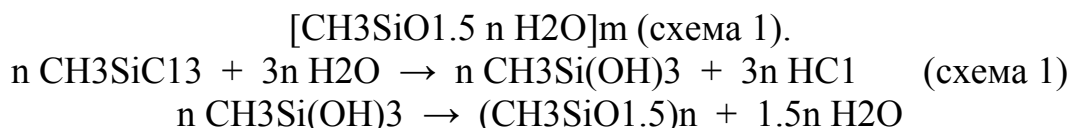
¹ студент гр. ТПб-13-1, институт пищевой инженерии и биотехнологии, ИрГТУ

² к.х.н., доцент кафедры химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: sv.b.58.00@mail.ru

Гибридные композиты, совмещающие органическую и неорганическую фазы, являются объектами новейших технологий, так как сочетают лучшие свойства оксидов металлов и полимеров. Несомненным достоинством гибридных материалов является возможность сочетания высокой термической и химической стабильности неорганической матрицы и практически полезных функциональных свойств органического компонента.

Для синтеза гибридных композитов использовали поли-4-винилпиридин (ПВСП), поли-2-метил-5-винилпиридин (ПМВП), поли-винилпиперазол (ПВП), поливинилимидазол (ПВИ) и кремнийорганический мономер метилтрихлорсилан (МТХС).

Гидролитическая поликонденсация метилтрихлорсилана в нейтральных водных растворах протекает с высокой скоростью и сопровождается образованием гидратированного полиметил-силсесквиоксана



Золь-гель процесс с участием метилтрихлорсилана в присутствии азотистых полиоснований сопровождается образованием композитов (CH₃SiO_{1.5}: структурное звено N-полиоснования). Соотношение кремневый полимер: азотистое полиоснование для систем на основе поливинилпиридинов (ПВСП и ПМВП) меньше, чем для аналогичных систем на основе поливинилазолов (ПВП и ПВИ) (табл.1) Формирование композитов осуществлено путем смешения готового органического полимера и кремнийорганического мономера. При этом способе синтеза гибридных композитов исключается стадия полимеризации органического мономера и достигается высокая степень однородности материала. В качестве растворителя использовали этиловый спирт.

По данным электронной микроскопии структура гибридных композитов на основе МТХС описывается агрегированными глобулами правильной формы с преобладающим размером частиц 210-300 нм. Они представ-

ляют собой частицы многослойного типа, состоящие из ядра полиметил-силсесквиоксана и оболочки органического полимера.

Таблица 1

Химический состав и некоторые характеристики композитов
на основе МТХС

Композит	Элементный состав, %				n:m*	Вы- ход, %	S уд., м ² /г	Т раз л., °C
	C	H	Si	N				
CH ₃ SiO _{1.5} : ПВП	36.21	5.82	17.55	12.41	1.4 : 1	82.2	34.7	195
CH ₃ SiO _{1.5} : ПВИ	36.79	7.24	11.14	13.33	0.8 : 1	84.1	17.5	274
CH ₃ SiO _{1.5} : ПВСП	43.78	7.01	8.43	6.27	0.7 : 1	95.3	12.3	285
CH ₃ SiO _{1.5} : ПМВП	51.58	8.97	6.64	6.74	0.5 : 1	76.4	24.7	304

* n:m – соотношение структурных звеньев CH₃SiO_{1.5} : органический полимер

Полученные гибридные композиты наиболее близки к полувзаимопроникающим сеткам - представляющим собой сложную сетку, состоящую из трехмерного и линейного полимеров, химически не связанных, но не делимых из-за механического переплетения цепей

Высокая термостойкость синтезированных композитов связана с присутствием в их составе неорганического блока (CH₃SiO_{1.5}), имеющего трехмерную структуру.

Гибридные композиты могут быть применены в качестве адсорбентов благородных металлов.

Библиографический список

1. Воронков М.Г., Милешкевич В.П., Южелевский В.А. Силоксановая связь: Физические свойства и химические превращения. Новосибирск: Наука, 1976. – 413 с.
2. Пожидаев Ю.Н., Лебедева О.В., Бочкарева С.С., Шаглаева Н.С., Морозова Л.В., Воронков М.Г. Гибридные нанокompозиты: полихлорметил-, полиметил-, полифенилсилсесквиоксан – азотистое основание // Журнал прикл. химии. – 2008. – Т. 81, Вып. 10. – С. 1716-1720.
3. Пожидаев Ю.Н., Лебедева О.В., Бочкарева С.С., Шаглаева Н.С., Поздняков А.С. Полимерные электролиты на основе азотистых оснований // Хим. технология. – 2010. – Т. 11, № 1. – С. 20-25.

МЕТАЛЛИЗИРОВАННОЕ НАНОПОКРЫТИЕ УГЛЕРОДНОГО ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА

А.В.Драгунский¹, Тимошенко Ю.С.², С.С. Рандин³, В.И.Дударев⁴

¹доцент Усольского филиала ИрННТУ e-mail: vol-sok@ yandex.ru

²доцент Усольского ХТТ ИрННТУ

³студент гр. ГГ -12-1 , института недропользования ИрННТУ

⁴д.т.н., профессор кафедры ООД ИрННТУ

В настоящее время основные направления использования углеродных пористых материалов связаны с технологическими процессами адсорбционной очистки, разделения, выделения и концентрирования в газовых и жидких средах. Постоянно возрастает роль углеродных материалов в решении экологических проблем: очистке питьевой воды, стоков, отходящих газов предприятий промышленности и энергетики , а также в медицине и фармацевтике. Пористые углеродные материалы производят почти из всех видов углеродсодержащего сырья: древесины и целлюлозы, каменных и бурых углей, торфа, нефтяного и каменноугольного пеков, синтетических полимерных материалов, жидких и газообразных углеводородов, различных органических отходов. Современное мировое производство пористых углеродных материалов (ПУМ) приближается к одному миллиону тонн в год. ПУМ представляет собой конструкцию, построенную подобно структуре графита, однако в ней чередуются упорядоченные и неупорядоченные области из углеродных колец – гексагонов [2]. В отличие от графита ПУМ обладают свободным пористым пространством, которое обычно представлено трехмерным лабиринтом из взаимосвязанных расширений и сужений различного размера и формы. Благодаря наличию пор ПУМ имеют высокую удельную поверхность и способны адсорбировать различные вещества из жидкостей и газов.

Способность ПУМ к адсорбции различных молекул определяется строением его поверхности, природой и концентрацией поверхностных реакционноспособных групп. В качестве последних, обычно выступают кислородсодержащие функциональные группы, образующиеся в результате окислительной обработки поверхности углеродного материала: фенольные (гидроксильные), карбонильные (хиноидные), карбоксильные, эфирные, енольные, лактонные. При соответствующих условиях синтеза и обработки ПУМ на их поверхности возможно получение функциональных групп, содержащих азот, серу, галогены, фосфор.

Все многообразие получаемых углеродных сорбентов можно классифицировать по различным критериям: природе исходного сырья (твер-

дое, жидкое, газообразное), методам получения, структурным и текстурным (пористость, поверхность, размеры и распределение пор) характеристикам и областям применения.

Пористые углеродные материалы с нанесенными наночастицами металлов являются эффективными катализаторами различных технологических химических процессов. Медьсодержащие катализаторы широко используются как в промышленных, так и в лабораторных синтезах. Методы и условия приготовления нанесенных медьсодержащих катализаторов оказывают существенное влияние на их каталитическую активность. Основным методом нанесения металла на поверхность носителя является пропитка носителя раствором соли меди с последующим её восстановлением.

Нами исследовано электрохимическое нанесение меди на промышленный активированный уголь с получением материала, способного работать как катализатор процесса получения органических мономеров. Для осаждения меди на пористый углеродный материал применяли электрохимический способ с сернокислым электролитом. В состав сернокислого электролита входил медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и серная кислота H_2SO_4 . В качестве углеродного пористого материала использовали промышленный активированный уголь с удельной поверхностью – $500 \text{ м}^2/\text{г}$. В качестве анодов служили медные пластинки или нерастворимые угольные пластины, между которыми помещали образец и катод прямоугольной формы, изготовленный из стали.

В ходе исследований были определены условия, при которых происходит нанесение меди на активированный уголь с образованием прочного, мелкозернистого покрытия. На процесс образования металлического покрытия оказывает существенное значение температура. Проведена серия опытов по выявлению температуры, при которой осаждается наибольшее количество меди. Плотность тока также оказывает существенное влияние на качество и равномерность осаждения меди. При повышенной плотности тока образуется нагар, дендриты, наблюдается разная толщина медного слоя. Установлено, что кроме электрохимической реакции на открытой поверхности, происходит диффузия электролита в объем пористого материала. Ионы меди, проникая в поры сорбента восстанавливаются до металла во внутренних порах. Опытами по нанесению меди на мезопористый материал с регулярной структурой выявлено, что равномерность слоя снижает массу наносимой меди и упрочняет образующееся покрытие. В целом, результаты практического нанесения меди электрохимическим способом на углеродный пористый материал - активированный уголь, показали, что может быть получено плотное металлическое покрытие, пригодное для длительной работы в каталитических процессах.

КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II) НА УГЛЕРОДНОМ СОРБЕНТЕ

Н.В. Шушуева¹, В.И. Дударев², С.С. Рандин³

¹аспирант, кафедры общеобразовательных дисциплин, ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: shushueva.nadejda@yandex.ru

²д.т.н., профессор кафедры общеобразовательных дисциплин, ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: vdudarev@istu.edu

³студент гр. ГГ-12-1, института недропользования, ИрГТУ, г. Иркутск.

Никель является одним из значимых промышленных металлов. Это пластичный, ковкий, переходный металл серебристо-белого цвета. Никель характеризуется высокой коррозионной стойкостью — устойчив на воздухе, в воде, в щелочах, в ряде кислот. Химическая стойкость обусловлена его склонностью к пассивированию — образованию на его поверхности плотной оксидной плёнки, обладающей защитным действием[1]. При его производстве образуются сточные воды, наносящие серьезный ущерб окружающей предприятия экологической среде. Кроме того, сточные воды промышленных предприятий часто содержат соединения тяжелых металлов, которые являются ценными для производства и опасными для природы. Процесс выделения этих веществ из очищаемой воды, осуществляется различными методами, одним из них является сорбция. Сорбция – процесс поглощения вещества другим. Очистка сточных вод от тяжелых металлов проходит за счет их поглощения сорбентом.

В данной работе был исследован процесс сорбции ионов никеля на углеродном сорбенте марки АД-05-2. Важными критериями применимости сорбента на практике являются его кинетические свойства и адсорбционная емкость. Для изучения этих свойств нами использованы методы переменных навесок (массу навесок адсорбента варьировали от 0,1 до 2 г) и постоянных концентраций (исходная концентрация ионов никеля в растворе равна 20 мкг/мл). Адсорбцию из растворов выполняли в статистических условиях, в щелочной водной среде pH=10, создаваемой гидроксидом натрия. Предварительными кинетическими опытами определяли время установления равновесия в системе углеродный адсорбент – раствор соли металла. В качестве основной кинетической зависимости служило изменение величины адсорбции во времени: $A=f(t)$, где A – величина адсорбции, достигнутая к моменту времени t (рис.1). По данным, представленным на графике, расчетным и графическим способом были вычислены константы скорости реакции. Для расчета констант скоростей использовали стандартное уравнение[2].

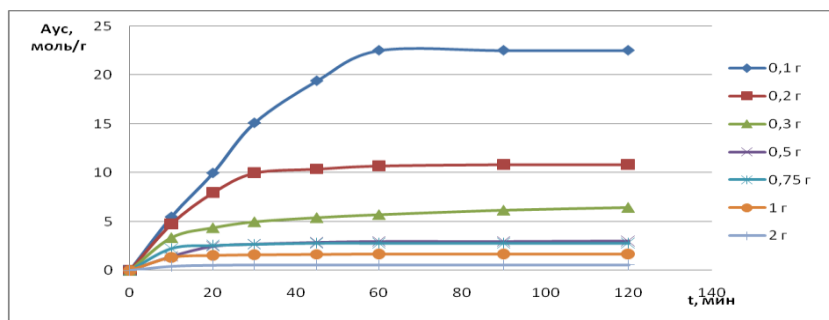


Рис.1. Кинетические кривые сорбции катионов никеля при $t=296\text{K}$.

Реакция имеет первый порядок. Константы скорости реакции при температурах 296, 316, 336 К равны 0.017, 0.022, 0.038 с^{-1} соответственно.

Важным фактором, определяющим адсорбционное равновесие, является температура. Были построены изотермы адсорбции в статистических условиях при разных температурах (рис.2). На них видно, что с увеличением температуры процесса сорбции, сорбционная емкость сорбента увеличивается.

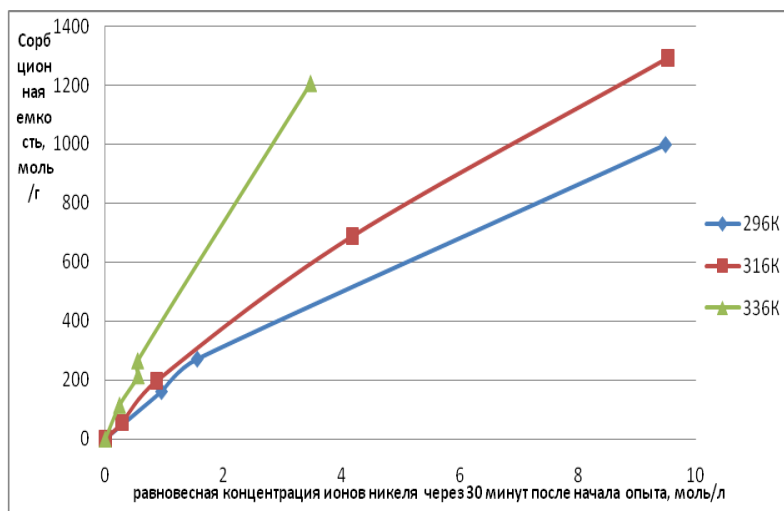


Рис.2. Изотермы адсорбции катионов никеля при температуре: 296, 316 и 336 К.

По уравнению Фрейндлиха рассчитаны константа n и молярный коэффициент k . С помощью уравнения Ленгмюра найдены предельное значение сорбции и константа адсорбционного равновесия. Определены также термодинамические параметры сорбции.

Библиографический список

1. Третьяков Ю. Д. (ред.) «Неорганическая химия» в 3 т. — том 3, книга 2, стр. 40 — М.: "Академия", 2007
2. Яковлева А.А., Кудрявцева Е.В. Физическая химия. Химическая кинетика. Методические указания по выполнению лабораторных работ. 4-е изд., испр. и доп. — Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. — С. 56.

РЕАКЦИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА С ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРОЙ

Р.Г. Копченко¹, Е.А. Орхокова²

¹ студент гр. ХТБп-14-1 института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова, ИРНИТУ, г. Иркутск.

² к.х.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: zabanlena@yandex.ru

Реакция элементной серы с низкомолекулярными алканами изучена достаточно подробно [1] Она протекает с образованием сульфидов и полисульфидов, которые распадаются на непредельные соединения, сероводород, сероуглерод и ароматические сернистые гетероциклы.

Взаимодействие серы с алкил- и алкенилбензолами, содержащими в боковой алифатической цепи атомы галогена, гладко приводит к производным тиофена, бензотиофена, 1,2 –дитиолентионов-3 и др. (реакция Воронкова) [2].

Действие элементной серы на полиэтилен, полистирол и поли(5-винил-2-метилпиридин) подробно изучено Б.А. Трофимовым и сотрудниками [3-5]. При взаимодействии серы с полистиролом образуется в основном сшитый сернистый полимер, содержащий поли(4,5,6,7-тетратионо-4,5,6,7-тетрагидробензотиофен-2,3-диильные) фрагменты. При этом установлено, что использование осерненного полиэтилена и полистирола в качестве активного катодного материала литиевых источников тока обеспечивает многократное циклирование элементов с удельной разрядной емкостью до 320-340 мА·ч. До настоящего времени изучение реакции поливинилхлорида (ПВХ) с элементной серой не проводилось.

Взаимодействие ПВХ с элементной серой проводили в различных условиях: при разных температурах и времени. Осернение ПВХ протекало как в присутствии растворителя 1,2,4-трихлорбензола (ТХБ), так и без растворителя. Реакции в среде ТХБ проводили при интенсивном перемешивании в течение 3 или 6 ч, при 213 °С и разных мольных соотношениях ПВХ : S 1 : 1; 1 : 2; 1 : 3. При этой температуре ПВХ и сера полностью переходят в раствор. Реакцию порошкообразной смеси ПВХ и серы в отсутствие растворителя осуществляли при температурах от 210 до 300 °С и мольных соотношениях ПВХ : S 2.3 : 1; 10 : 1.

При обеих методиках в течение первого часа происходит интенсивное выделение сероводорода и хлористого водорода. После этого газообразование прекращается. Образование хлороводорода свидетельствует о протекании реакции дегидрохлорирования. Это означает, что осернению подвергается дегидрохлорированный ПВХ.

Продукты осернения представляют собой порошки черного цвета с металлическим блеском, нерастворимые в органических растворителях.

В работе [6] установлено, что сера независимо от аллотропной формы эффективно ингибирует процесс дегидрохлорирования полимеров винилхлорида. Полученные нами результаты объясняются ингибирующим действием серы: с увеличением содержания серы наблюдается замедление реакции дегидрохлорирования. Иными словами, некоторое количество серы расходуется на подавление реакции элиминирования, что приводит к понижению ее содержания в продуктах реакции.

Содержание химически связанной серы в образовавшихся полимерах составляет 57.64 и 47.99 %, хлора – 1.86 и 0.62 % соответственно.

Из продуктов реакции ПВХ с элементной серой методом вальцевания в присутствии диоктилфталата при температуре 140-160 °С получены черные прочные пленки.

Таким образом, реакцией ПВХ с элементной серой получены высокосернистые парамагнитные полимеры. Высокая концентрация парамагнитных центров ($2 \cdot 10^{19}$ сп/г) и соответствующие значения g-факторов свидетельствуют о присутствии в образцах развитой системы сопряженных связей.

Библиографический список:

1. Воронков М.Г., Вязанкин Н.С., Дерягина Э.Н., Нахманович А.С., Усов А.С. Реакции серы с органическими соединениями. Новосибирск: Наука, 1979. — 368 с.
2. Страдынь Я.П. // Химия гетероциклических соединений. — 1979. — № 11. — С. 1567.
3. Трофимов Б. А., Скотгейм Т. А., Малькина А. Г., Соколянская Л. В., Мячина Г. Ф., Коржова С. А., Вакульская Т. И., Ковалев И. П., Михайлик Ю. В., Богуславский Л. И. Сульфуризация полимеров. Сообщение 3. Парамагнитные и окислительно-восстановительные свойства осерненного полиэтилена // Изв. АН. Сер. хим. — 2000. — № 5. — С. 872-875.
4. Trofimov B.A. Sulfurization of polymers: a novel access to electroactive and conducting materials // Sulfur Reports. — 2003. — V. 24. — № 3. — P. 283-305.
5. Трофимов Б.А., Малькина А.Г., Соколянская Л.В., Носырева В.В., Мячина Г.Ф., Коржова С.А., Родионова И.В., Вакульская Т.И., Скотгейм Т.А., Михайлик Ю.В. Осерненный поли(5-винил-2-метилпиридин): синтез и электрохимические свойства // Электрохимическая энергетика. — 2001. — Т. 1. — № 3. — С. 26-32.
6. Колесов С.В., Ахметханов Р.М., Нагумнова Э.И., Кабальнова Н.Н., Ахметханов Р.Р., Заиков Г.Е. Элементная сера как стабилизатор полимеров винилхлорида // Журнал прикладной химии. 2004. Т. 77. № 11. С. 1877-1879.

РАДИКАЛЬНАЯ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЯ 4-ВИНИЛПИРИДИНА С ГИДРОКСИЭТИЛМЕТАКРИЛАТОМ

А.Э. Синёв¹, Е.И. Сипкина², О.В. Лебедева³

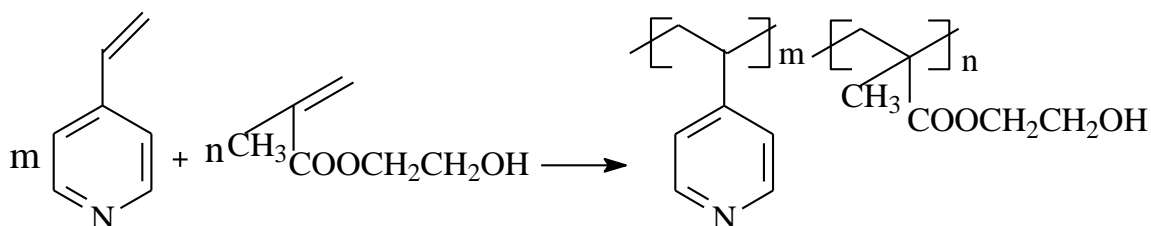
¹ студент гр. ТПб-13-1, институт пищевой инженерии и биотехнологии, ИрГТУ

²учебный мастер II категории кафедры технологии продуктов питания и химии, ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: evgiv84@mail.ru

³к.х.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии, ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: lebedeva@istu.edu

В условиях свободнорадикального инициирования под действием динитрил азобисизомасляной кислоты при температуре 60 °С в растворе ДМФА синтезированы сополимеры 4-винилпиридина (4-ВП) с гидроксиэтилметакрилатом (ГЭМА).

При проведении радикальной сополимеризации 4-ВП с ГЭМА получены порошкообразные продукты (соотношение мономеров различно) белого цвета, растворимые в ДМСО, ДМФА:



Методом элементного анализа, данными ИК и ЯМР спектроскопии изучены состав и строение полученных сополимеров. Сополимеры образуются при любом соотношении мономеров в исследуемой области составов исходной смеси и обогащены звеньями 4-винилпиридина.

Увеличение содержания гетероцикла в исходной смеси приводит к увеличению выхода сополимеров (от 37.45 до 65.50 %) и уменьшению вязкости их растворов (от 1.79 до 0.54 дл/г).

На основании зависимости составов исходной смеси и сополимеров при низких степенях конверсии рассчитаны значения относительной реакционной способности мономеров по методу Файнмана-Росса: $r_{\text{ГЭМА}} = 0,43 \pm 0,01$, $r_{4\text{-ВП}} = 0,94 \pm 0,07$. Рассчитанные значения констант сополимеризации для системы 4-ВП-ГЭМА свидетельствуют о том, что 4-ВП является более реакционноспособным мономером, чем ГЭМА.

Вычислив константы сополимеризации, теоретически была рассчитана вероятность образования трех видов диад: m_1m_1 , $m_1m_2=m_2m_1$, m_2m_2 , а

также длины блоков (l_1 и l_2) в цепи сополимера от состава мономерной смеси.

Сополимеры 4-ВП с ГЭМА при содержании 4-ВП до 0.3 мол. доли в исходной смеси сополимеры состоят, как правило, из звеньев ГЭМА различной длины, разделены единичными звеньями 4-ВП. При содержании 4-ВП более 0.5 мол. доли в исходной смеси сополимер, наоборот, содержит 4-ВП блоки, разделенные единичными звеньями ГЭМА.

МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕРЕБРА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ ПОЛИМЕРАМИ И ИХ БИОЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ

Ю.Н. Пожидаев¹, И.В. Лаврентьев²

¹ д.х.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: pozhid@istu.edu

² студент группы ЭСб-12-1 ИрННТУ, г. Иркутск

Полимерные производные гуанидина обладают широким спектром антимикробного, противовирусного, фунгицидного, пестицидного и алгицидного действия, низкой токсичностью и коррозионной активностью, длительно хранятся без потери бактерицидных свойств и, самое главное, обладают пролонгированным бактерицидным действием, образуя на обработанной поверхности тончайшую полимерную пленку, обеспечивающую длительную защиту поверхности от атаки микроорганизмов. Высокую биоцидную активность этим полимерам придают полярные гуанидиновые группировки, несущие положительный заряд, губительно действующие на микроорганизмы и при этом совместимые с макроорганизмом, в котором имеются системы, осуществляющие метаболизм полимерного соединения. Исследования в области создания полимерных бактерицидных препаратов на основе гуанидина осуществляются в различных направлениях и демонстрируют их высокую эффективность [1-3].

Бактерицидные свойства серебра и его соединений также хорошо известны с древних времен [4]. В связи с этим одним из интенсивно развиваемых современных направлений является создание наноструктурированных композитных серебросодержащих материалов, обладающих противомикробным действием [5-7]. Так, новые композиционные материалы волоконно-SiO₂-Ag с биоцидной активностью получены химической модификацией хлопка, шерсти, шелка, полиамида и полиэстера комплексом SiO₂-Ag в процессе золь-гель синтеза. Антимикробная активность определена для бактерий кишечной палочки, золотистого стафилококка и грибов. Показано, что увеличение концентрации серебра приводит к усилению био-

цидного эффекта [8]. Антибактериальная активность композитов целлюлоза/ TiO_2 /хитозан/Ag-нано (диаметр 4-20 нм) обнаружена по отношению к грамм-положительным и грамм-отрицательным бактериям [9]. Полимерные электролиты на основе полиакриловой кислоты и полиэтиленimina, функционализированные наночастицами серебра, обладают высокой противомикробной активностью - более 95% инактивации бактерий достигается в течение 1 часа контакта с поверхностью электролита [10].

В отличие от изложенных методов синтеза биоцидных препаратов, нами получены полимерные системы, сочетающие в своем составе как биологически активные органические группировки, так и иммобилизованные на поверхности ионы серебра(I).

Строение функциональных групп и высокая сорбционная активность кремнийорганических полимеров с тиокарбамидными, тиокарбаматными и гуанидиновыми группами по отношению к ионам серебра (I) позволили предположить, что их металлополимерные комплексы могут обладать достаточно высокой биологической активностью.

Это предположение основано на известном механизме действия N-функциональных поликатионов на микроорганизмы, который заключается в следующем: адсорбция поликатионов на отрицательно заряженной поверхности бактериальной клетки блокирует дыхание, питание, транспорт метаболитов через клеточную стенку бактерий; макромолекулы поликатионов диффундируют через стенку клетки, вызывая необратимые структурные повреждения на уровне цитоплазматической мембраны, нуклеотида, цитоплазмы; поликатионы связываются с кислотными фосфолипидами, белками цитоплазматической мембраны, что приводит к ее разрыву; все это приводит к блокаде гликолитических ферментов дыхательной системы, потере патогенных свойств и гибели микробной клетки. В наибольшей степени приведенный механизм антимикробного действия соответствует полимерным производным гуанидина, обладающим высокой биологической активностью.

Присутствие в составе комплексов адсорбированных ионов серебра, которые в большой степени восстанавливаются в процессе адсорбции на поверхности кремнийорганических полимеров до наноразмерного металлического серебра, способно значительно усилить антимикробное действие рассматриваемых полимерных систем. Исходные полимеры нетоксичны ($\text{LD}_{50} \approx 3000 \text{ мг/кг}$), что гарантирует отсутствие побочных эффектов при их применении в медико-профилактических целях.

Для исследования биоцидной активности исходные полимеры насыщали ионами серебра(I) в оптимальных условиях сорбции, многократно промывали дистиллированной водой, подвергали ультразвуковому воздействию для повышения дисперсности. Полученные таким образом образцы явились препаратами для изучения антимикробной активности. Изучение

антимикробной активности исследуемых препаратов производилось *in vitro*, на основании динамики роста культуры ряда грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

В качестве контроля роста бактерий использовали образцы, содержащие среду и тестируемые штаммы без исследуемых препаратов. Культуры помещали в термостат на 24 часа при 37 °С, после чего фиксировали наличие или отсутствие роста микроорганизмов и определяли минимальную подавляющую видимый рост бактерий концентрацию. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 6,0 (StatSoft, USA). Данные представляли в виде медианы (Me), границ нижнего и верхнего квартиля (Lq-Hq), достоверность различий рассчитывалась по U-критерию Манна–Уитни при $p < 0,05$.

Результаты определения антимикробной активности исследованных препаратов показали, что исследуемые препараты обладают достаточно высокой и практически равной активностью, как в отношении грамположительных микроорганизмов, так и грамотрицательных бактерий. Наиболее активным среди них, как и следовало ожидать, оказался комплекс гуанидинового полимера. По уровню антибактериальной активности этот препарат соответствует ряду известных антибиотиков.

Библиографический список

1. Razzaghi-Abyaneh M., Shams-Ghahfarokhi M., Eslamifar A., Schmidt O.J., Gharebaghi R., Karimian M., Naseri A., Sheikhi M. Inhibitory effects of Akacid®plus on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* // *Mycopathologia*. 2006. V.161. N 4. P. 245-249.
2. Khashirova S.Y.U., Esmurziev A.M., Malkanduev Y.A. Modification of cellulose by biocidal polyelectrolyte // *Journal of the Balkan Tribological Association*. 2008. V. 14. N 1. P. 102-106.
3. Bowie D., Parvizi, P., Duncan D., Nelson C.J., Fyles T.M. Chemical-genetic identification of the biochemical targets of polyalkyl guanidinium biocides // *Organic and Biomolecular Chemistry*. 2013. N 26. P. 4359-4366.
4. Блажитко Е.М., Бурмистров В.А., Колесников А.П., Михайлов Ю.И., Родионов П.П. Серебро в медицине. Новосибирск: Наука-Центр, 2004. 254 с.
5. Reddy G.S., Nadagouda M.N., Sekhar J.A. Nanostructured surfaces that show antimicrobial, anticorrosive, and antibiofilm properties // *Key Engineering Materials*. 2012. V. 521. P. 1-33.
6. Wernicki A., Puchalski A., Urban-Chmiel R., Dec M., Stęgierska D., Dudzic A., Wójcik A. Antimicrobial properties of gold, silver, copper and platinum nanoparticles against selected microorganisms isolated from cases of mastitis in cattle // *Medycyna Weterynaryjna*. 2014. V. 70. N 9. P. 564-567.

7. Shawkey A.M., Abdulall A.K., Rabeh M.A., Abdellatif A.O. Enhanced biocidal activities of *Citrullus colocynthis* aqueous extracts by green nanotechnology // International Journal of Applied Research in Natural Products. 2014. V. 7. N 2. P. 1-10.

8. Klemenčič D., Tomšič B., Kovač F., Žerjav M., Simončič A., Simončič B. Preparation of novel fibre-silica-Ag composites: The influence of fibre structure on sorption capacity and antimicrobial activity // Journal of Materials Science. 2014. V. 49. N 10. P. 3785-3794.

9. Xiao W., Xu J., Liu X., Hu Q., Huang, J. Antibacterial hybrid materials fabricated by nanocoating of microfibril bundles of cellulose substance with titania/chitosan/silver-nanoparticle composite films // Journal of Materials Chemistry B. 2013. V. 1. N 28. P. 3477- 3485.

10. Rahaman M.S., Thérien-Aubin H., Ben-Sasson M., Ober C.K., Nielsen M., Elimelech M. Control of biofouling on reverse osmosis polyamide membranes modified with biocidal nanoparticles and antifouling polymer brushes // Journal of Materials Chemistry B. 2014. V. 2. N 12. P. 1724-1732.

ГИБРИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ 4-ВИНИЛПИРИДИНА И ГИДРОКСИЭТИЛМЕТАКРИЛАТА

Нгуен Конг Чи¹, Е.И. Сипкина¹, О.В. Лебедева²

¹ студент гр. НДб-12-1, институт недропользования, ИРНИТУ

¹учебный мастер II категории кафедры технологии продуктов питания и химии, ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: evgiv84@mail.ru

²к.х.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии, ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: lebedeva@istu. edu

Сополимеры, содержащие гидроксиэтилметакрилат (ГЭМА) представляют практический интерес как основа для получения материалов медицинского назначения (контактных линз, при изготовлении имплантатов, лекарственных препаратов и др.), пленок, мембран, покрытий, клея, также применяются в текстильной промышленности при изготовлении волокон и покрытий на них. Гели на основе ГЭМА используют не только в производстве контактных линз, но и в качестве сорбентов в хроматографии, для фракционирования смесей белков и нуклеиновых кислот, при получении катализаторов для гидрирования органических соединений и т.д. [1-3].

В данной работе золь-гель синтезом получены гибридные композиты на основе сополимеров 4-винилпиридина (4-ВП) с ГЭМА и тетраэтоксисилана (ТЭОС) и изучены их сорбционные свойства по отношению к хлорокомплексу платины (IV).

Получение сорбционных материалов ТЭОС в сочетании с сополимерами 4-ВП-ГЭМА проводили при комнатной температуре по следующей методике: 0,15 г сополимера 4-ВП-ГЭМА растворяли в 2,5 мл этилового спирта. К полученному раствору приливали 0,5 мл ТЭОС и 0,4 мл 0,1 М раствора NaOH. В результате наблюдается помутнение смеси и образование нерастворимого осадка. Образовавшийся осадок промывали многократно водой, высушивали в вакуум-эксикаторе до постоянного веса.

Исследование сорбционных свойств по отношению к хлорокомплексу платины (IV) проводили в статическом режиме при постоянном перемешивании в растворах соляной кислоты, где доминирующей формой существования этого металла являются ацидокомплексы $[PtCl_6]^{2-}$ [4]. Повышение концентрации соляной кислоты в интервале 0,25 – 3,0 моль/л приводит к понижению сорбционной активности (рис. 1) за счет повышения устойчивости ацидокомплексов Pt (IV) в растворе [4]. В дальнейшем при проведении сорбции была использована 1 М раствор HCl.

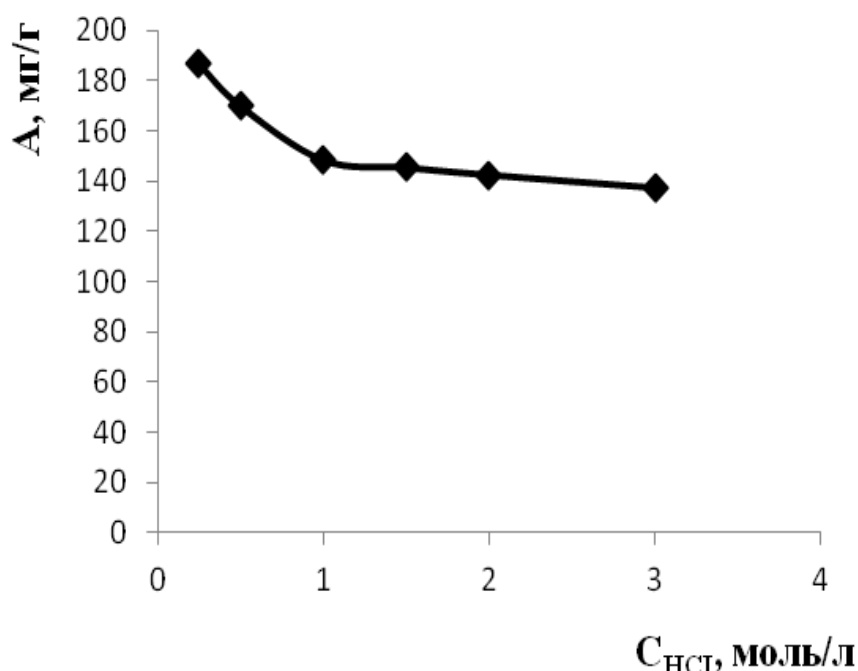


Рис. 1. Влияние HCl на извлечение Pt (IV) при 298 К

Не менее важным фактором, определяющим адсорбционное равновесие является температура. Нами были получены изотермы сорбции при температурах 298 К, 313 К, 338 К. Максимальную эффективность извлечения Pt (IV) в 1м. HCl, наибольшие значения сорбционной емкости (188 мг/г) и коэффициента межфазного распределения ($3215 \text{ см}^3/\text{г}$), обнаруживает при температуре 338 К (рис. 2).

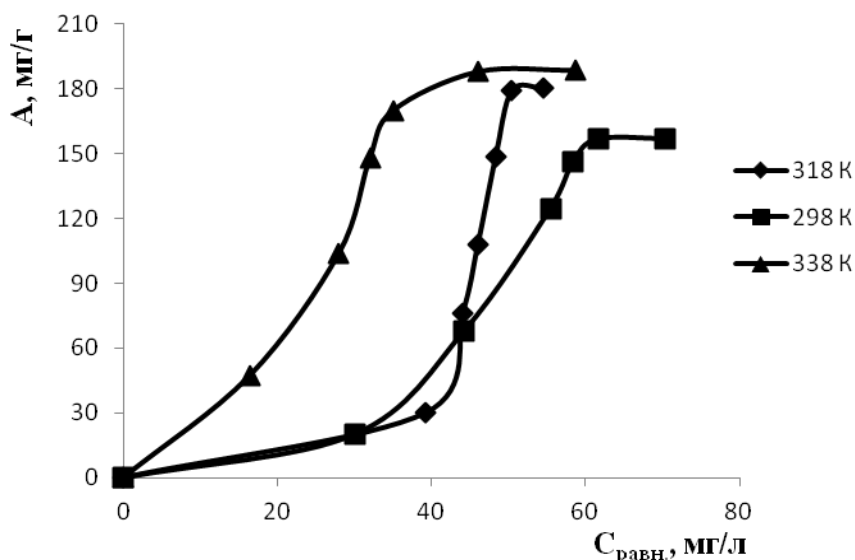


Рис. 2. Изотермы сорбции Pt (IV) при 298 К, 318 К и 338 К сорбентом на основе сополимера 4-ВП –ГЭМА и ТЭОС

Высокая скорость извлечения ионов Pt (IV) при комнатной температуре и нагревании свидетельствует о том, что сорбционное извлечение хлорокомплексов платины (IV) происходит преимущественно по ионно-обменному механизму.

Библиографический список

1. Лавров Н.А., Николаев А.Ф. Области применения полимеров на основе 2-гидроксиэтилметакрилата (обзор) // Журнал прикл. химии. – 1986. –Т. 59. № 5. – С. 55-57.
2. Лавров Н.А., Николаев А.Ф., Чунова В.М. Свойства сополимеров N-винилсукцинимиды с 2-гидроксиэтилметакрилатом // Журнал прикл. химии. – 1988. –Т. 61. № 7. – С. 1456-1458.
3. Лавров Н.А. Сополимеризация 2-гидроксиэтилметакрилата с N-винил-3(5)метилпиразолом // Журнал прикл. химии. – 1993. –Т. 66. № 6. – С. 1420-1422.
4. Ливингстон С. Химия рутения, родия, палладия, осмия, иридия, платины. М.: Мир. 1978. 366 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ ТАЛЬКА, ОБОГАЩЕННЫХ ЦИНКИТОМ

М.Н. Рыбина¹, С.И. Штельмах², А.А.Яковлева³

¹ студентка гр. МЦБ-13-1 института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИРНИТУ, г. Иркутск;

² научный сотрудник института земной коры СО РАН, к. г.-м. н., г. Иркутск, e-mail: fotina78@gmail.com;

³ д.т.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: ayakov@istu.edu

Одним из методов повышения поглотительной емкости минеральных адсорбентов является обогащение схожими по свойствам добавками и использование комбинированных смесей. Области, в которых тальк и оксид цинка (цинкит) используются как вяжущие, наполнители и поглотители тех или иных примесей, во многом схожи. Это деревоперерабатывающая промышленность, фармацевтика, производство лаков и красок, нефтепереработка, катализ и др. Цинкит, имея гидрофильную поверхность, в смеси с тальком может изменять гидрофильно-гидрофобное соотношение последнего и усиливать поглотительные свойства к ряду веществ.

Физико-химическим исследованиям подвергнуты образцы смеси талька с 10 % (мас.) цинкита, используемые для изучения поглотительной способности. Цель исследований – получить количественную характеристику об основных и примесных элементах, входящих в образцы. Информация такого рода необходима для создания представлений о механизме процесса, в которых роль физико-химии поверхности, наличие центров адсорбции и их характер имеет важное значение.

Определение состава образца, полученного механическим перемешиванием навесок порошков из расчета 10 г цинкита и 90 г талька, выполнено в Аналитическом центре Института земной коры СО РАН¹.

Определение концентраций цинка, никеля, меди и свинца в исследуемом образце проведено рентгеноспектральным флуоресцентным методом (РФА) (спектрометр S8 TIGER, Германия). При этом анализируемый материал был спрессован на полуавтоматическом прессе HERZOG НТР 40 (Германия) при усилии в 100 кН (10 т) [1].

В качестве подложки использовали борную кислоту.

¹ Авторы благодарят сотрудников ИЗК СО РАН Колтунову Е.Г. и Цареву Н.Ю за выполненный силикатный анализ.

Для построения градуировочных зависимостей определяемых элементов выбран наиболее оптимальный набор стандартных образцов горных пород различного состава, а также использован свинцово-цинковый концентрат № 680-75 и несколько специально приготовленных смесей: свинцово-цинковый концентрат и оксид SiO_2 (марки «ч») в соотношениях 1 : 1 и 1 : 2; оксид ZnO (марки «ч») и оксид SiO_2 (марки «ч») в соотношении 1 : 4 (последовательное разбавление); оксид ZnO , оксид SiO_2 и стандартный образец базальта афирового (MO2) № 2116-81 в соотношении 1 : 6 : 3 (последовательное разбавление).

Было установлено, что Ni, Cu, и Pb, присутствуют в количествах, меньших, чем предел обнаружения данных компонентов по методикам анализа. Содержание оксида цинка получено расчетным путем из содержания цинка, равного 8,01 % по результатам РФА (табл.).

Таблица

Основные составляющие исследуемого образца

SiO_2	MgO	ZnO	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3 (общее)
47,36	27,34	9,96	0,24	< 0,25	0,25

Содержания оксидов кремния, титана, алюминия, железа, марганца, магния, кальция, натрия, калия, фосфора, CO_2 были определены с помощью силикатного анализа с применением атомно-абсорбционного и спектрофотометрического методов.

Основные положения модернизированных методик силикатного анализа изложены в отчете Ю.И. Сизых 1985 года «Комплексная схема химического анализа горных пород и минералов», тема 3.1.7.3.3. и в монографии [2].

Гигроскопическую воду определяли высушиванием навески породы в тигле до постоянного веса при 105 °С. Потери при прокаливании определяли прокаливанием навески при температуре 1000 °С до постоянного веса (эти определения входят в силикатный анализ), они составляют 13,1 % и связаны, очевидно, с присутствием термически неустойчивых оксидов и воды.

Известно, что вода в тальке может присутствовать не только в кристаллизационном виде. Она активно адсорбируется на базальной и боковой поверхностях, причем из-за сильной гидрофобности базальных поверхностей, а так же из-за сложности структуры боковой поверхности она предпочтительнее располагается на верхнем слое кристаллической решетки боковой поверхности за счет водородной связи. В гексагональной упаковке оксида цинка вода, очевидно, присутствует преимущественно как кристаллизационная.

Из данных таблицы следует, что в комбинированном порошке стехиометрическое соотношение SiO_2 и MgO , характерное для чистого талька

и составляющее $4/3$, нарушено. Кроме того, оказывается несколько заниженным содержание оксида алюминия, но завышенным – содержание оксида железа, поступившее в образец, скорее, с цинкитом.

В результате исследований получены данные, необходимые для анализа способности комбинированных образцов удерживать на своей поверхности органические примеси.

Библиографический список

1. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. – Новосибирск: ВО Наука. Сиб. Издательская фирма, 1994. – 264 с.

2. Рященко Т.Г., Ухова Н.Н. Химический состав дисперсных грунтов: возможности и прогнозы (юг Восточной Сибири). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2008. – 131 с.

КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ТАЛЬКА В ЧИСТОМ ВИДЕ И В ВИДЕ СМЕСИ С ОКСИДОМ ЦИНКА

М.Н. Рыбина¹, А.А. Яковлева²

¹ студент гр. МЦБ-13-1 института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИРНИТУ, г. Иркутск;

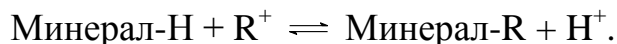
² д.т.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: ayakov@istu.edu

Известно, что структура минеральных адсорбентов обуславливает их адсорбционные, молекулярно-ситовые и ионообменные свойства. Адсорбционно-структурные характеристики сорбентов существенно изменяются при проведении модифицирования – предварительной обработки растворами минеральных кислот, оснований или солей, а также органическими реагентами [1-3].

Изучение влияния предварительной обработки на состояние поверхности некоторых тонкодисперсных минеральных сорбентов, применяемых в качестве поглотителей, наполнителей или катализаторов в нефтеперерабатывающей, деревоперерабатывающей, лакокрасочной промышленности, является интересной с теоретической и перспективной с практической точки зрения задачей. В настоящем сообщении в качестве таковых рассмотрены порошки талька и его смеси с оксидом цинка. В целом работа направлена на изучение коллоидно-химических, в том числе адсорбционных свойств талька, подвергнутых комплексному кислотно-гидроксидному модифицированию. Кроме того, исследованы образцы смеси талька с ок-

сидом цинка. В качестве активирующего агента нами использованы гидроксид калия и соляная кислота.

Известно, что многие глинистые минералы в обычных условиях являются катионитами Н-формы [4]. Поэтому ион водорода на поверхности может вступать в реакцию обмена с другими катионами. Уравнение реакции катионного обмена с катионами щелочных металлов можно описываться как:



Так как при обмене значение рН раствора будет меняться, поэтому обмен ионов щелочных металлов на глинистых минералах может быть исследован методом потенциометрического титрования [5, 6].

Сущность исследования адсорбции по потенциометрическому методу заключается в построении двух кривых титрования раствора щелочью и кислотой в отсутствие и при наличии минерального адсорбента (рис. 1). Использовали навеску порошка (чистого талька или смеси талька с оксидом цинка в соотношении 10 г оксида цинка и 90 г талька, приготовленной путем тщательного смешивания исходных порошков). Реагентную обработку вели при перемешивании 10 %-ых (по массе) суспензий порошков в растворах кислоты или щелочи. Перемешивание осуществляли в аппарате «Water Bath Shaker type 357 – Elpan» для встряхивания со скоростью 150 – 170 мин⁻¹ в течение одного часа и затем оставляли на сутки.

После осаждения осторожно отбирали аликвоту в количестве 10 мл и проводили титрование. Для потенциометрического титрования использовали рН-метр «рН-150М» и комбинированный стеклянный электрод ЭСК-10601/7. Для получения точных результатов измерений рН-метр перед каждой серией измерения рН проводили градуировку по буферным растворам. В качестве буферных растворов использовали стандартные растворы фталевокислого калия – рН = 4,01 при 25°C и тетраборнокислого натрия Na₂B₄O₇ – рН = 9,18 при 25 °C.

Из полученных растворов после адсорбции брали несколько параллельных проб из каждой колбы для определения рН. Раствор не фильтровали, так как считается, что присутствие твердых частиц в виде взвеси при измерении рН обеспечивает получение более точных результатов. При исследовании в щелочной области пробы суспензии титровали раствором 0,1 М НСl. Стоит при этом заметить, что соляная кислота и гидроксид калия играют, кроме того, роль регулятора рН среды.

В качестве примера на рис. показаны результаты титрования одного из образцов.

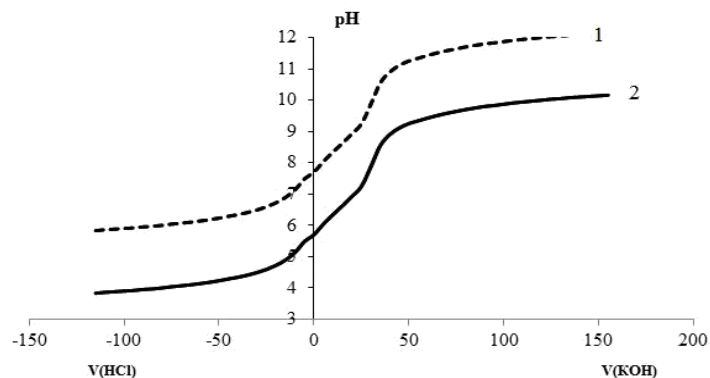


Рис. 1. Кривые титрования:
1 – исходного раствора; 2 – в присутствии талька

Из полученных результатов следует, что свойства системы изменяются весьма существенно. Имея пока небольшие по объему результаты эксперимента, выводы можно сделать только с перспективой на будущее. Информация, которую можно получать тем методом, который отрабатывается нами и связан с применением потенциометрического титрования к непрозрачным средам – суспензиям минеральных адсорбентов, дает возможность оценить технологические свойства минеральных систем, позволяет получить достаточно ясные представления о воздействии предварительной обработки на поверхностные свойства талька чистого и в смеси с оксидом цинка.

Библиографический список

1. Везенцев А.И., Воловичева Н.А., Королькова С.В. Сорбционные свойства комплексно-модифицированных монтмориллонитовых глин. Материалы XIV Всероссийского симпозиума с участием иностранных ученых «Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности». Москва, ИФХЭ РАН, 2010. С.106.
2. Стрельникова О.Ю., Бельчинская Л.И., Петухова Г.А. Влияние ре-агентной обработки на состояние поверхности минеральных адсорбентов. Там же. С. 110.
3. Уротатзе С.Л., Джапаридзе Л.К., Габелия Ц.С. Регулирование свойств природного бентонита Грузии. Там же. С. 113.
4. Горшков В.С. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений / В.С. Горшков, В.С. Савельев, Н.Ф. Федоров. – М.: Высш. шк., 1988. – 400 с.
5. Тарасевич Ю.И. Адсорбция на глинистых минералах / Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко. – Киев: Наукова думка, 1975. – 351 с.
6. Григоров О.Н. Руководство к практическим работам по коллоидной химии / О.Н. Григоров, И.Ф. Карпова и др. – М.: Химия, 1964. – 332с.

АДСОРБЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКСИДА ЦИНКА

Пастухов М.П.¹, А.А.Яковлева²

¹студент гр. МЦБ-13-1 института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИРНИТУ, г. Иркутск;

²д.т.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: ayakov@istu.edu

Широкое использование оксида цинка (цинкита) обусловлено такими его свойствами, как гигроскопичность, фотокаталитическая активность, адсорбирующие и вяжущие действия, противовоспалительные свойства (в медицине). Перечисленные свойства оксида цинка ставят его в один ряд с тальком. Однако обзор публикаций по изучению механизмов поверхностных процессов на тонкодисперсном оксиде цинка свидетельствует, что в качестве объекта исследования оксид цинка используется гораздо реже. Это связано, очевидно, с тем, что относится он не к природным, а синтетическим системам. В природе оксид цинка встречается в виде цинкита. Цинкит (красная цинковая руда) — редкий минерал класса простых оксидов, в своём составе содержит 80,3 % цинка. Он образуется в скарнах и имеет контактово-метасоматическое происхождение. Кристаллы встречаются редко, обычно проявляется в виде зернистых агрегатов, вкраплений. В ультрафиолете может флюоресцировать оранжевым цветом.

Добывается цинкит в США, встречается также в Испании, Польше, Австралии (Тасмания), Германии. Из-за того, что минерал встречается редко, практического значения как руда цинка он не имеет, в промышленности производится и используется синтетический цинкит.

Цинковые руды классифицируют на сернистые или сульфидные, в которых цинк содержится в сульфидной форме, и окисленные, содержащие оксидные соединения цинка. Наиболее распространены в природе первичные руды — сульфидные руды, в которых цинк находится, главным образом, в виде сфалерита. В окисленных рудах цинк обычно находится в виде смитсонита, поэтому их иногда называют карбонатными.

Получается товарный оксид цинка на промежуточных стадиях переработки преимущественно сульфидных руд до металлического цинка, выделенных в отдельное производство.

Механизмы адсорбции достаточно сложны и зависят от химических характеристик поверхности. В адсорбционных теориях считается, что только воспроизведенные результаты способны дать ценную и надежную информацию, пригодную для анализа и последующих выводов. Очевидно, для глубоких адсорбционных исследований оксид цинка не имеет убедительного набора свойств, потому что получить поверхности с полностью

воспроизводимыми свойствами можно лишь для немногих твердых образцов, таких как сажа – идеальная модель для изучения адсорбции.

Как и минерал, цинкит синтетический кристаллизуется в гексагональной кристаллической решетке. На рис. 1 представлен каркас из элементарных ячеек, в которых видно расположение атомов кислорода и цинка в центре и углах пирамид.

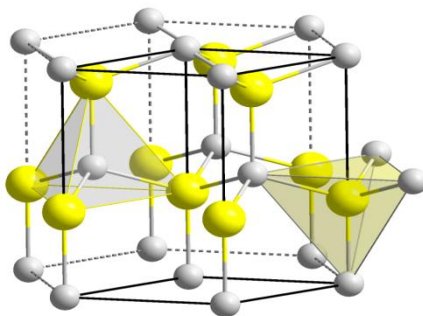


Рис. 1. Кристаллическая решетка цинкита [1]

В сравнении с кристаллической решеткой талька обращает на себя внимание отсутствие слоистости в решетке оксида цинка. Частицы талька имеют два типа поверхности, образованных при измельчении: одна в результате межслойного скольжения, называется «базальной»; вторая в результате разрушения ионных связей, называется «боковой» (рис. 2).

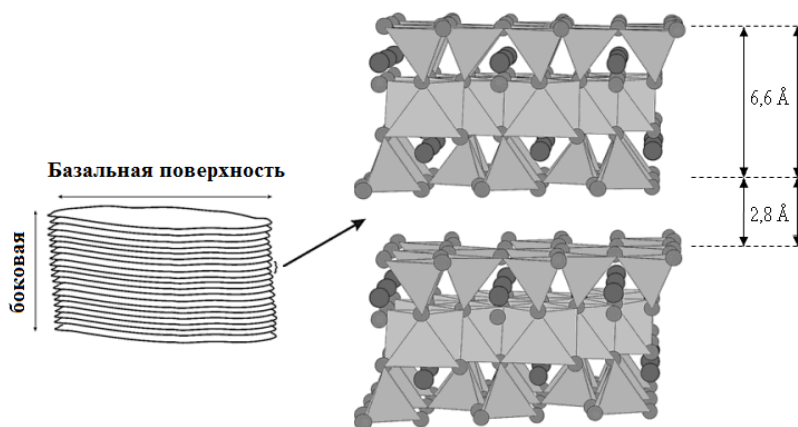


Рис. 2. Кристаллическая решетка талька [2]

На рис. 3 представлен вид порошков талька и цинкита [3-6]. Присутствие комочков говорит о высокой гигроскопичности оксида цинка. Из литературных данных известно, что это явление сказывается на снижении растворимости, когда цинкит используется как пигмент при производстве красок.



1



2

Рис. 3. Вид исходных порошков талька (1) и цинкита (2) [6]

Высокая химическая активность поверхности порошков имеет важное значение, и изучать ее следует с различных позиций. С одной стороны, именно высокая химическая активность поверхности является причиной многих процессов в объеме, с другой стороны, она же обуславливает адсорбционную активность порошков – столь важное и ценное их свойство. В конечном счете, ключевая проблема адсорбции заключается в установлении минимального числа атомов, входящих в каталитический центр, их вида и конфигурации, обеспечивающих требуемое действие.

Химическая и кристаллографическая структуры различных кристаллических плоскостей одного и того же кристалла могут значительно различаться, поэтому следует изучать химические свойства кристалла в зависимости от вида грани, однако с методической точки зрения это приводит к существенному усложнению эксперимента. Например, обычные методы химического анализа пригодны для определения состава объема кристалла, но не состава его поверхности. Аналогично стандартный рентгеноструктурный анализ высокоэффективен при исследовании трехмерной кристаллической структуры, однако он не пригоден для изучения структуры поверхности.

Изучение изотермы адсорбции является одним из наиболее предпочтительных подходов к исследованию механизмов поверхностного процесса. При этом считается, что если не приняты тщательные меры предосторожности, загрязнение поверхности адсорбента может приводить к невоспроизводимым и ошибочным результатам, что получение полной изотермы с учетом рассмотренных факторов – процедура крайне сложная и утомительная. Вместе с тем, именно изотермы адсорбции позволяют достаточно полно сформировать представления о механизме поверхностного процесса.

Рассмотрение кристаллографических особенностей цинкита в сравнении с тальком является первым этапом в накоплении информации об ад-

сорбционных свойствах этого порошка, необходимой при анализе результатов исследования поглотительной способности комбинированных смесей талька с цинкитом.

Библиографический список

1. Шуман В. Мир камня. Горные породы и минералы. — М.: Мир, 1986. С.168.
2. Castillo L.A., Barbosa S.E., Maiza P. et al. Surface modifications of talcs. Effects of inorganic and organic acid treatments. // J Mater Sci. 2011. V. 46. P. 2578–2586.
3. Тарасевич Ю.И. Строение и химия поверхности слоистых силикатов. Киев: Наукова думка, 1988. — 248 с.
4. Ferrage E., Seine G., Gaillot A.C. et al. Structure of the {001} talc surface as seen by atomic force microscopy: comparison with X-ray and electron diffraction results // Eur. J. Mineral. 2006. V. 18. P. 483–491.
5. S. Baruah and J. Dutta «Review: Hydrothermal growth of ZnO nanostructures» Sci. Technol. Adv. Mater. 2009, № 10.
6. http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Оксид_цинка.

СЕКЦИЯ №2

ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ВЕГЕТАТИВНОЙ ЧАСТИ ТОПИНАМБУРА НА ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ

Ковалёв А.А.¹, Чупрова Н.А.², Рязанова Т.В.³

¹ магистр гр. 57-1 Сибирского государственного университета СибГТУ, г. Красноярск

² к.т.н, доцент кафедры химической технологии древесины и биотехнологии Сибирского государственного университета СибГТУ, г. Красноярск

³ д.т.н, профессор, зав. кафедры химической технологии древесины и биотехнологии Сибирского государственного университета СибГТУ, г. Красноярск

Разработка эффективных технологий преобразования растительного сырья для процесса получения биотоплива второго поколения является приоритетным вопросом для общества в силу увеличивающейся потребности в топливе, создавшихся экологических проблем и сокращения энергетически полезных ископаемых. Перспективным направлением исследований в этой области является изучение ферментативного гидролиза растительного сырья. Для успешного проведения ферментативного гидролиза растительных полимеров любого происхождения необходимо: использование эффективных для субстрата ферментных препаратов, предварительная подготовка растительного сырья, разработка оптимальных параметров процесса ферментации [1-2].

Необходимым условием гидролитической реакции является непосредственный контакт (физический) между ферментом и субстратом. Такой контакт «фермент-субстрат» может быть достигнут только диффузией молекул фермента к доступным участкам поверхности целлюлозы. При этом кроме необходимого соответствия размеров и диффузионной способности ферментов с капиллярной структурой целлюлозы, важное значение имеют кристалличность и содержание сопутствующих компонентов в исследуемой целлюлозе. Известно, что эффективность ферментативного гидролиза возрастает с уменьшением степени кристалличности (СК), повышением глубины делегнификации, увеличением общей поверхности расти-

тельного субстрата и со снижением содержания сопутствующих компонентов (лигнина) [3].

Известные методы предварительной подготовки растительных субстратов для ферментативного гидролиза разделяются на химические и физические. Химические методы – методы делигнификации (кислотные и щелочные). Физические методы предварительной обработки растительных материалов ограничиваются в основном измельчением их в мельницах различного типа. В результате механического измельчения происходит уменьшение размера частиц, увеличение площади поверхности, что приводит к значительному уменьшению СК целлюлозы [4, 5, 6].

Данная работа направлена на исследование влияния предварительной обработки растительного сырья на ферментативный гидролиз.

Объектом исследования служила вегетативная часть топинамбура *Helianthus tuberosus L.*, отобранная в конце вегетативного периода (Красноярский край). Вначале исследования образца была проведена предварительная подготовка растительного материала: высушивание до воздушно-сухого состояния и механическое измельчение. Исследуемое сырье, для выяснения влияния степени измельчения на ферментативный гидролиз, ситовым методом разделили на 3 фракции: 0-1 мм, 1-2 мм, крупная фракция (более 2 мм). Доля первой фракции составляла -22,10 %, второй - 63,15 % и третьей -14,75 %. Исследование химического состава вегетативной части топинамбура проводили с использованием методов, принятых в химии растительного сырья [7]. Химический состав вегетативной части топинамбура, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав вегетативной части топинамбура

Наименование показателя	Содержание, % а.с.в.			
	Фракция 0-1 мм	Фракция 1-2 мм	Крупная фракция	Общая фракция
Водоэкстрактивные вещества	43,78	35,74	24,81	35,90
Редуцирующие вещества (РВ)	7,35	8,48	3,75	7,53
РВ после инверсии	12,05	13,95	5,86	12,32
Легкогидролизуемые полисахариды (ЛГП)	13,29	15,42	15,40	14,95
Трудногидролизуемые полисахариды (ТГП)	18,44	28,18	39,40	27,89
Итого полисахаридов	31,73	43,60	54,80	42,84
Итого углеводов	43,78	57,55	60,66	55,16
Лигнин	18,13	16,00	15,86	16,83
Минералные вещества	4,01	10,48	2,34	8,80

Анализируя состав вегетативной части топинамбура, в первую очередь обратим внимание на водозэкстрактивные вещества, содержание которых в мелкой фракции превышает содержание в других фракциях – 43,78 %, а наименьшее количество экстрактивных веществ наблюдается в крупной фракции – 24,81 %. Рассматривая количество полисахаридов и углеводов, необходимо заметить наибольшее содержание их в крупной фракции – 54,8 %; – 60,66 % соответственно. Мелкая фракция содержит минимальное количество полисахаридов и углеводов в сравнении с другими фракциями – 31,73 %, – 43,78 %. Благоприятный состав вегетативной части топинамбура указывает на возможность его гидролиза различными ферментными препаратами.

Ферментативный гидролиз вегетативной части топинамбура проводили при следующих условиях: продолжительность процесса, τ – 24 ч; температура, t – 52 °С; среда, pH – 6,0; сырье, концентрация сухих веществ – 30 г/л; 45 г/л; 60 г/л. В процессе гидролиза были использованы два ферментативных препарата «Целлолюкс-А» и «Брюзайм BGX», которые вносили в количестве по 0,2 % от массы субстрата. Результаты исследования влияния фракционного состава сырья, и концентрации сухих веществ на выход редуцирующих веществ приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования ферментативного гидролиза

Концентрация сухих веществ, г/л	Фракции растительного сырья, мм	Выход РВ, %	
		от исходного сырья	от углеводов
30	0-1	3,34/5,41*	7,62/12,36
	1-2	1,27/3,55	2,21/6,17
	крупная	2,08/4,33	2,29/7,14
45	0-1	7,22/15,43	16,48/35,24
	1-2	2,97/11,38	5,15/19,77
	крупная	4,43/14,41	7,30/23,55
60	0-1	7,54/9,00	17,21/20,55
	1-2	4,96/9,93	8,61/17,25
	крупная	4,69/10,46	7,95/17,24

* – выход РВ после инверсии;

При анализе ферментативного гидролиза мы выяснили, что наибольший выход РВ от исходного сырья и от углеводов, при разных концентрациях сухих веществ приходится на мелкую фракцию, а наиболее благоприятной является среда с концентрацией сухих веществ – 45 г/л.

Результаты дают основание считать, что более эффективно и целесообразно для гидролиза использовать субстрат с концентрацией сухих веществ – 45 г/л.

В результате проведенных исследований установлено, что вегетативная часть топинамбура может быть успешно использована для ферментативного гидролиза с выходом РВ до 16 % в пересчете на массу сырья или до 36 % в пересчете на массу гидролизующихся компонентов (углеводов). Определены различные условия и подобраны ферментные препараты для ферментативного гидролиза вегетативной части топинамбура.

Библиографический список

1. Макарова Е.И., Будаева В.В., Митрофанов Р.Ю. Использование мультиэнзимных композиций для гидролиза нетрадиционного целлюлозо-содержащего сырья // Ползуновский вестник. – 2010. – № 4-1. – С. 192-198.
2. Будаева В.В., Скиба Е.А., Макарова Е.И., Золотухин В.Н., Сакович Г.В., Удоратина Е.В., Кувшинова Л.А., Щербакова Т.П., Кучин А.В. Получение лигноцеллюлозных материалов из недревесного сырья и исследование их в качестве субстратов ферментативного гидролиза // Ползуновский вестник. – 2013. – № 1. – С. 215-219.
3. Brethauer S., Wyman Ch. E. Review: Continuous hydrolysis and fermentation for cellulosic ethanol production // Bioresource Technology. – 2010. – V. 101. – P. 4862-4874.
4. Клесов А.А., Сеницын А.П. Влияние физико-химических и структурных факторов целлюлозы на эффективность ее ферментативного гидролиза // Биоорганическая химия. - 1981. – Т. 7, № 12. – С. 1801-1812.
5. Ломовский О.И. Обработка дисперсных материалов и сред. // Межд. периодический сб. научн. трудов. – Изд.: Одесса, 2002. – Вып. 12. – С. 133-149.
6. Шаполова Е.Г., Бычков А.Л., Ломовский О.И. Механическая активация процесса ферментативного осахаривания углеводов рисовой шелухи // Химия в интересах устойчивого развития. – 2012. – № 5. – С. 639-644.
7. Рязанова Т. В., Чупрова Н. А., Исаева Е. В. Химия древесины. Красноярск: СибГТУ, 2012. 358 с.

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ГИДРОЛИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА

Тарбаков А.В.¹, Чупрова Н.А.², Рязанова Т.В.³

¹ магистр гр. 51-3 Сибирского государственного технологического университета СибГТУ, г. Красноярск

² к.т.н, доцент кафедры химической технологии древесины и биотехнологии Сибирского государственного технологического университета СибГТУ, г. Красноярск

³ д.т.н, профессор, зав. кафедры химической технологии древесины и биотехнологии Сибирского государственного технологического университета СибГТУ, г. Красноярск

В последние годы большой интерес вызывает поиск перспективного (альтернативного) сырья для производства пищевого спирта, других пищевых добавок. Наиболее перспективным считается сырье, содержащее большое количество углеводов и легко извлекаемых. Одним из таких является топинамбур.

Топинамбур – многолетнее крупнотравяное растение семейства астровые, живет ряд лет за счет зимующих в почве клубней. Благодаря аккумуляции солнечной энергии с весны до поздней осени значительной фотосинтезирующей листвой поверхностью формирует огромный урожай надземной и подземной биомассы. В силу экологической пластичности топинамбур произрастает в различных регионах нашей страны и мира – от тропиков до северных районов земледелия. [3,4].

Клубень топинамбура богат углеводами, 77% из которых приходится на долю полисахарида инулина, состоящий преимущественно из фруктозы (именно фруктоза, по содержанию которой топинамбур существенно превосходит сахарную свеклу, обуславливает характерный сладкий вкус корнеплодов топинамбура). В таблице 1 представлен химический состав клубней топинамбура. [4].

Таблица 1 – химический состав

Компоненты	Содержание, % от а.с.с
Сахар	21,8
Целлюлоза	2,45
Белок	2,8
Зола	1,4

Целью настоящей работы было изучение химического состава клубней топинамбура, произрастающего в Красноярском крае и

возможность его ферментативного гидролиза с использованием коммерческих препаратов.

Объект исследования - клубни топинамбура, сорт «Интерес», сбор 2014 года сентябрь. Химический состав определяли с использованием методов принятых в химии растительного сырья [1,2].

Для ферментативного гидролиза были использованы ферменты «Глюкомил» производства компании «Русфермент» и «Брюзайм» производства компании «Сиббиофарм». Гидролиз проводили в условиях рекомендованных производителем [5,6].

Результаты исследования химического состава клубней топинамбура приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав клубней топинамбура

Компонент	Содержание, % от а.с.с
Зола	5,78
Водорастворимые	83,10
РВ в водорастворимых (до инверсии)	5,95
РВ в водорастворимых (после инверсии)	59,00
ЛГП	4,20
ТГП	3,66
∑ Углеводов	66,86
Не гидролизуемый остаток	3,47

Как видно в таблице 2 химический состав отличается от литературных данных.

В клубнях топинамбура произрастающего в Красноярском крае содержание золы до 6 %, РВ до инверсии составляет также до 6%, много водорастворимых соединений, незначительное содержание легкогидролизующихся и трудногидролизующихся полисахаридов, лигноподобных веществ (негидролизующихся соединений) не более 4%.

Доля сахаров в водном экстракте более 50 %, значительная часть из которых представлена олигосахаридами, об этом свидетельствует возрастание РВ после инверсии практически в 10 раз, что не позволяет эффективно использовать сырье в производстве биоэтанола без предварительной гидролитической обработки. Поэтому для деструкции полимеров был проведен ферментативный гидролиз.

Результаты ферментативного гидролиза приведены на рисунке 1.

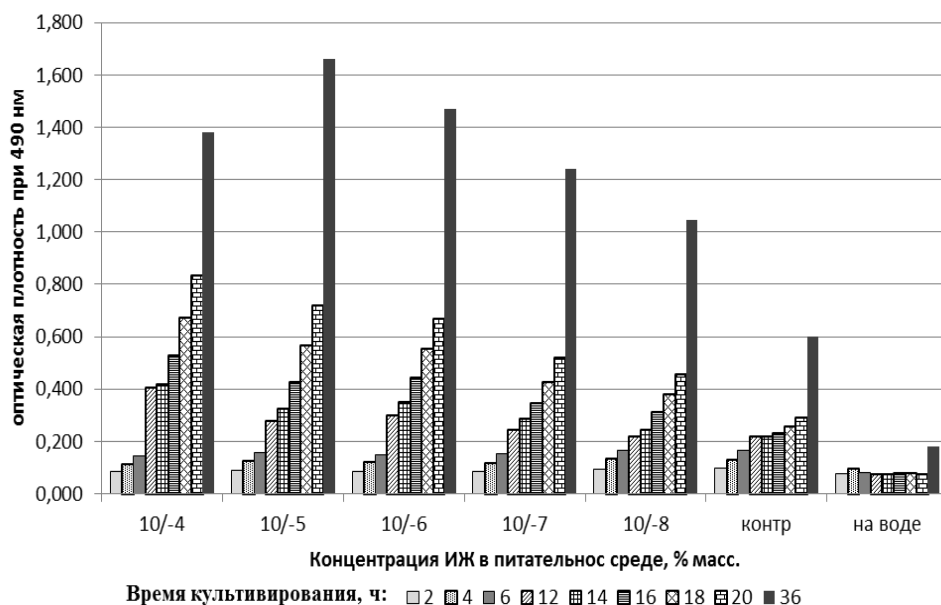


Рисунок 1 – Результаты ферментативного гидролиза

Из результатов видно, что по отношению к топинамбуру наибольшей ферментативной активностью обладает «Глюкомил», продолжительность процесса положительно влияет на гидролиз. «Брюзайм», показал результаты хуже и корреляция данных по времени не высока, продолжительность положительно влияет на процесс.

Таким образом по результатам можно сделать вывод, что для предварительной обработки субстрата на основе топинамбура с целью получения моносахаридов. можно использовать ферментативную обработку коммерческими препаратами, в частности «Глюкомилом».

Библиографический список

1. Рязанова, Т. В. Химия древесины. Часть 1. Строения и свойства древесины. Экстрактивные вещества / Т. В. Рязанова, Н. А. Чупрова, Е. В. Исаева. – Красноярск: СибГТУ, 2011. – 159 с.
2. Рязанова, Т. В. Химия древесины. Часть 2. Основные компоненты древесины / Т. В. Рязанова, Н. А. Чупрова, Е. В. Исаева. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 227 с.
3. Сайт - gabris.ru
4. Устименко Г. В. Земляная груша. – М.: Изд-во с.-х. литературы, 1960. – 101 с.
5. Сайт – rusferment.ru
6. Сайт – sibbio.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Н.П.Супрун¹, И.А.Мякина²

¹ студентка гр. ТПб-12, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, email: n_sanny_smail@mail.ru

² к.х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, email: miakina.irina@yandex.ru

Роль пигментов в производстве продуктов питания достаточно велика. Внешний вид пищевых продуктов имеет такое же важное значение, как их вкусовые и ароматические показатели качества. Современные технологические процессы включают различные виды тепловой обработки сырья и полуфабрикатов, изменение рН среды, приводящие к потере первоначальной окраски. Красители добавляют к пищевым продуктам с целью восстановления природной окраски, утраченной в процессе обработки или хранения; для повышения интенсивности природной окраски в целях усиления внешней привлекательности продукта; для окрашивания бесцветных продуктов - безалкогольных продуктов, мороженого, кондитерских изделий для придания им привлекательного вида и цветового разнообразия. Кроме того, большинство пигментов обладают высокой биологической активностью, например, витаминной. Пигменты, являясь антиоксидантами, стабилизируют продукты питания в процессе хранения. Поэтому современные пищевые технологии испытывают потребность в высококачественных, эффективных и безопасных для человека натуральных красителях.

Пигменты выделяют из природных источников в виде смеси соединений, различных по своей химической природе. Их состав зависит от источника и технологии получения. Натуральные красители классифицируют на каротиноиды, антоцианы, флавоноиды, хлорофиллы и другие. Каротиноиды относятся к группе красящих веществ алифатического и алициклического рядов, содержащих углеродные цепочки с системой сопряженных двойных связей, которые и обуславливают желтую, оранжевую и красную окраску. Оранжево-красный цвет растениям придают каротины, а желтую ксантофиллы. Хлорофилл - зеленый пигмент растений, основу структуры которого составляет магниевый комплекс порфиринового цикла способный встраиваться в липидный слой мембран хлоропластов [1].

Способ выделения пищевых красителей из растительного сырья выбирают в зависимости от вида и состава сырья, свойств пигмента. Липофильные красители – хлорофиллы и каротиноиды – выделяются растворителями и растительными маслами. Целью настоящей работы являлось вы-

деление и исследование смеси пигментов из растительных материалов. Объектом исследования являлось исходное растительное сырье и отходы переработки растительных материалов (облепиха и облепиховый жмых, тыква, петрушка, сельдерей, укроп, крапива, томатное сырье и другие). Определение состава пигментов проводилось методами тонкослойной хроматографии и фотоколориметрии. В настоящей работе выделение растительных пигментов из исследуемого сырья осуществлялось методом экстракции. Для получения вытяжки пигментов навеску высушенных растительных материалов тщательно растирали в сухой фарфоровой ступке с небольшим количеством CaCO_3 и Na_2SO_4 для обезвоживания. Для экстракции использовалось несколько вариантов растворителей: ацетон: этанол – 1:3; этанол; хлороформ; четыреххлористый углерод. Навеску растительного материала смешивали с растворителем в соотношении 1:10 и проводили экстрагирование методом настаивания при комнатной температуре в течение 15-30 мин., периодически перемешивая. Затем полученный экстракт отделяли от остатка растительного материала. При необходимости полученный экстракт упаривали для повышения концентрации пигментов в нем. Полученные экстракты представляли собой смесь пигментов. Разделение пигментов осуществляли на пластинках Силуфол. Хроматографирование проводили восходящим методом. Выбор оптимальных условий хроматографирования и исследование влияния подвижной фазы на степень разделения пигментов на хроматограмме проводилось в соответствии с литературными данными [2,3]. В качестве модификаторов гексана использовали: пропанол-2 и этилацетат. В работе был установлен оптимальный состав подвижной фазы: гексан: пропанол-2:этилацетат – 70 : 10 : 20, при котором наблюдается наилучшее разделение компонентов пробы при хроматографировании в выбранных условиях. Идентификация веществ на хроматограмме осуществлялась визуальным методом по окраске пятен в соответствии со стандартными R_f . На хроматограммах всех зеленых растительных материалов (петрушка, сельдерей, укроп, крапива) были идентифицированы хлорофилл а, хлорофилл в и набор каротиноидов (β -каротин, лютеин и следовые количества других ксантофиллов). Максимальное содержание β -каротина наблюдалось в листьях петрушки. В листьях крапивы был обнаружен феофитин, являющийся продуктом деградации хлорофиллов. В облепиховом сырье обнаружен β -каротин, ликопин, лютеин; в тыкве – только β -каротин, в томатном сырье только ликопин.

Для подтверждения полученных результатов пигменты растительных материалов были исследованы с использованием метода фотометрии. Определение оптической плотности экстрактов осуществлялось на фотоэлектрическом фотометре КФК-3 «ЗОМС». Область оптических плотностей, в которой рекомендуется работать, лежит в пределах 0,2-0,8. Если оп-

тическая плотность экстракта была выше, то его разбавляли. Показания оптической плотности растворов снимались при разных значениях длин волн (663, 646, 470). Результаты проведенных анализов подтвердили присутствие в смеси хлорофилла а, хлорофилла в и суммарное содержание каротиноидов. Во всех желто-оранжевых растительных материалах обнаружены хлорофиллы в следовых количествах. Соотношение содержания индивидуальных пигментов в суммарном экстракте осуществлялось по формулам [4,5].

Таким образом, в проведенной работе методом тонкослойной хроматографии было проведено разделение липофильных пигментов разных растительных материалов, идентифицированы хлорофиллы и каротиноиды, что подтверждено методом фотометрии. Полученные данные исследований могут иметь практическую значимость для определения подлинности растительных экстрактов по их качественному и количественному составу, для выявления фактов фальсификации растительных экстрактов, для исследования влияния факторов окружающей среды на пигментный состав растений.

Библиографический список

1. В.Г.Щербаков. Биохимия растительного сырья. М.: Колос, 1999, 376 с.
2. А.П.Бойченко, М.А.Чухлеб, А.М.Фролова, Л.П.Логинова. Новый хемометрический подход для оптимизации разделения в нормально-фазовой тонкослойной хроматографии. //Методы и объекты химического анализа. – 2010. – Т.5, № 1. С.38-45.
3. Хроматография в тонких слоях. Под ред. Э.Шталя. М.: Мир, 1965, 442 с .
4. Т.Гудвин. Сравнительная биохимия каротиноидов: перевод с англ. Ф.В.Церевитина/ - М.: Мир, 1974. – 541 с.
5. Т.Гудвин. Введение в биохимию растений: перевод с англ. под ред В.Л.Кретовича / Т.Гудвин, Э. Мерсер.-М.: 1986. – 630 с.

ВЛИЯНИЕ 2-ГИДРОКСИЭТИЛАММОНИЕВЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРОЦЕСС ДРОЖЖЕГЕНЕРИРОВАНИЯ

Лобанова А.Ю.¹, Потапова В.В.², Привалова Е.А.³, Адамович С.Н.⁴

¹студент гр. ТПП-10 института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск

²студент гр. ТПП-10 института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: p-veronika@mail.ru

³к.х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: epriv@istu.edu

⁴к.х.н., с.н.с. лаборатория элементоорганических соединений. Институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, г. Иркутск

Процесс дрожжегенерирования в бродильных производствах является неотъемлемой частью технологической схемы, а условия его проведения оказывают непосредственное влияние на бродильную активность дрожжей, скорость сбраживания сусла, выход побочных метаболитов и другие технологические показатели. В спиртовом производстве дрожжегенерирование ведется в несколько стадий до накопления необходимого количества биомассы [1]. Ускорение процесса можно обеспечить, в том числе, применением биологически активных веществ (БАВ), играющих роль стимуляторов роста микроорганизмов.

В Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского на основе биогенных 2-гидроксиэтиламинов и биологически активных арилхалькогенилуксусных кислот синтезирован широкий ряд 2-гидроксиэтиламмониевых ионных жидкостей (ИЖ) формулы $[N(CH_2CH_2OH)_3H]^+ \cdot O(O)CCH_2YAr$, где Ar = арил; Y = O, S, SO₂. Среди них выявлены нетоксичные прекурсоры лекарственных средств [2-5] и стимуляторов микробиологических процессов [6-10] для медицины, клинической микробиологии и биотехнологии. Предварительные исследования показали, что эти ИЖ в низких концентрациях стимулируют процесс ферментации глюкозных субстратов и активируют спиртообразование на 9-10% [11,12].

С целью интенсификации и модернизации биотехнологического процесса производства спирта (биотоплива), а также дрожжегенерирования в данной работе изучено влияние 2-гидроксиэтиламмониевых ИЖ (таблица) на рост культуры спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы XII.

Обозначение	Брутто формула ИЖ	Молекулярная масса	Температура плавления, °С
ИЖ1	$C_{14}H_{22}ClNO_5S$	351,88	77-78
ИЖ2	$C_{14}H_{22}ClNO_7S$	383,88	92-94
ИЖ3	$2-C_{14}H_{22}ClNO_6$	335,78	80
ИЖ4	$4-C_{14}H_{22}ClNO_6$	335,78	80-82

Культивирование спиртовых дрожжей проводили на синтетической среде Ридера состава (г/л): сахара – 20; $(NH_4)_2SO_4$ – 3; $MgSO_4$ – 0,7; $NaCl$ – 0,5; KH_2PO_4 – 1; K_2HPO_4 – 0,1.

Дозировку ИЖ в питательную среду осуществляли следующим образом: вначале готовили матричный раствор ИЖ с концентрацией 2 мг/мл (200 мг ИЖ растворяли в 100 мл стерильной дистиллированной воды). Далее проводили последовательное разведение матричного раствора до концентрации $1 \cdot 10^{-2}$, $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-6}$, $1 \cdot 10^{-7}$ % масс. Затем разбавленный матричный раствор дозировали в количестве 1 мл на 20 мл питательной среды Ридера для получения итоговой концентрации соответственно $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $0,1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-6}$, $1 \cdot 10^{-7}$, $1 \cdot 10^{-8}$ % масс.

Посевной материал спиртовых дрожжей расы XII готовили методом посева на скошенный сусло-агар с дальнейшим смывом выращенной культуры синтетической средой Ридера. Содержание дрожжевых клеток в посевном материале составляло $7,7 \cdot 10^6$ кл/мл; норма задачи посевного материала составляла 1 мл на 20 мл питательной среды. Культивирование проводили при температуре 30°C в течение 20-36 ч. Содержание дрожжевых клеток в культуральной среде оценивали путем определения оптической плотности при 490 нм на фотоэлектроколориметре КФК-3 «ЗОМС» по калибровочному графику, построенному в соответствии с рекомендациями [13]. Содержание мертвых, живых и почкующихся клеток определяли с помощью камеры Горяева. Контрольные опыты проводили с добавлением в питательную среду 1 мл дистиллированной воды вместо раствора ионной жидкости, дополнительно проводили контрольный опыт на чистой дистиллированной воде без питательных веществ.

Результаты определения оптической плотности культуральной среды приведены на рис. 1-4. Анализируя полученные результаты, можно заключить, что наиболее выраженным стимулирующим эффектом на рост биомассы спиртовых дрожжей обладает ИЖ1 в диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ % масс и ИЖ4 в диапазоне концентраций $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ % масс, причем стимулирующий эффект начинает проявляться спустя 10-12 ч от начала культивирования. Накопление биомассы, отражающееся на увеличении оптической плотности культуральной среды, через 36 ч от начала процесса возрастает в 1,7-2,7 раз по сравнению с контролем для ИЖ1 и в 1,1-2,6 раз для ИЖ4. Слабо выраженный стимулирующий эффект проявляет ИЖ3 в концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ и $1 \cdot 10^{-7}$ % масс. ИЖ2 не обнаружила суще-

ственного стимулирующего эффекта на рост биомассы дрожжевых клеток в исследуемом интервале концентраций и продолжительности процесса.

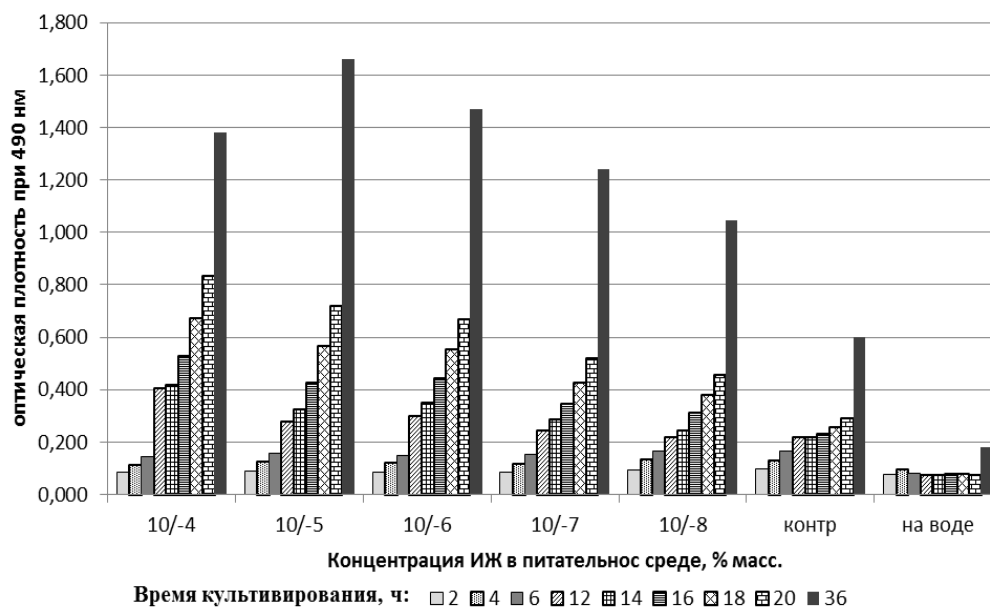


Рис. 1. Оптическая плотность культуральной среды при различных концентрациях ИЖ1

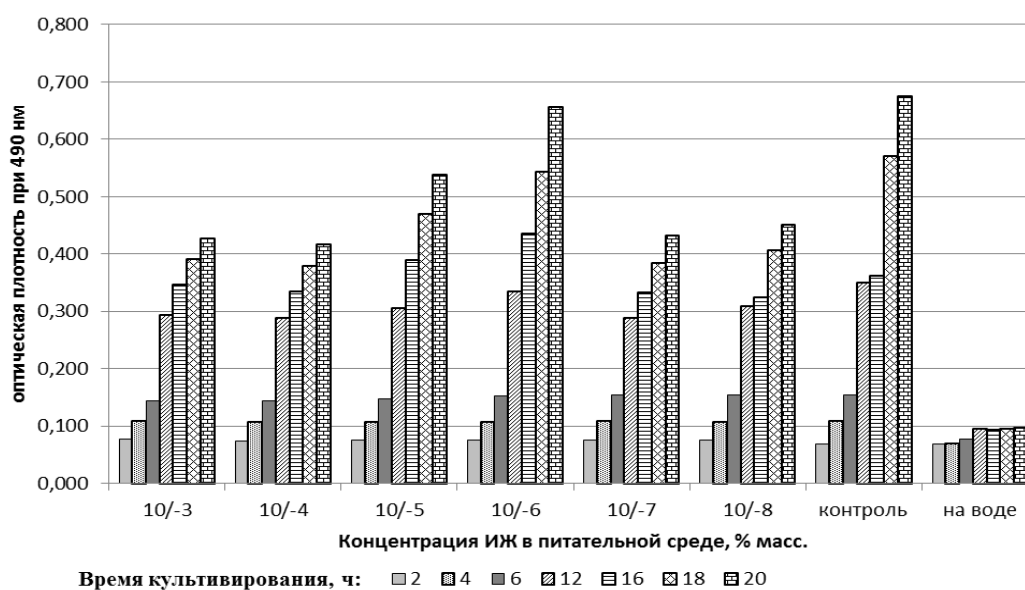


Рис. 2. Оптическая плотность культуральной среды при различных концентрациях ИЖ2

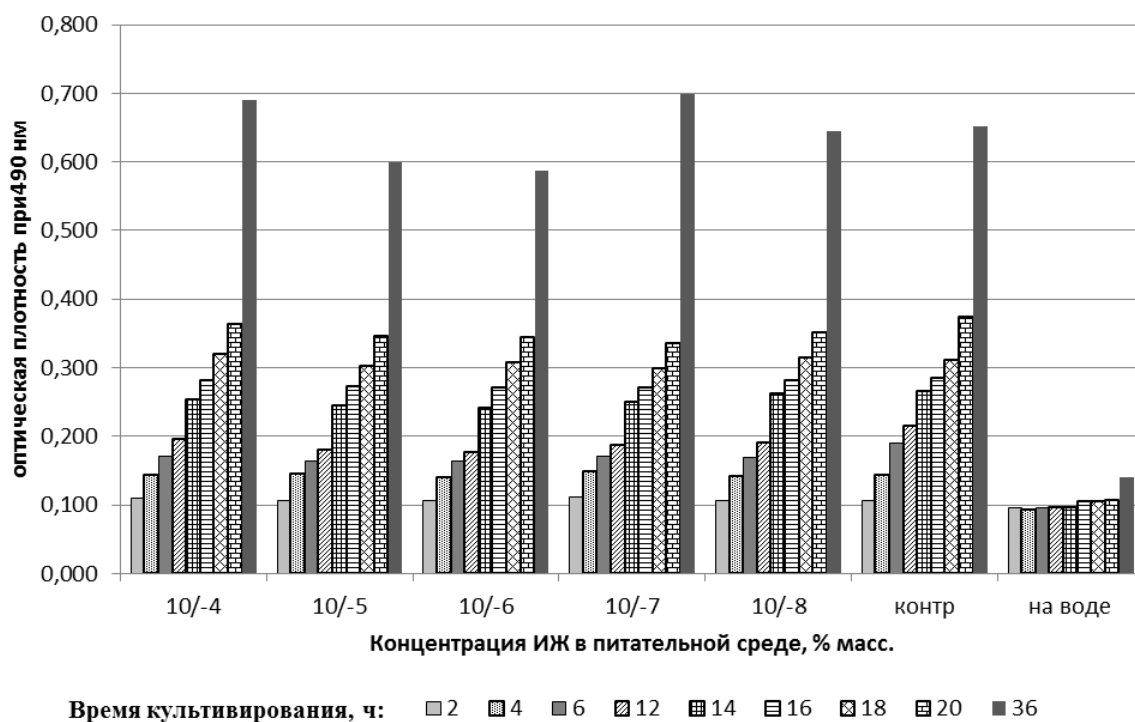


Рис. 3. Оптическая плотность культуральной среды при различных концентрациях ИЖ3

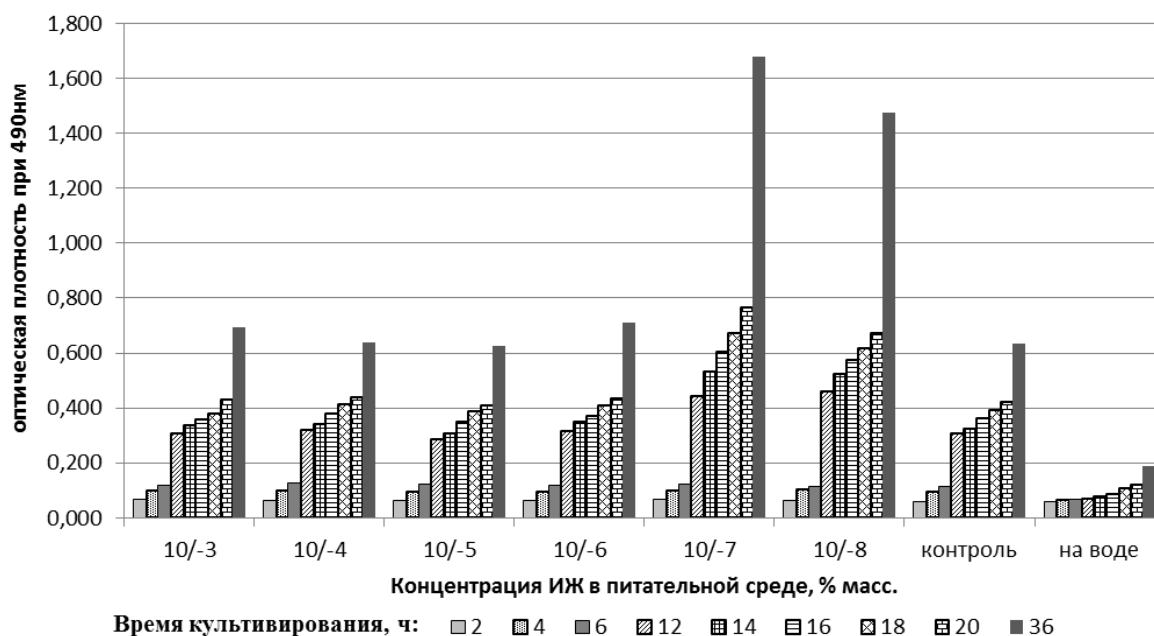


Рис. 4. Оптическая плотность культуральной среды при различных концентрациях ИЖ4

Результаты подсчета живых, мертвых и почкующихся клеток в камере Горяева отражены на рис. 5-8. Как видно из представленных диаграмм, качественный состав клеток дрожжей существенно разнится в зависимости от концентрации ионной жидкости. Содержание живых клеток в культуральной среде, содержащей ИЖ1, превышало контрольные значения при концентрациях $1 \cdot 10^{-5}$ и $1 \cdot 10^{-6}$ % масс, а содержание почкующихся клеток практически во всем диапазоне исследованных концентраций было на уровне контроля, либо несколько выше. В случае добавления в среду для культивирования дрожжей ИЖ4 в исследованном диапазоне концентраций не было отмечено увеличение количества живых дрожжевых клеток по сравнению с контролем, но наблюдался незначительный рост числа почкующихся клеток при концентрациях $1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ % масс, дающих наиболее выраженный эффект прироста общей биомассы.

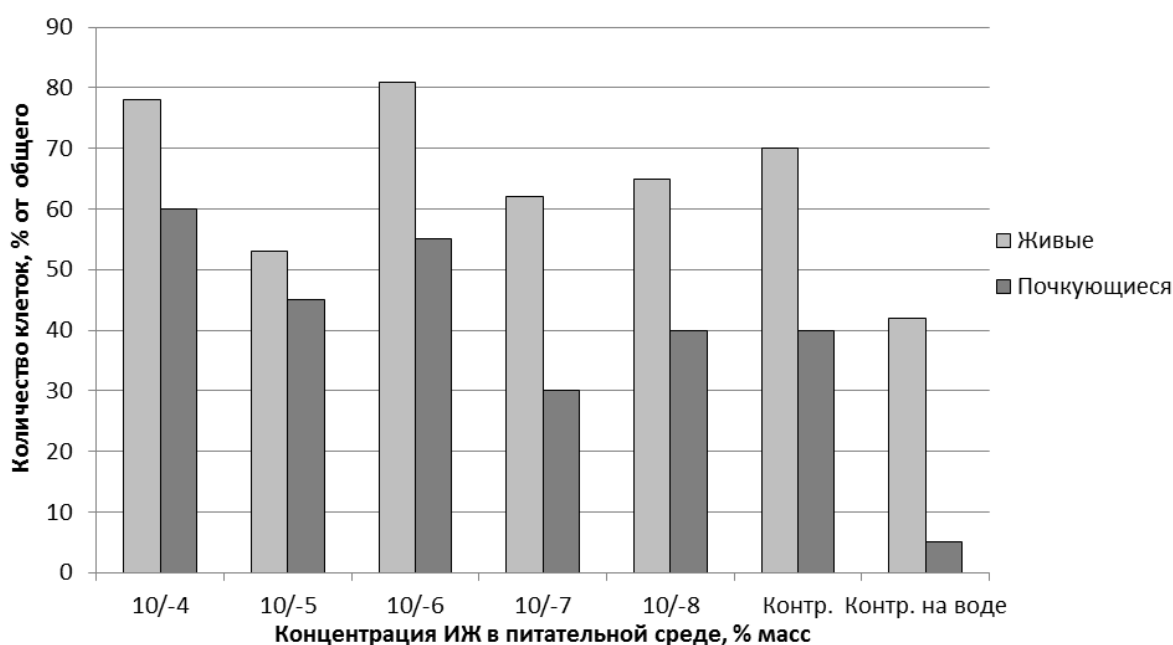


Рис. 5. Количество живых и почкующихся клеток после 36 ч культивирования в среде при различных концентрациях ИЖ1

Для ИЖ3 можно отметить незначительное увеличение числа живых и почкующихся клеток при концентрации $1 \cdot 10^{-6}$ и $1 \cdot 10^{-7}$ % масс по сравнению с контролем. Эти концентрации стимулируют и возрастание общего количества биомассы. Интересно отметить тот факт, что при отсутствии ярко выраженного стимулирующего влияния ИЖ2 на рост биомассы дрожжей наблюдается положительный отклик микроорганизмов, выражающийся в повышении количества живых клеток по сравнению с контролем. Поэтому констатировать однозначное ингибирующее действие этого соединения на дрожжевую клетку на данном этапе исследования невозможно.

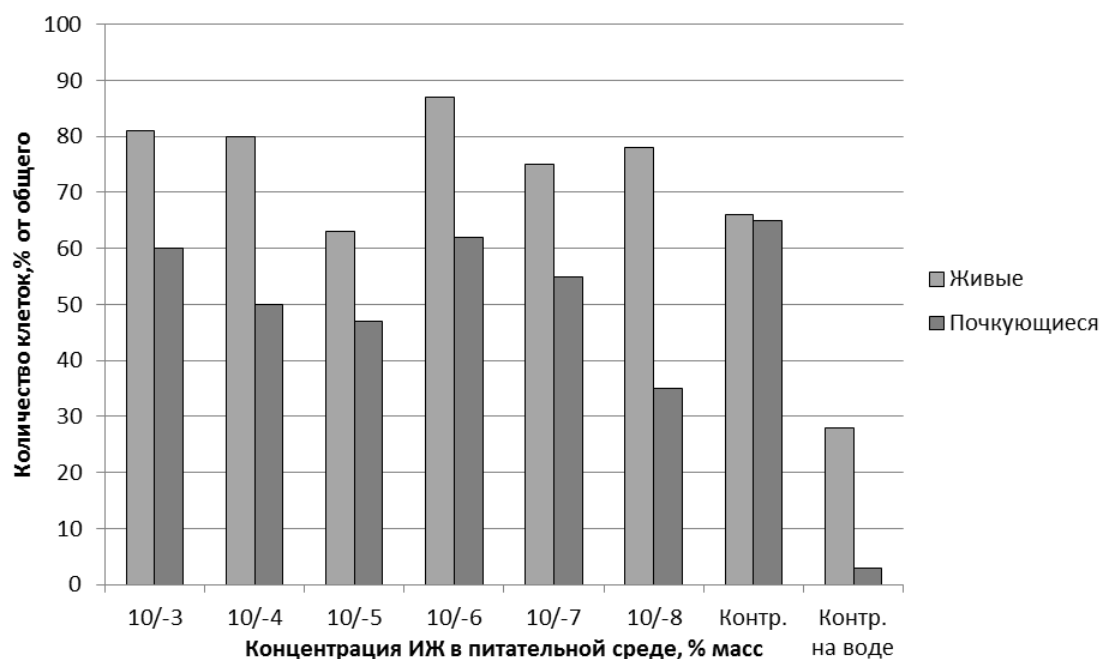


Рис. 6. Количество живых и почкующихся клеток после 36 ч культивирования в среде при различных концентрациях ИЖ2

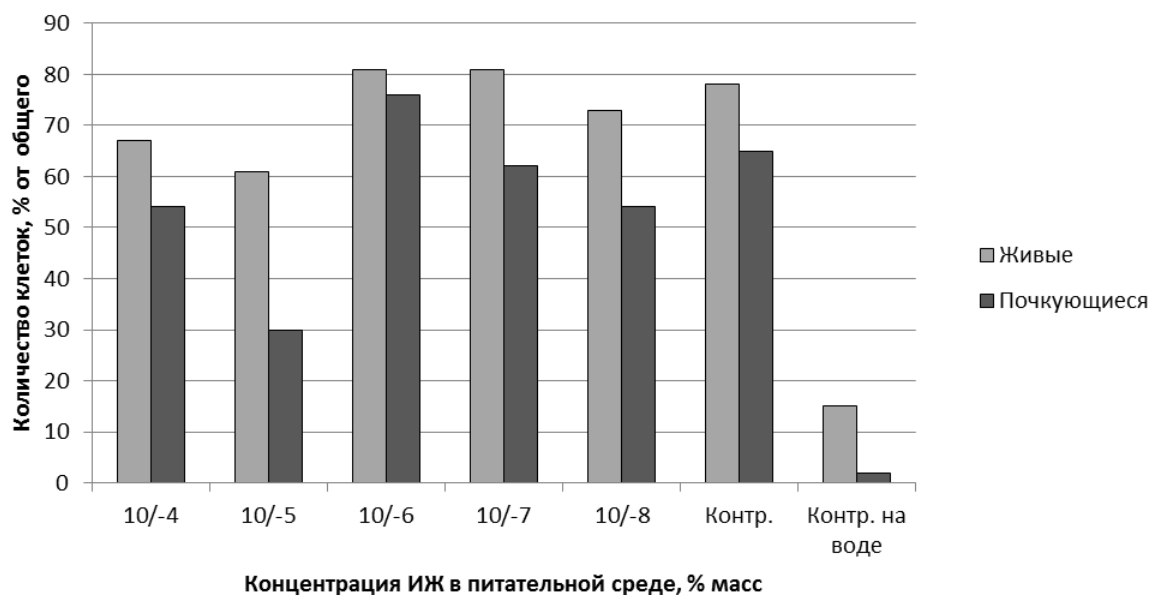


Рис. 7. Количество живых и почкующихся клеток после 36 ч культивирования в среде при различных концентрациях ИЖ3

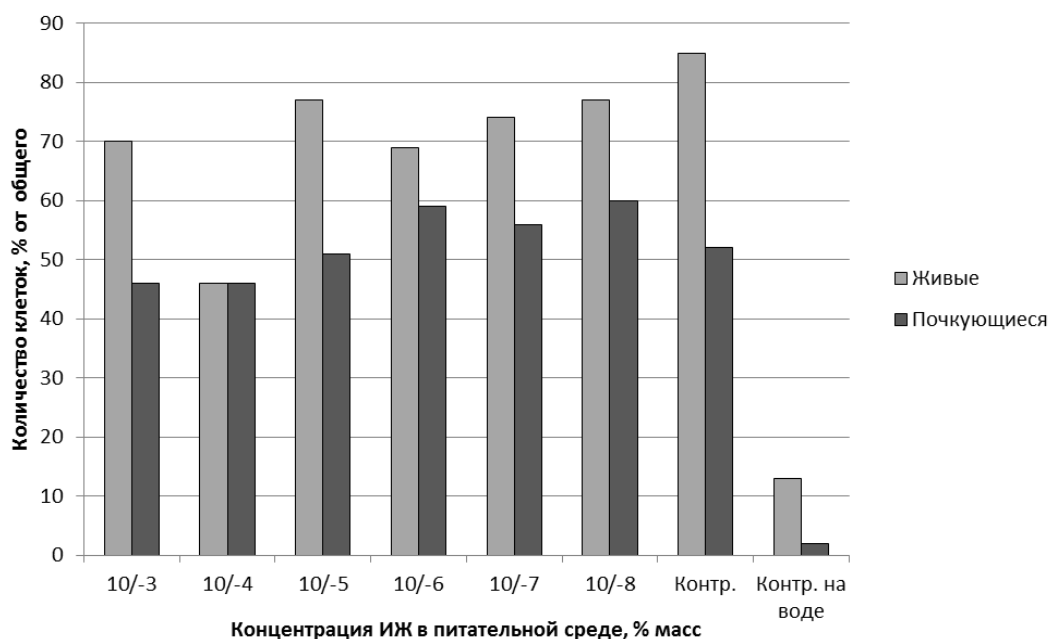


Рис. 8. Количество живых и почкующихся клеток после 36 ч культивирования в среде при различных концентрациях ИЖ4

Таким образом показано, что использование 2-гидроксиэтиламмони-евых ионных жидкостей открывает путь к интенсификации и модернизации процесса производства спирта (биотоплива), а также спиртовых дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* расы XII, что выражается в приросте биомассы, повышении числа живых и почкующихся клеток. Преимуществом исследованных биостимуляторов является их доступность, низкая стоимость, хорошая растворимость в воде, устойчивость при хранении, нетоксичность, эффективность в низких ($1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ % масс) концентрациях.

Библиографический список:

1. Яровенко В.Л., Маринченко В.А. Технология спирта. М.: Колос, 2001. – 464 с.
2. Мирскова А.Н., Адамович С.Н., Мирсков Р.Г., Воронков М.Г. Фармакологически активные соли и ионные жидкости на основе 2-гидроксиэтиламинов, арилхалькогенилуксусных кислот и эссенциальных металлов // Изв. АН. Сер. хим. - 2014. - № 9. - С. 1869-1883.
3. Мирскова А.Н., Левковская Г.Г., Колесникова О.П., Перминова О.М., Рудякова Е.В., Адамович С.Н. Направленный синтез и иммуноактивные свойства 2-(гидроксиэтил)аммониевых солей 1-R-индол-3-ил-сульфанил(сульфонил)алканкарбоновых кислот // Изв. АН. Сер. хим. - 2010. - № 12. - С. 2181-2190.
4. Мирскова А.Н., Мирсков Р.Г., Адамович С.Н., Воронков М.Г.

2-Гидроксиэтиламмониевые соли органилсульфанил(сульфонил)уксусных кислот – новые фармакологически активные соединения // Химия в интересах устойчивого развития. - 2011. - Т. 19. - № 5. - С. 467-478.

5. Мирскова А.Н., Адамович С.Н., Мирсков Р.Г., Синтез и фармакологическая активность трис(2-гидроксиэтил)аммоний 4-хлорфенилсульфонилацетата (сульфацетамина), // Хим.-фарм. журн. - 2012. - Т. 46. - № 7. - С. 81-85.

6. Мирскова А.Н., Левковская Г.Г., Мирсков Р.Г., Воронков М.Г., Алканоламмониевые соли органилсульфанил(сульфонил)уксусных кислот – новые стимуляторы биологических процессов // Журнал органической химии, 2008. – Т.44. – Вып.10. – С. 1501-1508.

7. Адамович С.Н., Федосеев А.П., Киборт Р.В., Мирсков Р.Г., Мирскова А.Н. Перспективные стимуляторы повышения выхода бактериальной массы *Staphylococcus aureus* (для получения протеина А) // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. - 2012. - № 5(87). - ч.1 - С. 173-176.

8. Мирскова А.Н., Адамович С.Н., Виноградов Е.Я., Мирсков Р.Г., Стимуляторы роста менингококка на основе солей 2-гидроксиалкиламинов // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. - 2012. - № 5(87). - ч.1. - С. 276-280.

9. Крюкова Н.Ф., Адамович С.Н., Анганова Е.В., Мирсков Р.Г., Мирскова А.Н. Способ ускоренного выращивания золотистого стафилококка для диагностики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи Патент РФ 2511031. - Опубликовано 10.04.2014. - Бюл. № 10.

10. Мирскова А.Н., Савченков М.Ф., Духанина А.В., Адамович С.Н., Мирсков Р.Г., Крюкова Н.Ф. Использование биологически активных соединений в качестве стимуляторов роста стафилококков // Сибирский медицинский журнал - 2014. - № 2. - С. 75-79.

11. Лобанова А.Ю., Потапова В.Н., Молокова К.Н., Привалова Е.А., Адамович С.Н. Ферментация модельных субстратов в присутствии биологических стимуляторов. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Перспективы развития технологии переработки углеводородных, растительных и минеральных ресурсов. – Иркутск, 2014. – С. 216-218.

12. 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. – № 1(6). – С. 70-74.

13. Лозовая Т.С. Микробиология. Лабораторный практикум. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. – 62 с.

СЪЕДОБНЫЕ ГРИБЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА И ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДИКОРОСОВ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

Музыка В.А.¹, Музыка С.М.¹, Пензина Т.А.², Полякова М.С.³,
Осипенко С.Н.⁴

¹аспирант кафедры прикладной экологии и туризма ИГСХА, Иркутск;
E-mail: ignitmuz@mail.ru

²к.б.н., доцент, зав. кафедры прикладной экологии и туризма ИГСХА, Иркутск; E-mail: ignitmuz@mail.ru

³к.б.н., с.н.с. лаборатории физиологии растительной клетки СИФИБР СО РАН, Иркутск, e-mail: penzina@sifibr.irk.ru;

⁴вед.инженер лаборатории физиологии растительной клетки СИФИБР СО РАН;

⁵м.н.с. лаборатории физиологии растительной клетки СИФИБР СО РАН.

Интенсивное развитие промышленного культивирования съедобных грибов обусловлено их высокой продуктивностью, богатым содержанием белка, витаминов, микроэлементов и лекарственных веществ. Белковый компонент грибов содержит 18 аминокислот, в наличии имеются все незаменимые, составляющие 42-49% общей суммы аминокислот. Грибы содержат витамины С, Е, Д, группы В, микроэлементы, в том числе железо, кобальт, которые дефицитны в питании человека. Клеточные оболочки грибов содержат ценные полисахариды и фенольные соединения, участвующие в антиоксидантных реакциях в организме. Перевариваемость грибного белка такого гриба как вешенка достигает 97%, что говорит о высокой питательной ценности грибов [1].

Грибы при искусственном воспроизводстве дают два-три порядка больше сухого белка на единицу площади (га), чем животноводство и рыбководство. Грибы – самая высокоурожайная сельскохозяйственная культура. Некоторые виды грибов, например шиитаке, зимний гриб, иудино ухо экстенсивно культивируются, начиная с 600 – 900г.г. нашей эры. Интенсивное грибоводство начало развиваться лишь в 20–х годах XX столетия с овладением техники стерильной культуры грибницы. Расцвет промышленного грибоводства, который наблюдается последние 30 лет, базируется на знаниях о биологических свойствах объектов культивирования. Наиболее популярные культивируемые съедобные грибы - Вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.) и Шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach). Популярность вешенки обусловлена простотой подготовки культивационных субстратов, в качестве которых могут использоваться практически любые растительные остатки; экологическая чи-

стота и безотходность технологии; наличие высококачественного посевного мицелия большого количества промышленных штаммов, устойчивость к болезням; возможность использования пост культивационных субстратов в качестве удобрения, корма, субстрата для вермикультуры. Технология культивирования грибов является практически безотходной. Грибы перспективны для производства в нашем лесном регионе. Для культивирования грибов используются субстраты, малопригодные для других целей – грубые отходы мукомольной продукции, лесопромышленного комплекса, сельскохозяйственных циклов. После сбора грибов субстрат можно использовать либо как белковую витаминизированную кормовую добавку, либо как отличное удобрение [2].

Сегодня мировое производство грибов составляет около 5 млн. тонн, ежегодно увеличиваясь на 13-18%. Первенство в производстве искусственно культивируемых грибов принадлежит Китаю, в котором ежегодно выращивается 2.246 тыс. тонн грибов, затем следуют США (345 тыс.т.), Япония (336 тыс.т.). Большие объемы производятся во Франции (232 тыс.т.), Таиланде (80 тыс.т.), Германии (60 тыс.т.), Польше (59 тыс.т.), Канаде (53 тыс.т.), Венгрии (22 тыс.т.). В России сегодня производят 6 тыс. тонн [3].

В мире известно около 300 видов съедобных без ограничения грибов. Население заготавливает в различных регионах России не более 60 видов, в Иркутской области этот набор составляет около 35 видов, не менее 30% из них может быть использовано для культивирования в искусственных условиях [4].

В Иркутске на базе СИФИБР СО РАН собрана коллекция чистых культур высокопродуктивных штаммов съедобных дикоросов. На станции фитотрон проводятся исследования по подбору условий для культивирования новых штаммов съедобных грибов в нашем регионе, эксперименты с новыми культурами: *Hypsizygus ulmarius*, *Pleurotus osteriatus* (иркутский и монгольский штаммы), *Flammulina velutipes*, *Hericium coralloides*, *Tricholoma mongolica*, *Laetiporus sulphureus*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Piptoporus betulinus*, *Pholiota squarrosa* и другие.

Библиографический список:

1. Гарибова Л.Г. Выращивание грибов // М.: МГУ. - 96 с.
2. Девочкина Н.Л., Алексеева К.Л. Промышленная технология выращивания съедобных грибов // Москва: Минсельхозпрод РФ. – 1998. – 48 с.
3. Девочкина Н.Л. Агротехнологическое обоснование промышленного культивирования шампиньона двуспорового. Автореф. дис... канд. биол. Наук / Девочкина Н.Л. - Москва, МГУ, 2004. – 20 с.

4. Музыка, С.М. Грибы северного Присаянья (состав, экологические особенности и ресурсы).– Иркутск: ИрГСХА, 2002.– 154с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКОГОЛЬНОГО НАПИТКА НА ОСНОВЕ ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ

А.П.Седлов¹, В.И.Луцкий²

¹ студент гр. ТПП-10-1, Института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: redfixer@mail.ru

² к.х.н., профессор кафедры органической химии и пищевой технологии им. профессора В.В. Тутуриной ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: vladlutsky@gmail.com

Абсент (Absinthe) – это алкогольный напиток приготовленный из экстракта полыни горькой (*Artemisia absinthium*). Еще за полторы тысячи лет до Рождества Христова египтяне оценили этот напиток как отличное лекарственное средство. Древний абсент отличался от ликера, который пили Верлен и Пикассо, листья полыни просто вымачивались в вине или спирте. Наиболее вероятно, что слово абсент происходит от греческого слова "arsinthion", что означает "непригодный для питья" возможно из-за его горького вкуса. Пифагор рекомендовал абсент, как средство способствующее деторождению. Гипократ прописывал его, как средство от желтухи, ревматизма, анемии и менструальных болей. Известно, что чемпиону в гонках на колесницах полагалось выпить кубок абсента, чтобы он не забывал, что даже слава имеет свою горечь.

Это изумрудно-зеленый напиток, очень горький (из-за присутствия абсентина) и поэтому традиционно наливаемый через специальную ложечку с сахаром в стакан с водой. После этого напиток становится мутно-белым, так как эфирные масла выпадают из спиртового раствора. В XIX в. абсент становится напитком богемы. Его пили и восхваляли Мопассан, Ван Гог, Рембо, Эдгар По, Бодлер, Аполлинер, Оскар Уальд, Эдгар Дега, Мане, Пикассо, Ремарк, Уильям Такерей, О. Генри. Абсент становится очень популярным в среде актеров, художников, поэтов и писателей.

Целью работы явилась разработка рецептуры абсента, в купаж которого будут входить травы, произрастающие и культивируемые в Сибири.

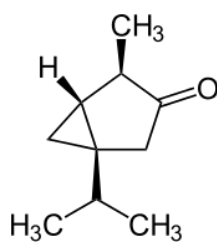
Актуальность данной работы и практический интерес в том, чтобы получить алкогольный напиток, подобный абсенту, приготовленный с заменой некоторых классических видов сырья на растения, произрастающие в Сибирском регионе.

Абсент - это крепкий алкогольный напиток, содержащий от 55% до 85% об. алкоголя. Напиток может быть прозрачным, желтым, коричневым,

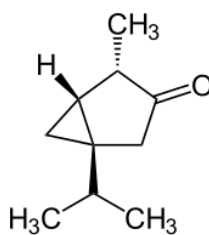
чёрным и даже красным, но чаще абсент имеет изумрудно-зелёный цвет. Абсент мутнеет от добавления воды, так как эфирные масла полыни при разбавлении крепкого спиртового раствора образуют эмульсию [2].

Популярность абсента резко возросла во время французских колониальных войн в Северной Африке, которые начались еще в 1830 году. Французским военным выдавали определенное количество абсента для профилактики малярии, дизентерии и других болезней, а также для дезинфекции питьевой воды. Абсент оказался настолько эффективным, что прочно вошел во французскую армейскую жизнь от Мадагаскара до Индокитая. В то же время в войсках Северной Африки стали все чаще встречаться случаи параноидной шизофрении, называвшейся “le safard”. Среди французских колонистов и эмигрантов в Алжире тоже распространилась мода на абсент. В 1880 году абсент был широко распространен во Франции. Популярность абсента во Франции была равна популярности вина. Ингредиентами абсента обычно являются: римская полынь, анис, фенхель, аир, мята, мелисса, лакрица, дягиль и некоторые другие травы, но важнейший компонент абсента это полынь горькая, в эфирных маслах которой содержится большое количество туйона. Именно туйон является главным элементом, выделяющим абсент от других алкогольных напитков [1].

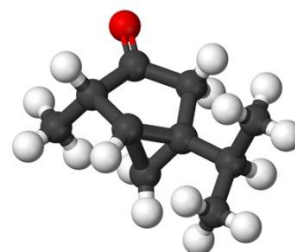
Туйон - бициклический монотерпен (название по номенклатуре ИЮПАК 1-изопропил-4-метилбицикло[3.1.0]гексан-3-он) — бесцветное вещество, с характерным запахом, напоминающим ментол. Химическая формула: $C_{10}H_{16}O$. Это кетон, относящийся к классу производных терпенов, может находиться в двух стереоизомерных формах — (+)-5-туйон или α -туйон и (–)-5-туйон или β -туйон. Плотность 0,92 г/см³, температура кипения 201 °С, туйон не растворим в воде, однако хорошо растворяется в этаноле и диэтиловом эфире [2].



α -туйон



β -туйон



Шаростержневая модель β -туйона

Туйон весьма реакционноспособен, легко окисляется на воздухе. Он содержится и в соке пижмы, и в тую (не случайно они и по запаху похожи), но особенно высока его концентрация в полыни горькой. Именно при возгонке полыни получается бурое маслянистое вещество, которое на сто граммов содержит до 0,4 грамма туйона. Затем этот экстракт смешивается с массой других компонентов, однако, количество миллиграммов туйона

на сто граммов исходной эссенции остается решающим фактором “действенности”, цены и запретности абсента.

Исследования влияния туйона на животных показали, что летальная доза — примерно 45 мг/кг для мышей внутрибрюшинно (при 0 % смертности при дозе 30 мг/кг и 100 % при 60 мг/кг). Управление по контролю качества продуктов и лекарств (FDA) признало безопасным содержанием туйона в абсенте не превосходящее 10 мг/кг.

В настоящее время согласно европейским нормам, на сто граммов исходной эссенции — а при разведении, на литр спирта — должно приходиться не более десяти миллиграммов туйона [1].

Исходя из этого, в США и некоторых провинциях Канады введено ограничение на продажу абсента содержащего туйон.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Приготовление абсента. Для первого раза было решено приготовить напиток по классической технологии и определить его органолептические показатели.

Методика приготовления напитка была взята из рецепта французского абсента 1855 года (An 1855 recipe from Pontarlier, France) [1], т.к. является относительно простой и выполнимой в наших условиях.

Для приготовления абсента использовались следующие растения, большинство которых произрастает в Сибирском регионе: полынь горькая, фенхель, анис обыкновенный, мелисса лекарственная, ромашка аптечная. На 200мл 95% об. спирта было взято: 6г полыни горькой, 5г фенхеля, 3г аниса обыкновенного, 1,5г мелиссы лекарственной, 1,5г ромашки аптечной. Залитые спиртом травы оставляем настаиваться в течение 3-х дней в темном месте при комнатной температуре. По окончании срока в экстракт доливаем 160 мл воды и оставляем еще на 1 день. На следующий день проводим перегонку полученного настоя, собирая 3 фракции. Для дальнейшей работы использовалась только средняя фракция, головная и концевая фракции отбрасывались, т.к. они могут испортить уже дистиллированный продукт. Из 360 мл настоя было получено 170 мл средней фракции. Для придания цвета дистилляту, полученный его объем был разделен на две равные части. Первая часть подкрашивалась 0,5г мяты, 0,5г мелиссы и оставалась настаиваться на 3 дня. Вторую часть оставляли без подкрашивания. Через три дня обе части были смешаны. Данный метод подкрашивания был взят также из выше упомянутого рецепта, однако подкрашивание можно провести, не разделяя дистиллят на 2 части, или же вовсе его не проводить. Ареометрическим методом была определена крепость напитка — 74% об.

Определение органолептических показателей.

Абсент поучился ярко-зеленым, прозрачным, но со временем цвет начал приобретать желтоватый оттенок из-за разрушения на свету хлоро-

филла, который придает цвет абсенту. Аромат сложный, с сильно выраженным ароматом аниса. Абсент хранился в темном сухом месте. По истечении десяти дней аромат напитка стал более разборчивым, ощущались ароматы фенхеля, полыни, мяты. Аромат аниса перестал быть резким.

Несмотря на высокую крепость, напиток имеет мягкий и насыщенный, вкус. Ощущается приятная горчинка.

В результате, приведенной работы, можно сделать следующее заключение:

1. Абсент, приготовленный по классической методике, с использованием трав, выращенных в Сибири, имеет хорошие органолептические качества: цвет, вкус, аромат.
2. Основные компоненты абсента произрастают не только в Европе, но и в Сибири, что может являться перспективной базой растительного сырья для производства этого напитка.
3. Травы, входящие в состав абсента, содержат значительное количество биологически активных компонентов: флавоноидов, гликозидов, витаминов, минеральных веществ, которые попадают в напиток и могут благотворно влиять на организм человека.

Библиографический список.

1. Абсент клуб – клуб любителей абсента [Электронный ресурс]. – <http://www.absintheclub.ru>
2. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – <https://ru.wikipedia.org>

ПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЛАБОАЛКАГОЛЬНОГО ВИНА ИЗ ОБЛЕПИХИ

Н.П. Супрун¹, Г.С. Гусакова²

¹ студент гр. ТПБ-12, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: n_sunny_smile@mail.ru

² к.с-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

В производстве высококачественной винной продукции помимо традиционного виноградного сырья, может использоваться плодово-ягодное сырье, которое имеет в своем составе такие биологически активные компоненты, как минеральные вещества, витамины, органические кислоты и другие полезные для здоровья человека микронутриенты [3].

Плодово-ягодные вина занимают особое место на потребительском рынке России, и пользуются неизменной популярностью у населения. При

производстве такой продукции особое место уделяется местному сырью. Иркутская область богата различными видами плодов и ягод которые по мнению ряда авторов могут быть использовано в виноделии. Но, в силу разнообразия свойств сырья требуется проведение дополнительных исследований.

Цель исследования изучение возможности производства слабоалкогольных вин из облепихи, произрастающей в Сибири.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

- изучение технологических свойств исходного сырья – облепихи;
- получение опытной партии слабоалкогольного вина, а также исследование его органолептических и физико-химических свойств.

Объекты и методы исследований. Исследование проводилось на кафедре органической химии и пищевой технологии. В лабораторных условиях. Органолептические показатели и физико-химический состав определяли по общепринятым методикам [2].

Для приготовления слабоалкогольного вина была использована садовая облепиха сорта солнечная. Облепиха – одна из немногих растительных культур, которую можно отнести к поливитаминным по содержанию водорастворимых веществ, таких как аскорбиновая кислота и реактивные соединения, а также жирорастворимых каротиноидов (витамин А) и токоферолов (витамин Е) [1].

Крупность плодов облепихи использованной в исследовании 0,7-0,9г, цвет желто-оранжевый, ягоды очень хорошего кисло-сладкого вкуса. По литературным данным известно, что урожайность данного сорта облепихи высокая – 11-15 кг с куста. Сорт зимостойкий, устойчив к вредителям и болезням [1,2].

Используемые в исследовании ягоды были предварительно промыты в проточной воде, просушены и заморожены на 2 месяца при температуре 18оС. Сок извлекали путем прессования размороженного и измельченного сырья. Химико-технологические показатели приведены в таблице1.

Таблица 1.

Химико-технологические показатели облепихового сока

Наименование показателя	Содержание
Выход сока, дм ³ /кг	750
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	17,0
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	5,25
Плотность ρ	1,037

Для виноделия основными технологическими параметрами растительного сырья являются массовая концентрация кислот и сахаров. Из

приведенных данных видно, что для постановки на брожение требуется корректировка по этим показателям, которую проводили двумя способами: в первом образце кислотность понижена за счет добавления воды, а во втором образце за счёт добавления тыквенного сока до 8 г/дм³. Сахарозу вводили из расчета получения собственного наброда 5%. Для сбраживания использовали сухие винные дрожжи (раса *Saccharomyces cerevisiae*), которые предварительно разбраживали и вносили 2–3% по объему. Брожение проводили стационарным способом в стеклянных баллонах при температуре 20°C. В ходе брожения контролировали температуру, плотность, выделение CO₂. Графики изменения плотности приведены на рис. 1 и 2.

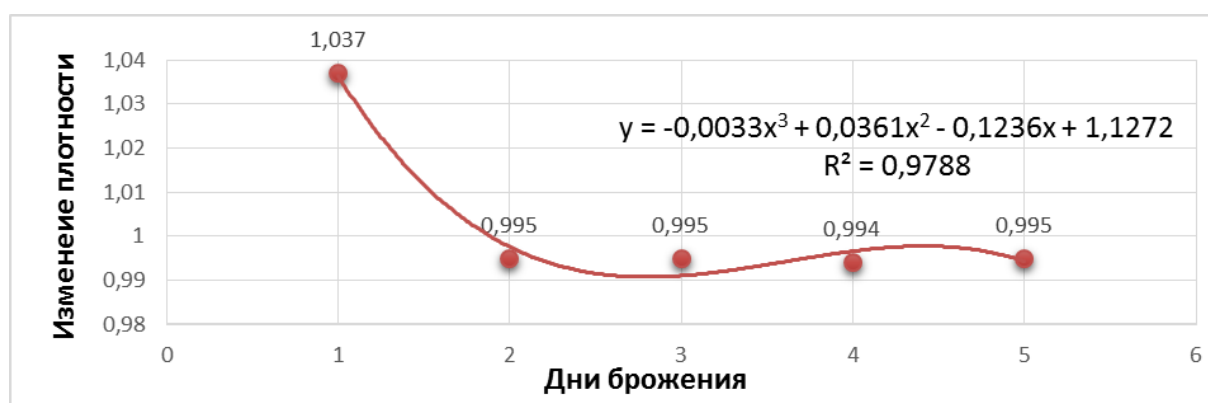


Рис.1.Изменение плотности в процессе брожения (Образец 1)

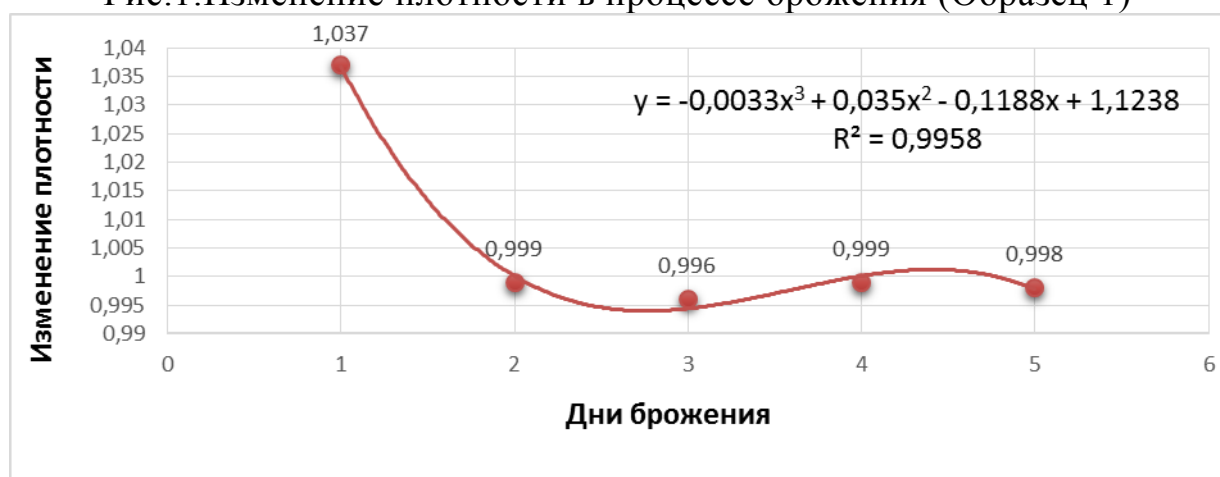


Рис.2 Изменение плотности в ходе брожения (Образец 2)

Наиболее интенсивное брожение наблюдали в первые 2 дня. Прекращение изменения плотности (5 день) свидетельствует об окончании брожения. Через 10 дней (после дображивания) сняли с дрожжевого осадка, оклеили бентонитом (3 г/дм³), профильтровали. Органолептические физико-химические показатели вина приведены в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические физико-химические показатели вина

Показатели	Образец 1	Образец 2
Цвет	Золотисто-соломенный с оранжевым оттенком	Желто-оранжевый
Аромат	Чистый сортовой	Сортовой с овощной нотой
Вкус	Легкий, свежий, гармоничный, слабоспиртуозный, высококислотный	Полный, свежий, гармоничный, слабоспиртуозный, высококислотный
Содержание этанола, %	4,8	5,2
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм	7,8	8,0
Массовая концентрация сахаров, %	0,2	0,3
рН	4,1	4,1
Плотность	0,998	0,995
Концентрация летучих кислот, в %;	0,24	0,30

Полученные вина имеют хорошую органолептическую оценку по физико-химическим показателям соответствуют ГОСТ 2007 «Вина плодовые столовые и виноматериалы плодовые столовые. Общие технические условия». Введение тыквенного сока несколько понижает оценку аромата, но зато повышает физиологическую ценность напитка. Таким образом, показана возможность использования плодов облепихи в качестве сырья для производства слабоалкогольных вин. Выбранная раса дрожжей позволяет сохранить и передать вину характерные, специфические для облепихи тона во вкусе и аромате. Производство таких напитков расширит ассортимент недорогих вин, употребление которых в дозах, рекомендованных ВОЗ (150–300 мл), будет полезным для организма человека.

Библиографический список.

1. Лоскутова Г.А., Кольтюгина О.В. Влияние сроков сбора плодов облепихи на химический состав и качество продуктов переработки // Ползуновский альманах. — 2006. — № 2. — С. 92-94
2. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

3. Школьников, М.Н. Номенклатура потребительских свойств бальзамов. Современный подход / М.Н. Школьников, Е.Ю. Егорова, И.Э. Цапалова // Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 8-10.

ОБОГАЩЕНИЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ВОДЫ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНОМ

Абрамов А. О¹, Гиль Т.А², Г.С. Гусакова Г.С.³

¹ студент гр. ТПб-12, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: alexabramov337@gmail.com

² к.б.н., доцент кафедры экологии и земле устройства САПЭУ

³ к.с-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Действие неблагоприятных факторов окружающей среды снижают сопротивляемость организма человека и ведет к возрастанию заболеваемости. Так как естественной защиты недостает, требуется введение экзогенных окислителей. Поисками наиболее активных антиокислителей, занимались многие исследователи. Особое внимание среди них заслуживают каротиноиды, токоферолы, биофлавоноиды - кверцетин (КВ), дигидрокверцетин (ДКВ) и др. Практические исследования, посвященные ДКВ начали, проводиться в Иркутском институте химии им. Е.А. Фаворского СО РАН более 50 лет назад. К настоящему времени Россия является единственным в мире производителем ДКВ в промышленных объемах. Масштабы получения ДКВ позволяют удовлетворить потребности химико-фармацевтических и пищевых предприятий, как в России, так и в случаях экспортных поставок ДКВ [6,7].

В научных исследованиях РФ и за рубежом были изучены полезные свойства дигидрокверцетина. Показано, что он является мощным антиоксидантом, противовоспалительным и радиозащитным агентом, гепатопротектором, а также проявляет бактерицидные свойства. Помимо этого, стоит отметить, что ДКВ – натуральное и нетоксичное для человека соединение. Благодаря этим свойствам он находит всё большее применение в пищевом производстве. Основные направления его применения это в качестве антиоксиданта, увеличивающего срок хранения и стабильность продуктов питания и как биологически активная пищевая добавка при создании функциональных продуктов [4-7].

Цель исследования: определение оптимальной дозировки для обогащения питьевой байкальской воды дигидрокверцетином.

Объекты и методы исследование. Исследование проводилось на кафедре органической химии и пищевой технологии в лабораторных усло-

виях. Органолептические показатели и физико-химический состав определяли по общепринятым методикам [1-3].

Исследуемый образец байкальской воды – прозрачная жидкость без запаха, вкуса и в малом объеме без цвета. Имеет слабощелочную реакцию рН 7,5 ед., что объясняется наличием в ней щелочных элементов: натрия, кальция, магния и калия и низким содержанием свободной углекислоты. Общая минерализация воды – 120 мг/дм³.

В исследуемом образце жесткость составила 1,2 мг.экв/дм³, щелочность 0,9 мл 0,1 н НСl на 100 мл воды, окисляемость 1,2 мг О₂/дм³.

Дигидрокверцетин это комплекс флавоноидов, извлекаемый из листьевенницы Сибирской путем водно-спиртовой экстракции. Представляет собой порошок кремового цвета с сероватым оттенком, горький на вкус, с древесным запахом.

Зависимость растворимости в воде от температуры приведена на рисунке

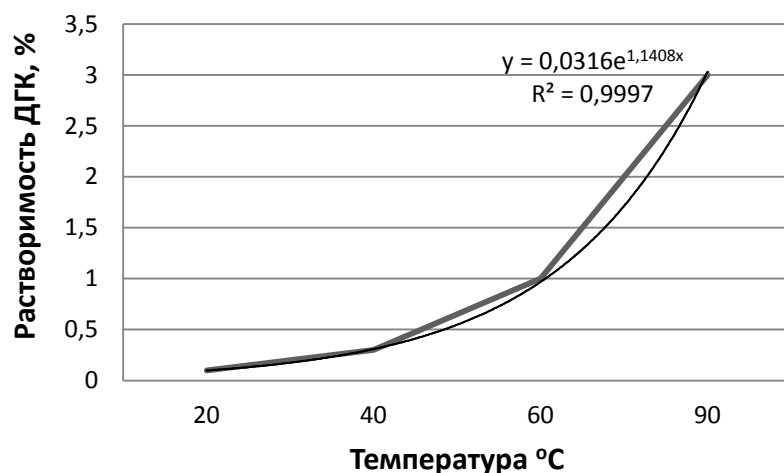


Рисунок – Зависимость растворимости в воде от температуры

Как видно из приведенных данных при температуре 20°С растворимость очень низкая (0,1 %), при повышении она возрастает, линия тренда имеет экспоненциальный характер, что совпадает с литературными данными [6,7].

Растворимость в водно-спиртовых растворах возрастает при повышении концентрации с 0,1 % до 18 % по мере возрастания доли спирта до 90 %.

Растворы ДКВ как в воде, так и в водно-спиртовых растворах приобретает желтую окраску и содержат мелкодисперсную взвесь нерастворенного осадка.

При обогащении байкальской воды дигидрокверцетином порошок предварительно измельчали в ступке, высушивали до постоянной массы при 100 °С. Готовили 8 образцов с разной концентрацией ДКВ. В первые 4

образца ДКВ вносили в виде порошка в количестве 1, 2, 4 и 15 мг/100 см³ соответственно. В образцы 5 – 8 вводили тоже количество ДКВ, но в виде 90 % водно-спиртового раствора с концентрацией ДКВ 18 %. При выборе дозы ДКВ, для обогащения байкальской воды, исходили из имеющегося промышленного опыта 2 мг/100 мл и норм физиологической потребности (50-60 мг сут).

Вкус и аромат образцов с концентрацией до 4 мг/100 см³ в сравнении с контролем не изменился. Во вкусе образцов 4 и 8 (концентрация ДКВ 15 мг/100 см³) появляется легкий древесный привкус. Цвет приобрел светло-желтый оттенок. За счет введения ДКВ в виде водно-спиртового раствора время приготовления образцов сократилось примерно в 7 раз и составило 45 мин.

При хранении в течении 60 сут. (условия: температура 20°C, при естественном освещении) цвет образцов становится более насыщенным. Оптическая плотность возрастает в 10 раз (длина волны 430 нм, ширина кюветы 10 мм, максимальная оптическая плотность 0,978). Причиной может быть окисление ДКВ.

На микробиологическую чистоту была проверены байкальская вода с добавлением ДКВ (2 мг/100 см³) и водно-спиртового раствора этанола (4,5 %). В качестве контрольного образца взята байкальская вода с добавлением стерильной воды (контроль 1) и байкальская вода с добавлением водного 30 % раствора этанола до концентрации 4,5 %. Пробы были высеяны в чашки Петри на рыбопептонный агар (РПА), разведёнными в 100 раз. Число колониеобразующих единиц было подсчитано через 3 суток. Результаты приведены в таблице.

Таблица

Влияние ДКВ на число микроорганизмов в байкальской воде (экспозиция 24 часа)

Количество колониеобразующих единиц на среде РПА		
Байкальская вода (контроль 1)	Байкальская вода с добавлением этанола (контроль 2)	Байкальская вода с добавлением этанола и ДКВ
≤100	13300	17200

Из приведенных данных видно, что на количество клеток бактерий влияет внесение в байкальскую воду этанола, который возможно используются ими в качестве источника углерода. ДКВ в концентрации 2 мг/дм³ влияния не оказывает.

Выводы:

С целью получения функционального напитка можно обогащать питьевую байкальскую воду ДКВ в дозировке 15 мг/дм³, что составляет 30 %

суточной потребности человека. При этом вода окрашивается в желтый цвет, во вкусе появляются древесные нотки.

Использование водно спиртовых растворов ДКВ не рекомендовано.

Библиографический список.

1. ГОСТ Р 52963 ВОДА. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. Москва Стандартинформ 2009. Москва Стандартинформ 2014.

2. ГОСТ Р 55684. Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости.

3. ГОСТ Р 52407-2005 Вода питьевая. Методы определения жесткости Москва. Стандартинформ 2006. Дата введения - 2007-01-01

4. Блинова Т.Е. Бактерицидные свойства дигидрокверцетина/ Т.Е. Блинова // Молочная промышленность, 2008. -№4, с. 60-62.

5. Еремеева А.А. Технологический регламент получения слабоалкогольных напитков с добавками дигидрокверцетина. – Красноярский Государственный торгово-экономический институт, КГТЭИ, г Красноярск, 2004г.

6. Колхир В.К., Тюкавкина Н.А., Быков В.А. и др. Диквертин – новое антиоксидантное и капилляропротекторное средство. / В.К. Колхир, Н.А. Тюкавкина, В.А Быков. и др // Хим.-Фарм. Журн., 1995, Т 29, № 9, с. 61-64.

7. Тюкавкина Н.А., Лаптева К.И., Пентегова В.А. Флаванойды листьев даурской // Химия прикладных соединений, 1996. – № 3(4), с. 278-279.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СЛАБОАЛКОГОЛЬНОГО ВИНА ИЗ ПЛОДОВ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ

Белобородова И.Д.¹, Гусакова Г.С.²

¹ студент гр. ТПб-12, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: belob_ira@mail.ru

² к.с.-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Слабоалкогольные напитки на основе натурального растительного сырья занимают важное место в питании человека. Они обладают освежающими и жаждоутоляющими свойствами, содержат ценные биологически активные вещества, пользуются широким спросом у населения. В настоящее время на потребительском рынке насчитывается большое количество разнообразных слабоалкогольных напитков. В основном это импортная продукция или ввезенная из других областей. В то время как регион располагает сырьевыми ресурсами для их производства. Обзор литературных

источников показывает, что ягоды клюквы, смородины и черноплодной рябины, выращенные в Иркутской области, накапливают витаминов и других физиологически ценных компонентов выше среднестатистических.

Цель – обосновать использование плодов черноплодной рябины, произрастающей в Иркутской области, для производства слабоалкогольных вин. Определить качественные показатели соков и направления переработки.

Исследование проводилось на кафедре органической химии и пищевой технологии в лабораторных условиях. Органолептические показатели и физико-химический состав определяли по общепринятым методикам [2].

Черноплодная рябина, или Арónia черноплодная – плодовое дерево или кустарник, основной вид рода Арония семейства Розовые. Русское название черноплодная рябина происходит от цвета плодов.

Плоды собраны в сентябре по форме шаровидные, реже сдавленно-округлые, чёрные или чёрно-пурпурные, блестящие, с сизоватым налётом, 6 – 8 мм в диаметре, съедобные, кисло-сладкого вкуса. Вес одного плода 0,6 – 1,5 грамма.

Плоды содержат до 10 % сахаров и циклический спирт сорбит, сладкий на вкус и способный заменить сахар для больных диабетом. Содержат витамин Р, каротин, витамина А, витамины С, Е, РР, а также витамины группы В. Арония отличается большим набором микроэлементов: бор, фтор, йодистые соединения, железо, медь, марганец, молибден. Общая кислотность плодов, в пересчёте на яблочную кислоту, не превышает 1,3 %. Плоды содержат пектиновые и дубильные вещества, придающие им терпкость, и гликозид амигдалин. Свежие плоды используют в качестве витаминного средства и при гипертонической болезни I и II стадий. Сок способствует укреплению стенок кровеносных сосудов. В листьях содержатся вещества, улучшающие работу печени, образование и отток желчи [3].

Физико-химическая характеристика плодов приведена в таблице 1

Таблица 1

Физико-химические показатели плодов черноплодной рябины (на сырую массу)

Наименование показателя	По данным литературы	Фактическое содержание
Массовая доля влаги, %	72-95	83
Содержание сухих веществ, %	4-28	22
Содержание титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	4-10	
Содержание сахаров, %	6-12	9,2
Содержание пектиновых веществ	1,5 – 3,7	2,5

Вино готовили путем спиртового брожения подсахаренного сока из свежих плодов. Использовали технологию получения плодовых вин по красному способу с учетом современных подходов [1]. Для увеличения выхода сока плоды замораживали (при -18°C). Сок извлекали после оттаивания путем прессования измельченного сырья. Выход сока составил в среднем 73 %, содержание сухих веществ – 15 %. Перед брожением сок осветляли, так как вещества, обуславливающие мутность, вызывают появление нежелательных привкусов в вине. Осветления достигали отстаиванием при температуре 7°C в течение 24 часов. В полученном соке содержится значительно больше кислот и меньше сахаров, чем это требуется для приготовления вина стандартного качества. Содержание титруемых кислот 11,9. Общее содержание сахаров – 8 %. Для понижения кислотности сок разбавляли водой, а для увеличения сахаристости добавляли сахар до получения собственного наброда 5 %. В сусло, подготовленное к сбраживанию, вносили 2-3 % разводки чистой культуры дрожжей. Период бурного брожения сусла составил 5 суток (при температуре 25°C), тихого брожения – 10 суток (при тех же условиях). По окончании процесса брожения вино отстаивали и фильтровали. Результаты оценки качества полученного вина по органолептическим и физико-химическим показатели приведены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели вина

Наименование показателя	Фактическое содержание
Цвет	Насыщенный рубиновый
Аромат	Сортовой ярко выраженный
Вкус	Полный, гармоничный, соответствующий типу
Дегустационная оценка	8,7
Содержание этанола, %	4,5
Содержание титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	7,9
Содержание сахаров, %	3,5
Общий экстракт, г/дм ³	29,0

Полученное вино по качеству не уступает некоторым виноградным образцам. По физико-химическим показателям соответствует ГОСТ Р 52836 – 2007 «Вина плодовые столовые и виноматериалы плодовые столовые. Общие технические условия».

Библиографический список

4. Косюра В.Т. Основы виноделия / В.Т. Косюра, Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 440 с.

5. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

6. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / сост. И. Н. Путьрский, В. Н. Прохоров. — М.: Махаон, 2000, с. 60 – 61.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМОРОДИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ ИГРИСТЫХ НАПИТКОВ

Мартынова Е.Ю.¹, Гусакова Г.С.²

¹ студент гр. ТПб-12-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: Je_94@mail.ru

² к.с.-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Сидр это приятный освежающий напиток с небольшим содержанием спирта насыщенный углекислотой. Он получил широкое распространение во Франции, Англии, Австрии, Швейцарии и других странах. Известно, что напиток обладает рядом лечебных свойств. Употребление сидра по мнению французских ученых, показано при склонности организма к образованию камней оксалатной и фосфатной природы. В настоящее время на потребительском рынке насчитывается большое количество разнообразных слабоалкогольных напитков. Они содержат ценные биологически активные вещества, пользуются широким спросом у населения [1].

Цель выполненной работы – обоснование возможности использования ягод смородины, выращенной в Иркутской области в производстве слабоалкогольных игристых напитков.

Объекты и методы исследования. Работа выполнена с образцами ягод урожая 2014 г., собранными во второй половине августа. Определение органолептических показателей сока и виноматериала проводили по методикам, приведенным в [3].

Сибирская смородина чёрная (*Ribesnigrum*) Род растений из семейства крыжовниковые. Кустарники с очередными, большей частью дланевидно-лопастными листьями. Листья и ягоды чрезвычайно душисты от эфирного масла, заключающегося в особых железках. Ягоды среднего размера, шаровидные, чёрные, тонкая кожица. Вкус кисло-сладкий. Плоды богаты витамином С и витамином молодости Е, так же в смородине обнаружены сильные фитонциды, убивающие ряд вирусов, в частности вирус гриппа. Пигменты ягод содержат каротин, превращающийся в организме в витамин А, также играющий большую роль в повышении иммунитета, в стимуляции клеточного обмена. Каротин препятствует преждевременному

старению организма и образованию опухолей, предохраняет от вредного воздействия облучения и табачного дыма, способствует сохранению остроты зрения [2].

Химический состав ягод приведен в табл. 1

Таблица 1

Химический состав ягод, % на сырую массу

Ягода	Вода	Сахар	Кислоты	Пектиновые вещества
Смородина черная	78	8,7	19,9	1,5

До переработки ягоды хранились в течении 60 дней при температуре -18°C. Переработку вели по технологии приготовления красных малоокисленных вин. После дробления полученную мезгу плотно укладывали в стеклянную бутылку и настаивали в течении 24 часов при температуре 25°C для увеличения выхода экстрактивных веществ под действием нативных ферментов. Выход сока составил 65%. По качеству густо окрашенный, с сильным сортовым ароматом. Содержание титруемых кислот 14,9 г/дм³, сахаров – 6,7 %. В сравнении с яблочным соком кислотность выше на 4,9 г/дм³. При постановке на брожение кислотность понижали до 8 г/дм³ добавлением воды. Сахар вводили из расчета получения собственного наброда 5 %. Брожение проводили на чистой культуре сухих винных дрожжей *Sahccharomycesbayanus* французского производства стационарным способом в стеклянных баллонах при температуре 25°C. Сухие дрожжи предварительно разбраживали и вносили 2–3 % по объему. В ходе брожения контролировали температуру, плотность и выделение CO₂.

Основное брожение закончилось на 5 день. Дображивание продолжалось 10 дней при той же температуре. Сравнительный анализ физико-химических показателей сидровых виноматериалов приведен в табл 2

Таблица 2

Сравнительный анализ физико-химических показателей сидровых виноматериалов

Физико-химические показатели	Франция	Белорусия	Россия	Данные эксперимента
1	2	3	4	5
Содержание этанола, % об.	1,5 – 9,0	1,5 – 6,9	1,5 – 6,0	5,1
Содержание кислот, г/дм ³ не менее	3,0	4,0	4,0	8,0
Содержание са-				

хара в сухих в/м, г/дм ³ не более	*	4,0	4,0	0,9
Массовая кон- центрация лету- чих кислот, г/дм ³ не более	1,0	1,3	1,3	0,6

*Данные отсутствуют

Полученный на основе смородины сидровый виноматериал прозрачный с блеском, цвет рубиновый, с ярким сортовым ароматом без тонов окисленности. Вкус гармоничный, свежий, высоко кислотный. По физико-химическим показателям соответствует требованиям ГОСТР 51272 Сидры. Общие технические условия.

Таким образом, проведенные исследования показали, что смородина черная являются перспективным сырьем для производства слабоалкогольного игристого сидра.

Библиографический список

1. Вечер А.С, Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина (химия и технология). Пищевая промышленность, 1976. С. 135
2. Еремеева Т.В. Сады Предбайкалья. Иркутск 2007. С 192
3. «Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СЛАБОАЛКОГОЛЬНОГО ВИНА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Мухамедзянова Р.Р.¹, Гусакова Г.С.²

¹. студент гр. ТПб-12 института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: anya_02_03@mail.ru

². к.с-х.н. доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Актуальность выбранной темы заключается в том, что слабоалкогольные напитки является самыми распространенными и популярными алкогольными напитками в нашем крае, как среди молодежи, так и среди взрослого населения. Но глубокая переработка и получение продуктов длительного срока хранения приводят к истощению содержания ряда полезных соединений: витаминов, провитаминов, минералов и др. Это, вместе с воздействием неблагоприятных экологических факторов, приводит к

ряду заболеваний. Задача производителей и ученых создание продуктов максимально сохраняющих полезные свойства сырья. Идея разработки слабоалкогольных вин на основе плодов и ягод, произрастающих в Иркутской области, позволит расширить ассортимент недорогих и полезных продуктов питания.

Цель данной работы обосновать использование плодов клюквы, произрастающей в Иркутской области, для производства слабоалкогольных вин. Определить качественные показатели сока и направления переработки.

Исследование проводилось на кафедре органической химии и пищевой технологии в лабораторных условиях. Органолептические показатели и физико-химический состав определяли по общепринятым методикам [2].

Крупноплодная клюква представляет собой вечнозелёное растение, кустарник с тонкими и невысокими побегами. Длина побегов в среднем около 30 см. Сбор урожая был проведен в конце сентября. Ягоды клюквы красные, шаровидные, 8 -12 мм в диаметре.

По литературным данным клюква богата полезными веществами, органическими кислотами, пектинами и витаминами группы В (В1, В2, В5, В6), РР, К1 (филлохинон) и большим содержанием витамина С, количество которого в клюкве сравнимо с лимонами, апельсинами, грейпфрутами и садовой земляникой. В ягодах встречается лимонная, бензойная, урсоловая, хинная, хлорогеновая, яблочная, олеандровая, янтарная и щавелевая кислоты. Ягоды клюквы богаты антоцианами, фенолокислотами, лейкоантоцианами, катехинами, бетаином, макро и микроэлементами. В клюкве очень много калия, чуть меньше фосфора и кальция. Достаточно железа, марганца, меди и молибдена. Кроме того, в ней содержатся бор, кобальт, олово, йод, никель, серебро, хром, титан, цинк и другие микроэлементы [1].

Тыква – род травянистых растений, семейство тыквенные. Плоды собраны в конце сентября, хранили в подвале при температуре 8-10 град. По литературным данным тыква является необычайно полезным продуктом. Тыква содержит большое количество калия, в ней также содержится каротин, пектины, помогающие выводить холестерин из организма, минералы, редкие витамины Т и К, а также С, В₁, В₂, В₅, В₆, Е, РР. Сок плодов находит широкое применение в народной медицине [1].

Учитывая высокую кислотность клюквы, перед постановкой на брожение сок требуется нормализовать по кислоте. В эксперименте сравнивали два варианта: часть сока разбавляли водой, в другую часть, чтобы не снижать физиологическую ценность добавляли тыквенный сок до содержания титруемых кислот 8 г/дм³. Сахар вводили из расчёта получения собственного наброда 5,0%. Схема приготовления суслу приведена на рис1.

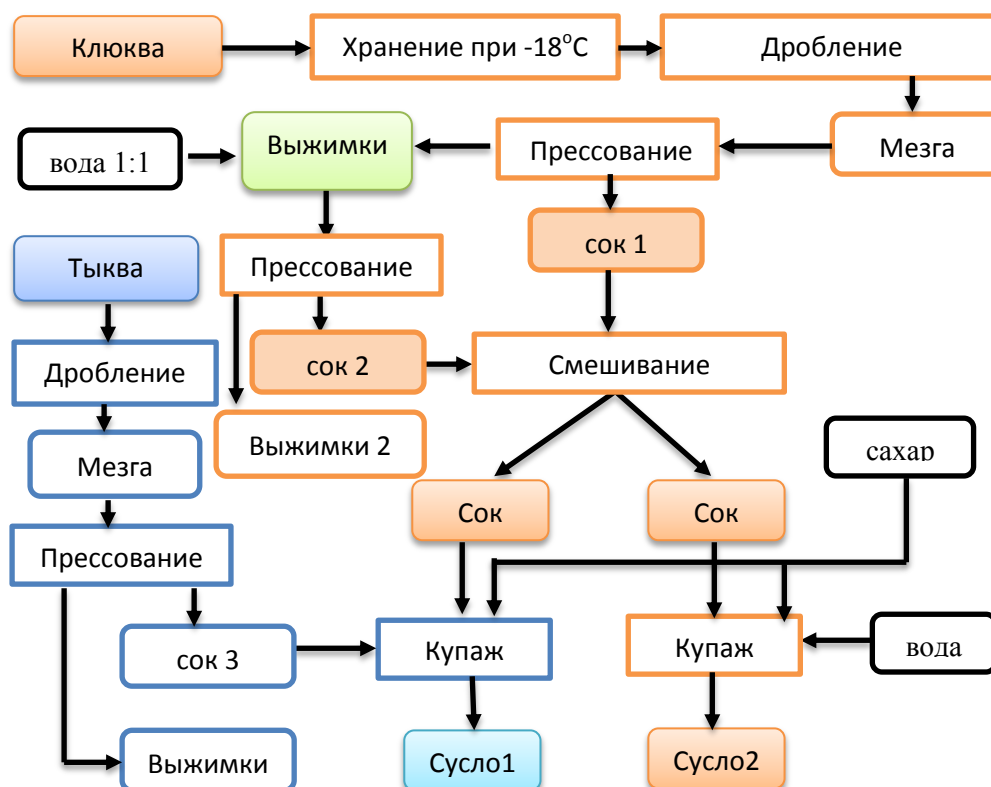


Рис. Схема приготовления сусла на основе тыквы и клюквы

Физико-химическая характеристика соков приведена в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели соков

Наименование показателя	Сок клюквы		Сок тыквы (Сок 3)
	Сок 1	Сок 2	
Плотность	1,040	1,023	1,035
Содержание титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	32,1	18,8	0,2
Содержание сахаров, %	6,1	2,0	3,5

Вино готовили путем спиртового брожения полученных образцов сусла. Чистую культуру дрожжей *Saccharomyces bayanus* вносили в объеме 2-3 % предварительно разбавивая.

Период бурного брожения сусла составил 5 суток (при температуре 20 °С), тихого брожения – 10 суток (при тех же условиях). По окончании процесса брожения вино отстаивали и фильтровали. Результаты оценки качества полученного вина по органолептическим и физико-химическим показатели приведены в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели вина

Наименование показателя	Фактическое содержание	
	Виноматериал 1 с добавлением тыквы	Виноматериал 2 с добавлением воды
Цвет	Насыщенный рубиновый	
Аромат	Сортовой ярко выраженный	Сортовой с овощной нотой
Вкус	Полный, гармоничный, соответствующий типу	Гармоничный, соответствующий типу
Дегустационная оценка	8,5	8,7
Содержание этанола, %	5,1	4,9
Содержание титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	7,8	7,9
Содержание сахаров, %	3,5	3,0
Общий экстракт, г/дм ³	29,0	23,0

Полученное вино по качеству не уступает некоторым виноградным образцам. По физико-химическим показателям соответствует ГОСТ Р 52836 – 2007 «Вина плодовые столовые и виноматериалы плодовые столовые. Общие технические условия».

Таким образом, исследования показали, что доступное и широко распространенное в Иркутской области сырье клюква и тыква, может быть использовано для расширения ассортимента слабоалкогольных вин с оригинальными вкусовыми характеристиками.

Библиографический список

1. Витковский В.Л. Плодовые растения мира / В.Л. Витковский. СПб.: Лань, 2003. 592 с.
2. Косюра В.Т. Основы виноделия / В.Т. Косюра, Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: ДеЛипринт, 2004. – 440 с.
3. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

БРОЖЕНИЕ СУСЛА В СТАЦИОНАРНОЙ ЕМКОСТИ С НАСАДКАМИ

Соколов А.А.¹, Гусакова Г.С.²

¹. студент гр. ТПб-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: Katerinka2503@mail.ru

². к.с.-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

В последние года все более широкое распространение получает метод сбраживания в условиях высокой концентрации дрожжей, иммобилизованных на насадках. Первые производственные испытания этого метода были начаты в 1973г на Московском заводе шампанских вин. Позже были разработаны усовершенствованные схемы брожения в патоке в условиях сверхвысокой концентрации дрожжей, внедренные на ряде крупных предприятий. Для мелких предприятий, более актуальным является брожение в стационарной емкости с насадками.

Цель настоящего исследования интенсификация процесса брожения за счет применения емкости с насадками для иммобилизации дрожжевых клеток.

Объекты и методы исследования. Работа выполнена с образцами сока из местных мелкоплодных яблок урожая 2014 г., собранными в первой половине сентября.

Определение органолептических показателей сока и виноматериала проводили по методикам, приведенным в [2].

Обсуждение результатов. Переработку яблок проводили по технологии получения сока для белых малоокисленных вин. Плоды дробили, прессовали, полученный сок осветляли отстаиванием 24 часа при температуре 5°C, декантировали с осадка.

Общий выход сока составил 58 дм³/кг. В таблице 1 приведены органолептические показатели полученного сока из плодов яблони.

Таблица 1

Органолептические показатели сока

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Прозрачная жидкость
Цвет	Светло-соломенный с зеленоватым оттенком
Вкус и аромат	Средней интенсивности, характерный сортовой

По органолептическим показателям сок получил высокую оценку 8,5 баллов. Физико-химические показатели приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели яблочного сока

Наименование показателя	Норма
Массовая концентрация Сахаров в пересчете на инвертный, г/дм ³	12,1
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	11,0
Экстрактивность, г/дм ³	23

По содержанию сахаров сок пригоден для производства слабоалкогольных вин, но требуется корректировка по кислотности.

Для приготовления сусла сок нормализовали водой до содержания титруемых кислот 8г/дм³, это понизило сахара до 8,8 %.

Брожение проводили на чистой культуре сухих винных дрожжей *Sahccharomyces bayanus* французского производства стационарным способом в стеклянном баллоне на 85 % заполненном насадками. Температура брожения 20 °С. Сухие дрожжи предварительно разбраживали и вносили 5 % по объему. Контролем служило сусло, бродящее в баллоне без насадок.

В ходе брожения контролировали температуру, выделение СО₂ и плотность сусла по которой судили об окончании основного брожения. Физико-химические показатели виноматериалов приведены в табл. 3

Таблица 3

Органолептические физико-химические показатели вина

Показатели	Контрольный образец	Брожение с насадками
Цвет	Золотисто-соломенный	Светло-соломенный
Аромат	Чистый сортовой	Яркий сортовой
Вкус	Легкий, свежий, гармоничный, слабоспиртуозный, высококислотный	Полный, свежий, гармоничный, слабоспиртуозный, высококислотный
Содержание спирта, %	4,8	5,2
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм	7,9	7,8
Массовая концентрация сахаров, %	2,2	0,3
рН	4,1	4,1
Плотность	0,998	0,995
Концентрация летучих кислот, в %;	0,6	0,30

В ходе эксперимента наблюдали, что насадки задерживают дрожжевые клетки, ускоряют выделение CO_2 , способствуют ускорению брожения и осветлению вина. На 7 день виноматериал в емкости с насадкой был прозрачный с блеском, а контроль оставался мутным и на 15 день. По физико-химическим показателям видно, что сахара сбраживаются более полно, накопление летучих кислот понижается в 2 раза, что согласуется с литературными данными [1,3].

Таким образом, в процессе эксперимента показано, что дрожжевые клетки способны сорбироваться на насадках, при этом создаются условия, способствующие ускорению процесса брожения и осветления вина. Повышается органолептическая оценка виноматериала.

Библиографический список

1. Вечер А.С, Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина (химия и технология). Пищевая промышленность, 1976. С. 135
2. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.
3. Харламова Л.Н. Разработка технологии получения виноматериалов с использованием иммобилизованных дрожжей, обеспечивающей биотрансформацию пестицидов / диссертация кандидата технических наук. Москва 2010.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВИНА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ СИБИРИ

В.Г. Хандагуров¹, Г.С. Гусакова²

¹студент гр. ТПб-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: Wasya93@mail.ru

²к.с-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: @istu.irk.ru

В настоящее время популярность вина стремительно растет в том числе безалкогольного. Его употребление позволяет, сохраняя традиции праздничного застолья, вести здоровый образ жизни. В нем содержатся вещества, стимулирующие углеводистый, азотистый и минеральный обмен в организме человека [2,3].

Используя для производства вина местное сырье можно значительно уменьшить стоимость вина в регионе, так как оно будет значительно дешевле импортных виноматериалов. Необходимо также отметить, что оно отличается от винограда большим разнообразием органических кислот, высоким накоплением эфирных масел и других соединений, которые могут

благоприятно влиять на здоровье человека. Введение в рецептуру местных сырьевых ресурсов даст возможность получать продукцию с повышенным содержанием биологически активных веществ и весьма широкой палитрой органолептических достоинств.

Проведенный анализ литературных источников показывает, что на сегодняшний день в России и в частности в Сибири, практически отсутствуют разработки безалкогольных плодово-ягодных вин, что говорит об актуальности проведенной работы.

Цель работы получение безалкогольного вина из мелкоплодных яблок, выращенных в Иркутской области.

Органолептические показатели и физико-химический состав определяли по общепринятым методикам [1].

В качестве объекта исследования использованы плоды местных яблок урожая 2014 г. По величине 40-90г, по форме округлые. Обладают приятным характерным ароматом. При измельчении яблочек появляются медовый и цветочный запах. Мякоть сочная, терпкая, кисло-сладкая. Плоды созревают в первой половине сентября.

Сок извлекали путем прессования измельченного сырья. Мезгу обрабатывали ферментными препаратами Фруктоцим П6-Л из расчета 0,005 см³/кг. Выход составил в среднем 65 %.

Перед брожением сок осветляли, так как вещества, обуславливающие мутность, могут вызывать появление нежелательных привкусов в вине. Осветления достигали отстаиванием при температуре 10-12°C в течение 24 часов. Физико-химические показатели сока приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели яблочного сока

Наименование показателя	Норма
Массовая концентрация Сахаров в пересчете на инвертный, %	12,1
Массовая концентрация титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	11,0
Экстрактивность, г/дм ³	23

Как видно из приведенных данных в полученном яблочном соке содержится несколько больше кислот, чем это требуется для приготовления хорошего вина стандартного качества (8 г/дм³). Учитывая, что при брожении кислотность понижается, приняли к производству сок без кондиционирования.

Перед постановкой на брожение, проводили вымораживание сока. Подбирали температуру (10-18 °C) и продолжительность охлаждения (2-4 часа). После кристаллизации основной массы продукта (1:5), концентриро-

ванный раствор (концентрат) и лед разделяли фильтрацией через капроновую ткань. Характеристика продуктов процесса вымораживания приведена в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика продуктов процесса вымораживания

Показатель	Исходный продукт	Концентрат	Лед
Сок			
Плотность, г/дм ³	1,053	1,090	1,037
Титруемая кислотность, г/дм ³	11,4	28,2	7,5
Массовая концентрация сахаров, %	13,2	32,5	6,3

При вымораживании в составе сока возрастает содержание сахаров и титруемых кислот, практически в три раза, концентрат имеет ярко выраженный сортовой аромат. До использования в купаж его хранили в холодильнике при температуре 0°С. Оставшийся лед размораживали и ставили на брожение. Брожение проводили на чистой культуре винных дрожжей при температуре окружающей среды (20-23°С). Дрожжи предварительно разбраживали и задавали в количестве 5 % от объема сусла.

Характеристика полученного виноматериала приведена в таблице 3

Таблица 3

Физико-химические показатели виноматериала

Показатели	Содержание
Плотность, г/дм ³	0,998
Титруемая кислотность, г/дм ³	7,1
Содержание этанола, % об	3,5
Содержание сахара, %	0,5
Содержание летучих кислот, г/дм ³	0,14

Основные методы удаления этилового спирта из вина – это выпаривание, перегонка в вакуум-аппаратах, обратный осмос и диализ. Как наиболее доступный вариант в эксперименте использовали вакуумную дистилляцию. Температура нагревания 56°С, вакуум 1атм. Данная технология позволила снизить содержание этилового спирта в продукте до 0,5 % об.

Вино готовили путем купажирования следующих компонентов: безалкогольный виноматериал, концентрированный сок. Поиск оптимального соотношения компонентов купажа для каждой партии подбирали пробным купажированием. Наибольшую органолептическую оценку получил купаж в котором $x_1:x_2:x_3 = 2:6:3$. Физико-химические

показатели компонентов купажа и допустимые показатели готового вина по ГОСТ Р 52836 приведены в таблице.

Физико-химические показатели компонентов купажа и допустимые показатели готового вина

Компоненты	Объем, доля	Содержание спирта, % об.	Содержание сахара, %	Содержание кислот, г/дм ³
Безалкогольный виноматериал, дм ³	x_1	0,2	0,5	7,5
Концентрированный сок, дм ³	x_2	0	32,5	20
Вода, дм ³	x_3	-	-	-
Готовое вино, дм ³	100	Не более 0,2	от 4 до 20,0	от 4 до 10
Фактические показатели, дм ³	100	0,0	18,0	7,8

Вино, приготовленное на основании рассчитанного оптимального объема купажных компонентов, светло-янтарного цвета с хорошо выраженным сортовым ароматом. По физико-химическим показателям, кроме спирта, соответствует требованиям ГОСТ Р 52836 – 2007 «Вина плодовые столовые и виноматериалы плодовые столовые. Общие технические условия».

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что предложенная схема производства безалкогольного вина позволяет сохранять сортовые ароматы сырья в готовом продукте.

Библиографический список

1. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.
2. Рынок яблочного сока: прогноз на 2013-2016гг. <http://dwg.ru/rsc/index.php?parent=rubricator&child=getresearch&id=155>
3. Справочник по виноделию. / Изд. 3-е, перераб. и доп. Под ред. Г.Г.Валуйко, В.Т. Косюры. – Симферополь: «Таврида», 2005 – с. 586.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ВИДА И АРОМАТА ОБРАЗЦА НА ОЦЕНКУ ВКУСА ВИНА

Анисимов А.А.¹, Березин А.А.¹, Когай Ф.А.¹, Шибанов А.С.¹,
Гусакова Г.С.²

¹. студент гр. ТПб-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: Katerinka2503@mail.ru

². к.с-х.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Самый широко распространенный способ получения информации о вкусо-ароматических достоинствах пищевых продуктов это сенсорная оценка. Показатели «цвета», «вкуса» и «запаха» предусмотрены стандартами и другими техническими документами, описывающими качество продуктов [1,2,3]. Однако далеко не все специалисты, имеют достаточно чувствительные сенсорные анализаторы, способные обнаружить слабые порочащие оттенки в аромате и вкусе, которые могут служить сигналом недоброкачества пищи. Поэтому дальнейшее развитие и освоение методов современного сенсорного анализа, несомненно, будет способствовать повышению эффективности работы специалистов в области пищевых продуктов.

Цель изучение факторов оказывающих влияние на органолептическую оценку вкуса вина.

Описание эксперимента. Исследование проводилось на кафедре химии пищевой технологии. Число респондентов 53 человека, студенты 2-3 курса ИрГТУ, ИГУ. Методы исследования по [1-3].

Обсуждение результатов.

Как показали результаты эксперимента (рис. 1) внешний вид образца оказывает влияние на оценку вкуса. Прозрачные образцы получают оценку выше примерно в 80%. Для тех же образцов эта разница с закрытыми глазами отсутствует. Наличие кристаллов солей винной кислоты никак не меняющей вкус вина, тем не менее снижает оценку. Цвет вина дегустаторы часто ассоциируют с конкретными винами. Сухие белые, как правило, светло-соломенного цвета, желтый оттенок указывает на выдержку или нарушение технологии. Красные густо окрашенные вызывают ожидания полного и терпкого вкуса.

Изучая влияние аромата на вкус, дегустаторам закрывали нос. В отсутствии приятного запаха оценка вкуса снижалась, а в отсутствии неприятного запаха наоборот повышалась. Присутствие цветочных и фруктовых ароматов усиливало восприятие сладкого вкуса (рис.2)

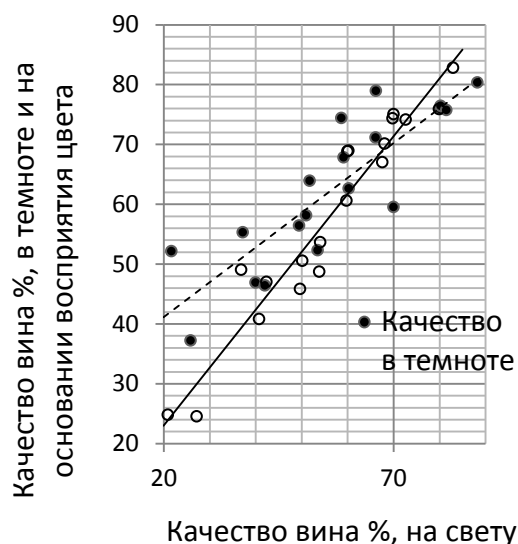


Рис. 1 Соотношение оценки качества вина на основании запаха и вкуса (в темноте) и на основании внешнего вида (по цвету) в сравнении с оценкой качества вина на основании трех восприятий (при свете).

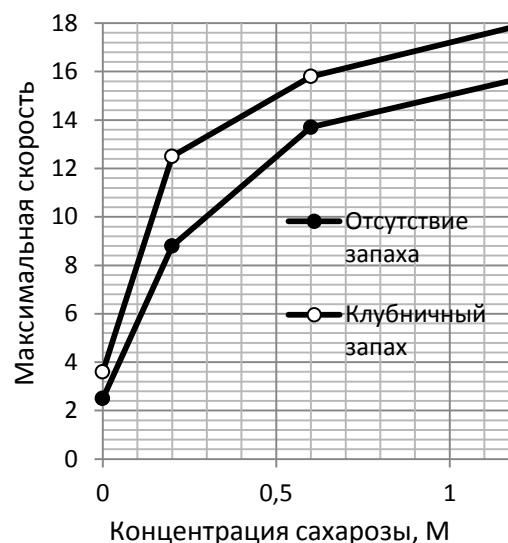


Рис. 2. Влияние аромата на восприятие сладости

На рисунки 3 предложен график дегустационной оценки вина.

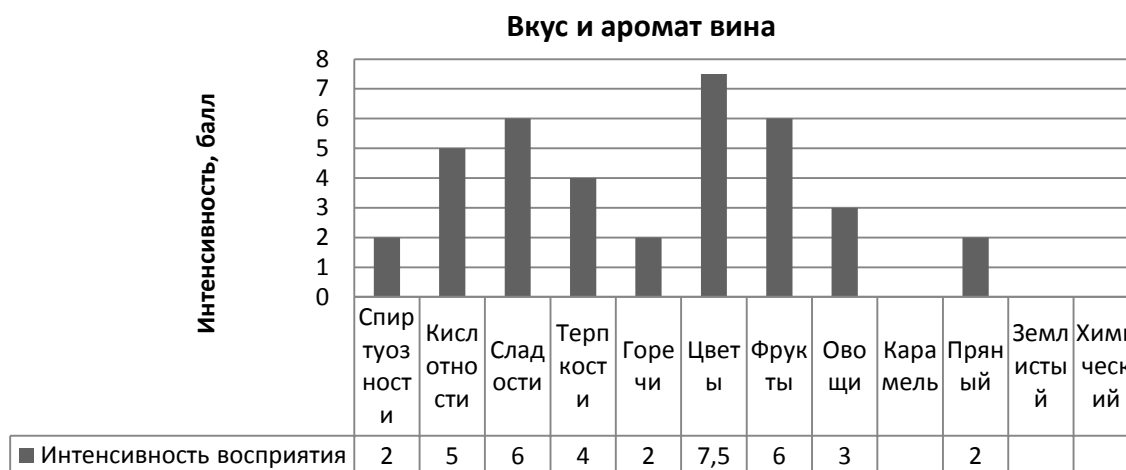


Рис.3 Гистограмма вкусо-ароматического профиля вина

Вкусовой и ароматический профиль представлены в виде гистограммы. Вертикальная ось числовая оценка показателей в баллах, а на горизонтальной размечены категории вкуса и аромата образца вина. Столбцы графика показывают абсолютный уровень вкусов и ароматов, а их соотношение указывает основные свойства. Данный образец низко спиртуозный. Высокая сладость сбалансирована кислотностью, которая не позволяет ви-

ну стать вялым и приторным. Интенсивность горького вкуса не велика и маскируется терпким вкусом. Аромат изобилует цветочным и фруктовым оттенками, а также овощными и пряными нотами. Такой подход позволяет наглядно моделировать разные профили вина для тренировки специалистов.

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что визуальные стимулы и приятные ароматы вызывают чувство удовольствия и предвосхищают последующие ощущения. Чтобы избежать предубежденных суждений следует постоянно тренировать сенсорный аппарат дегустатора.

Библиографический список

1. Валуйко Г.Г. Теория и практика дегустации вин / Г.Г. Валуйко, У.П. Шольц-Куликов. – Симферополь: Таврида, 2001. – 248 с.
2. ГОСТ Р ИСО 5496. Органолептический анализ. Методология. Обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов. Дата введения 2007-01-01 С.19
3. ГОСТ Р ИСО 3972 Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности Дата введения 2007-01-01. С 10

СПОСОБ СОХРАНЕНИЯ СОРТОВОГО АРОМАТА БРУСНИЧНЫХ ВИН

Н.А. Лаврентьева¹, Г.С. Гусакова²

¹ студент гр. ТПБ-12, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: nlavrentyeva@bk.ru

² к.с.-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Концентрирование вымораживанием жидких пищевых продуктов позволяет получать высококачественный концентрат ароматических и вкусовых компонентов. В производстве соков, низкие температуры не вызывают существенных изменений его состава и в то же время эффективно тормозят биохимические реакции и жизнедеятельность микрофлоры, приводящие к ухудшению качества [3]. В виноделии концентрирование вымораживанием применяют для приготовления марочных вин. Такая технология позволяет повысить его органолептические показатели [1,3].

Цель исследования изучение возможности сохранения сортового аромата брусничного вина с использованием технологии концентрирования сока вымораживанием

Объекты и методы исследований. Исследование проводилось на кафедре органической химии и пищевой технологии. В лабораторных условиях. Органолептические показатели и физико-химический состав определяли по общепринятым методикам [2].

В эксперименте использовали ягоды урожая 2014 г. Органолептические показатели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические показатели ягоды

Показатели	Брусника
Цвет	Бордово-красный
Аромат	Чистый сортовой
Вкус	Кисло-сладкий
Крупность ягод, г	0,4-0,8

Используемые в исследовании ягоды брусники перебирали и замораживали на 2 месяца при температуре 18°C. Сок 1 давления извлекали путем прессования размороженного и измельченного сырья. Сок 2 давления получен из выжимок ягоды разбавленных горячей водой в расчете 1:1. Органолептические и физико-химические показатели приведены в таблице 2

Таблица 2

Органолептические и физико-химические показатели сока

Показатели	Сок 1 давле- ния	Сок 2 давления
Цвет	Насыщенно-красный с коричневым оттенком	Светло-красноватый с коричневым оттенком
Аромат	Чистый сортовой	Сортовой, менее выраженный
Вкус	Легкий, свежий, гармоничный, высококислотный	Свежий, гармоничный, слабокислотный
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	17,4	4,0
Плотность	1,035	1,025

Выход сока 1 и 2 давления составил 75 %. Содержание титруемых кислот 14,4 г/дм³, сахаров – 4,8 %.

Схема приготовления вина с восстановленным ароматом приведена на рис. 1.

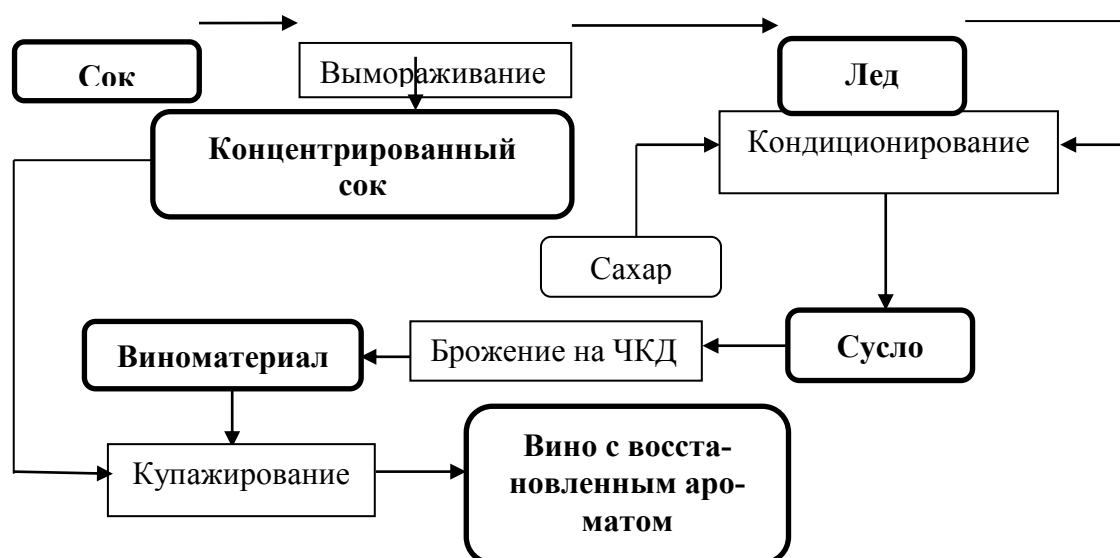


Рис. 1 – Схема приготовления вина с восстановленным ароматом

Вымораживание сока проводили при температуре минус 18°C. Продолжительность охлаждения составляла 2 часа и определялась сокращением объема жидкой фракции в 5 раз. После кристаллизации основной массы продукта, концентрированный раствор (концентрат) и лед разделяли фильтрацией через капроновую ткань. Характеристика продуктов вымораживания приведена в таблице 3.

Таблица 3

Органолептические и физико-химические показатели сока

Показатели	Образец 1	Образец 2	
		Концентрат сока	Вымороженный сок
Цвет	Насыщенно-красный	Насыщенно-красный	Светло-красный
Аромат	Чистый сортовой	Ярко выраженный, сортовой	Сортовой, менее выраженный
Вкус	Легкий, гармоничный, высококислотный	Полный, терпкий, высококислотный	Водянистый, кислый
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм	14,4	39,9	8,4
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	4,8	15,2	1,2

Из приведенных данных видно, что концентрат имеет ярко выраженный сортовой аромат, содержание сахаров и кислот увеличивается более, чем в 3 раза.

Лед ставили на брожение, повышая сахаристость до получения наброда 5 %. Контролем служил аналогичным образом кондиционированный по кислоте и сахару сок брусники.

Брожение сусли проводили на чистой культуре винных дрожжей при температуре окружающей среды (20-23°C). Дрожжи предварительно разбраживали и задавали в количестве 5 % от объема сусли.

Наиболее интенсивное брожение наблюдали на 3-4 день. Прекращение изменения плотности (12 день) свидетельствует об окончании брожения. После чего вина фильтровали. Органолептические физико-химические показатели вина приведены в таблице 4.

Таблица 4

Органолептические физико-химические показатели вина

Показатели	Образец 1	Образец 2 – вино с восстановленным ароматом
Цвет	Насыщенно-красный	Насыщенно-красный
Аромат	Чистый сортовой, слабо интенсивный	Яркий сортовой, хорошо выраженный
Вкус	Легкий, гармоничный, терпкий, слабоспиртуозный, высококислотный	Полный, гармоничный, слабоспиртуозный, терпкий, высококислотный
Содержание этанола, %	5,2	4,8
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм	7,7	8,0
Массовая концентрация сахаров, %	2,2	4,5
pH	3,0	3,1
Плотность	1,017	1,021

Полученные вина имеют хорошую органолептическую оценку по физико-химическим показателям соответствуют ГОСТ 2007 «Вина плодовые столовые и виноматериалы плодовые столовые. Общие технические условия». Вино с восстановленным ароматом более ярко отражает сортовые особенности брусники.

Таким образом, установлено, что в результате вымораживания сока массовая концентрация экстрактивных веществ в его составе увеличивает-

ся более чем в 3 раза. Органолептические показатели вина с восстановленным ароматом выше по сравнению с контролем. Предложенная схема может быть использована для расширения ассортимента слабоалкогольных вин на основе брусники.

Библиографический список

1. Изменение химического состава вина при различных технологических обработках / Кишковский З.Н., Сахарова Т.А. и др. // Виноделие и виноградарство СССР. 1979. № 5. С. 15-17.

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

3. Способы концентрирования жидких пищевых продуктов / Комяков О.Г., Филлипенко О.А. Урьяш О.Б. и др. // АгроНИИТЭШ 111.-М.-1987. 24с.

ПРОИЗВОДСТВО СОКОВ НА ОСНОВЕ МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И. Немчинова¹, Г.С.Гусакова²

¹ студентка гр. ТПб-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: alynka@list.ru

² к.с.-х.н., доцент кафедры органической химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: gusakova58@mail.ru

Яблочный сок, наряду с апельсиновым, является наиболее распространенным и популярным соком на российском рынке. В структуре импорта преобладает концентрированный сок, в основном поставляемый китайскими производителями. В 2012 году на них приходилось 54,5% поставок данной категории [4].

В Сибири широко распространены зимостойкие мелкоплодные яблоки, которые в сравнении с привозными крупноплодными сортами более богаты витаминами, антиоксидантами, минералами и другими полезными веществами. Производство на их основе сока позволит найти подход к улучшению питания местного населения.

Цель – разработка схемы выделения сока из местных яблок и исследование их состава.

В качестве объекта исследования использованы плоды местных яблок урожая 2014 г. По величине 40-90г, по форме округлые. Обладают приятным характерным ароматом. При измельчении яблочек появляются медовый и цветочный запах. Мякоть сочная, терпкая, кисло-сладкая. Пло-

ды созревают в первой половине сентября. Продолжительность лежки составляет до 14 дней при температуре 5°C.

Определение органолептических и физико-химических показателей плодов яблок проводили по методикам, приведенным в [5]. Содержание пектиновых веществ по ГОСТ 29059-91 [2], витамина С по ГОСТ 24556-89 [1].

Плоды собирали в конце сентября, сортировали, отделяя незрелые и поврежденные. Физико-химические показатели приведены в табл. 1

Таблица 1

Физико-химические показатели плодов яблок:

Наименование	Содержание
Массовая доля, % :	
мякоти	93,0
кожицы	5,0
семян	0,3
перегородок	0,7
Содержание сухих веществ в ,%	18,1
Содержание сахара, г/100см ³	13,2
Содержание титруемых кислот в пересчете на яблочную, г/дм ³	11,4
Содержание пектина, % на а.с.м.:	1,4
Содержание витамина С , %	20,0

Как видно из приведенных данных основную часть плода яблок составляет мякоть с высоким содержанием сухих веществ (табл. 1), значительная доля которых приходится на сахара и титруемые кислоты. Содержащиеся в плодах пектиновые вещества имеют широкий спектр лечебных свойств [3]. Состав и соотношение компонентов свидетельствуют о высокой пищевой ценности и целесообразности использования плодов для получения сока.

Для выделения сока использовали различные технологические схемы, предусматривающие нагревание, обработку ферментами, переработку свежих плодов. Ниже приведены схемы обработки:

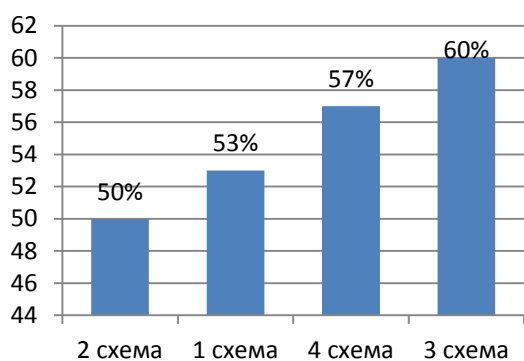


Рисунок 1- Выход сока

- схема 1 – плоды дробили, прессовали, полученный сок осветляли отстаиванием 24 часа при температуре 5°C, декантировали с осадка;
- схема 2 – плоды яблок дробили, прессовали, в полученный сок вводили дигидрохверцетин (ДКВ), через 24 часа отжимали сок;
- схема 3 – плоды дробили,

ли, мезгу обрабатывали ферментным препаратом «Пектиназа», через 24 часа отжимали сок;

- схема 4 – плоды экстрагировали горячим водяным паром, сок охлаждали до 20°C;

Выход сока, по вышеуказанным схемам переработки показан на рисунке 1.

Недостатком в схеме 1 наблюдается высокая активность окислительных процессов, на что указывает более темная окраска сока.

Введение в мезгу ДКВ (схема 2) на выход сока не влияет, но сдерживает покоричневение, что можно объяснить антиоксидантными свойствами ДКВ.

По схемам 3 (с добавлением ферментов) наблюдается самый высокий выход сока.

По схеме 4 сок получается мутный, густой и вязкий. Без обработки ферментными препаратами не осветляется, что свидетельствует о высоком содержании сухих веществ экстрагированных из твердых элементов мякоти.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для получения осветленных соков и соков для концентрирования лучшей является схема 3, для соков обогащенных пектином схема 4.

В целом проведенный эксперимент показал, что плоды местных яблок имеют высокую пищевую ценность, обусловленную содержанием сахаров, могут служить источником для получения пектиновых веществ. Это позволяет рекомендовать плоды яблок, как дешёвое растительное сырьё, для расширения ассортимента натуральных соков.

Библиографический список

1. ГОСТ 24556 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. Издательство стандартов. Москва 2003г. С 10
2. ГОСТ 29059-91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения пектиновых веществ. Москва. Стандартиформ 2010. С 5
3. Голубев В.Н., Шелухина Н.В. Пектин: химия, технология, применение, М., 1995. 388 с.
4. Рынок яблочного сока: прогноз на 2013-2016гг. <http://dwg.ru/rsc/index.php?parent=rubricator&child=getresearch&id=15527>
5. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ ИГРИСТЫХ НАПИТКОВ

Е.В. Ширяква¹, Г.С. Гусакова²

¹студент гр. ТПб-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: Katerinka2503@mail.ru

²к.с-х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: @istu.irk.ru

Сидр (от лат. sidera – солнечный) это популярный тонизирующий слабоалкогольный напиток широко распространенный во многих странах мира. Его получают брожением сока специальных «сидровых» сортов яблок и насыщением напитка углекислым газом. В мире существует большое разнообразие видов сидра, в том числе безалкогольного для детей. Они различаются по органолептическим показателям (аромату, букету и вкусу) и физико-химическому составу, так как в каждой стране-производителе сидра существуют свои требования к используемому сырью, вспомогательным материалам, готовой продукции и технологии производства напитков [2].

Учитывая, что яблоня основная плодовая культура, получившая распространение в любительских садах иркутян, кроме того имеется проект создания промышленного сада на основе новых сортов СИФиБР изучение технологических свойств сырья и возможности производства на их основе слабоалкогольных игристых напитков представляется весьма перспективным направлением [4].

Цель выполненной работы – обоснование возможности использования мелкоплодных яблок Восточной Сибири в производстве слабоалкогольных игристых напитков.

Объекты и методы исследования. Работа выполнена с образцами плодов урожая 2014 г., собранными в первой половине сентября.

Определение органолептических показателей сока и виноматериала проводили по методикам, приведенным в [3].

Испытывали плоды местного сорта мелкоплодной яблони неизвестной селекции, собранные в садоводстве п. Худяково. По размеру мелкие и ниже средней величины (60-98 г), плоско-округлые. Поверхность гладкая, блестящая. Основная окраска желтая, покровная – розовая с солнечной стороны. Плодоножка средней длины или короткая, тонкая. Воронка глубокая, без оржавленности. Чашечка средняя, полуоткрытая над воронковидной подчашечной трубкой. Семенные камеры полуоткрытые. Мякоть желтая, очень сочная, нежная, кисло-сладкая, терпкая с сортовым арома-

том. Химический состав плодов: сумма сахаров – 14,1%, титруемых кислот – 13,3 г/дм³, аскорбиновой кислоты – 21 мг/100г, пектиновых веществ – 5,30% на сухой вес. По созреванию – осенние, лежкость низкая (1-2 недели).

В сравнении с сибирскими яблоками, испытывали привозные яблоки сорта Айдаред. По размеру крупные (150-200 г), одномерные, округлые. Поверхность гладкая, блестящая. Основная окраска красная. Плодоножка средней длины, тонкая. Воронка глубокая, с небольшой оржавленностью. Чашечка средняя, полуоткрытая над воронковидной подчашечной трубкой. Семенные камеры полуоткрытые. Мякоть светло-желтая, сочная, нежная, с ярко-выраженным ароматом, кисло-сладкая. Химический состав плодов: сумма сахаров – 9,7 %, титруемых кислот – 5,2 г/дм³, аскорбиновой кислоты – 19 мг/100 г, пектиновых веществ – 5,3 % на сухой вес.

Обсуждение результатов

Сок, полученный из плодов представляет собой прозрачную жидкость светло-соломенного цвета с зеленоватым оттенком. Имеет характерный плодовой аромат, умеренно кислый и терпкий вкус. Основу экстрактивных веществ составляют сахара и кислоты. Химико-технологические показатели сока приведены в таблице 1

Таблица 1.

Химико-технологические показатели яблочного сока

Наименование сырья	Химико-технологические показатели				
	Массовая концентрация				Выход сока, см ³ /кг
	титруемых кислот, г/дм ³	сахаров, %	Плотность, г/см ³	красящих веществ, мг/дм ³	
Местный сорт мелкоплодной яблони	11,4	13,3	1,060	0,040	540
Привозные яблоки сорта Айдаред	4,8	9	1,005	0,03	568,4

Из результатов эксперимента видно, что химико-технологические показатели плодово-ягодного растительного сырья в сравнении с соответствующими показателями виноградного сырья имеют ряд отличий. Например, содержание сахаров в плодах и ягодах значительно ниже: в винограде концентрация составляет в среднем 18 %, титруемая кислотность 7 г/дм³ [1]. Необходимо отметить, что в исследуемых плодах и ягодах массовая доля экстрактивных веществ выше, чем в винограде. Из этого следует, что после соответствующей корректировки соков по показателям мас-

совой концентрации сахаров и титруемых кислот их можно использовать в технологии слабоалкогольных игристых напитков.

Для приготовления виноматериала сок из местного сорта яблок разводили водой из расчета получения титруемой кислотности 6 г/дм³, добавляли свекловичный сахар до получения собственного наброда спирта 5 % об. Брожение проводили на чистой культуре сухих винных дрожжей *Saccharomyces bayanus* французского производства стационарным способом в стеклянных баллонах при температуре 15–18°C. Сухие дрожжи предварительно разбраживали и вносили 2–3 % по объему. В ходе брожения контролировали температуру, плотность и выделение CO².

Изменение плотности сусла от продолжительности брожения показано на рис 1, накопление спирта на рис 2.

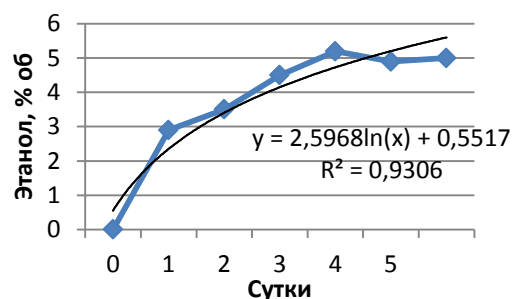
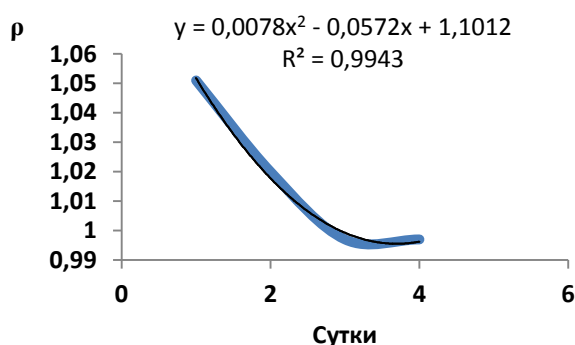


Рисунок-1. Изменение плотности сусла при брожении Рисунок-2. Накопление этанола

Зависимость плотности от продолжительности брожения и накопление этанола описывается полиномиальной линией тренда при доверительной вероятности соответственно – 0,9943 и 0.953. Основное брожение заканчивается на 5 сутки.

Показатели виноматериала приведены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели виноматериала

Наименование сырья	Физико-химические показатели					
	Массовая концентрация			Содержание этанола, % об	Летучие кислоты, г/дм ³	Выход сока, см ³ /кг
	титруемых кислот, г/ дм ³	сахаров, %	красящих веществ			
Виноматериал	5,8	0,3	0,0408	4,31	0,6	650

Как видно из полученных данных виноматериал пригоден для производства слабоалкогольных игристых вин.

На основе проведенного эксперимента предложена схема приготовления яблочного сидра (рис 3).

Полученный на основе мелкоплодных яблок сидр прозрачный с блеском, цвет светлосоломенный, с ярким сортовым ароматом без тонов окисленности. Вкус гармоничный, свежий, мягкий, средней кислотности. По физико-химическим показателям соответствует требованиям ГОСТ Р 51272 Сидры. Общие технические условия.

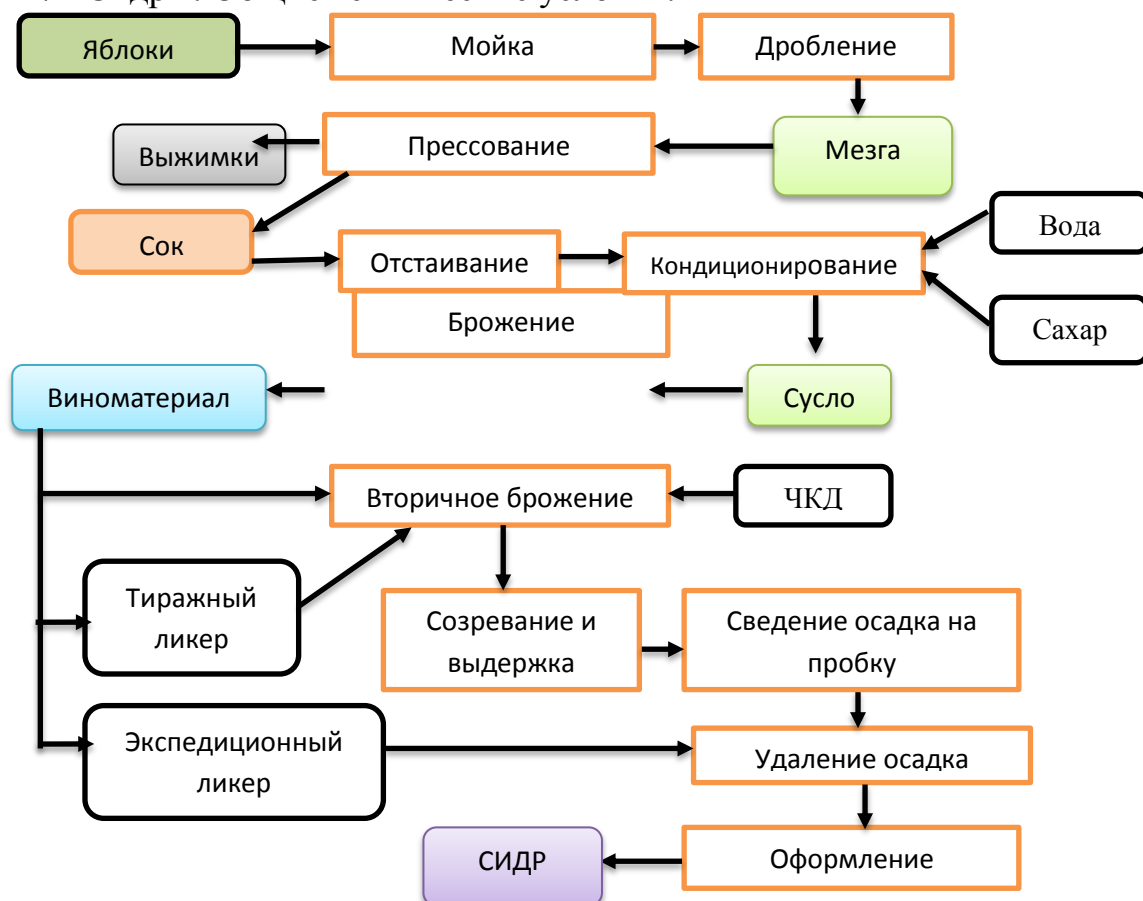


Рисунок 3. Схема производства яблочного сидра

Таким образом, проведенные исследования показали, что мелкоплодные яблоки Восточной Сибири являются перспективным сырьем для производства яблочного сидра. Они отличаются высоким уровнем биологически активных веществ, обладают оригинальными вкусовыми характеристиками, широко распространены и доступны.

Библиографический список

1. Валуйко Г.Г. Технология виноградных вин. – Симферополь: Таврида, 2001. – 624 с.
2. Вечер А.С, Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина (химия и технология). Пищевая промышленность, 1976. С. 135

3. Методы технологического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002 г. – 260 с.

4. Усенко В.И. История и перспективы садоводства в Сибири / В.И. Усенко, А.М.Белых // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 5. С. 70-76.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ УГЛЕВОДОВ ИЗ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ ВОДОЙ В СУБКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.В. Чечикова¹, С.Н. Евстафьев², Н.Н. Самодинская³

¹ аспирант института пищевой инженерии и биотехнологии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: v35@istu.edu

² д.х.н., профессор, директор института пищевой инженерии и биотехнологии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: esn@istu.edu

³ студентка гр. ТПб-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИРНИТУ, г. Иркутск, e-mail: samodinskaya_n@inbox.ru

Резкое увеличение цен на нефть повлекло за собой возникновение третьей волны в развитии биотехнологии, пристальное внимание которой обратилось в сторону микробиологической переработки биомассы растений в сахара.

В настоящее время на первом месте по развитию биотехнологических процессов находится США. Страна предполагает заменить четвертую часть не возобновляемого сырья, используемого для химической промышленности, на растительное сырье к 2025 году [1]. Это возможно из-за особенностей состава биомассы растений, которая включает моносахариды, получаемые при ферментативном гидролизе, из которых можно производить различные химические продукты. Из-за дешевизны и доступности в качестве растительных источников для данных нужд возможно применение соломы злаковых культур и других отходов сельского хозяйства. Но, как известно, биотехнологическое осахаривание таких материалов трудно осуществить без специальных подготовительных операций, так как основной углевод растений – целлюлоза связан с лигнином и гемицеллюлозами в сложный комплекс, образующий клеточные стенки растений. Поэтому необходимо применять стадию предварительной подготовки для ослабления или разрыва связей лигноцеллюлозного комплекса.

Цель работы – изучение влияния условий субкритического автогидролиза на эффективность ферментализации соломы.

Работа выполнялась с образцами соломы пшеницы крупностью 1-5 мм, предварительно высушенной в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

Эксперимент проводился на лабораторной экстракционной установке [2]. Полученный жидкий продукт после отгона воды под вакуумом, фракционировали по схеме, представленной на рисунке. Экстрагировали сначала гексаном, а затем этанолом при температуре кипения растворителей. Концентрированный этанольный экстракт смешивали с дистиллированной водой в соотношении 1:3. Из водно-спиртовой смеси после суточного отстаивания центрифугированием выделяли этаноллигнин. Остаток после отгона этанола исчерпывающе экстрагировали дистиллированной водой при 98 °С с получением низкомолекулярных водорастворимых компонентов (НВР).



Рисунок – Схема фракционирования жидких продуктов

Ферментативный гидролиз исходной и обработанной соломы крупностью менее 0,315 мм осуществляли ферментным препаратом «Целло-Люкс А» (ПО «Сиббиофарм», Бердск) при температуре 50 °С в течение 4 ч. Степень ферментативного гидролиза оценивали по концентрации редуцирующих веществ в гидролизатах, которую определяли методом Дюбуа [3].

Количественный состав моносахаридов фракций ЭНП и НВР после их гидролиза трифторуксусной кислотой [4] и силилирования [5] определяли методом ГХ-МС на хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы «Agilent Technologies». Энергия ионизации – 70 эВ. Температура сепаратора – 280 °С, ионного источника – 230 °С. Кварцевая колонка 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил-5 % дифенилполисилоксан). Условия анализа: 3 минуты изотермы при 125 °С с последующим подъемом температуры до 250 °С со

скоростью 6 град/ мин и выдержкой в течение 10 мин при 250 °С. В качестве внутреннего стандарта использовали ксилит. Идентификацию компонентов осуществляли с использованием библиотеки масс-спектров «NIST11».

Установлено, что с повышением температуры процесса в интервале 140-290°С при постоянном давлении (30 МПа) и продолжительности обработки (10 минут) в составе жидких продуктов количество сахаров увеличивается, проходя через максимум при температуре около 200 °С, с последующим резким снижением их содержания (табл.). Увеличение продолжительности обработки соломы субкритической водой от 10 до 45 минут повышает выход сахаров не более чем на 1,7 %, а повышение давления с 10 до 30 МПа приводит к приросту выхода сахаров на 2,9%.

Таблица – Суммарный состав моносахаридов фракций НВР и ЭНП, в % на а.с.м. соломы (30 МПа, 10 мин)

Температура, °С	Ara	Xyl	Man	Gal	Glc	Gal A	Fru	Rha	Сум-ма
100*	0,58	0,86	0,03	0,49	5,39	0,15	0,16	0,14	7,80
100 исх**	0,00	0,00	0,00	0,04	0,81	0,00	0,18	0,00	1,03
140	0,73	2,13	0,01	0,45	5,45	0,00	0,12	0,01	8,89
140 исх	0,78	1,69	0,01	0,14	0,67	0,00	0,14	0,01	3,43
170	2,17	8,58	0,03	0,67	4,06	0,13	0,45	0,14	16,24
170 исх	1,16	0,37	0,00	0,25	3,33	0,03	1,34	0,04	6,52
200	0,62	10,13	0,04	0,63	5,41	0,01	0,30	0,06	17,19
200 исх	0,17	2,03	0,00	0,12	0,63	0,00	0,17	0,00	3,12
230	0,48	5,21	0,03	0,37	3,50	0,00	0,19	0,02	9,80
230 исх	0,11	1,36	0,00	0,10	0,50	0,00	0,10	0,00	2,18
270	0,12	0,00	0,01	0,07	1,69	0,00	0,00	0,00	1,88
290	0,10	0,17	0,00	0,07	0,69	0,00	0,00	0,00	1,04

* фракции, полученные кипячением соломы в течение 180 мин при атмосферном давлении

** исходные фракции (без гидролиза с трифторуксусной кислотой)

В составе исходных фракций ЭНП и НВР обнаружены олиго- и моносахариды, с преобладанием первых. Содержание олигосахаридов во фракциях с повышением температуры до 200 °С достигает 14,1% с последующим снижением, что является следствием проявления водой в данных условиях свойств кислотного катализатора [6]. Среди моносахаридов исходных фракций и их гидролизатов доминируют ксилоза и глюкоза.

Кроме моносахаридов в гидролизатах фракций ЭНП и НВР обнаружены алканы, аминокислоты, многоатомные спирты, карбоновые кислоты, оксикислоты, а также ароматические соединения. Причем независимо от условий автогидролиза преобладающими являются карбоновые кислоты.

Максимальную степень ферментативного гидролиза (76,3%) имеет образец полученный при 270 °С. При этом, выход сахаров составил 6,4% на а.с.м. соломы. Наибольший выход сахаров (10,1% на а.с.м. соломы) удалось получить осахариванием твердого продукта, обработанного при температуре 200 °С.

На основании выполненной работы установлено, что увеличение температуры автогидролиза способствует повышению эффективности ферментализации полисахаридов соломы пшеницы, но снижает суммарный выход сахаров вследствие их термической деградации. Поэтому, оптимальными условиями субкритического автогидролиза для получения сахаров являются: температура 200 °С, давление 30 МПа и продолжительность 10 минут. В данных условиях из соломы можно извлечь сахара в количестве 271,9 мг/кг.

Библиографический список

1. Дебабов В. Г. Химия без нефти //Химия и жизнь. 2005. №4. с. 8-11
2. Евстафьев С.Н. , Фомина Е.С., Привалова Е.А. Этаноллиз пшеничной соломы в условиях до- и сверхкритической экстракции // Химия растительного сырья. 2011. №4. с. 15-18
3. DuBois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F. Colorimetric method for de-termination of sugars and related substances // Analyt. Chem. 1956. V.28 (3). P. 350-356.
4. Иванова Н.В., Попова О.В., Бабкин В.А. Изучение влияния различных факторов на выход и некоторые характеристики пектиновых веществ коры лиственницы // Химия растительного сырья. 2003. № 4. с. 43–46.
5. Оводов Ю.С. Газожидкостная хроматография углеводов. Обзор. // Владивосток: Изд-во АН СССР, 1970. 70 с.
6. Hata S., Wiboonsirikul J., Maeda A., Kimura Y., Adachi S. Extraction of defatted rice bran by subcritical water treatment // Biochem. Eng. J. 2008. V. 40. P. 44–53.

ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОУСА НА ОСНОВЕ ЙОГУРТА

Е.А Зомберг¹; И.Т Александрова².

¹Студент гр. ТПП-10, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г.Иркутск, e-mail: lena.zomberg@mail.ru

²старший преподаватель кафедры органической химии и пищевой технологии, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: v35@istu.edu

В настоящее время важной задачей пищевой промышленности является удовлетворение потребностей населения в высококачественных, биологически полноценных, безопасных и полезных продуктах питания. Надежными средствами кардинального улучшения обеспеченности витаминами, пищевыми волокнами, минеральными веществами является дополнительное их введение в продукты массового потребления. Так, например, повысить пищевую и биологическую ценность готовых молочных продуктов, расширить их ассортимент возможно за счет использования в качестве наполнителей продуктов растительного происхождения. Известно, что биологически-активные вещества растительного сырья лучше и быстрее усваиваются в сочетании с молочным белком, и при этом наполнители должны хорошо сочетаться с молочной основой, обеспечивать привлекательный товарный вид. Поэтому актуальной является задача создания комбинированных молочных продуктов питания, обогащенных незаменимыми веществами и являющихся полезными в основах здорового питания.

Соус – жидкая приправа к основному блюду или гарниру. Они содержат разнообразные вкусовые, ароматические и красящие вещества, поэтому дают возможность улучшить вкус и внешний вид пищи, а также делать ее более сочной. Ароматические вещества соусов усиливают выделение пищеварительных соков и этим способствуют лучшему усвоению пищи организмом человека. Соусы, в состав которых входят сливочное масло, сметана, яйца, значительно повышают калорийность кулинарных изделий. Самым популярным является майонез, состоящий из яиц и растительного масла. Поэтому майонез является не совсем полезным продуктом, так как он высококалорийный и жирный. А магазинные майонезы, ещё и содержат в своем составе консерванты и усилители вкуса, которые влияют не лучшим образом на здоровье потребителей. Идеология правильного, здорового питания рекомендует не злоупотреблять высококалорийными продуктами, к которым можно отнести большинство известных соусов, представленных в магазинах, а заменять их на продукты более полезные.

Целью данной работы являлось использование живого йогурта в качестве специализированного молочного продукта с добавлением растительных добавок в соответствии с современными нормами питания, который будет не высококалорийным и полезным продуктом с точки зрения функционального питания.

В связи с поставленной целью были определены следующие задачи:

- исследование качественных показателей йогурта и биойогурта по ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия» [1].

- исследовать влияние растительных добавок на качественные показатели кисломолочного продукта;

- разработать технологию получения молочно - растительного продукта (соуса).

В данной работе были получены йогурт и биойогурт на основе готовых сухих бактериальных заквасок. Их сравнили по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям качества для выбора основы соуса.

Йогурт - кисломолочный продукт с повышенным содержанием обезжиренных веществ молока, изготавливаемый путём сквашивания протосимбиотической смесью чистых культур *Lactobacillus bulgaricus* (болгарская палочка) и *Streptococcus thermophilus* (термофильный стрептококк), содержание которых в готовом продукте на конец срока годности составляет не менее 10^7 КОЕ (колониеобразующие единицы) в 1 г продукта.

Биойогурт – это кисломолочный продукт, в состав которого входит смесь заквасочных микроорганизмов - термофильных молочнокислых стрептококков (*St.Thermophilus*), болгарской молочнокислой палочки (*L.bulgaricus*), бифидобактерии (*B.bifidum* и *B. Longum*) или молочнокислые ацидофильные палочки, с добавлением или без добавления различных немолочных компонентов [1].

Как в биойогурте, так и в йогурте содержатся молочнокислые стрептококки и болгарская палочка. Эти бактериальные клетки способствуют расщеплению лактозы, тем самым снижаются аллергические проявления при непереносимости у людей лактозы, стимулируют активность лимфоидных органов желудочно-кишечного тракта, синтезируют много важных веществ: белки, витамины, лизоцим, и антибиотикоподобные вещества. Эти продукты являются источниками кальция, в них содержатся витамины группы В, нормализуют деятельность пищеварительной системы, а также содержат укрепляющие иммунитет минералы, тем самым повышая активность иммунной системы. Каждый вид бактерий выделяет уникальные вещества, и чем больше разных видов бактерий, тем больше положительных эффектов на организм человека [2]. Так в биойогурте содержатся полезные бифидо- и лактобактерии которые поддерживают собственную

микрофлору кишечника, оказывают противовирусные эффекты, подавляют рост патогенной и условно-патогенной флоры, снижают уровень холестерина в крови, стимулируют деятельность иммунной и пищеварительной систем.

Известно, что бактериальные клетки являются пробиотиками и для их жизнедеятельности нужна определенная благоприятная среда (пребиотики).

Свойствами пребиотиков обладают пищевые волокна и олигосахариды, такие как лактоза, лактулоза, полисахариды, инулин, служащие питательной средой для пробиотиков. Основным свойством пребиотиков является их избирательное стимулирование полезной для человеческого организма кишечной микрофлоры (бифидобактерий и лактобактерий).

Совместное применение пребиотиков с пробиотиками оказывают в организме человека взаимно усиливающее положительное воздействие, благотворно влияют на организм [3,4]. При производстве соуса выбор наполнителя был обусловлен следующими факторами: химическим, аминокислотным, витаминным, микроэлементным составом, позволяющим получить конечный продукт с высокой пищевой и биологической ценностью, обогащающий продукт биологически активными веществами, витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами, доступность в приобретении и невысокая стоимость. В данной работе использовался горчичный порошок в качестве пребиотика, и лимонный сок, в качестве вкусовой добавки и консерванта.

Традиционно йогурт получают двумя способами: термостатным и резервуарным. Более распространенным и простым является первый метод получения.

Технологический процесс приготовления соуса на основе данных кисломолочных продуктов включал: заквашивание молока с содержанием жира не менее 1,5% смесью молочнокислых микроорганизмов (на основе йогурта) и молочнокислых и бифидобактерий (на основе биойогурта), при температуре 35-40⁰С в течение 6 часов; охлаждение расфасованного продукта в холодильной камере при температуре 3 (±2) ⁰С в течение 4 часов.

При выполнении работы использовали методы исследования качественных и микробиологических показателей полученных продуктов приведенных в [1].

Качественные показатели продуктов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Качественные показатели йогурта и биойогурта

Наименование показателя	Йогурт	Биойогурт
Внешний вид и консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, в меру вязкая	Однородная консистенция, в меру вязкая с ненарушен-

		ным сгустком
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, слегка сладковатый	Чистый, кисломолочный вкус и запах
Цвет	Молочно-белый	Молочно-белый
Массовая доля жира, %	1,5	1,5
Массовая доля белка, %, не менее:	2,8	2,8
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СО-МО), %, не менее:	9,25	9,25
Кислотность, °Т	75	80
Температура продукта при выпуске, °С	3	3

Качественные и микробиологические показатели (содержание молочнокислых микроорганизмов (*Str. thermophilus*, *Lact. bulgaricus*) и бифидобактерий (*Lact. plantarum*, *Lact. acidophilus*, *Bif. bifidum*, *Bif. infantis*, *Bif. Longum*) не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ на конец срока годности) соответствуют стандарту.

В готовые кисломолочные продукты (йогурт и биоигурт) добавлялись сухой горчичный порошок и лимонный сок в количестве 2% и 3% к массе продукта соответственно.

Влияние добавок на физико-химические и органолептические показатели продукта сравнивали с требованиями [1].

Качественные показатели соусов соответствуют нормам и приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Качественные показатели соусов

Наименование показателя	Заправка на основе йогурта	Заправка на основе биоигурта
Внешний вид и консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, слегка жидкая, в меру вязкая. Присутствуют включения нерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов (горчичный порошок)	Однородная консистенция, слегка жидкая, в меру вязкая с ненарушенным сгустком. Есть включение нерастворенных частиц внесенного компонента (горчичный порошок)

Вкус и запах	Слегка жгучий и кислый вкус, соответствующий вкусу и аромату внесенных компонентов – горчицы и лимонного сока	Слегка жгучий и кислый вкус, соответствующий вкусу и аромату внесенных компонентов – горчицы и лимонного сока
Цвет	Светло-желтый цвет, с вкраплениями нерастворенных частиц, обусловленный цветом внесенных компонентов	Светло-желтый цвет, с вкраплениями нерастворенных частиц, обусловленный цветом внесенных компонентов
Массовая доля жира, %	1,5	1,5
Массовая доля белка, %, не менее: - для йогуртов с компонентами	2,8	2,8
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %, не менее: - для йогуртов с компонентами	9,76	9,91
Кислотность, °Т	98	100
Температура продукта при выпуске, °С	3	3

По микробиологическим исследованиям получили, что количество бактерий колебалось в зависимости от продукта. Добавление горчичного порошка и лимонного сока в йогурт привело к увеличению молочнокислых бактерий *Lactobacillus bulgaricus* и уменьшению *Streptococcus thermophiles*. Предположительно это связано с изменением окислительно-восстановительного потенциала и, следовательно, подавлением одних молочнокислых организмов другими. Анализ соуса на основе биойогурта, показал, что добавки не значительно повлияли на содержание молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий.

Таким образом, йогурт и биойогурт с добавлением сухого горчичного порошка и лимонного сока в количестве 2% и 3% к массе продукта соответственно, является не только подходящей заменой майонеза и майонезных соусов по качественным показателям, но и по микробиологическо-

му содержанию они богаты живой микрофлорой, которые оказывают положительное влияние на организм человека.

Биоiogурт, благодаря большому разнообразию микроорганизмов, содержанию молочнокислых и бифидобактерий (*Str. thermophilus*, и *Lact. bulgaricus*, *Lact. plantarum*, *Lact. acidophilus*, *Bif. bifidum*, *Bif. infantis*, *Bif. longum*), с точки зрения физиологии, благоприятно влияют на организм так как образуют антибиотические вещества, которые оказывают защитное влияние на человеческий организм.

Библиографический список

1. ГОСТ 31981-2013. «Йогурты. Общие технические условия». – М.: ФГУП «Стандартинформ»
2. Влияние молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий на здоровье человека [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <http://gippokrat-plus.ru/product/bioiogurt-zakvaska>©, свободный.
3. Мурзин И.С. Российский рынок пребиотиков и олигосахаридов (растительного и животного происхождения) // Журнал «Бизнес пищевых ингредиентов». – М: Март, 2011, №3. – С.15.
4. Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства / Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина// Справочник. - М.: Агропромиздат.,1987. - 400 с.

СЛАБОАЛКОГОЛЬНОЕ ПИВО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЖАНОГО СЫРЬЯ

Энхтур А.¹, Привалова Е.А.²

¹студент гр. ТПП-10, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск

²к.х.н., доцент кафедры органической химии и пищевой технологии института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: epriv@istu.edu

В последние годы спрос на безалкогольные и слабоалкогольные напитки, в том числе пиво, стабильно возрастает, что связано, прежде всего, со стремлением все большего количества людей вести здоровый образ жизни. На прилавках магазинов представлены безалкогольные сорта пива, выпускаемые различными пивоваренными предприятиями, например, «Балтика 0», «Zlaty Bazant» и др. Однако ассортимент безалкогольного пива ограничен, в связи с чем актуальна задача разработки новых сортов пива в этом сегменте рынка.

К безалкогольному пиву можно отнести те сорта, в которых содержится не более 1,5 % об. этилового спирта. В данной работе была постав-

лена задача разработки рецептуры и технологии изготовления слабоалкогольного пива с использованием ржаного сырья.

Для изготовления пивного сусла нами были использованы светлый, карамельный и жженный солод, соответствующий требованиям ГОСТ 29294-92, концентрат квасного сусла (ККС), хмель Жатецкий (сорт Saaz, производитель Чехия) гранулированный (тип 45), дрожжи пивные низового брожения Saflager W 34/70 и верхового брожения Safbrew WB-06 (производитель Бельгия). Затираание производили настойным способом при гидромодуле 1:4 с выдерживанием белковой, мальтозной паузы и паузы для осахаривания крахмала. Мальтозная пауза была сокращена с целью уменьшения количества сбраживаемых сахаров в сусле. Полноту осахаривания проверяли по йодной пробе.

Пивную дробину отделяли центрифугированием, полученное сусло кипятили с хмелем в течение 1 ч. За 10 мин до окончания кипячения в сусло вносили необходимое количество ККС. Полученное сусло нормализовали по концентрации, охлаждали и вносили дрожжи в соответствии с рекомендацией производителя. Сбраживание проводили при температуре 23°C для верховых дрожжей и 12°C для низовых дрожжей в течение 3 суток, после чего осадок дрожжей отделяли декантированием. Ограничение продолжительности сбраживания было предпринято с целью снижения образования спирта.

Сусло и полученное на его основе молодое пиво анализировали по методикам, принятым в отрасли [1]. Содержание редуцирующих веществ (РВ) определяли фенол-сернокислотным методом [2]. Оптическую плотность растворов после реакции с фенолом и серной кислотой определяли при 490 нм на фотоэлектроколориметре КФК-3 «ЗОМС», концентрацию сахаров определяли по калибровочному графику, построенному с использованием стандартных растворов глюкозы известной концентрации. Содержание этилового спирта в молодом пиве определяли методом ГХ-МС на газовом хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы «Agilent Technologies». Условия хроматографирования: энергия ионизации – 70 эВ; температура сепаратора – 280°C, ионного источника – 230 °C; кварцевая колонка 30000 × 0,25 мм со стационарной фазой (95% диметил-5% дифенилполисилоксан); температура колонки 50°C. Идентификацию компонентов осуществляли с использованием библиотеки масс-спектров «NIST11». Количественное содержание компонентов вычисляли по площадям пиков с использованием корректирующих коэффициентов чувствительности.

Рецептуры засыпей и характеристика полученных образцов лабораторного сусла приведены в таблице 1, характеристика молодого пива, полученного сбраживанием образцов сусла верховыми и низовыми дрожжами, – в таблице 2.

Таблица 1. Рецептуры засыпей и характеристика лабораторного сусла

Показатели	Образец сусла		
	A1	A2	A3
Рецептура засыпи, %			
солод светлый	50	60	25
ККС	50	40	75
Хмель, г	0,4	1,2	0,6
Концентрация по сахарометру, %	10	5,5	12
pH	4,9	5,7	5,4
Содержание РВ, г/100 мл сусла	3,9	2	5,4
	Б1	Б2	Б3
Рецептура засыпи, %			
солод светлый	50	50	35
солод карамельный	25	25	40
солод жженный	–	5	5
ККС	25	20	20
Хмель, г	0,6	0,6	0,6
Концентрация по сахарометру, %	10	10	10
pH	5,9	5,9	5,7
Содержание редуцирующих веществ, г/100 мл сусла	6,3	5,2	5,8

Таблица 2. Характеристика молодого пива

Показатели	Образец пива					
	A1H	A1B	AH2	A2B	A3H	A3B
pH	4,5	4,9	4,8	4,8	5,4	5,5
Титруемая кислотность, мл 0,1 н NaOH на 50 мл пива	1,9	2,2	0,9	0,9	1,5	1,2
Содержание РВ, г/100 мл пива	2,6	1,0	1,0	0,9	4,8	4,5
Объемная доля спирта, %	3,8	5,2	5,2	5,1	0,3	1,8
	Б1H		Б2H		Б3H	
pH	5,2		5,1		5,1	
Титруемая кислотность, мл 0,1 н NaOH на 50 мл пива	1,7		1,1		2,6	
Содержание РВ, г/100 мл пива	3,9		4,0		4,9	
Объемная доля спирта, %	2,8		2,2		1,3	

Исходя из данных таблиц 1 и 2, можно заключить, что сбраживание сусла верховыми и низовыми дрожжами в течение 3 суток не позволило получить молодое пиво с содержанием спирта на уровне 1,5% об. и ниже. Поэтому в дальнейшем для снижения содержания спирта сусло сбраживали в течение суток, после чего подвергали вымораживанию в течение 12 ч. В таблице 3 представлены характеристики молодого пива, полученного описанным методом.

Таблица 3. Характеристика сусла и молодого пива, полученного с применением вымораживания на стадии брожения

Показатели	Образец сусла	
	А4	
Рецептура засыпи, % солод светлый	40	
ККС	60	
Хмель, г	1,2	
Концентрация по сахарометру, %	10	
рН	5,7	
Содержание РВ, г/100 мл сусла	4,2	
Образцы молодого пива	А4Н	А4В
рН	5,4	5,3
Титруемая кислотность, мл 0,1 н NaOH на 50 мл пива	1,3	1,6
Содержание РВ, г/100 мл пива	4,6	3,4
Объемная доля спирта, %	0,6	0,8

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что метод вымораживания позволяет получить молодое пиво с приемлемым уровнем концентрации этилового спирта. Органолептическая оценка полученных образцов позволила сделать вывод, что более гармоничный вкус имеет молодое пиво, засыпь которого наряду с ККС содержит карамельный и жженный солод. Норма задачи хмеля 0,4-0,6 г на 100 зернопродуктов дает приемлемый уровень горечи молодого пива. Верховые дрожжи создают менее гармоничный букет пива, в котором чувствуется неприятный кислый вкус.

Таким образом, в результате проведенного исследования можно заключить, что метод вымораживания пива по истечению 1 суток главного брожения дает возможность получить продукт с содержанием алкоголя на уровне 0,6-0,8 % об., что является приемлемым для безалкогольного напитка. Низовые дрожжи создают более приятный и гармоничный букет, в связи с чем при дальнейшем уточнении рецептуры и технологии изготовления пива от использования верховых дрожжей целесообразно отказаться.

Библиографический список

1. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. – СПб.: Профессия, 2004. – 912 с.
2. Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J., Robers P.A., Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances // Analyt. Chem., 1956. –V. 28. – P. 350-356.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБИОТИКА А В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗДРОЖЖЕВОГО ХЛЕБА

К.П. Седых¹, О.В. Куприна²

¹студент гр.ТПБ-11-1, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск

² к.х.н. доцент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск

Технология производства бездрожжевого хлеба - динамично развивающееся направление современного хлебопекарного производства. Бездрожжевой хлеб предпочтителен для диетического питания людей, страдающих в первую очередь заболеваниями желудочно-кишечного тракта. В то время как систематическое употребление хлеба, приготовленного по традиционной технологии с использованием в качестве разрыхлителя дрожжей, негативно влияет на иммунную систему [1].

Совершенствование технологий производства бездрожжевого хлеба актуально в наши дни. С этой целью разрабатываются способы производства бездрожжевого хлеба, основанные на повышении качества хлеба, пищевой ценности и замедлении процесса черствения, увеличении выхода готовых изделий, интенсификации процесса приготовления теста, повышении лечебно-профилактических свойств.

Известны патенты [1-7] на производство бездрожжевого хлеба на основе хмелевой закваски, биоактивированного зерна, пророщенного зерна пшеницы. Данные способы имеют определенные достоинства и недостатки, оказывающие влияние на технологический процесс производства (табл. 1).

Цель научно-исследовательской работы – изучить влияния пробиотика А (кефира индийских йогов или сухой обезжиренной простокваши) на технологию производства бездрожжевого хлеба и клейковинный каркас теста из пшеничной муки высшего сорта.

В качестве объекта исследования использовали бездрожжевое тесто на основе пробиотика А, рецептура которого представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Унифицированная рецептура бездрожжевого теста

Наименование сырья	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья	
		в натуре, г	в сухих веществах, %
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	300	256
Пробиотик А	11	200	22
Итого	-	500	278

Для активации пробиотика А, изготовленного по ГОСТу 10382-85 (изготовитель - ИП Тюменцев, Иркутск), смешивали пробиотик А с молоком в количестве 1,2 г пробиотика А на 200 мл молока. Полученный полуфабрикат выстаивали в течение 24 часов при температуре 20-22оС.

Приготовление бездрожжевого теста проводили путем внесения к пробиотику А Алтайской пшеничной муки высшего сорта и расчетное количество воды до влажности теста 43,5% и перемешивания до однородной массы. Далее в течении 48 часов исследовали бездрожжевое теста путем отмывания клейковины из теста с интервалом 1 час и проведением пробных выпечек хлеба.

Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества отмытой клейковины и бездрожжевого хлеба на основе пробиотика А

Время брожения теста, ч	Количество отмываемой клейковины, %	Качество отмываемой клейковины		Время брожения теста, ч	Органолептические показатели бездрожжевого хлеба	Физико-химические показатели бездрожжевого хлеба		
		ИД К ед.	группа			влажность, %	пористость, %	объем, см ³
0	16,48	26	3	-	-	-	-	-
1	17,3	23,6	3	-	-	-	-	-
2	16,8	12,8	3	-	-	-	-	-
3	9,8	53,5	2	-	-	-	-	-
4	13,8	30	3	-	-	-	-	-
-	-	-	-	48	плоская верхняя корка; цвет: темно-коричневый; мякиш: непропеченный; вкус и запах: без постороннего привкуса и запаха	29	30,6	340

Примечание: исходное количество и качество клейковины для Алтайской пшеничной муки высшего сорта составляет 26,96% и 66,1 ед. ИДК (1 группа) соответственно.

На основе анализа полученных данных, представленных в таблице 3, можно сделать следующие выводы:

- пробиотик А оказывает сильное протеолитическое влияние на клейко-винный каркас пшеничной муки высшего сорта;
- в процессе брожения количество отмываемой клейковины уменьшается, а качество изменяется от 1 группы до неудовлетворительно крепкой короткорвущейся 3 группы;
- образцы бездрожжевого хлеба имеют неразвитую пористость, подрывы и трещины боковых корок, непропеченный мякиш, плоскую верхнюю корку.

Таким образом, необходимо вносить в состав бездрожжевого теста на основе пробиотика А сырьевые компоненты, укрепляющие клейковинный каркас (например, жирная соевая мука, овощные и плодово-ягодные

пюре), возможно положительное влияние на технологию окажет внесение хмелевой заварки. Кроме того, перспективным будет использование хлебопекарных улучшителей с целью сокращения времени брожения.

Библиографический список

1. Пат. 2411730 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ производства бездрожжевого зернового хлеба [текст] / Магомедов Г.О., Пономарева Е.И., Алехина Н.Н., Пономарева О.И., Рыжкова Е.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Воронеж. гос. технологич. академия.- № 2009139589/13 ; заявл. 26.10.2009 ; опубл. 20.02.2011, Бюл. № 5

2. Пат. 2164748 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ приготовления хмелевой закваски, хмелевая закваска и способ приготовления хлебобулочного изделия на хмелевой закваске [текст] / Ямина Н.В.; заявитель и патентообладатель ООО «НАВЛАНИ». - № 99111463/13 ; заявл. 26.05.99 ; опубл. 10.04.01

3. Пат. 2101959 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ производства бездрожжевого хлеба из пророщенного зерна пшеницы [текст] / Хоперская О.А., Богданов М.Е., Огудин В.Л., Блинова Н.А.; заявители: Хоперская Ольга Анатольевна, Богданов Михаил Ердэниевич, Огудин Валентин Леонидович, Блинова Наталья Алексеевна ; патентообладатели: Хоперская О.А., Богданов М.Е., Огудин В.Л., Блинова Н.А. - № 95112158/13 ; заявл. 14.07.95 ; опубл. 20.01.98

4. Пат. 2148916 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Композиция ингредиентов для производства зернового бездрожжевого хлеба [текст] / Санникова М.А. ; заявитель и патентообладатель Санникова Мария Алексеевна.- № 98122602/13 ; заявл. 15.12.98 ; опубл. 20.05.00

5. Пат. 2314698 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ получения жидкой ржаной закваски [текст] / Магомедов Г. О., Дерканосова Н. М., Белокурова Е. В., Белокурова Л. В. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Воронеж. гос. технологич. академия. - № 2006110826/13

6. Пат. 2316966 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ приготовления хмелевой закваски и хмелевая закваска [текст] / Жумадильдаева Г. С., Жумадильдаева И. С. ; заявитель и патентообладатель Религиозная организация «Свято-Николо-Шартомский монастырь» Русской Православной Церкви. - № 2006116718/13 ; заявл. 15.05.2006 ; опубл. 2008

7. Пат. 2363159 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Способ приготовления хмелевой закваски для производства хлеба [текст] / Шипицина М.И.; заявитель и патентообладатель ООО научно-производств. центр «Русский рецепт»; опубл. 10.08.09

Таблица 1 – Способы производства бездрожжевого хлеба

№ п/ п	Наименование	Хмелевой отвар			Заварка		Закваска				Тесто		
		соотношение компонентов	t, °C	τ	соотношение компонентов	t, °C	соотношение компонентов	t, °C	τ	K°	соотношение компонентов	t, °C	τ
1	Приготовление хлебобулочного изделия на хмелевой закваске [2]	хмель : вода (45-55) : 1	100	кипячение 15-20 мин; настаивание 10ч	-	-	хмелевой отвар : мука 1 : (250-300)	-	1,5-2 суток	-	650 закваска:(130-150) мука: 50 сах. сироп: (450-520) вода	брожение; расстойка при 30 °C; выпечка 200-230 °C (первые 10 мин), 150-170°C (30-50 мин)	брожение 1-1,5ч ; расстойка 4-6ч
2	Способ производства бездрожжевого зернового хлеба [1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	на 100 г сухого нешелушеного зерна: измельченная зерновая масса - 154,0; соль поваренная пищевая - 1,5; масло подсолнечное - 2,0; сыворотка молочная натуральная - 20,0; сухая пшеничная клейковина - 2,9; лимонная кислота - 0,2; пюре яблочное - 15,0-17,0; вода - по расчету. Влажность 52,5%		
3	Способ производства бездрожжевого хлеба из пророщенного зерна пшеницы [3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	пшеничная мука 45%, добавка, полученная из пророщенного зерна 24% и др. компоненты		
4	Композиция ингредиентов для производства зернового бездрожжевого хлеба [4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	мас.%; Пророщенное зерно пшеницы - 86,0 - 90,0 Пророщенное зерно ржи - 1,5 - 2,5 Пшеничная мука - 1,5 - 2,5 Шелушеное зерно ячменя, овса, гречихи, проса, кукурузы в общем объеме - 1,5 - 2,5 Вкусовая добавка - 0,3 - 0,4 Солевой раствор плотностью 1,2 г/см3 - 2,0 - 4,0; Вода – по расчету		
5	Способ получения жидкой ржаной закваски [5]	хмель : вода 1:88	-	1ч кипячение	-	-	питательная смесь (ржаная мука+вода)	-	3ч	освещение до 9-13	-		
6	Способ приготовления хмелевой закваски и хмелевая закваска [6]	хмель : кипящая вода (60-120) : 1	-	настаивание 10ч	-	-	отруби : хмелевой отвар (150-350) : 1	-	выстаивание 24ч	-	-		
7	Способ приготовления хмелевой закваски для производства хлеба [7]	хмель:вода 1:40	100	кипячение 45-60 мин	мука : хмелевой отвар 1:2	83-85	мука (солод) : вода 1:2- питательная среда; Хмелевая заварка : питательная среда 1:1	83-85; 27-30	выбраживание 60-72ч	9-11 - пшеничные 12-14 – ржаные хлеба	-		

СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ФЛЮИДНОГО УГЛЕКИСЛОТНОГО ЭКСТРАКТА ГРИБА БЕРЕЗОВОЙ ГУБКИ *PIPTOPORUS BETULINUS* (BULL.: FR.) KARST.

А.А. Гришин¹, В.И. Луцкий², Т.А. Пензина³, М.С.Полякова⁴,
С.Н. Осипенко⁵, Л.В. Дударева⁶.

¹-магистрант гр. БПм-13, Института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: tatasenochek@mail.ru;

²-к.х.н., профессор кафедры ОХиПТ ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: vladlutsky@gmail.com;

³-к.б.н., с.н.с. лаборатории физиологии растительной клетки (ЛФРК) СИФИБР СО РАН, Иркутск, e-mail: penzina@sifibr.irk.ru;

⁴-вед. инженер ЛФРК СИФИБР СО РАН;

⁵-м.н.с. ЛФРК СИФИБР СО РАН,

⁶-к.б.н., зав. лаборатории физико-химических методов СИФИБР СО РАН.

Для настоящей работы был выбран достаточно распространенный в Байкальской Сибири гриб *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) Karst. - березовая губка, обитающая в основном на березе. Молодые плодовые тела березовой губки используются у народов Европы и Северной Америки в пищу и для приготовления горячего напитка подобно травяному чаю при некоторых заболеваниях [1].

Несколько штаммов этого вида введены нами в культуру и хранятся в коллекции СИФИБР СО РАН. Ранее нами было описано новое вещество - разветвленный глюкан пиптопоран [2]. Установлено, что экстрактивные компоненты плодовых тел *P. betulinus* обладают выраженными показателями антиоксидантной активности, превосходящие в ряде случаев таковые у широко используемого лекарственного гриба чаги на 15-30%.

Высокотехнологичные процессы экстрагирования с использованием сжиженных газов и сверхкритических флюидов (СКФ) становятся все более востребованными для переработки в первую очередь растительного сырья - фракционирования, сепарации, концентрирования, микронизации частиц, микрокапсулирования, низкотемпературной стерилизации и других важных процессов глубокой переработки. Наиболее сильными характеристиками метода экстракции СКФ является отсутствие влияния высокой температуры и высокотоксичных растворителей. По мере совершенствования технологического процесса выявляется возможность практически полного экстрагирования ценного сырья в одном замкнутом цикле.

Если для растительного сырья метод экстракции СКФ уже имеет достаточно полные наработки и применение в промышленности, то для сырья грибного происхождения в технологии биологически активных субстанций

природного происхождения применение СКФ остается малоизученным. Многие грибы имеют большие перспективы в фармацевтической, косметической и пищевой промышленности, что показывают новейшие исследования.

Химический состав CO_2 СКФ экстракта до наших работ не изучался.

Целью настоящей работы являлось изучение состава жирных кислот лекарственного гриба *Piptoporus betulinus* при различных режимах СКФ экстракции.

Экспериментальная часть.

Плодовые тела гриба были собраны в таежных ландшафтах Кадинского заказника Иркутской области. Предварительная подготовка для экстракции плодовых тел заключалась в высушивании при 40°C и перемалывании на мельнице до 0,1-0,5 см.

Флюидная экстракция проводилась на установке R-401 Series SFE System (Южная Корея), в лаборатории кафедры органической химии и пищевых технологий ИрГТУ. При постоянной температуре $340 \pm 5^\circ\text{K}$. были опробованы различные режимы экстракции: изменялось давление от 10 до 35 МПа, с добавкой и без добавки сорастворителя (модификатора), в стационарном и проточном режимах.

Обсуждение результатов.

В результате апробации 11 различных режимов в составе СКФ экстрактов плодовых тел березовой губки *P. betulinus* определены 18 жирных кислот. Состав полученных экстрактов значительно различается в зависимости от заданных параметров экстракции.

Среди насыщенных кислот преобладает пальмитиновая (от 13,2% до 4,4%), остальные насыщенные кислоты (лауриновая, миристиновая, пентадециловая, стеариновая) содержатся в количестве менее 6%.

Среди ненасыщенных кислот доминирует олеиновая (до 53,4%) и линолевая (до 37,5%), несколько меньше содержится пальмитолеиновой (до 12,0 %) и линоленовой кислот (до 2,7%).

Следует обратить внимание на высокие проценты (в сравнении с насыщенными) содержания в исследуемой губке ненасыщенных жирных кислот – олеиновой, линолевой и пальмитолеиновой. Олеиновая кислота находит широкое применение в медицине - кислоту относят к кардиопротекторам, она снижает уровень холестерина и предотвращает окисление холестерина низкой плотности, препятствует отложению жиров, замедляет перекисное окисление липидов. Линолевая кислота относится к классу ω -6 ненасыщенных жирных кислот, содержится в таком ценном растительном сырье как масло расторопши, льняном, соевом масле, грецком орехе.

Найдена интересная зависимость селективности извлечения кислот от давления и модификаторов при постоянной температуре.

На количественные характеристики экстрактов также влияют способы подготовки пробы - степень и форма измельчения сырья [3]. В дальнейшем

планируется провести серию экспериментов и отработку метода в этом направлении.

Библиографический список.

1. Вишневский М.А. Лекарственные грибы. Большая энциклопедия. / М: Эскмо, 2014. – 400 с.

2. Olennikov D. N., Agafonova S. V., Rokhin A. V., Penzina T. A., Borovskii G. B. Branched glucan from the fruiting bodies of *Piptoporus betulinus* (Bull.:Fr) Karst. / Prikladnaya Biokhimiya i Mikrobiologiya, 2012, Vol. 48, No. 1, pp. 74–80.

3. Зилфикаров И.Н., Челомбитько В.А., Алиев А.М. Обработка лекарственного растительного сырья сжиженными газами и сверхкритическими флюидами / под ред. В.А.Челомбитько. – Пятигорск, 2007. – 244 с.

СЕКЦИЯ № 3

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНИКА

СОСТАВ ОДУБИНЫ КОРЫ СОСНЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

П.В. Мишура¹, Т.В. Рязанова², О.Е. Яковлева³

¹ аспирант кафедры химической технологии древесины и биотехнологии СибГТУ, г. Красноярск e-mail.: pavelmishura@gmail.com

² д.т.н., профессор кафедры химической технологии древесины и биотехнологии СибГТУ, г. Красноярск

³ студент факультета переработки природных соединений СибГТУ, г. Красноярск

Комплексное и рациональное использование древесного сырья имеет важное народнохозяйственное значение. Ежегодно ресурсы отходов окорки древесины в нашей стране составляют около 30 млн м³. Основную массу коры вывозят в отвалы, загрязняющие окружающую среду. Отходы окорки – это такое же ценное, с точки зрения возможности получения различных продуктов, древесное сырье, как и сама древесина. Поэтому утилизация этих отходов является одним из путей решения задачи комплексного использования древесного сырья. На кафедре ХТД (СибГТУ) нами разработана технология получения дубильных экстрактов из коры хвойных, позволяющая получать экстракты высокого качества, которые конкурируют с западными аналогами, однако многотоннажным отходом является одубина [1]. Проблемой остается эффективное использование одубины, что и явилось задачей данных исследований.

Существуют различные методы утилизации коры, такие как сжигание и получение дубильных экстрактов. В первом случае, это экономически не выгодно, во втором, при производстве дубильных экстрактов с высокой доброкачественностью из коры хвойных пород многотоннажным отходом остаётся твёрдый остаток (одубина), который так и не нашёл квалифицированного применения. Утилизация одубины остаётся нерешенной проблемой, как с экологической так и с экономической точки зрения. Сложившаяся ситуация даёт основание для поиска новых способов переработки одубины коры хвойных пород.

Полученная в результате водно-щелочной экстракции одубина коры является объектом исследования данной работы. Было проведено ис-

следование химического состава одубины и ее адсорбционной активности по метиленовому голубому и по йоду с использованием методик [2], принятых в химии растительного сырья, и рассмотрены возможные пути ее утилизации. Химический состав одубины и ее адсорбционная активность приведены в таблице.

Как видно из таблицы, твердый остаток после экстракции по химическому составу представляет собой лигно-углеводный комплекс с достаточно развитой пористой структурой, что позволяет рекомендовать её в качестве сырья для получения продуктов различного назначения.

Таблица – Химический состав и адсорбционная активность твердого остатка после экстракции коры сосны

Компонент	Содержание, %
Зола	$1,6 \pm 0,1$
Легкогидролизуемые полисахариды	$9,6 \pm 1,0$
Трудногидролизуемые полисахариды	$36,2 \pm 1,4$
Лигнин	$52,6 \pm 2,1$
Целлюлоза	$14,0 \pm 1,6$
Адсорбционная активность по метиленовому голубому	$89,3 \pm 0,5$
Адсорбционная активность по йоду	$18,3 \pm 0,4$

Одним из направлений утилизации одубины является ее использование в качестве субстрата для получения биопрепаратов на основе грибов рода *Trichoderma*. Роль микроорганизмов в производстве новых продуктов микробного синтеза все более возрастают. Микроорганизмы способны разлагать, трансформировать и минерализовать любые органические соединения, однако проблема ресурсов доступного и дешевого сырья для промышленной биотехнологии остается весьма актуальной. В результате культивирования была получена биомасса с выходом 92 % от а.с.м. одубины и содержанием КОЕ $3,6 - 3,8 \cdot 10^9$ сп./г. Полученные биопрепараты могут быть составной частью интегрированной защиты растений в лесопитомниках Средней Сибири [3].

Исследования, проведенные А. В. Семенович и С. Р. Лоскутовым [4], показали возможность использования модифицированной коры хвойных в качестве сорбента. Высокая адсорбционная активность одубины позволяет рекомендовать ее в качестве наполнителя при получении сорбента. Сорбент получали на пеногенерирующей установке ООО «НПФ«Экосорб» (г. Красноярск). Нефтеемкость полученного сорбента составила 40 - 46 г нефти /г сорбента.

Таким образом проведенные исследования показали перспективность использования одубины как для получения биопрепаратов, так и для получения сорбентов.

Библиографический список

1 Э. Д. Левин, О. Б. Денисов, Р. З. Пен. Комплексная переработка лиственницы.- М.: Лесн. пром-сть, 1978.

2 Н. А. Чупрова, Е. В. Исаева. Химия древесины. Химия древесины и синтетических полимеров [Текст]: лабораторный практикум для студентов всех форм обучения специальности 240406.65 и направления 240406.62 // Красноярск: СибГТУ, 2008. – 64 с.

3 Ю. А. Тюлькова. Переработка коры сосны с получением дубильных экстрактов : Автореф. дис. ... кандидата техн. наук. Красноярск, 2013.

4 А.В. Семенович, С.Р. Лоскутов, Г.В. Пермякова. Сбор проливов нефтепродуктов модифицированной корой хвойных пород// Химия растительного сырья, 2008.- №2.- С. 113 - 117.

ПРОБЛЕМА ДЕМАНГАЦИИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

О.А. Колесова¹, Ю.И.Дударева²

¹ аспирант кафедры общеобразовательных дисциплин ИрННТУ

² студентка группы ИСТб-14-1 института кибернетики ИрННТУ

Сегодня в большинстве регионов нашей страны складывается неблагоприятное экологическое положение за счет сброса неочищенных или недостаточно очищенных бытовых и промышленных сточных вод. Состав вод поверхностных водоемов вблизи крупных городов характеризуется содержанием в них повышенных концентраций фенолов, нефтепродуктов, хлорорганических соединений, аммонийного и нитритного азота и пр. Содержание химических соединений в таких водных объектах иногда в десятки и сотни раз превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по санитарно-гигиеническим показателям [1].

Загрязнители воды наиболее часто обнаруживаемые в воде, в том числе, в питьевых водах большинства российских регионов, - это марганец. Учитывая сведения о неблагоприятном действии марганца, поступающего в организм с питьевой водой даже в сравнительно малых дозах, необходимо при подготовке специально проводить демангацию и деферризацию воды.

На сегодняшний день разработан широкий ряд технологий удаления железа и марганца из воды. Преимущественно они базируются на физико-химических процессах аэрационного окисления двухвалентных железа и марганца с последующим образованием и отделением нерастворимых фаз или выводом элементов в процессах адсорбции, хемосорбции путем управления такими факторами как pH, ОВП, температу-

ра, кислород, железо-марганцевые бактерии и т.п. Тем не менее, продолжается совершенствование методик, с целью повышения эффективности практического применения процессов для очистки различных водных объектов.

Так, например, был проведен ряд исследований в области геоэкозащитных технологий в Петербургском государственном университете путей сообщения. Эти исследования показали, что продукты разрушения бетона, а также отходы производства пенобетона эффективно работают в отношении таких тяжелых металлов, как медь, кадмий, железо, марганец, никель, хром. На этом основании представлены данные статической емкости различных сорбентов на примере поглощения марганца: пенобетон D500 – 2,3 мг/г, бой бетона – 1,1 мг/г, термообработанный пенобетон – 2,86 мг/г. Также были проведены исследования проб сточной воды из ливневой канализации с территории промышленной площадки в Красногвардейском районе СПб, для сравнения взяли сорбент «Глинт» и обожженный пенобетон. Конечная концентрация загрязняющих веществ определялась в воде, которая контактировала в течении 2-х часов с выбранными сорбентами. Приведена таблица результатов извлечения железа и марганца.

Определяемый компонент	Средний результат параллельных определений исходной воды, мг/дм³	Средний результат параллельных определений воды после очистки обожженным пенобетоном, мг/дм³	Средний результат параллельных определений воды после очистки сорбентом «Глинт», мг/дм³	Нормативы (ПДК), не более
Железо	7,26629	0,02434	0,15904	0,3
Марганец	0,70931	0,00038	0,03650	0,1

По результатам извлечения видно, что обожженный пенобетон эффективнее, чем сорбент «Глинт» [2].

Эффективными в настоящее время признаны методы, основанные на физико-химических процессах. Одним из них является электрохимическая коагуляция [3]. Для деманганизации использовали электрокоагуляцию с растворимыми алюминиевыми анодами. В качестве объектов исследования использовали модельные растворы с содержанием Mn (II) до 55 мг/л и сточные воды горно-обогатительного комбината (с содержанием Mn (II) до 70 мг/л). Концентрацию ионов Mn (II) в растворах определяли спектрофотометрическим методом анализа. Электрохимическая

обработка модельных растворов длилась 30 минут. Определено значение кажущейся энергии активации процесса адсорбции ионов Mn (II) на электрогенерирующем коагулянте ($E_a = 11,269$ кДж/моль), что свидетельствует о протекании процесса адсорбции в диффузионной области. Показано, что эффективность очистки сточных вод от ионов Mn (II) составляет не менее 90 %.

Библиографический список

1. Комплексные решения в технологиях очистки воды/Демушкина М.А. [и др.]/Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение.-2012.-№8.-Т.56.-с.34-44.
2. Н.А. Бабак., О.А. Капустина, Л.В. Митрофанова //Геозэкологические аспекты очистки сточных вод и почв от ионов тяжелых металлов.2014 Вестник естественные и сельскохозяйственные науки, С.108
3. В.И. Дударев, А.Н. Баранов, Е.Г. Филатова, Л.А. Минаева.//Демангация сточных вод электрохимическим способом.2014. Вестник ИрГТУ №4, С.124

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Е.М. Яркова¹, О.В. Кузнецова²

¹ студентка гр. ТББ-14-1, института недропользования ИрНИТУ, г. Иркутск, e-mail: olvlku20@mail.ru

² к.х.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИрНИТУ, г. Иркутск, e-mail: olvlku20@mail.ru

С развитием новых отраслей промышленности, ростом номенклатуры выпускаемых и используемых веществ постоянно расширяется и перечень соединений, относимых к приоритетным загрязнителям воздушной среды. До 75% взвешенных атмосферных частиц имеют промышленное происхождение и содержат тяжелые металлы, канцерогенность и токсичность которых зависят от степени окисления элемента и формы его химического соединения. Контроль химического состава аэрозолей воздуха является одним из важных направлений охраны окружающей среды.

Для определения неорганических загрязнителей атмосферы широко применяют различные методы анализа: атомно-абсорбционный, атомно-эмиссионный, атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой; масс-спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой, фото-

метрический, электрохимический. Согласно отечественному нормативному документу [1] для контроля содержания металлов в атмосфере городов в основном (~80%) рекомендуются методики, основанные на фотометрическом определении металлов в материале проб.

Качество результатов количественного химического анализа зависит не только от правильности выбора метода анализа и методики выполнения измерений содержания определяемых компонентов, но и от полноты учета всех возможных химических взаимодействий компонентов, входящих в состав пробы. В аналитической практике на этапе разработки и внедрения методик используются модельные растворы с минимальным перечнем компонентов, тогда как при анализе реальных объектов приходится иметь дело с более сложными смесями, компоненты которых могут вступать во взаимодействия между собой и с определяемым веществом. В результате таких взаимодействий результаты определения оказываются сильно завышенными или заниженными вследствие возникновения систематической ошибки определения.

Целью данной работы является исследование мешающих взаимодействий ионов металлов при химическом анализе взвешенных атмосферных частиц. Ранее [2] было показано, что на результаты определения марганца мешающее влияние оказывают соединения железа: при фотометрическом определении марганца результаты оказываются завышены, при вольтамперометрическом определении марганца – занижены, погрешности результатов анализа могут достигать 40%.

Проведенные исследования показали, что мешающее влияние при определении марганца кроме соединений железа оказывают соединения никеля, кобальта и меди. При фотометрическом определении марганца присутствие ионов никеля (II), кобальта (II) и меди (II) приводит к завышению результатов на 20-25%. При вольтамперометрическом анализе наличие перечисленных ионов приводит к занижению результатов на 30%.

Таким образом, для получения достоверных результатов анализа необходим учет всех возможных взаимодействий как матричных компонентов пробы, так и реактивов, вносимых в пробу в ходе выполнения анализа в виде маскирующих реагентов, буферных растворов и т.д. Требуемый показатель правильности используемой методики может быть достигнут только путем введения соответствующей поправки в процедуру расчета концентрации загрязнителя, которая будет учитывать возникающую систематическую ошибку.

Библиографический список

1. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М: Госкомгидромет СССР, 1991. – 693 с.

2. Кузнецова О.В. Исследование влияния способа пробоподготовки на результаты анализа проб сварочных аэрозолей, собранных на фильтр // Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – № 5. – С. 87-90.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СВАРОЧНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ

Д.В. Богатова¹, О.В. Кузнецова²

¹ студентка гр. ТББ-14-1, института недропользования ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: olvlku20@mail.ru

² к.х.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: olvlku20@mail.ru

Сварка в настоящее время является одним из ведущих технологических процессов производства, не имеющего технической и экономически целесообразной альтернативы в создании прочного и долговечного соединения деталей машин и конструкций. Однако, сварочные работы сопряжены с множеством производственных факторов, негативно влияющих на здоровье персонала, наиболее существенным из которых является неизбежное образование сварочных аэрозолей и выделение их в воздух рабочей зоны.

В составе сварочного аэрозоля определяется высокое содержание соединений Mn, Cr и Fe, формирующих более 70% случаев профессиональной патологии. В большинстве сварочных производств условия труда не соответствуют действующим санитарным требованиям, в таких условиях трудится до 90% сварщиков. В структуре профзаболеваемости сварщиков более 80% занимают болезни бронхов и легких (хронический бронхит и пневмокониоз, бронхиальная астма, прогрессирующий склероз и рак легких и даже хроническая марганцевая интоксикация), т.е. заболевания, основной причиной которых является вдыхание сварочного аэрозоля. Средняя продолжительность жизни сварщика на 8-12 лет меньше средней продолжительности жизни мужчин по стране [1]. Вследствие перечисленного оценка уровня содержания тяжелых металлов в сварочных аэрозолях является важной проблемой контроля загрязнений воздуха рабочей зоны.

Для определения содержания тяжелых металлов в сварочных аэрозолях часто используют фотометрические методики анализа, помещенные в нормативном документе [2], что обусловлено доступностью их аппаратного оформления. Контроль правильности методик фотометрического определения металлов затруднен из-за отсутствия стан-

дартных образцов (СО) состава аэрозолей, собранных на фильтр. Применение других методов для этой цели невозможно вследствие разрушения материала проб при их подготовке к анализу.

Целью настоящей работы является создание синтетических образцов, адекватных по составу сварочным аэрозолям. Критическое рассмотрение способов получения синтетических образцов показало, что наиболее перспективными являются образцы на основе полимерных пленок. Трудность разработки стандартных образцов состава сварочных аэрозолей связана со сложностью фазового и химического составов аэрозолей, которые зависят от условий ведения сварочных работ.

Выполнена серия экспериментов по разработке синтетических стандартных образцов состава сварочных аэрозолей. Проведены исследования по выбору полимера, который будет служить носителем аэрозольных частиц. Установлено, что наиболее подходящим полимером-пленкообразователем является поливиниловый спирт. Также проведены исследования по выбору порошкового носителя определяемых компонентов. Показано, что на точность результатов определения металлов с помощью неdestructивных методик анализа существенно влияет размер частиц порошкового носителя и не влияет форма химических соединений определяемых компонентов. Это позволит готовить синтетические образцы состава сварочных аэрозолей из мелкодисперсных порошков разного химического состава.

Библиографический список

1. Горбань Л.Н. Интенсификация процессов дуговой сварки и проблемы сохранения здоровья сварщиков // Сварочное производство. – М., 1991. – №3. – С. 33-34.
2. МУ № 4945-88 по определению вредных веществ в сварочном аэрозоле (твердая фаза и газы). – М.: МП «Рарог», 1992. – 112 с.

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Н.Н. Демидова¹, Л.А. Минаева², В.И. Дударев³

¹студентка гр. УТЭП-10, кафедры химической технологии неорганических веществ и материалов, филиал ИрГТУ в г. Усолье-Сибирское, e-mail: Nata.demidova.1993@mail.ru

²старший преподаватель кафедры химической технологии неорганических веществ и материалов, филиал ИрГТУ в г. Усолье-Сибирское

³д.т.н., профессор заочно-вечернего факультета ИрГТУ, г. Иркутск

В современном мире особое значение приобретает переход к экологически безопасным технологиям, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду и снижающие экологические риски. Особенно это актуально для горно-обогатительных предприятий, поскольку характер таких воздействий является масштабным и долгосрочным.

Для всех способов разработки железорудных месторождений характерно воздействие на биосферу, затрагивающее практически все ее элементы: недра, землю, водный и воздушный бассейны, растительный и животный мир. Специфика добычи и обогащения руд Коршуновского ГОКа заключается в извлечении и переработке огромных масс горных пород, из которых используется лишь небольшая часть, все остальное накапливается в виде сбросов и отходов, загрязняя окружающую среду. Загрязнение природных поверхностных и подземных вод в зоне воздействия горно-обогатительного комбината происходит в результате поступления в них подотвальных, шахтных вод, сбросы рудничного и карьерного водоотлива, которые зачастую сбрасываются в неочищенном виде. В связи со сбросом сточных вод (отходов переработки полезных ископаемых) в водоемы ухудшается качество водных источников, изменяются гидрогеологические и гидрологические условия в районе месторождения. Как правило, сточные воды крупных горно-обогатительных комбинатов (ГОКов) содержат высокие концентрации ионов тяжелых металлов, сульфат-анион, хлорид-анионов, что приводит к исчезновению процесса самоочищения водоемов и необратимым нарушениям природного состояния водных объектов. Удельный расход воды в технологической схеме Коршуновского ГОКа составляет 6,0 м³/т перерабатываемой руды, т.е. в процессе работы горно-обогатительного предприятия используется 76,2 млн. м³ воды.

Состав сточных вод Коршуновского ГОКа

Показатели Наименование за- грязняющего ве- щества	Карьерный водоотлив с первой горы (выпуск № 3)		Карьерный водоотлив со второй горы (выпуск № 4)	
	Концентрация, мг/дм ³	Масса сброса, т/год	Концентрация, мг/дм ³	Масса сброса, т/год
Хлорид-анион	35615	284579,5	8270,4	1715,5
Сульфат-анион	1571,4	9180,7	893,4	277,4
Кальций	1103,1	7509,7	453,7	207,3
Магний	346,6	3034,1	219,3	87,8
Натрий	20935,4	152904,1	3443,9	843,
Калий	66,5	569,2	-	-
Железо общее	0,10	0,07	0,09	0,07
Марганец	0,12	0,2	0,08	0,1
Цинк	0,0383	0,024	0,012	0,021
Медь	0,057	0,008	0,003	0,001
Литий	0,25	0,269	0,12	0,049
Взвешенные вещества	32,38	40,7	5,3	1,4

В карьерных водоотливах с первой и со второй горы комбината масса сброса составляет 7958,898 тыс. м³, а масса сбрасываемого в воде марганца составляет более 1 тонны в год, что реально снижает экологические показатели переработки руд.

Решение проблемы специальной очистки техногенных вод горно-обогатительного предприятия и целевого извлечения ценных компонентов в виде кондиционного сырья соответствует приоритетному направлению, указанному в Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года - значительное улучшение качества природной среды и экологических условий жизни человека, формирования сбалансированной экологически ориентированной модели развития экономики и экологически конкурентоспособных производств.

Для очистки сточных вод ГОКов известны и применяются: реагентные, биохимические, мембранные, сорбционные методы и метод термической дистилляции с предварительным осветлением и использованием электролитического извлечения металлов.

К перспективным методам очистки техногенных вод следует отнести метод электрохимической обработки, к достоинствам которого относят: универсальность, очистка до норм ПДК, возможность совместной утилизации различных по природе примесных компонентов, отсутствие вторичного загрязнения очищаемых вод, возможность возврата очищенной воды после корректировки pH. Ценность и практическая значимость

электрохимической технологии в том, что одновременно протекает ряд физико-химических процессов, вызванных электролизом. В этом случае вода не только обеззараживается, но и сама проявляет бактерицидные свойства, появляется возможность регулирования pH на всех этапах обработки воды и стоков.

В настоящее время не существует пригодной к внедрению эффективно работающей и экономически выгодной технологии по очистке сточных вод, позволяющих сбрасывать сточные воды в водные объекты, не нанося серьезного ущерба окружающей среде.

Нами разработана принципиальная технологическая схема очистки от ионов марганца промышленных сточных вод, которая позволит провести электрокоагуляционную очистку с одновременной переработкой электрокоагуляционного шлама в товарные продукты в виде смешанного коагулянта и оксида марганца (IV). При внедрении указанной технологии на Коршуновском ГОКе экономический эффект составит порядка 842 тыс. руб. за счет снижения платы за загрязнение окружающей среды, а эколого-экономический эффект составит более 500 тыс. руб. в год.

В итоге можно заключить, что для доведения качества сбрасываемых вод до установленных законодательством нормативов целесообразна разработка и применение комбинированных методов.

Библиографический список

1. Сафарова В.И. Анализ технологических решений по очистке сточных вод горно-обогатительных комбинатов /В.И. Сафарова, Г.Ф. Шайдулина, Н.Н. Красногорская, И.В. Вдовина // Безопасность жизнедеятельности – 2009. – № 7 – С.43–48.
2. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Иркутской области за 2013 год. – Иркутск : Изд-во Института географии им. В.Б. Согавы СОРАИ, 2013. – 337 с.
3. Минаева Л.А. Современные методы деманганизации природных и сточных вод / Л.А. Минаева, В.И. Дударев // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – № 5. – С. 76–81.

РАЗВИТИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КОЛЬЦЕВАЯ ГНИЛЬ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Перфильева А.И.¹, Рымарева Е.В.², Рихванов Е.Г.³

¹к.б.н., научный сотрудник лаб. растительно-микробных взаимодействий СИФИБР СО РАН, г. Иркутск, e-mail: alla.light@mail.ru

²к.б.н., научный сотрудник лаб. растительно-микробных взаимодействий СИФИБР СО РАН, г. Иркутск, e-mail: elena_rymareva@mail.ru

³д.б.н., ведущий научный сотрудник лаб. физиологической генетики СИФИБР СО РАН, г. Иркутск, e-mail: eugene@sifibr.irk.ru

До половины урожая картофеля в странах Северной Европы и Канады теряется в результате заболевания кольцевая гниль картофеля, которая вызывается грамположительной бактерией - *Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus (Cms)* [1]. Согласно данным Европейской и Средиземноморской организации защиты растений (<http://www.eppo.int>) кольцевая гниль широко распространена в европейских регионах России, хотя и не является карантинным организмом. Можно ожидать, что в связи с глобальным потеплением климата ареал обитания возбудителя будет расширяться, что приведет к распространению данного заболевания и в Восточной Сибири.

Цель работы – изучить проявление симптомов заболевания кольцевая гниль картофеля в условиях Восточной Сибири.

В работе были использованы клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Лукьяновский – восприимчивого к бактериальному фитопатогену *Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus (Cms)* [2] и два штамма *Cms*: штамм Ас1405 и штамм В 66. Работа представлена длительным экспериментом, включающим инфицирование клубней *Cms* двух штаммов перед закладкой на хранение (осенью), анализ влияния заражения на прорастание клубней (весной, после хранения), высаживание этих клубней в почву, наблюдение за растениями в процессе вегетации (подсчет количества побегов, измерение длины побегов, учет цветения), анализ продуктивности.

Было показано, что заражение двумя штаммами *Cms* не оказывало отрицательного эффекта на количество проростков у клубней, но замедляло их прорастание (табл. 1). Наблюдения за растениями картофеля в период вегетации показало, что заражение обоими штаммами патогена приводило к увеличению процента цветущих растений по сравнению с контролем. У растений зараженных штаммом Ас1405 количество побегов и их длина достоверно превышало эти показатели у контрольных растений. Заражение штаммов В66 повышало количество побегов, но не влияло на их длину (табл. 1). По-видимому, это свидетельствует о сти-

муляции роста и развития растений бактериальным заражением. Также заражение штаммом Ас 1405, приводило к некоторому повышению продуктивности, заражение штаммом В66 ее снижало (табл. 1).

Таблица 1

Влияние заражения *Cts* (штамм В66, Ас 1405) на хранение клубней, вегетацию и продуктивность картофеля сорта Лукьяновский

Вариант	Среднее количество проростков шт./клубень	Средняя длина проростков, см.	Среднее количество побегов в период вегетации шт./куст	Средняя длина побега, см	Количество цветущих, %	Продуктивность кг/куст
К	5,65±0,77	8,85±1,15	4,58±0,32	52,92±1,28	75	0,87±0,06
В66	6,25±0,46	1,36±0,07	5,54±0,41	55,00±1,67	72	0,74±0,05
Ас1405	4,08±0,49	2,70±0,24	6,00±0,38	60,20±1,15	87,5	1,05±0,07

Примечание: К – контроль, В66 – заражение клубней штаммом В66, Ас1405 – заражение клубней штаммом Ас 1405. n=20, m±S.E.

Таким образом, было показано, что исследуемые штаммы бактерии *Cts* подавляют прорастание клубней картофеля во время хранения, не влияя на продуктивность. Более того, заражение может стимулировать рост и развитие растений, повышая количество побегов и их длину на стадии вегетации. Отсутствие отрицательного эффекта заражения *Cts* на продуктивность может быть вызвано латентным характером заболевания [1], а также климатическим условиями Восточной Сибири, ограничивающими распространение заболевания.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 14–404107 РФФИ_Сибирь.

Библиографический список

1. Eichenlaub R., Gartemann K.H. The *Clavibacter michiganensis* subspecies: molecular investigation of gram-positive bacterial plant pathogens // Annu Rev Phytopathol. 2011. V. 49. P. 445-464.
2. Romanenko A.S., Riffel A.A., Graskova I.A., Rachenko M.A. The role of extracellular pH-homeostasis in potato resistance to ring-rot pathogen // J. of Phytopathology. 1999. V. 147. № 11-12. P. 679-686.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Н.А. Уланова¹, В.В. Верхотуров²

¹ аспирант кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: vvv33@istu.edu

² д.б.н., профессор кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: vvv33@istu.edu

Технология производства электрической энергии связана с большим количеством отходов, выбрасываемых в окружающую среду. Сегодня проблема влияния энергетики на природу становится особенно острой, так как загрязнение окружающей среды, атмосферы и гидросферы с каждым годом всё увеличивается. Современный уровень производства тепловой и электрической энергии сопровождается использованием большого количества природной воды и сбросом сточных вод разного уровня загрязненности.

Цель настоящей работы – исследовать химический состав сточных вод теплоэлектростанции.

Отбор и анализ проб производился ежемесячно в местах забора исходной воды и сброса теплообменных вод. Анализ отобранных проб проводился по следующим подпадающим под общие требования нормируемым показателям состава и свойств сточных вод: pH, растворенный кислород, цветность, запах, плавающие примеси, а также нормируемым загрязняющим веществам: железо, медь, нефтепродукты и минеральные примеси (взвешенные вещества).

Для оценки водохозяйственной обстановки на участке выпуска теплообменных вод приводятся совмещенные графики содержания химических веществ в воде р. Ангара в подводящем канале и содержания загрязняющих веществ в сточных водах в сравнении с ПДК для воды водоемов рыбохозяйственного значения контролируемых веществ. Сравнительный анализ данных позволяют сделать вывод о том, что выпуск сточных вод не оказывает влияние на качество воды р. Ангара (рис.1,2).

Следует отметить, что при содержании меди в фоновом створе и сточных водах на уровне ПДК р/х зафиксировано ее повышенное содержание (3,5 ПДК) в контрольном створе. Очевидно, это связано с расположением водохозяйственного участка в промышленной зоне и влиянием на качество воды поверхностного стока с территории садоводств, гаражных кооперативов и т.п., также не исключено влияние грунтовых вод этой же территории. На водохозяйственном участке зафиксировано сезонное увеличение содержания железа, которое обусловлено перечисленными выше причинами и не зависит от качества сбрасываемых сточных вод. По

нефтепродуктам и взвешенным веществам значения концентраций колеблются в пределах установленных нормативов для водоемов рыбохозяйственного значения.

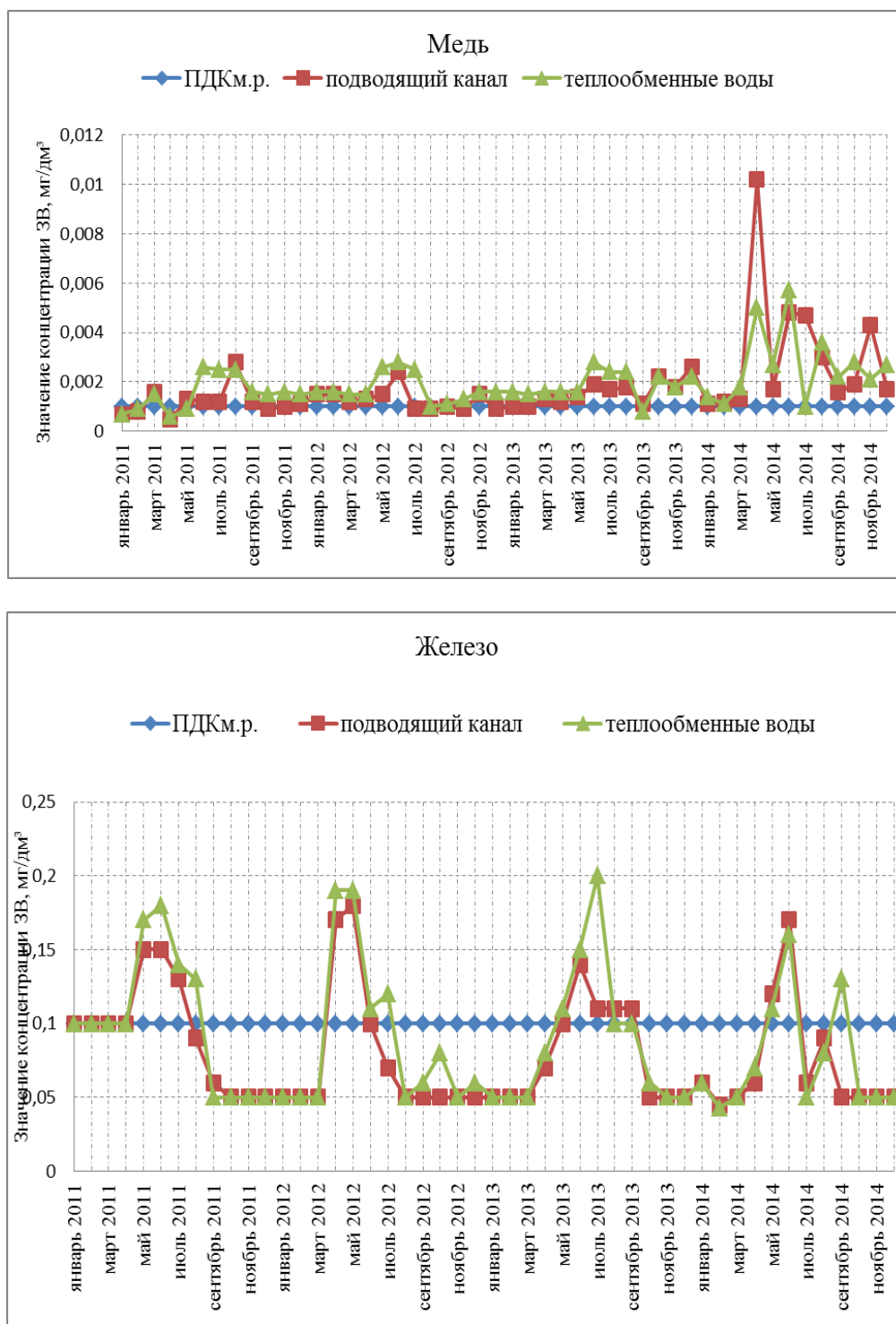


Рис. 1. График соотношения концентраций меди и железа в исходной воде и теплообменных сточных водах.

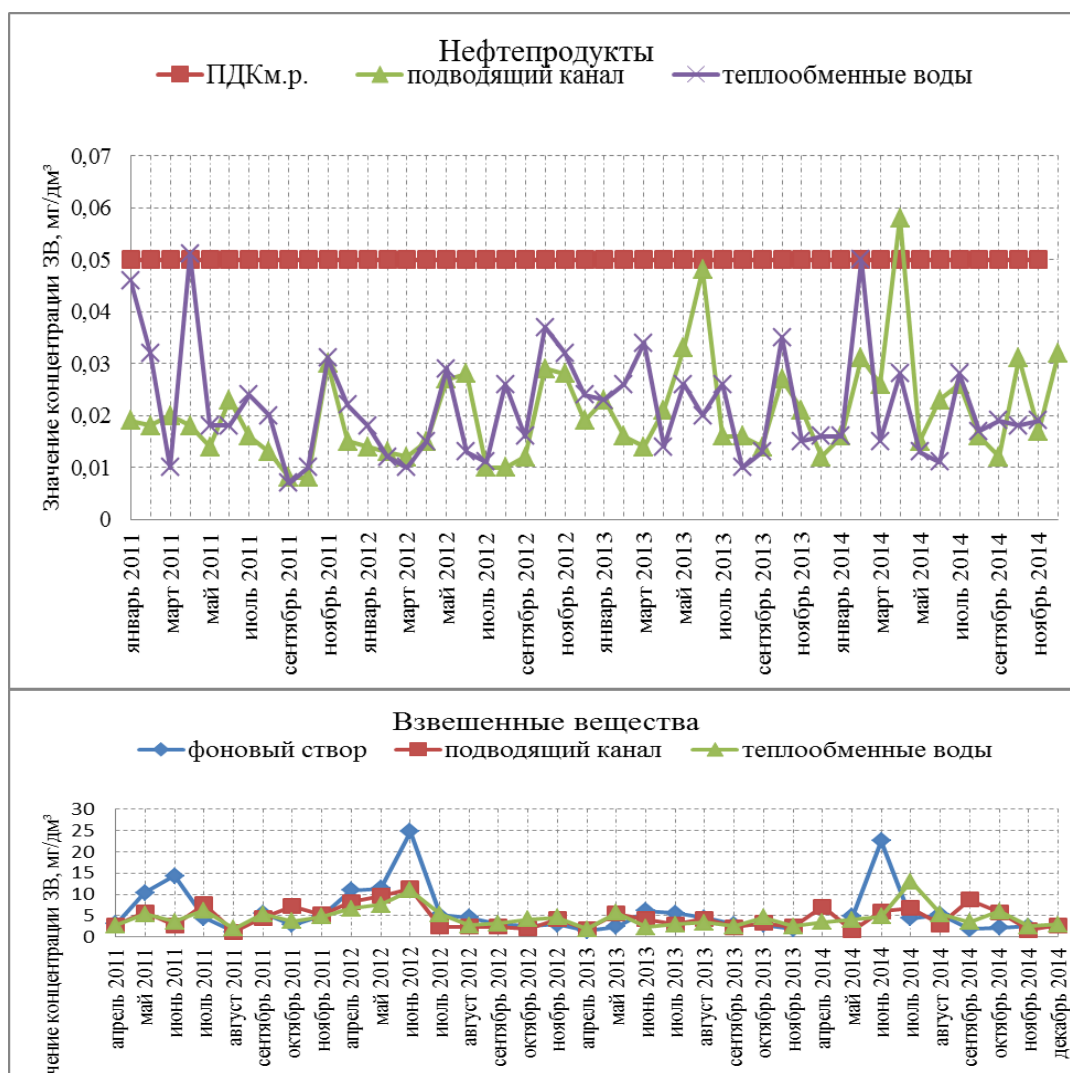


Рис. 2 График соотношения концентраций нефтепродуктов и взвешенных веществ в исходной воде и теплообменных сточных водах.

Данные графиков позволяют сделать вывод, о том, что содержание меди в теплообменных водах несколько выше, чем значения содержания ее в исходной воде. Вместе с тем, известно, содержание меди в р. Ангара превышает ПДКм.р., установленные для водоемов рыбохозяйственного значения.

Повышенное содержание меди в теплообменных водах требует особого внимания, т.к. от качества воды в циркуляционной системе зависит протекание процесса коррозии трубок основных конденсаторов турбоагрегатов, изготовленных из сплава МНЖ-5-1. В результате коррозии медь переходит в охлаждающую воду циркуляционного канала приводит к сбросам находящейся в циркуляционной воде меди в окружающую среду. В связи с жесткими нормами по сбросам меди в р. Ангара было инициировано проведение комплекса работ по снижению поступления меди в сбросные воды.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ АДсорбЕНТОВ

О.В. Климова¹, М.В. Климов², А.В. Житов³, О.И. Рандин⁴

¹ст. преподаватель НИ ИрГТУ, Иркутск, e-mail: kcud@mail.ru,

²инспектор, Администрация г. Иркутска, Иркутск, e-mail: jee-foo_89@mail.ru,

³аспирант НИ ИрГТУ, Иркутск, e-mail: kcud@mail.ru,

⁴к.х.н., доцент НИ ИрГТУ, Иркутск

Сорбционные методы зарекомендовали себя как весьма эффективные для очистки воды от ионов тяжелых металлов. Адсорбентами могут выступать активированные угли, синтетические материалы, различные отходы производства (шлаки, зола, опилки и др.). Особый интерес представляют углеродные адсорбенты. Они обладают большой удельной поверхностью, имеют развитую пористую структуру, высокую сорбционную емкость и др. Углеродные адсорбенты возможно использовать для очистки воды от соединений хрома (VI), что является актуальным направлением их экологического применения.

Для извлечения хрома (VI) из водных растворов были выбраны углеродные адсорбенты марок КАД, ИПИ-Т, Сибунит и АД-05-2, разные по своей природе. КАД и АД-05-2 получены на основе длиннопламенных каменных углей, основа ИПИ-Т – фенолоформальдегидные смолы, Сибунит является синтезированным углеродным адсорбентом. Сорбционная емкость адсорбента и его кинетические свойства являются значимыми показателями, определяющими возможность использования данного материала в практических целях. Установлено, что максимальная сорбция хрома (VI) протекает в сильноокислой среде [1]. Для изучения кинетики процесса сорбции навески адсорбентов массой 0,5 г помещали в сильноокислый раствор соли металла с исходной концентрацией ионов хрома (VI) 200 мг/л (3,84 ммоль/л) и встряхивали навеску в течение времени до наступления равновесия. Основной исследуемой зависимостью служило изменение величины сорбции во времени: $A=f(t)$, где A - величина сорбции, достигнутая к моменту времени t . Кинетические кривые сорбционного процесса с применением различных адсорбентов показаны на рисунке 1. Выявлено, что сорбционное взаимодействие в системе металлосодержащий раствор – углеродный адсорбент протекает достаточно интенсивно. Реакции подчиняются первому порядку [2]. Константы скоростей сорбционного процесса, рассчитанные по уравнению реакции 1-го порядка: $k_{сАД-05-2} = 0,33 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, $k_{сСибунит} = 0,41 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, $k_{сКАД} = 0,14 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, $k_{сИПИ-Т} = 0,11 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. Максимальной сорбционной

способностью по отношению к ионам хрома(VI) обладают адсорбенты АД-05-2 и Сибунит.

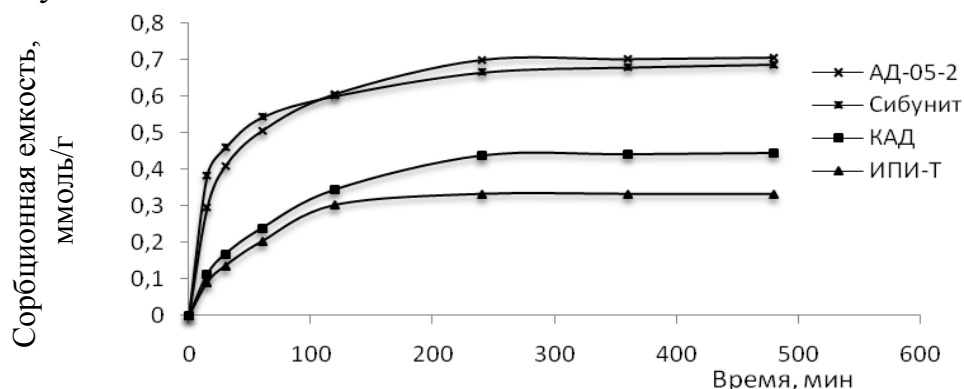


Рис. 1. Кинетические кривые сорбции ионов хрома(VI) при T=294 К на адсорбентах АД-05-2, Сибунит, КАД, ИПИ-Т.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика ионообменной емкости этих адсорбентов. По своей природе углеродные адсорбенты являются амфотерными, однако их анионообменная емкость является преобладающей.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика адсорбентов

Наименование адсорбента		АД-05-2	Сибунит
Статическая ионообменная емкость, мг-экв/г	q_{H^+}	0,92±0,01	0,24±0,01
	q_{OH^-}	7,52±0,02	2,17±0,02

Для дальнейших исследований были использованы именно эти адсорбенты, поскольку сорбционная емкость по отношению к хрому у адсорбентов АД-05-2 и Сибунит почти в 1,5-2 раза превышает емкость КАД и ИПИ-Т. Для выбранных адсорбентов получены кинетические данные и построены соответствующие кривые при различных массах навески и различных температурах. По результатам можно отметить, что взаимодействие адсорбента с металлом в каждом случае протекает достаточно эффективно. Время наступления равновесия в зависимости от массы навески адсорбента находится в интервале 30 - 240 мин. При адекватном соотношении массы навески и концентрации металла в растворе равновесие достигается спустя 30 мин от начала опыта. Максимальная величина сорбции ионов хрома составляет, соответственно, для АД-05-2 = 1,12 ммоль/г, а для Сибунита = 1,21 ммоль/г.

Библиографический список:

1. Климова О.В. Изучение процессов сорбции ионов хрома (VI) на углеродном сорбенте / Дударев В.И., Филатова Е.Г. // Водочистка. 2013. №10. – С.6-14.
2. Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология: учебное пособие / Н.Ф. Возная. – М.: Высшая школа, 1979. -340 с.

МЕХАНИЗМ СОРБЦИИ ИОНОВ ХРОМА (VI) НА УГЛЕРОДНОМ АДСОРБЕНТЕ

Климова О.В.¹, Дударева Ю.И.²

¹ аспирантка Заочно-вечернего факультета ИрГТУ, г.Иркутск, e-mail: kcud@mail.ru

² студентка гр. ИСТб 14-1 ИрГТУ, г.Иркутск, e-mail: kcud@mail.ru

При создании определенных условий адсорбент АД-05-2 проявляет высокие сорбционные показатели по отношению к ионам хрома (VI) [1]. Выявлено, что сорбционная емкость растет с повышением температуры. Максимальная сорбционная емкость при температуре 335 К соответствует 1,89 ммоль/г. Сорбционная способность углеродного адсорбента объясняется тем, что на поверхности пор существуют активные центры – карбоксильные и фенольные группы, усиливающие ионообменные свойства адсорбента. В сильно кислой среде ионы хрома (VI) находятся, как правило, в виде димера $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ [2], который является сорбируемым ионом. В процессе сорбции ионов хрома (VI) можно выделить следующие стадии:

- внешняя диффузия ионов металла к поверхности гранул адсорбента;
- внутренняя диффузия ионов металла в поры адсорбента;
- закрепление ионов хрома (VI) за счёт взаимодействия π -электронов полисопряженной системы углеродного адсорбента и d-орбиталей ионов хрома (частный случай донорно-акцепторного взаимодействия);
- химическая реакция ионного обмена на углеродной поверхности с участием димера $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и функциональных групп, закрепленных на углеродной поверхности с выделением гидроксильных групп.

Из литературы известно, что бихромат-ион в кислой среде находится в виде устойчивого аквакомплекса. Результаты наших квантово-химических расчетов, выполненных с помощью программы Firefly801, подтверждают возможность существования такого аквакомплекса (рис.1).

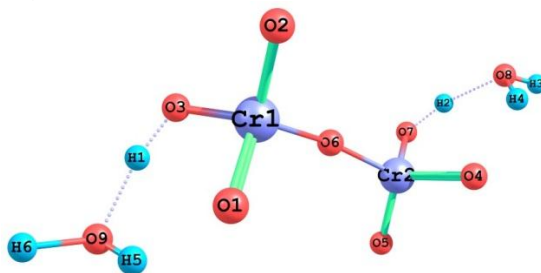


Рисунок 1. Молекулярная структура аквакомплекса хрома(VI), оптимизированная с использованием программы Firefly801

На его разрушение перед сорбцией требуется некоторая энергия, которую можно получить повышением температуры. После разрушения аквакомплекса ионы хрома диффундируют к поверхности, а затем в поры адсорбента. Далее происходит закрепление хрома на поверхности адсорбента (рис.2).

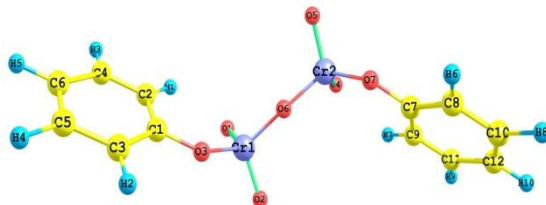


Рисунок 2. Вариант возможного закрепления хрома на поверхности адсорбента.

Установлено, что в процессе сорбции раствор подщелачивается. Повышение pH позволяет судить о выделении гидроксильных групп в результате ионного обмена в процессе сорбции. Закрепление металла на поверхности адсорбента подтверждено результатами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (прибор Jeol JIB – Z4500). Об этом свидетельствует образование дополнительных пиков на спектре после процесса сорбции (рис.3).

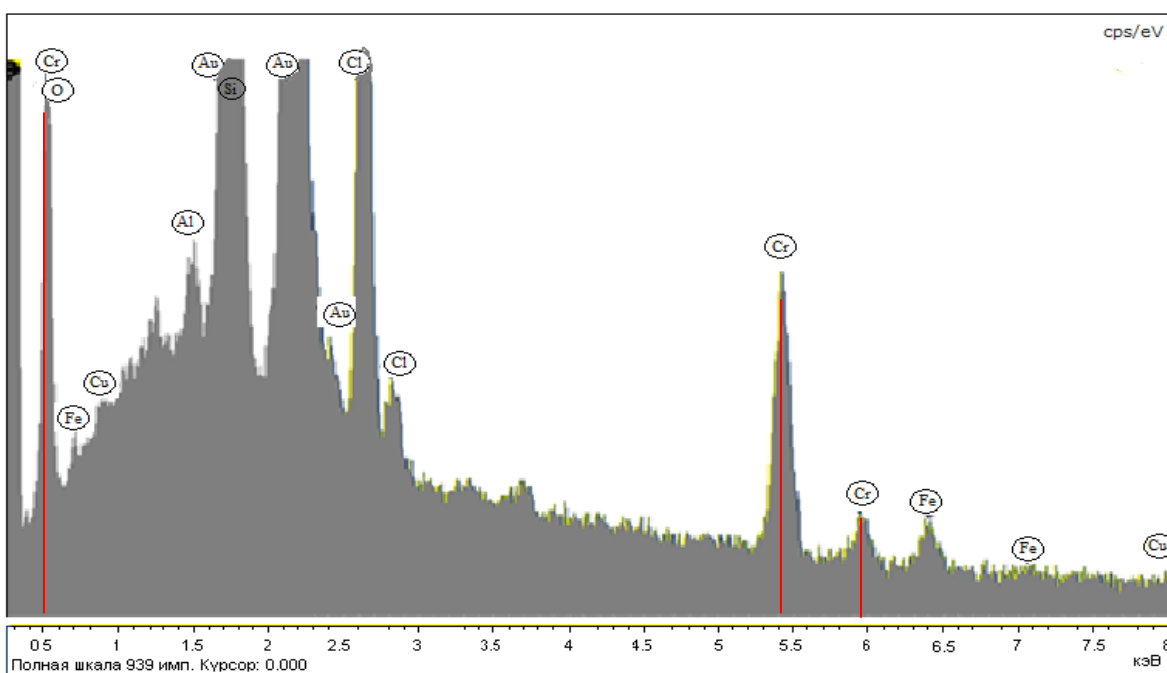


Рисунок 3. Энергодисперсионный рентгеновский спектр адсорбента АД-05-2 после процесса сорбции хрома (VI).

Библиографический список

1. Климова О.В. Сорбция ионов хрома (VI) углеродным адсорбентом // Вестник ИрГТУ. 2012. №11. - С.155-159.
2. Лаврухина А.К. Аналитическая химия хрома / А.К. Лаврухина, Л.В. Юкина. – М.: Наука, 1979. – 218 с.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ХРОМОРОВОГО ЭЛЕКТРОЛИТА АНОДНОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Д.В. Минаев¹, А.Д. Чугунов², Е.Г. Филатова³

¹ аспирант, кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: minaev.dimn@yandex.ru

² студент гр. ХТб- 14- 2 института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИрГТУ, г. Иркутск, chugunovsasha1996@yandex.ru

³ к.т.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: efila@list.ru

В машиностроительной промышленности широко применяют процесс анодного-оксидирования алюминия и его сплавов с целью их защиты от атмосферной коррозии и лучшей адгезии лакокрасочных покрытий. Известно большое количество различных технологий анодного оксидирования алюминия, которые имеют свои преимущества и недостатки [1]. Ниже перечисленные наиболее часто применяемые на практике технологии оксидирования.

Это – оксидирование в серноокислотном электролите, позволяющее получать твёрдые оксидные плёнки, вместе с высокими декоративными свойствами. Серноокислый электролит, благодаря своей экономичности, возможности обработки в нем различных сплавов алюминия и получения оксидных покрытий, обладающих хорошими эксплуатационными свойствами, наиболее широко применяется в промышленности. Бесцветные, прозрачные защитно-декоративные оксидные покрытия в серноокислом электролите могут быть получены на сплавах, в которых содержание легирующих компонентов не превышает (масс. %): железа 0,5; меди 2; магния 7; цинка 7; кремния 3; марганца 0,8; хрома 0, и титана 0,3 [2].

Оксидирование в щавелевокислом электролите. Позволяет получать качественные электроизоляционные покрытия. Цвет оксидных покрытий, получаемых в щавелевокислом электролите, зависит от их толщины, состава обрабатываемого сплава и режима электролиза. С увеличением толщины пленки на алюминии от 5 до 100 мкм ее цвет изменяется от серовато-белого до коричневого. Покрытия, сформированные при комнатной температуре, имеют серебристую окраску, с повышением температуры и анодной плотности тока они приобретают желтый, а затем коричневый цвет, напоминающий бронзу. Светлые пленки можно окрашивать органическими красителями в черный цвет. В зависимости от состава обрабатываемого сплава цвет покрытий может быть светло-коричневым и даже черным.

Оксидирование в хромовокислом электролите. Хромовокислые электролиты оксидирования менее агрессивны по отношению к алюми-

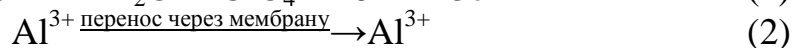
нию и оксидной пленке, чем серноокислые. Это, в основном, и определяет область их применения. В таких электролитах обрабатывают детали первого и второго класса точности, а также изделия, имеющие сварные и клепаные соединения. Особенно пригодны эти электролиты для обработки изделий из литейных алюминиево-кремниевых сплавов. Наличие на поверхности деталей мелких пороков литья, раковин, из которых трудно удалить следы оксидировочного электролита, делают невозможным использование для их оксидирования весьма агрессивного сернокислого раствора. В этом случае хромовокислый электролит имеет преимущество.

При длительной эксплуатации хромового электролита анодного оксидирования в нем накапливаются различные примеси, ионы алюминия хрома и др. Которые отрицательно влияют на качество анодной пленки алюминиевых деталей, повышая количество брака готовой продукции на предприятиях.

Количество примесей в хромовом электролите контролируется химическим анализом. При превышении допустимых концентраций проводят частичную или полную замену электролита. Отработанный электролит относится к отходам 1-2 класса опасности и требует особых условий хранения.

В работе рассмотрена возможность регенерации хромового электролита анодного оксидирования методом мембранного электролиза. В литературе описан ряд экспериментов, в которых погружной электрохимический модуль используют для регенерации технологических растворов и очистки промывных вод [3–5].

При погружении электрохимического модуля с катионитовой мембраной, внутренним катодом и внешним нерастворим анодом, в процессе электролиза ионы Al^{3+} будут переходить в погружной модуль, а ионы Cr^{3+} будут окисляться на аноде с одновременным подкислением раствора:



Регулируя силу тока, можно произвольно ускорять или замедлять реакцию (1) и таким образом, поддерживать постоянный состав хромового электролита, отвечающий оптимальным значениям отношения $Cr(VI)/Cr(III)$. При этом, полностью ликвидируются периодические сбросы отработанного электролита. А корректировка состава сведена к минимуму, к компенсации уноса электролита с обрабатываемыми деталями.

Библиографический список

1. Гальванотехника: Справочник / Под ред. Гинберга А.М., Иванова А.Ф., Кравченко Л.Л. – М.: Металлургия, 1987. 736 с.

2. Ямпольский А.М., Ильин В.А. Гальванотехника. Краткий справочник. – Л.: Машиностроение, 1972. 224 с.
3. Кругликов С.С., Тураев Д.Ю., Кузнецова Н.С. Гальванотехника и обработка поверхности. 2003. № 1. С. 37.
4. Тураев Д.Ю., Веселовская А.И., Кругликов С.С. Успехи в химии и химической технологии. 2006. № 9. С. 72.
5. Курушина Н.В., Клещевникова И.В. Экология производства. 2006. № 3.

ДЕСОРБЦИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

О.И. Помазкина¹, К.А. Трезубов², Е.Г. Филатова³

¹ аспирант кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: olga_pomazkina@mail.ru

² студент гр. ХТб- 14- 2 института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИрГТУ, г. Иркутск, iiikirill@yandex.ru

³ к.т.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: efila@list.ru

Очистка сточных вод гальванических производств от ионов тяжелых металлов является актуальной проблемой охраны окружающей среды, и ее решение требует использование на практике новых высокоэффективных технологий.

Работа посвящена разработке цеолитно-адсорбционной технологии очистки сточных вод, практическое применение которой позволит снизить концентрацию ионов тяжелых металлов до норм ПДК, а очищенную воду даст возможность повторно использовать в оборотной системе водоснабжения предприятий. Известно, что адсорбционные технологии являются эффективными лишь при условии многократного использования адсорбентов. Поэтому необходимо изучать вопросы десорбции ионов тяжелых металлов из отработанных адсорбентов [1].

В ходе выполненного комплекса исследований изучена десорбция ионов тяжелых металлов: Ni (II), Cu (II), Zn (II), Cr (III) и Fe (III) из отработанных цеолитов. В качестве элюентов использовали растворы разбавленной серной кислоты различной концентрации 0,005–0,6 М [2].

В результате проделанной работы установлено, что ионы Ni (II), Cu (II) и Zn (II) лучше десорбировать серной кислотой более низкой концентрацией, в отличие от рекомендованной в СП 32.1333.2012 концентрации – 0,7–1,0 М. Ионы Ni (II) наиболее полно десорбирует серная кислота 0,04 М, ионы Cu (II) – 0,15 М, ионы Zn (II) – 0,30 М. Предварительные опыты по десорбции ионов Cr (III) и Fe (III) свидетельствуют, о

том, что указанные ионы наиболее полно десорбируются при использовании в качестве элюента 1,0 М раствора серной кислоты. При этом степень десорбции исследуемых ионов тяжелых металлов достигла 57–67 % при температуре 298 К и ее значение коррелируется с обменной емкостью ионов Ni (II), Cu (II) и Zn (II) в регенерируемых цеолитах.

Установлено, что степень десорбции ионов тяжелых металлов с ростом температуры возрастает и достигает более 90 %. Таким образом, рекомендовано при регенерации использовать предварительный нагрев элюатов.

В ходе исследования отработаны условия разделения ионов тяжелых металлов при десорбции и предложена технологическая схема регенерации отработанных цеолитов. Практическое применение которой позволяет многократно использовать регенерированные цеолиты в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, а полученные при регенерации элюаты (сульфат никеля, сульфат меди и сульфат цинка), использовать повторно в производстве в качестве составных компонентов электролитов, используемых для нанесения гальванопокрытий.

Библиографический список

1. Помазкина О.И., Филатова Е.Г. Синев А. Э. Разработка технологии утилизации отработанных алюмосиликатов // Материалы международной научно-практической конференции «Современные тенденции в образовании и науке», Тамбов, 2014. – С. 97-98.
2. Помазкина О.И., Филатова Е.Г. , Минаев Д.В. Применение природных цеолитов в технологии очистки сточных вод // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Сорбционные и ионообменные процессы в нано- и супрамолекулярной химии», Белгород, 2014. – С. 152-155.

СКРИНИНГ ГРИБОВ БЕЛОЙ ГНИЛИ ПО СТЕПЕНИ ФЕРМЕНТОЛИЗА СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ

Симакова А.В.¹, Зорина Н.В.², Евстафьев С.Н.³, Пензина Т.А.⁴,
Полякова М.С.⁵, Горностай Т.Г.⁶

¹ студент гр. ТПП-10, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: sianyutka@rambler.ru;

² магистрант гр. БПм-13, института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: tatasenochek@mail.ru;

³ д.х.н., профессор кафедры органической химии и пищевой технологии им. профессора В.В. Тутуриной ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: esn@istu.edu;

⁴ с.н.с. лаборатории физиологии растительной клетки СИФИБР СО РАН, Иркутск, e-mail: penzina@sifibr.irk.ru

⁵ вед.инженер лаборатории физиологии растительной клетки СИФИБР СО РАН, e-mail: poljakova.m@gmail.com

⁶ вед.инженер лаборатории физиологической генетики СИФИБР СО РАН, Иркутск, e-mail: tanushal144@yandex.ru

Использование микроорганизмов и грибов позволяет получать множество продуктов из фармацевтических, лесоперерабатывающих и сельскохозяйственных отходов. Причем такая переработка может быть безотходной и полностью безопасной. Так, например, в целях делигнификации можно использовать базидиальные дереворазрушающие грибы. В основном это ксилотрофные макромицеты, которые имеют специфический набор ферментов, позволяющий использовать в качестве субстрата основные компоненты лигноцеллюлозы [1]. В зависимости от субстратного предпочтения грибы условно делят на белую и бурую гниль, т.е. они поглощают лигнин и целлюлозу соответственно.

Целью работы было провести скрининг грибов белой гнили по степени ферментолиза соломы пшеницы.

Работу выполняли на соломе пшеницы, которую обрабатывали следующими грибами: опенок зимний фламмулина (*Flammulina velutipes*), березовая губка (*Piptoporus betulinus*), вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*), лисий трутовик иноотус (*Inonotus rheades*). Масса соломы взятой для засева грибом - 60 г. Инкубирование проводили при t=23⁰С в климатической камере Binder на фитотроне СИФИБР СО РАН. Окончание выращивания определяли по мере остановки роста и освоения грибом субстрата, после чего обработанная солома высушивалась до воздушно сухого состояния. В соломе определяли содержание лигнина и целлюлозы по стандартным методикам [3], а также белка по

ГОСТ 10846-91. Из обработанной соломы удаляли экстрактивные вещества экстракцией этанолом и водой в течении 1 часа, при температуре кипения растворителя, гидромодуль 1:50. Эффективность обработки определяли ферментализмом в течении 4 часов при 50°C.

В ходе работы было установлено, что в процессе обработки соломы пшеницы грибами белой гнили наблюдается уменьшение биомассы. Наибольшая убыль массы отмечена при выращивании гриба вешенка (*P. ostreatus*) и достигает 27% (таблица), у него же и самый большой прирост белка на 2,2%. В процессе жизнедеятельности вешенка потребляет практически одинаковое количество целлюлозы и лигнина (уменьшение на 7,4 и 6,5% соответственно).

Обработка соломы опенком зимним фламмулиной (*F. velutipes*) увеличивает содержание белка на 1,8%, однако в субстрате наблюдается только уменьшение целлюлозы на 1,8%, доля лигнина наоборот увеличилась на 2,4%. Анализ субстрата березовой губки (*P. betulinus*) показал аналогичную картину, в нем доля целлюлозы уменьшилась на 8,9%, а лигнина увеличилась на 7,1%. Визуально солома, обработанная этими грибами отличалась темным цветом.

Таблица – Содержание основных компонентов в соломе пшеницы, в % на абсолютно сухую массу исходной соломы

Обработка	Убыль массы	Содержание целлюлозы	Содержание лигнина	Содержание белка
Без обработки (исходная солома)	-	39,5	23,1	4,0
Вешенка обыкновенная (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	27	32,1	16,6	6,2
Опенок зимний фламмулина (<i>Flammulina velutipes</i>)	15	37,7	25,1	5,8
Березовая губка (<i>Piptoporus betulinus</i>)	13	30,6	30,2	4,9
Лисий трутовик инонотус (<i>Inonotus rheades</i>)	17	37,8	13,9	4,3

Наиболее эффективным в целях делигнификации оказался лисий трутовик инонотус (*Inonotus rheades*). Содержание в субстрате лигнина уменьшилось на 9,2%, целлюлозы на 1,7%. Убыль массы составила 17%, однако прирост белка всего 0,3%, что возможно происходит из-за интенсивных процессов дыхания. Визуально солома имела самый светлый окрас. Эффективность инонотуса подтверждается и ферментализмом (рисунки 1). Из графика видно, что после биологической обработки иноно-

тусом отмечается самая высокая степень ферментализа (24,1%). После удаления из субстрата экстрактивных веществ она снижается до 21,9%, из чего можно сделать вывод, что экстрактивные вещества имеют в своем составе моносахара.

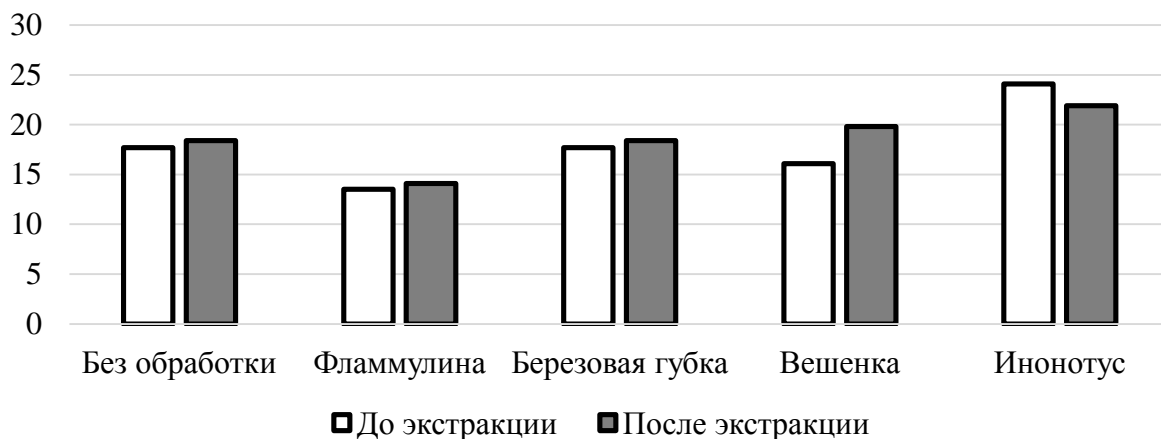


Рисунок 1 – Степень ферментализа соломы пшеницы

После удаления экстрактивных веществ степень ферментализа в соломе, обработанной фламмулиной, березовой губкой и вешенкой увеличивается на 0,6; 0,7 и 3,7% соответственно. Из чего можно предположить, что экстрактивные вещества предположительно содержат ингибиторы ферментов.

По результатам скрининга грибов белой гнили можно сделать вывод, что лисий трутовик инонотус (*Inonotus rheades*) является наиболее эффективным для делигнификации. Субстрат после обработки этим грибом имеет самую высокую степень ферментализа.

Библиографический список

1. Сурков В.А., Павлова М.Е. Экологические группы грибов // М. 1998, 27 с. – 1998.
2. Оболенская А.В. и др. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. -1991.

СОРБЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ НИКЕЛЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Г.Н.Дударева¹, Н.В.Шушуева², С.С.Рандин³

¹ к.х.н., доцент кафедры общеобразовательных дисциплин заочно-вечернего факультета ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail: gndudareva@mail.ru

² аспирант кафедры общеобразовательных дисциплин заочно-вечернего факультета ИрННТУ, г. Иркутск, e-mail:

³ студент группы ГГ-12-1 института недропользования ИрННТУ, г.Иркутск

Актуальной проблемой современности является охрана окружающей среды, в частности защита водоёмов от загрязнения сточными водами, содержащими токсичные ионы тяжелых металлов. Основную часть сбрасываемых в водоёмы стоков составляют производственные сточные воды промышленных предприятий. «Резко возросшее загрязнение окружающей среды стало приносить человечеству вред, соизмеримый с последствиями применения оружия массового поражения, в том числе и химического...», и «...настало время вновь обратиться за помощью к адсорбции – одному из самых эффективных методов защиты окружающей среды от загрязнений» [1].

Одним из серьёзных загрязнителей окружающей среды является никель. Его поступление в природные объекты одного только комбината «Североникель» превышает нормативы в 200 раз.

Сорбционный метод является удобным, эффективным и экономичным процессом при использовании углеродных сорбентов, которые способны выдерживать действие агрессивных сред, высоких температур, механическое воздействие.

С производственными и сточными водами в водные объекты попадает огромное количество тяжелых цветных металлов, в том числе никеля, извлечение и вторичное использование которого является актуальным и доступным. Для решения задачи нами выбран углеродный адсорбент серии АД, получаемый из ископаемых длиннопламенных углей. В процессе получения сорбента на его поверхности образуется множество функциональных активных групп, обладающих способностью к удерживанию различных ионов металлов [2]. С целью повышения сорбционной активности к ионам никеля проведено модифицирование исходного образца сорбента органическим реагентом диметилглиоксимом, который в присутствии других катионов связывает ионы никеля в щелочной среде, образуя малорастворимое комплексное соединение [3]. Модифицирование диметилглиоксимом (ДМГ) проводили методом про-

питки из спиртового и щелочного растворов, в которых ДМГ хорошо растворяется. После перемешивания навески исходного сорбента с насыщенным ДМГ раствором в течение 4 час сорбент отфильтровывали и сушили до постоянной массы на воздухе, затем в сушильном шкафу с конвекцией. Масса ДМГ, посаженного на сорбент, составила 32,7 мг/г.

Нами проведено определение статической сорбционной катионной и анионной емкости (СИЕ) исходного и модифицированного сорбента титриметрическим методом. Использовали фиксагалы 0,1 N растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Расчеты показали, что анионообменная емкость сорбента в результате модифицирования возросла на 0,9 мг-экв/г, катионообменная емкость – на 2,5 мг-экв/г. Можно предположить, что увеличение сорбционной емкости сорбента происходит за счет функциональных аналитических групп молекул модификатора - ДМГ.

Проведено сорбционное извлечение ионов никеля модифицированным сорбентом из модельных растворов промышленного стока комбината «Североникель», содержащего, мг/л: 100 - никеля, 20 - кальция, 150 –сульфата натрия, 100 – хлорида натрия. Оптимальное значение рН сорбции – 9-11. Навеску сорбента 3 г смешивали с 100 см³ исследуемой воды в конической колбе вместимостью 250 см³, устанавливали оптимальное значение рН и перемешивали смесь в течение 30 мин. Сорбент отделяли от раствора на фильтр «синяя лента», ополаскивали по каплям дистиллированной водой. Никель с сорбента десорбировали 1 N раствором соляной кислоты трижды по 5 см³. Никель десорбируется на 95,8-98,3 % в малый объем кислоты. При использовании горячего раствора соляной кислоты с температурой 50-60 °С никель десорбируется на 99,5 %. Коэффициент концентрирования никеля после десорбции достигает значения 160. Определение концентрации никеля в ходе эксперимента проводили по известной методике [2] и атомно-абсорбционным методом.

Библиографический список

1. Материалы IX Всероссийской конференции «Современное состояние и перспективы развития теории адсорбции», М.: 2001г.- 402 с., С. 30.
2. И.А.Тарковская, С.С.Ставицкая, А.Н.Томашевская и др.//Адсорбция и адсорбенты. 1983. №11, С. 68.
3. В.М.Пешикова, В.М.Савостина, Е.К.Иванова // Оксимы.- М.: Наука, 1977.- 236с.-С. 54.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА СВЕРДЛОВСКОГО РАЙОНА ГОРОДА ИРКУТСКА

Зиленина В. Г.¹, Спирина С.Ю.², Бегунова Л.А.³

¹ - студент гр. ЗС-10, ИрГУПС, г.Иркутск, e-mail: ymk_93@mail.ru

² – студент гр. ХТб -14, институт металлургии и химической технологии им. С.Б.Леонова ИрГТУ, г.Иркутск, e-mail: cvetlanka5656@mail.ru

³ – к.т.н., доцент каф. ТПП и Х, ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: lbegunova@mail.ru

Одним из эффективных методов экологической индикации состояния городской среды в холодный период года служит эколого-геохимический мониторинг состояния снежного покрова. Актуальность такого выбора определяется тем, что государственные службы не исследуют систематически его химический состав. При формировании снеговой массы эффективно сорбируются примеси из атмосферы и депонируются не только влажные выпадения атмосферы, но и сухие пылевые выбросы от техногенных источников - автомобильного и железнодорожного транспорта.

В качестве информативных химических индикаторов состояния снежного покрова и химических антропогенных загрязнений выбраны следующие микроэлементы: нефтепродукты, Fe общее, Mn, Zn, а также взвешенные вещества. Методы аналитической химии позволяют достоверно контролировать содержание загрязняющих веществ в снежной массе. В лабораторных условиях при таянии снега вредные вещества переходят, большей частью, в растворимое состояние. В природе же происходит перераспределение в различные компоненты экосистем – почвы, выпадение в осадок в водных объектах и пр.

Для адекватного репрезентативного анализа был отобран ряд точечных проб снежного покрова с трёх площадок. Согласно методики пробы отбирались в каждой точке на всю глубину залегания снеговой массы при помощи снегомера, снегомерной рейки в течение трех месяцев:

Площадка № 1 –на расстоянии 2, 4, 6 метров от автодороги на пересечении улиц Лермонтова и Колхозная;

Площадка № 2 – на расстоянии 0, 2, 4, 6, 8 метрах от железнодорожного полотна на участке Иркутск-пассажирский – ст. Академическая;

Площадка № 3 – роща «Звездочка» (улица Чернышевского) на детской площадке и возле летней сцены;

Подготовка проб к химическим анализам включала в себя таяние снега при комнатной температуре, фильтрацию снеговой воды, высушивание твёрдого остатка снега.

Для определения фоновой концентрации нефтепродуктов был произведён отбор проб снега на территории, практически не подвергающейся загрязнению или испытывающей его в минимальной степени – садоводство «Пилот», расположенном в двух километрах от г. Иркутска по Плишкинскому тракту.

Определение содержания марганца производился на фотометре «Эксперт-003». Полученные результаты исследования находятся в интервале от 0,05 до 0,97 мг/л, что превышает предельно допустимую концентрацию в воде водных объектов рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого назначения практически в 20 раз (ПДК рыб.хоз. – 0,01; культурно-бытового – 0,05 мг/дм³)[1,2].

Железо (III) определялось на двух приборах – на фотометре «Эксперт-003» и КФК-003 фотоколориметрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Пробы показали низкое содержание железа в снежных массах, составляющее от 0,001 до 0,004 мг/дм³.

Все приборы, применяющиеся в данных исследованиях прошли поверку и имеют свидетельства.

Результаты исследований снежного покрова Свердловского района города Иркутска показали:

1. Содержание железа не превышает гигиенические и санитарно-эпидемиологические требования.
2. Содержание взвешенных веществ в пробах составляет от 0,1 до 2,5 г/дм³, что говорит о превышении в некоторых случаях ПДК рыбхоз до 3,3 раз.
3. Содержание марганца практически во всех отобранных образцах превышает допустимое и составляет концентрации от 2-х до 20 ПДК.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»; Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20;
2. ГН 2.1.5.2280-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения N 1 к ГН 2.1.5.1315-03»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ

Пискун А.С.¹, Кокорина Е.И.², Бегунова Л.А.³

¹ - студент гр. ЗС-10, ИрГУПС, г.Иркутск, e-mail: piskun_anzhelika@mail.ru

² – студент гр. НБ -14, институт недропользования ИрГТУ, г.Иркутск

³ – к.т.н., доцент каф. ТПП и Х, ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: lbegunova@mail.ru

Современный уровень техники в последние десятилетия достиг значительных высот: высокоэкологичные технологии в области автотранспорта (переход на стандарты ЕВРО 5, применение эффективных катализаторов и пр.), экологически чистые технологии в различных видах и областях производств, использование альтернативных источников энергии и др. Но как бы ни были высоки успехи в области техники, уровень техногенной нагрузки остаётся очень высок. Выбросы в атмосферу предприятий железнодорожного транспорта содержат твердые вещества как органического, так и неорганического происхождения: пыль, сажу, окись углерода, диоксид серы, диоксид азота, углеводороды, а так же пары кислот и щелочей, фтористые соединения, сероводороды, ацетон, пары бензина, аммиак. Следует выделить загрязнения, связанные с поступлением на прилегающие к железнодорожному полотну территории нефти и нефтепродуктов поступающими в объекты окружающей среды с выбросами и при эксплуатации железнодорожного и автотранспорта. Определить степень этих загрязнений не представляет проблемы – огромный перечень методик, но некоторые сложности есть, допустим: нормативы ПДК в настоящее время по нефтепродуктам в почвах отсутствуют, т.е. чётко сказать, есть ли на данном участке загрязнение или превышает ли полученная концентрация нормативное значение, не представляется возможным.

Цель работы: исследование содержания нефтепродуктов в снеговых массах на прилегающим к ж/д полотну и автомобильным дорогам территориям Свердловского района города Иркутска.

Изучение состояния снежного покрова осуществляли с марта 2013 г. по март 2015 года. Большая часть веществ - загрязнителей атмосферы попадает в почвенный покров. В зимнее время загрязняющие вещества накапливаются на поверхности снега и в период таяния снежного покрова непременно окажутся в почве, изменяя ее природный состав.

Пробы снежного покрова отбирали точечно с трёх площадок. Согласно методики пробы отбирались в каждой точке на всю глубину

залегания снеговой массы при помощи снегомера, снегомерной рейки в течение длительного времени с шагом 2 метра:

Площадка № 1 – на расстоянии 2, 4, 6 метров от автодороги на пересечении улиц Лермонтова и Колхозная;

Площадка № 2 – на расстоянии 0, 2, 4, 6, 8 метров от железнодорожного полотна на участке Иркутск-пассажирский – ст. Академическая;

Площадка № 3 – роща «Звездочка» (улица Чернышевского) на детской площадке и возле летней сцены.

Подготовка проб к химическим анализам включала в себя таяние снега при комнатной температуре, фильтрацию снеговой воды, высушивание твёрдого остатка снега. Анализ проб на содержание нефтепродуктов производился флюориметрическим методом на анализаторе «Флюорат-02-3М» и «Флюорат-02-5М». Экспериментальные данные представлены в табл 1.

Пробы	Массовая концентрация нефтепродуктов в снеге мг/л			
	2014		2015	
	Март	Декабрь	Январь	Февраль
ЖД-Ом	0,956	0,264	1,15	1,62
ЖД-2м	0,967	0,175	0,818	2,23
ЖД-4м	0,969	0,283	0,644	0,883
ЖД-6м	0,345	-	0,621	2,1
ЖД-8м	0,99	-	0,82	0,9
АД-2м	0,943	-	0,916	1
АД-4м	0,976	0,375	0,776	0,9
АД-6м	0,987	0,416	1,26	1,1
Роща Детская площадка	0,956	0,218	-	1,15
Плишкинский тракт	0,264	0,22	0,29	0,344

Для определения фоновой концентрации [1] нефтепродуктов был произведён отбор проб снега на территории, практически не подвергающейся загрязнению или испытывающей его в минимальной степени – садоводство «Пилот», расположенном в двух километрах от г. Иркутска по Плишкинскому тракту.

Согласно полученным данным, содержание нефтепродуктов в проанализированных пробах колеблется от 0,62 до 2,23 мг/л, что в некоторых случаях превышает фоновое значение в 6,4 раза. Если сравнение проводить с ПДК вод рыбохозяйственного назначения [2,3], превышение концентрации нефтепродуктов наблюдается в диапазоне от 12 до 44 ПДК.

Результаты исследований территорий, прилегающих к ж/д полотну и автодороги снежного покрова Свердловского района города Иркутска показали, что содержание нефтепродуктов в отобранных образцах максимально превышает контрольное значение в 6,4 раза.

Библиографический список

1. ГН 2.1.7.2041-06 «ПДК химических веществ в почве»
2. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»;
3. ГН 2.1.5.2280-07 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения N 1 к ГН 2.1.5.1315-03»

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.Д. Чугунов¹, К.А. Трезубов², В.Г. Соболева³

¹ Студент гр. ХТб- 14- 2, института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИрГТУ, г. Иркутск

² Студент гр. ХТб- 14- 2, института металлургии и химической технологии им. С.Б. Леонова ИрГТУ, г. Иркутск

³ к.т.н., доцент кафедры технологии продуктов питания и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e – mail: nika.sobolek@mail.ru

В современном мире с бурно развивающейся промышленностью довольно остро стоит проблема экологии окружающей среды и ограниченности водных ресурсов. Одним из решений данного вопроса является очистка сточных вод предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности от органических веществ, биогенных элементов с применением эффективных методов.

Наиболее эффективным способом очистки сточных вод от нефтепродуктов признана биологическая очистка. При этом происходит удаление органического азота, фосфора и других органических соединений при помощи микроорганизмов (активного ила). В работе [1] сказано, что такой очистке должна предшествовать физико-химическая очистка по удалению нерастворимых примесей. Биологическая очистка может идти по одноступенчатой или двухступенчатой схеме, в зависимости от загрязнения. В процессе очистки происходит окисление и восстановление азота (нитрификация и денитрификация), органических соединений и специфических загрязнений. Катализаторами этих реакций являются ферменты микроорганизмов. На данное время биологическую очистку

проводят в аэротенках и мембранном биореакторе (МБР). При этом в МБР глубина очистки выше, чем в аэротенках.

Однако, профессор Первов и ведущий специалист Матвеев отмечают дороговизну и сложности сооружений биологической очистки [2]. Они предлагают для очистки вод использовать обратный осмос с новыми типами мембранных аппаратов «с открытым каналом». Обратноосмотические мембраны позволяют удалять из воды ионы солей, различных биогенных элементов и растворенные органические вещества. При этом использование второй ступени очистки с мембранами нанофильтрации позволяет снизить концентрат. Для снижения затрат Петров и Матвеев предложили подвергать очистке не весь поток, а только очаги загрязнений. Воду, прошедшую такую очистку, можно направлять повторно на полив, автомойки, котельные и др.

Кроме данных способов Веляевым, Майоровым и д.т.н. Матвеевым было предложено использование алюмосиликатного коагулянта для очистки вод от взвесей глин, меди, никеля, нефтепродуктов, который образует хлопья, сорбирующие примеси [3]. Данным коагулянтом может являться минерал нефелин. При его разложении вследствие обработки серной кислотой в раствор переходят в том числе соли алюминия и кремнезем. При этом использование 20-30% серной кислоты позволяет исключить необходимость дозревания получаемого реагента, увеличить скорость разложения нефелина и уменьшить объем емкостного оборудования.

В заключении хочется отметить, что одноступенчатая биологическая очистка сточных вод внедрена на Новокуйбышевском, Куйбышевском, Сызранском, Ачинском нефтеперерабатывающих заводах и сооружения ее эффективно работают.

Библиографический список

1. Степанов С.В. Особенности расчета сооружений биологической очистки сточных вод нефтеперерабатывающих заводов // Водоснабжение и санитарная техника.- 2014.- №3- с. 49-55
2. Первов А.Г., Матвеев И.А. Рациональное использование воды на основе технологии обратного осмоса для водоподготовки и очистки сточных вод // Водочистка.-2014.-№6- с. 48-52
3. Веляев Ю.О., Майоров Д.В., Матвеев В.А. Исследования эффективности применения алюмосиликатного коагулянта на основе нефелина // Водоснабжение и санитарная техника.- 2013.-№3.- ч.1- с.32-37

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЛИГНИНА СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ, ВЫДЕЛЕННОГО ПРИ ОБРАБОТКЕ В СРЕДЕ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ, МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Хоанг Куанг Кыонг¹, Е.А.Казанцева², С.Н.Евстафьев³

¹аспирант кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: hqc9189@gmail.com

²студент кафедры органической химии и пищевой технологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: katrine_all@mail.ru

³проф., д.х.н., директор института пищевой инженерии и биотехнологии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: esn@istu.edu

Биотопливо может производиться из различных лигноцеллюлозных материалов, таких как древесина или сельскохозяйственные отходы, которые имеют потенциал для замены бензина. Многие физико-химические структурные и композиционные факторы препятствуют гидролизу биомассы лигноцеллюлозы в сахара, которые в дальнейшем могут быть преобразованы в топливо. Благоприятное воздействие предварительной обработки лигноцеллюлозных материалов были признаны в течение длительного времени [1]. Основные цели процесса предобработки: удаление лигнина и гемицеллюлозы, снижение степени кристалличности целлюлозы, увеличение пористости лигноцеллюлозных материалов.

В настоящее время применяются различные методы предварительной обработки [2]. Обработка ионными жидкостями является перспективным подходом в предварительной обработке лигноцеллюлозного материала из-за способности растворять целлюлозу в относительно мягких условиях, с возможностью извлечения до 100% [3]. По сравнению с традиционными растворителями, ионные жидкости обладают уникальными свойствами, такими как широкий интервал жидкого состояния (>300 °C), низкая температура плавления [4], незначительное давление паров, негорючесть, высокие химическая и термическая устойчивости [5]. Ионные жидкости называют зелеными растворителями, так как при их использовании не образуются токсичные или взрывоопасные газы [6].

Цель работы – исследование методом ИК-спектроскопии состава фракций лигнина, выделенных из соломы при обработке в среде 1-бутил-3-метилимидазолия хлорида ([bmim][Cl]).

В работе использованы образцы соломы пшеницы урожая 2014 г крупностью менее 0,5 мм. Компонентный состав соломы, в % на абсолютно сухую массу (а.с.м.): целлюлоза 42,85%; лигнин 25,72%; пентозаны 19,47%.

Обработка соломы в среде хлорида 1-бутил-3-метилимидазолия проведено при температурах 100, 120 и 140 °С, продолжительность обработки 1 час. Фракционирование продуктов обработки выполнено по схеме, представленной на рис. 1.

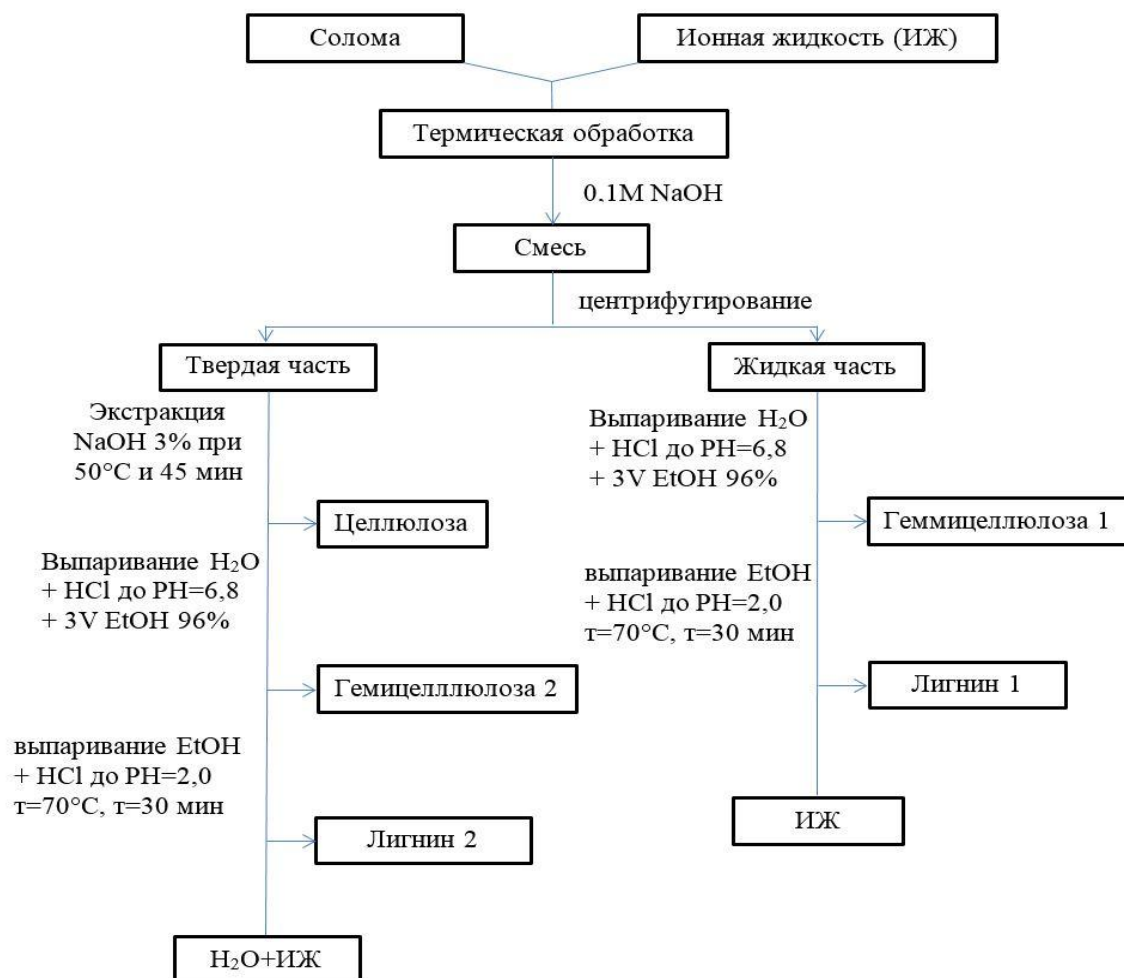


Рис.1. Схема фракционирования продуктов обработки соломы пшеницы в среде ионной жидкости [7].

ИК-спектры образцов были сняты на спектрометре IRAFFINITY в режиме пропускания в области частот 400–4000 см⁻¹ в таблетках KBr.

Как правило, повышение температуры обработки ускоряет набухание и скорость растворения лигноцеллюлозы в ионной жидкости за счет дестабилизации водородных связей в трехмерной структуре целлюлозы [8]. Полученные в работе результаты подтверждают протекание процессов разрушения лигноцеллюлозного комплекса соломы с повышением температуры обработки, что проявляется в снижении выхода фракции целлюлозы и увеличении выхода фракций гемицеллюлозы и лигнина (таблица). Наименьший выход целлюлозы получен при 140 С, тем не менее он оказался выше ее содержания в исходной соломе, что свидетельствует о присутствии в составе целлюлозы примесей. В этих

условиях удалось выделить около половины лигнина исходной соломы. Суммарный выход фракций лигнина 1 и 2 составил 11,8% на а.с.м.

Таблица – Выход основных фракций, в % на а.с.м. соломы

t, °C	Целлюлоза, %	Гемицеллюлоза 1, %	Гемицеллюлоза 2, %	Лигнин 1, %	Лигнин 2, %
100	62.18	0.92	7.53	0.28	7,25
120	59.98	2.51	6.42	1.79	6.46
140	51.78	3.44	12.27	5.27	6.55

В ИК-спектрах исследуемых образцов (рис.2 и 3) присутствуют полосы поглощения характерные для лигнинов, описанных в литературе [9]. В ИК-спектрах выделенных фракций наблюдаются интенсивные полосы поглощения в интервале $1600-1510\text{ см}^{-1}$, обусловленные скелетными колебаниями ароматических структур. Близкая интенсивность полос поглощения при 1600 и 1510 см^{-1} , характерная для лигнинов лиственных пород свидетельствует о присутствии структур синрингильного типа [10]. Полосы поглощения в области $1000-800\text{ см}^{-1}$ можно отнести к внеплоскостным деформационным колебаниям C-H связи в ароматическом кольце. Наличие полос поглощения в области $1800-1600\text{ см}^{-1}$ связано с присутствием в исследуемых образцах карбоксильных и карбонильных групп.

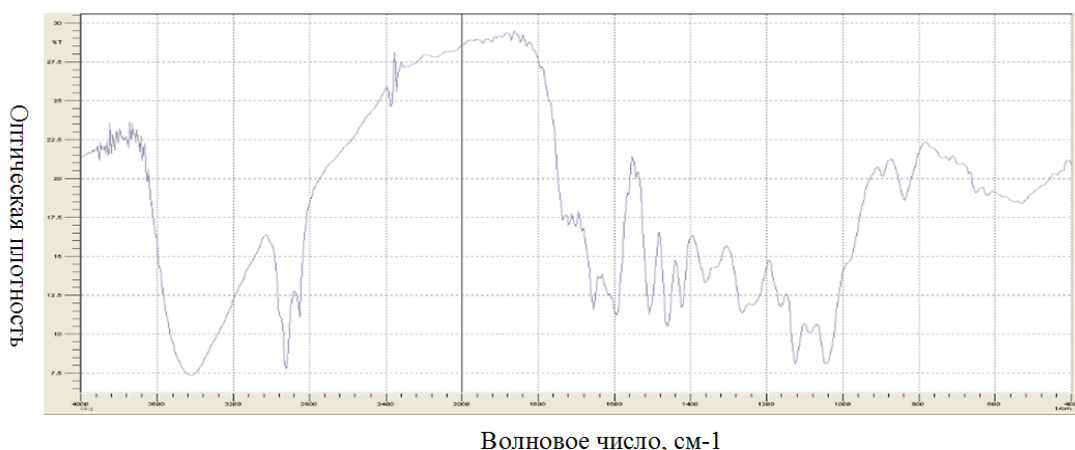


Рис 2. ИК-спектр лигнина -1 обработанной соломы при $140\text{ }^{\circ}\text{C}$

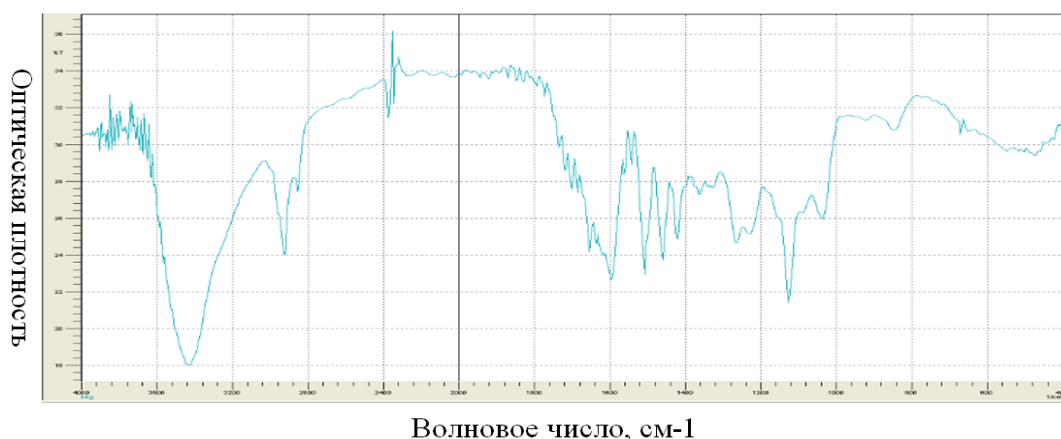


Рис 3. ИК-спектр лигнина -2 обработанной соломы при 140 °С

Наличие полос поглощения при 1458 и 1423 см^{-1} свидетельствует о присутствии метоксильных групп, а широкой полосы поглощения с максимумом при 3400 см^{-1} – о наличии ОН-групп, в том числе фенольных, вовлеченных в водородную связь. На присутствие фенольных групп указывают полосы поглощения 1376-1325 и 1220-1170 см^{-1} . Полосы при 1160 и 1040 см^{-1} относятся к плоскостным деформационным колебаниям С-Н-связей ароматического кольца гваяцильного и сирингильного типов. Полосы поглощения при 2927 см^{-1} вызваны ассиметричными, а при 2854 см^{-1} – симметричными валентными колебаниями С-Н-связей в метильных группах.

Таким образом, исследование методом ИК-спектроскопии фракций лигнина выявило наличие в их составе структурных фрагментов типичных для лигнинов, что позволяет сделать вывод о том, что при обработке соломы пшеницы в среде хлорида 1-бутил-3-метилимидазолия возможно фракционирование ее биомассы на отдельные групповые компоненты.

Библиографический список

1. McMillan, J. D. Pretreatment of lignocellulosic biomass. In *Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production*; Himmel, M. E., Baker, J. O., Overend, R. P., Eds.; American Chemical Society: Washington, DC, 1994; pp 292-324.
2. Голязимова О.В., Политов А.А., Ломовский О.П. Механическая активация ферментативного гидролиза лигноцеллюлозы // *Химия растительного сырья*. - 2009. - № 2. - С. 59-63.
3. Thomas Heinze KSSB. *Ionic liquids as reaction medium in cellulose functionalization*. *Macromol Biosci* 2005;5:520-5.
4. Выгодский Я.С., Лозинская Е.И., Шаплов А.С. Синтез полимеров в ионных жидкостях // *Рос. хим. журн. (Журн. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева)*. 2004. Т. XLVIII, №6. С. 40-50.

5. Brennecke, J.F. & Maginn, E.J.(2001) Ionic liquids: Innovative fluids for chemical processing. *AIChE Journal*, Vol. 47, No. 11, 2384-2389.
6. Anderson, J.L.; Ding, J.; Welton, T. & Armstrong, D.W. (2002). Characterizing ionic liquids on the basis of multiple solvation interactions. *Journal of the American Chemical Society*, Vol. 124, 14253-14254.
7. André M. da Costa Lopes, Karen G. João, Djonatam F. Rubik, Ewa Bogel-Lukasik, Luís C. Duarte, Jürgen Andreaus, Rafał Bogel-Lukasik. Pre-treatment of lignocellulosic biomass using ionic liquids: Wheat straw fractionation. *Bioresource Technology* 142 (2013) 198–208.
8. Zavrel M, Bross D, Funke M, Büchs J, Spiess AC: High-throughput screening for ionic liquids dissolving lignocellulose. *Bioresour Technol* 2009, 100:2580-2587.
9. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч.П. – СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – С. 463.
10. Roeges, Noel P.G. A guide to the complete interpretation of infrared spectra of organic structures. John Wiley & sons. Chichester; New-York; Brisbane; Toronto; Singapore, 1995. 340 p.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОРБЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

К.А. Трезубов ¹, А.Д. Чугунов ², В.Г. Соболева ³

¹ Студент гр. ХТБ – 14, института химической технологии и металлургии им. Леонова, г. Иркутск, e-mail: iiikirill@yandex.ru

² Студент гр. ХТБ - 14, института химической технологии и металлургии им. Леонова, г. Иркутск, e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

³ к.т.н., доцент кафедры ТПП и химии ИрГТУ, г. Иркутск, e-mail: nika.sobolek@mail.ru

Вследствие бурного развития промышленности многих стран техногенное воздействие на водные источники приобрело мировой характер. Нефтепродукты являются наиболее распространёнными загрязнителями вод. Нефть и её производные могут находиться в воде в виде эмульсии и образовывать плёнку на воде из углеводородов до C₁₅, C₁₅-C₂₅ и выше, они обладают вредоносными и токсичными свойствами, эти загрязнители наносят непоправимый урон флоре и фауне, что обуславливает их низкое значение предельно допустимой концентрации для рыбохозяйственных водоёмов – 0,05 мг/л, а для питьевых вод – 0,1 мг/л. Для питьевой воды I - го сорта - 0,5 мг/л, а для II - го сорта - 0,3 мг/л [1]. Для очистки вод от нефтепродуктов используют различные методы,

к их числу относятся механические, физико – химические и биологические методы очистки. Наиболее эффективными признаны физико - химические методы, в частности сорбционные способы очистки.

Известно множество различных сорбентов и компаний, которые занимаются их производством («Турбополимер» (Россия), «Poroil» (Финляндия), «ЗМ» (США), «Pit Sorb» (Канада), «Black Green» (Швейцария), Пенопурм (Республика Беларусь [2].) Сорбентов существует великое множество, перечислим некоторые из них: сорбенты на основе углей, глинистые материалы, полимерные сорбенты (активированные волокна (УВС – А)), органические природные вещества. Сырьём для получения гидрофобных сорбентов служат дешёвые искусственные алюмосиликатные материалы. В качестве сорбентов для извлечения загрязнённых вод широко используют различные виды углей, например, АБЗ, БАУ – М, ископаемый уголь (АГ - 3), ИПИ - Т (разработан на базе университета ИРНИТУ).

Целью работы являлось извлечение нефтепродуктов сорбентами. В качестве углеродных сорбентов использовали "ИПИ - Т", АД - 0,5 и для сравнения полученных результатов опытов цеолиты. Для проведения опытов была взята навеска сорбентов, равная 1 г. Извлечение нефтепродуктов проводили в статических условиях. Концентрацию нефтепродуктов определяли на флюорате по стандартной методике. Время сорбции составило 2 часа. Исходная концентрация нефтепродуктов в сточной воде составила 9,6 мг/дм³. Для расчета извлекаемых продуктов из слоя жидкости сорбентом пользовались формулой:

$$R = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

где R - степень извлечения; C₁ - концентрация нефтепродуктов до сорбции (мг/ дм³); C₂ - концентрация нефтепродуктов после сорбции (мг/ дм³).

Полученные результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Результаты извлечения нефтепродуктов

Сорбенты	R, %	Конечная концентрация, мг/ дм ³
ИПИ - Т	69	3
АД - 0,5 - 2	82	1,7
Цеолиты - 0,5	4,7	9,1

Исходя из полученных опытных данных, можно сделать соответствующие выводы. Достигнута главная цель: извлечение достаточно большого количества нефтепродуктов из водных растворов. В итоге: лучшим адсорбентом является уголь АД - 0,5 - 2 (R = 82%); а худшими адсорберами цеолиты фракции 0,5.

Библиографический список:

1. Р.А.Давлятёрова, А.Д.Смирнов, С.Н Ткаченко. Перспективность применения углеродных волокнистых сорбентов для очистки воды от техногенных загрязнений // Питьеовое водоснабжение. - 2010 - №3 - с. 13.
2. Технологии и оборудование. Пенопурм[®] - новый сорбционный материал для очистки сточных вод от нефтепродуктов // Водоочистка. - 2010 - №4 - с.59.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ № 1

ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ..... 3

Электрокаталитическое окисление 4-хлорфенола на титане, модифицированном оксидом иридия

Салех М.М., Колосов Е.Н, Михаленко И.И. 3

Сорбционная активность гибридных композитов на основе метилтрихлорсилана и азотсодержащих гетероциклических соединений

Ю.Л. Инешина , С.С. Бочкарёва 5

Этерификация 1-герматранола карбоновыми, оксикарбоновыми и поликарбоновыми кислотами

В.П. Барышок, Н.Т.З. Ле 7

Повышение сортности технического алюминия методом фракционной кристаллизации

А.И. Бегунов, М.П. Кузьмин 9

Ионно-координированные комплексы платиновых металлов с полиорганилсилсесквиоксанами в реакциях гидросилилирования непредельных органических соединений

Ю.Н. Пожидаев, И.В. Лаврентьев 12

Синтез гибридных композитов на основе метилтрихлорсилана и азотсодержащих гетероциклических соединений

А.Э. Синёв, С.С. Бочкарёва 14

Металлизированное нанопокрывтие углеродного пористого материала

А.В.Драгунский, Тимошенко Ю.С., С.С. Рандин, В.И.Дударев 16

Кинетика сорбции ионов никеля(II) на углеродном сорбенте

Н.В. Шушуева, В.И. Дударев, С.С. Рандин 18

Реакция поливинилхлорида с элементной серой

Р.Г. Копченко, Е.А. Орхокова 20

Радикальная сополимеризация 4-винилпиридина с гидроксиэтилметакрилатом

А.Э. Синёв, Е.И. Сипкина, О.В. Лебедева 22

Металлополимерные комплексы серебра с функциональными кремнийорганическими полимерами и их биоцидная активность

Ю.Н. Пожидаев, И.В. Лаврентьев 23

Гибридные композиты на основе 4-винилпиридина и гидроксиэтилметакрилата

Нгуен Конг Чи, Е.И. Сипкина, О.В. Лебедева 26

Физико-химическая характеристика образцов талька, обогащенных цинкитом

М.Н. Рыбина, С.И. Штельмах, А.А.Яковлева 29

Кислотно-основная обработка талька в чистом виде и в виде смеси с оксидом цинка	
<i>М.Н. Рыбина, А.А. Яковлева</i>	31
Адсорбционная характеристика оксида цинка	
<i>Пастухов М.П., А.А.Яковлева</i>	34
СЕКЦИЯ №2	
ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	38
Исследование влияния фракционного состава вегетативной части топинамбура на ферментативный гидролиз	
<i>Ковалёв А.А., Чупрова Н.А, Рязанова Т.В</i>	38
Ферментативный гидролиз клубней топинамбура	
<i>Тарбаков А.В, Чупрова Н.А, Рязанова Т.В</i>	42
Исследование пигментов растительного сырья	
<i>Н.П.Супрун, И.А.Мякина</i>	45
Влияние 2-гидроксиэтиламмониевых ионных жидкостей на процесс дрожжегенерирования	
<i>Лобанова А.Ю., Потапова В.В., Привалова Е.А., Адамович С.Н.</i>	48
Съедобные грибы восточного саяна и перспективы культивирования дикоросов в прибайкалье	
<i>Музыка В.А., Музыка С.М. , Пензина Т.А., Полякова М.С., Осипенко С.Н.⁴</i>	56
Усовершенствование технологии получения алкогольного напитка на основе полыни горькой	
<i>А.П.Седлов, В.И.Луцкий</i>	58
Производство плодово-ягодного слабоалкогольного вина из облепихи	
<i>Н.П. Супрун, Г.С. Гусакова</i>	61
Обогащение байкальской воды дигидрокверцетином	
<i>Абрамов А. О, Гиль Т.А, Г.С. Гусакова</i>	65
Приготовление слабоалкогольного вина из плодов черноплодной рябины	
<i>Белобородова И.Д. , Гусакова Г.С.</i>	68
Перспективы использования смородины в производстве слабоалкогольных игристых напитков	
<i>Мартынова Е.Ю., Гусакова Г.С.</i>	71
Приготовление слабоалкогольного вина на основе растительного сырья Иркутской области	
<i>Мухамедзянова Р.Р., Гусакова Г.С.</i>	73
Брожение суслу в стационарной емкости с насадками	
<i>Соколов А.А., Гусакова Г.С.</i>	77
Разработка технологии вина на основе растительного сырья Сибири	

<i>В.Г. Хандагуров, Г.С. Гусакова</i>	79
Влияние внешнего вида и аромата образца на оценку вкуса вина	
<i>Анисимов А.А., Березин А.А., Когай Ф.А., Шибанов А.С., Гусакова Г.С.....</i>	83
Способ сохранения сортового аромата брусничных вин	
<i>Н.А. Лаврентьева, Г.С. Гусакова.....</i>	85
Производство соков на основе мелкоплодных яблок Иркутской области	
<i>А.И. Немчинова, Г.С.Гусакова</i>	89
Использование мелкоплодных яблок Восточной Сибири в производстве слабоалкогольных игристых напитков	
<i>Е.В. Ширякwa, Г.С. Гусакова</i>	92
Извлечение углеводов из лигноцеллюлозного сырья водой в субкритических условиях	
<i>Е.В. Чечикова, С.Н. Евстафьев, Н.Н. Самодинская.....</i>	96
Получение функционального соуса на основе йогурта	
<i>Е.А Зомберг; И.Т Александрова.</i>	100
Слабоалкогольное пиво с использованием ржаного сырья	
<i>Энхтур А., Привалова Е.А.</i>	105
Перспективы использования пробиотика А в производстве бездрожжевого хлеба	
<i>К.П. Седых, О.В. Куприна.....</i>	109
Состав жирных кислот флюидного углекислотного экстракта гриба березовой губки <i>piptoporus Betulinus</i> (Bull.: fr.) Karst.	
<i>А.А. Гришин, В.И. Луцкий, Т.А. Пензина, М.С.Полякова, С.Н. Осипенко, Л.В. Дударева.</i>	113
СЕКЦИЯ № 3	
ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНИКА.....	116
Состав одубины коры сосны и направление ее использования	
<i>П.В. Мишура, Т.В. Рязанова, О.Е. Яковлева</i>	116
Проблема деманганизации природных и сточных вод	
<i>О.А. Колесова, Ю.И.Дударева</i>	118
Изучение причин возникновения систематической погрешности при химическом анализе тяжелых металлов	
<i>Е.М. Яркова, О.В. Кузнецова</i>	120
Исследование фазового и химического состава сварочных аэрозолей для создания синтетических стандартных образцов	
<i>Д.В. Богатова, О.В. Кузнецова</i>	122
Решение экологических проблем горно-обогатительного предприятия за счет применения комбинированных методов очистки сточных вод	
<i>Н.Н. Демидова, Л.А. Минаева, В.И. Дударев</i>	124

Развитие заболевания кольцевая гниль картофеля в условиях Восточной Сибири	
<i>Перфильева А.И., Рымарева Е.В., Рихванов Е.Г.</i>	127
Исследование химического состава сточных вод теплоэлектростанции	
<i>Н.А. Уланова, В.В. Верхотуров</i>	129
Сравнительная характеристика сорбционной способности углеродных адсорбентов	
<i>О.В. Климова, М.В. Климов, А.В. Житов, О.И. Рандин</i>	132
Механизм сорбции ионов хрома (VI) на углеродном адсорбенте	
<i>Климова О.В., Дударева Ю.И.</i>	134
Электрохимическая регенерация хромового электролита анодного окисления	
<i>Д.В. Минаев, А.Д. Чугунов, Е.Г. Филатова</i>	136
Десорбция ионов тяжелых металлов из отработанных алюмосиликатов	
<i>О.И. Помазкина, К.А. Трезубов, Е.Г. Филатова</i>	138
Скрининг грибов белой гнили по степени ферментализации соломы пшеницы	
<i>Симакова А.В., Зорина Н.В., Евстафьев С.Н., Пензина Т.А., Полякова М.С., Горностай Т.Г.</i>	140
Сорбционное извлечение и концентрирование никеля при контроле производственных сточных вод	
<i>Г.Н.Дударева, Н.В.Шушueva, С.С.Рандин</i>	143
Изучение состояния снежного покрова Свердловского района города Иркутска	
<i>Зиленина В. Г. , Спирина С.Ю., Бегунова Л.А.</i>	145
Определение нефтепродуктов в снежном покрове	
<i>Пискун А.С. , Кокорина Е.И., Бегунова Л.А.</i>	147
Эффективные методы очистки сточных вод от нефтепродуктов	
<i>А.Д. Чугунов, К.А. Трезубов, В.Г. Соболева</i>	149
Исследование состава лигнина соломы пшеницы, выделенного при обработке в среде ионной жидкости, методом ИК-спектроскопии	
<i>Хоанг Куанг Кыонг, Е.А.Казанцева, С.Н.Евстафьев</i>	151
Извлечение нефтепродуктов из водных растворов сорбционными методами	
<i>К.А. Трезубов, А.Д. Чугунов, В.Г. Соболева</i>	155

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Материалы
I Всероссийской научно-практической конференции,
посвященной 85-летию ИРНИТУ

(Иркутск, 28–29 апреля 2015 г.)

Тезисы докладов печатаются в авторской редакции

Оформление обложки Гайда Виктория Константиновна