



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И СФЕРЫ УСЛУГ

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

15 – 17 апреля 2020 г.



**ИНСТИТУТ
ВЫСОКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

**ИРКУТСК
2020 г.**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

IV Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием

(Иркутск, 15 – 17 апреля 2020 г.)

Сборник материалов

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского технического университета
2020

УДК 66.0+574/577

ББК 35.11+28.0

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ИРНИТУ

Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг : мат-лы IV Всерос. науч.-практ. конф. с межд. участием (Иркутск, 15–17 апреля 2020 г.). – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2020. – 172 с.

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

Главный редактор:

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

Технический редактор:

Супрун Н.П. – аспирант кафедры химии и пищевой технологии им. Тутуриной В.В. ИРНИТУ

СЕКЦИЯ № 1. ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

УДК 544.653.23

ЭЛЕКТРОКИСЛЕНИЕ ФЕНОЛА НА АНОДАХ SnO₂(PbO₂)/Ti В СРАВНЕНИИ С Pt/Ti

И.И. Михаленко

Профессор кафедры физической и коллоидной химии
Российского университета дружбы народов
117 198, Москва, ул.Миклухо-Маклая, 6
e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

АННОТАЦИЯ: соединения фенольного ряда относятся к наиболее трудным для удаления веществам-загрязнителям промышленных стоков. В данной работе методом циклической вольтамперометрии были получены характеристики электрохимического окисления фенола в кислом и щелочном водных растворах на Ti фольге, покрытой SnO₂ и PbO₂.

Ключевые слова: фенол, анодное окисление, оксиды свинца и олова, Ti-подложка, Pt/Ti электрод, константа скорости, энергия активации.

PHENOL ELECTROOXIDATION OVER SnO₂(PbO₂)/Ti ANODES IN COMPARENCE WITH Pt/Ti

I.I. Mikhailenko

Dr. Sci., Full Professor of Physical and
Colloidal Chemistry Department
Peoples Friendship University of Russia
(RUDN-University)
117 198, Moscow, 6, Miklukho-Maklaya st.,
e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

ABSTRACT: phenolic compounds are major organic pollutants in industrial waste and very difficult to treat using conventional methods. In our study the kinetic characteristics of electrochemical oxidation of phenol in acidic and alkali aqueous solutions with anodes SnO₂ or PbO₂ coated Ti foil were obtained by cyclic voltammetry method.

Key words: phenol, anodic oxidation, lead and tin oxides, Ti metallic support, Pt/Ti electrode, rate constant, activation energy.

Введение. Для удаления из водных сред и деструкции фенольных соединений было предложено много различных методов, в том числе методы биохимической, адсорбционной и химической очистки, включая электрохимическое окисление [1]. В анодном окислении органических веществ

важную роль играет материал электрода. Базовая методика состоит в том, что на выбранную токопроводящую подложку наносится рабочий слой (покрытие) разного химического состава и разными способами. Традиционные платиновые электроды, в том числе и Pt/Ti, активны на начальных стадиях окисления и эффективны для достижения общей минерализации фенольного вещества в условиях гальваностатического режима. Параллельно с окислением вещества идет образование оксида платины PtO_x. Однако, для платиновых металлов характерна дезактивация и малая генерации гидроксильных радикалов, а также проблема извлечение платины из отработанных растворов [2].

Не содержащие платину электроды, в первую очередь, электроды с оксидными покрытиями давно привлекают внимание с акцентом последние 20 лет на получение электродов с наноразмерной формой оксида и введение добавок, уменьшающих размер частиц. Модифицированный церием и сурьмой оксиднооловянный электрод имеет высокую проводимость, хорошую активность и стабильность в средах с различным значением pH [3]. В работе [4] были получены электроды Sb-SnO₂/Ti по методу Печини с температурами прокаливания 400° (1), 500° (2), 600 °С (3), которые были протестированы в электроокислении фенола в условиях фонового раствора 0,34 М NaCl с концентрацией фенола 100 мг/л и плотностью тока 10 мА/см². Наибольшая активность (концентрация фенола уменьшилась на 90% за 60 мин) и стабильность работы наблюдались у образца 3, что авторы объяснили особой морфологией поверхности согласно данным СЭМ. Авторы работы [5] электрохимическим методом получили высокоупорядоченный трехмерный оксид свинца с развитой поверхностью (46 м²/г), на котором электроокисление органического загрязнителя протекало с большей скоростью, чем на гладкой поверхности электрода.

В нашей работе были приготовлены аноды с SnO₂ и PbO₂ на Ti-подложке – фольге толщиной 0.1 мм с поверхностью 2 см², предварительно обработанной в кипящем 15% растворе щавелевой кислоты. В качестве прекурсоров оксидного слоя использовали этанольный раствор хлорида олова или хлорида свинца. После многократной процедуры нанесения соли образец отжигался 1.5 часа в муфельной печи при 500 °С. Образец сравнения Pt/Ti был приготовлен методом электроосаждения платины из щелочного раствора K₂[Pt(NO₂)₄]. Из данных вольтамперограмм, полученных с использованием кислого (0.5М H₂SO₄) и щелочного (1 М NaOH) водного раствора фенола, были определены зависимости скорости анодного окисления фенола от его концентрации и температуры.

Цель работы – сравнить электрокаталитическую активность анодов SnO₂/Ti, PbO₂/Ti и Pt/Ti в разных условиях окисления фенола при скорости развертки потенциала $V=100$ мВ/с.

Следует заметить, что в электрохимических исследованиях недостаточно внимание уделяется состоянию окисляемого субстрата в растворе и на поверхности электрода. В диссертации [6] и статье [7] было показано, что процесс окисления происходит с участием адсорбированных димеров фенольного соединения, их диссоциация лимитирует анодный процесс.

Обсуждение результатов. Скорость анодного окисления зависит от количества нанесенной на титан платины. Зависимости анодного тока в максимуме $I_{m\ ox}$ (скорости электроокисления) от концентрации фенола нелинейные с хорошей линейризацией в координатах $I_m - C^{1/2}$. Тангенс угла наклона равен константе скорости дробного порядка $n = 1/2$.

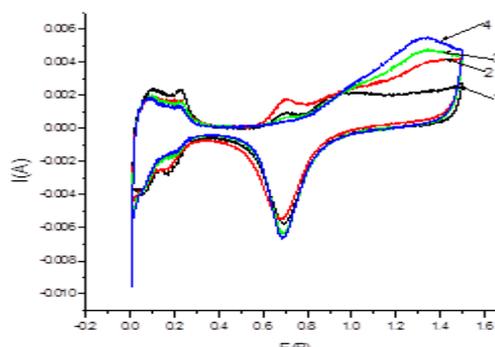
Образцом сравнения был выбран образец Pt/Ti с минимальным содержанием платины 15 вес. % (анализ методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии, Clever C31), при котором вся поверхность титана уже покрыта платиной. По данным РФЭС платина находилась в формах Pt⁰ ($E_{св.4f7/2} = 71.0$ эВ), Pt⁺² ($E_{св.4f7/2} = 73.1$ эВ), Pt⁺⁴ ($E_{св.4f7/2} = 74.6$ эВ) с атомным содержанием 10, 70 и 20 ат.% соответственно. На исходной поверхности SnO₂/Ti олово Sn⁺⁴ соответствует оксиду SnO₂: энергия связи линии Sn3d_{5/2} равна 487.2 эВ и Оже-спектр линии SnLMM также совпадает с SnO₂.

Процедуры квантово-химических расчетов характеристик фенола и его молекулярных комплексов (ассоциатов) выполнены с применением программного комплекса *HyperChem 8.0.8*. Результаты представлены в табл.1. Вольтамперограммы с использованием трехэлектродной ячейки, записывались после 20-30 циклирований. В качестве примера на рис.1 показаны вольтамперограммы окисления фенола на электроде Pt/Ti с увеличивающейся концентрацией фенола $C = 0.164$ (2), 0.32, 0.476 мМ (3). При окислении фенола максимум тока I_m (скорости реакции) наблюдается в области потенциалов 1.2 – 1.4 В, он увеличивается с ростом концентрации вещества, а также температуры (интервал 17-50 °С) при $C=const$.

Табл.1. Расчетные характеристики молекулы фенола: дипольный момент, электрофильность, энергия водородной связи X с молекулой воды, в димере и тримере фенола, отнесенная к одной связи O...H.

Характеристика	фенол
Дипольный момент μ , Дб	1.165
$E_{НВМО}$, ккал/моль	+ 0.246
E_{X+H_2O} , ккал/моль	2.01
E_{X+X} , ккал/моль	2.1
E_{X+X+X} , ккал/моль	3.5

Рис.1. Типичные потенциодинамические кривые электроокисления фенола на аноде Pt/Ti (фон H₂SO₄ – линия 1)



Из рис.2а видно, что константа скорости электроокисления фенола $K_{1/2}$ возрастает с повышением содержания нанесенной платины.

Вольтамперограммы электроокисления фенола на оксидных образцах имели другой вид (водородная и кислородная области отсутствовали): электроокисление в щелочной среде начиналось при потенциале 1,2 В, а максимальный ток при 2,4 В, также увеличивающийся с ростом концентрации вещества и температуры. Зависимости $I_{m\ ox} - C$ для оксидных электродов также были нелинейными и хорошо спрямлялись в координатах дробного порядка $n = 1/2$. Порядок $n = 1/3$ не проверялся, хотя энергия связи молекул фенола в тримере (табл.1) больше, чем в димере.

Для оксидно-титановых анодов константы скорости электроокисления фенола выше по сравнению с Pt/Ti (рис.2б), следовательно, данные оксидные аноды можно рекомендовать для замены платиновых.

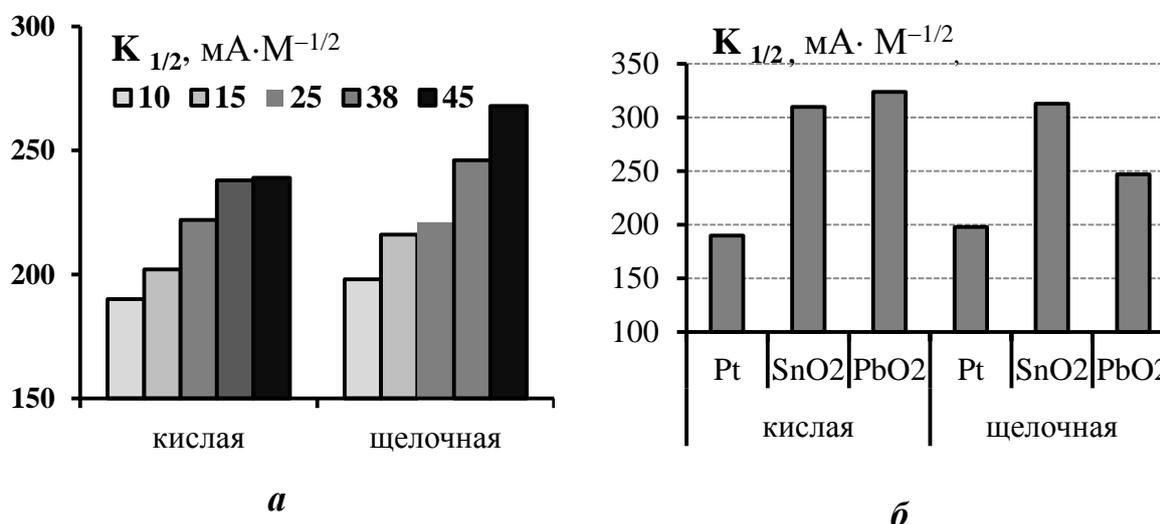


Рис.2. Влияние состава анода и среды на эффективную константу дробного порядка при электроокислении фенола.

Кажущиеся энергии активации электроокисления фенола, рассчитанные из аррениусовских зависимостей $\ln I_{m,ox} - T^{-1}$ (точность определения $E_a = 2-3$ кДж/моль), приведены в табл.2.

Табл.2. Значения кажущейся энергии активации электроокисления фенола на платина-титановом и оксидно-титановом электроде в кислой и щелочной среде

Электрод Среда	Pt/Ti H ⁺	Pt/Ti OH ⁻	SnO ₂ /Ti H ⁺	SnO ₂ /Ti OH ⁻	PbO ₂ /Ti OH ⁻
E_a , кДж/моль	12	12	15	20	16

Из данных таблицы видно, что энергия активации электроокисления фенола на анодах SnO₂/Ti и PbO₂/Ti выше, чем на Pt/Ti, особенно в случае ще-

лочной среды. Рост активности оксидного электрокатализатора обеспечивается увеличением предэкспоненциального множителя. Наибольшее значение E_a у образца с оксидом олова в щелочной среде. Для анода Pt/Ti влияния среды на энергию активации электроокисления фенола нет.

Заключение. Данные анодного окисления фенола водных кислых и щелочных растворов в потенциодинамическом режиме указывают на различие в электрокаталитической активности более активных по скорости и константе скорости электроокисления титановых анодов с оксидными покрытиями по сравнению с традиционным Pt/Ti анодом. При электроокислении фенола возможен дробный кинетический порядок, связанный с ассоциированным состоянием молекул фенола, как в растворе, так и на поверхности электрода. Диссоциация ассоциата фенола перед электродной стадией, вероятно, является лимитирующей стадией процесса в целом.

Благодарность магистру химии Заеву Д.А. за выполненные квантово-химические расчеты.

Библиографический список:

1. Janseen L.J.J., Koene L. The role of electrochemistry and electrochemical technology in environmental protection // *Chemical Engineering Journal*. 2002. V.85. P.137–146.
2. Седельников Н., Небурчилова Е., Орлов А., Фатюшин А., Касаткин Э. Опыт использования платинированных и иридированных электродов в электрохимических процессах и производствах // *Драгоценные металлы*. 2001. № 9. С. 83-89.
3. He D., Mho S. Electrocatalytic reactions of phenolic compounds at ferric ion cooped SnO_2 : Sb^{5+} electrodes // *J. Electroanal. Chem.* 2004. V. 568. P.19–27.
4. Irandish D.S., Sinara B.G., Jilio C.A., Archilles J.B.D. Preparation and characterization of Ti/ SnO_2 -Sb electrode by Pechini's method for phenol oxidation // *Materials Research*. 2011. V.14. N^o3. P. 408–416.
5. Jin Y., Huang X. Fabrication and enhanced electrocatalytic activity of 3D highly ordered macro porous PbO_2 electrode for recalcitrant pollutant incineration // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2014. V.147. P.275–286.
6. Салех Мохаммед Мокбель Салех Электрохимическое окисление хлорфенолов на платинированных и оксидных титановых анодах в кислой и щелочной среде. Канд. дис. хим. наук. М. РХТУ. 2017. 150 с.
7. Салех М.М., Колосов Е.Н., Ми Окисление фенола и хлорфенолов на платинированных титановых анодах в кислой среде// *Журнал физической химии*. 2016.Т.90.№ 6. С.960-963.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

М.В. Бузаева

Д.х.н.

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32
e-mail: m.buzaeva@mail.ru

И.А. Макарова

К.х.н.

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32
e-mail: i.makarova@ulstu.ru

Я.Э. Кривошеева

Бакалавр гр. МТМбд-41

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32
e-mail: yana.krivosheeva98@list.ru

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены основные методы диспергирования и стабилизации углеродных нанотрубок в различных жидких средах. Для этого чаще всего применяются поверхностно–активные вещества и ультразвуковая обработка. Большое значение имеют свойства углеродных нанотрубок, поэтому предварительно проводят функционализацию их поверхности. Также следует учитывать природу дисперсионной среды и процентное содержание нанотрубок в системе.

Ключевые слова: дисперсные системы, углеродные нанотрубки, функционализация, поверхностно–активные вещества, ультразвуковая обработка.

METHODS FOR PRODUCING DISPERSED SYSTEMS WITH CARBON NANOTUBES

M.V. Buzaeva

D.Sc. in Chemistry

Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk, Severnyy venets St., 32
e-mail: m.buzaeva@mail.ru

I.A. Makarova

PhD in Chemistry

Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk, Severnyy venets St., 32

Ya.E. Krivosheeva

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, Severnyy venets St., 32

e-mail: yana.krivosheeva98@list.ru

ABSTRACT: The main methods of dispersion and stabilization of carbon nanotubes in various liquid media are considered. Surfactants and ultrasonic treatment are most often used for this. The properties of carbon nanotubes are of great importance, therefore, the functionalization of their surface is carried out previously. The nature of the dispersion medium and the percentage of nanotubes in the system should also be considered.

Key words: dispersed systems, carbon nanotubes, functionalization, surfactants, ultrasonic treatment.

Благодаря своим уникальным свойствам углеродные нанотрубки (УНТ) с момента открытия Сумио Ииджимой в 1991 году [1] стали объектом многочисленных исследований. Поверхность УНТ состоит из правильных шестиугольников, в вершинах которых расположены атомы углерода. В зависимости от способов получения различают одностенные и многостенные углеродные нанотрубки (рис. 1) с открытыми или закрытыми концами.

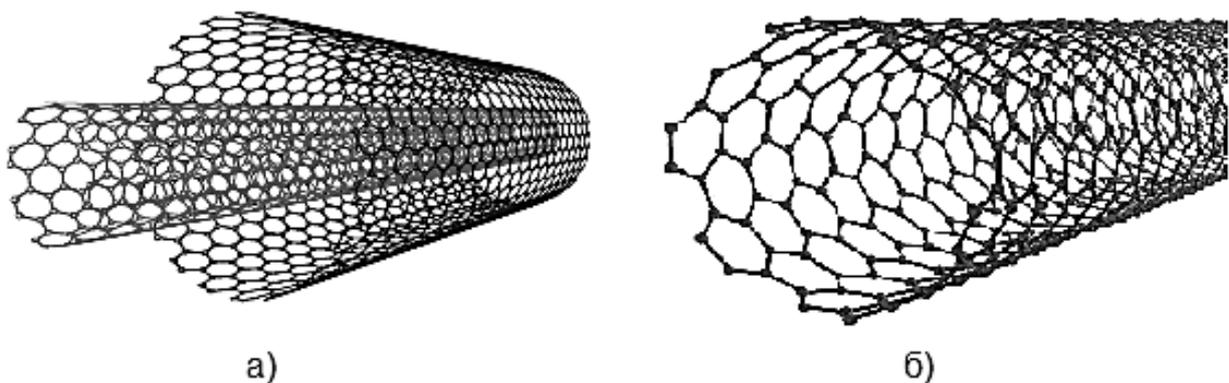


Рис. 1. Компьютерная модель многостенной (а) и одностенной (б) углеродных нанотрубок

УНТ могут обладать как полупроводниковым, так и металлическим типом проводимости в зависимости от их диаметра и расположения гексагонов вдоль длины трубки. Помимо интересных электронных характеристик они обладают превосходными механическими и тепловыми

свойствами [2]. Среди потенциальных направлений практического применения УНТ следует особо выделить возможность их использования в качестве армирующих нанокomпонентов в различных полимерных и металлических композиционных материалах для придания им новых свойств.

Широкие перспективы имеет создание заранее подготовленных концентрированных дисперсий углеродных нанотрубок с возможностью их последующего введения в различные материалы при простом смешивании. Это позволит создавать армированные композиционные материалы, не прибегая к использованию сложного и дорогостоящего оборудования, а также существенному изменению имеющихся технологических линий.

Склонность углеродных нанотрубок к образованию агломератов затрудняет их введение в различные среды. Для достижения равномерного распределения УНТ в среде применяют поверхностно–активные вещества (ПАВ), обработку ультразвуком или в различных механических мельницах. Также имеет место функционализация исходных УНТ путем химической прививки тех или иных групп.

В качестве поверхностно–активных веществ применяют натриевые соли органических сульфокислот (например, додецилсульфонат натрия, додецилбензолсульфонат натрия и др.), катионные ПАВ - четвертичные аммониевые соли, содержащие присоединенную к атому азота длинноцепочечную органическую группу, неионогенные ПАВ, которые обычно содержат в качестве гидрофильной группы полиэтиленгликоль, а в качестве гидрофобной группы - алкилзамещенное бензольное кольцо [3]. В этом случае ПАВ адсорбируются на поверхности УНТ своими гидрофобными группами, в то время как гидрофильные группы обеспечивают хорошую смачиваемость водой. Благодаря этому удается получать достаточно стабильные водные дисперсии УНТ.

Недостатком является то, что ПАВ при введении дисперсии в состав композиционных материалов представляют собой «балластные» вещества, зачастую ухудшающие свойства получаемого композиционного материала. Также следует помнить о возможности повторной коагуляции углеродных нанотрубок при введении водных дисперсий, стабилизированных ПАВ, в органические системы. Это связано с тем, что известные поверхностно–активные вещества не могут быть одинаково эффективными как в водной, так и в органической среде.

Простым и эффективным методом диспергирования углеродных нанотрубок в воде или органических растворителях является ультразвуковая обработка. Данный способ включает введение в жидкую среду УНТ в виде порошка с последующим воздействием на нее ультразвуковыми колебаниями. Время диспергирования для получения

устойчивой системы зависит от строения дисперсионной среды, а так же от процентного содержания УНТ.

Следует отметить необходимость обеспечения хорошей смачиваемости углеродных нанотрубок дисперсионной средой с целью предотвращения их агрегирования после завершения процесса обработки ультразвуком. Для достижения данного эффекта зачастую применяются поверхностно-активные вещества, а также предварительная прививка тех или иных функциональных групп к поверхности УНТ.

Самым распространенным способом химической модификации углеродных нанотрубок является окисление, используемое для их очистки и функционализации. В результате такой обработки на поверхности углеродных нанотрубок формируются различные кислородсодержащие группы (рис. 2). Наиболее часто на поверхности окисленных УНТ фиксируют карбоксильные, гидроксильные, карбонильные и лактонные группы.

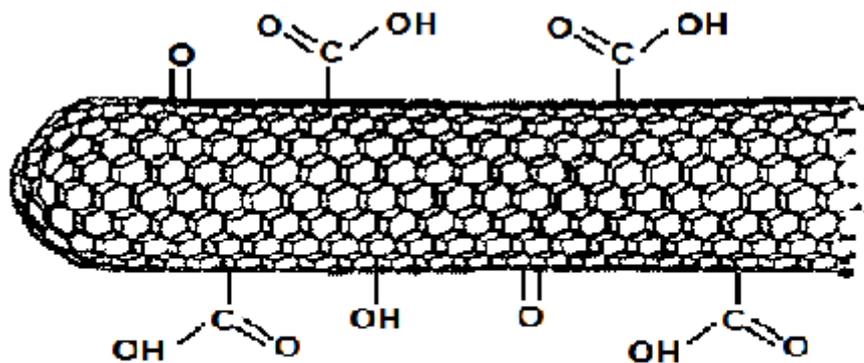


Рис. 2. Схематическое изображение функционализированной УНТ

Благодаря наличию полярных окисных групп улучшается смачиваемость окисленных углеродных нанотрубок водой и полярными органическими растворителями, в связи с чем дисперсии обработанных таким образом УНТ стабильны даже в отсутствие ПАВ. Как правило, эти дисперсии достаточно стабильны в щелочной и слабощелочной среде и нестабильны в нейтральной и кислой среде. Это обуславливается тем, что в щелочной среде поверхностные карбоксильные группы диссоциируют, вследствие чего на поверхности УНТ появляется отрицательный заряд, препятствующий их коагуляции [4].

Известны дисперсии УНТ в воде и органических растворителях, стабилизированные блок-сополимерами, синтетическими полимерами, полимерными и низкомолекулярными веществами биологического происхождения. При этом поверхность УНТ может быть как окисленной, так и неокисленной. Недостатком известных дисперсий данной группы

является наличие в их составе веществ, не всегда совместимых с матрицей композиционного материала и ухудшающих ее свойства.

Таким образом, существуют различные способы получения дисперсных систем с УНТ. Выбор конкретного метода диспергирования обуславливается природой дисперсионной среды, процентным содержанием и типом углеродных нанотрубок, а также дальнейшим применением полученной суспензии.

Библиографический список:

1. Iijima, S. Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*. – 1991. – Vol. 354, № 7. – P. 56–58.
2. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применения. М.: Бином, 2006. 293 с.
3. Chen L., Xie H., Li Y., Yu W. Applications of cationic gemini surfactant in preparing multiwalled carbon nanotube contained nanofluids. *Colloids and Surfaces. A: Physicochem. Eng. Aspects* 330 (2008). P. 176-179.
4. Патент РФ №2012127982/05, 2012.07.03. Дисперсия углеродных нанотрубок, патент России №2531171. Ткачев А.Г., Мележик А.В., Леус З.Г., Редкозубова Е.П.
5. Климов Е.С., Давыдова О.А., Бузаева М.В., Макарова И.А., Бунаков Н.А., Панов А.А., Пыненков А.А. Изменение поверхности и некоторых технологических свойств углеродных нанотрубок при их модифицировании. *Башкирский химический журнал*. 2014. Т. 21. №3. С. 109-113.
6. Патент РФ №2012127987/05, 03.07.2012. Способ получения дисперсий углеродных нанотрубок, патент России №2531172. Ткачев А.Г., Мележик А.В., Однолько В.Г.
7. Дьячкова Т.П., Ткачев А.Г. Методы функционализации и модифицирования углеродных нанотрубок. – М.: Издательский дом «Спектр», 2013. – 152 с.
8. Федосова Н.А., Файков П.П., Зараменских К.С., Попова Н.А., Жариков Е.В., Кольцова Э.М. Разработка дисперсионной среды на основе углеродных нанотрубок для армирования керамических материалов. *Успехи в химии и химической технологии*. 2012. №1 (130).
9. Климов Е.С., Макарова И.А., Бузаева М.В., Давыдова О.А., Ваганова Е.С., Исаев А.В., Козлов Д.В., Бунаков Н.А. Дисперсные системы с многостенными углеродными нанотрубками. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия*. 2018. Т. 10. № 2. С. 5-14.
10. Гатауллин А.Р., Французова М.С., Богданова С.А., Галяметдинов Ю.Г. Диспергирование одностенных углеродных нанотрубок и фуллеренов C₆₀ в воде и в водных растворах ПАВ. *Вестник Казанского технологического университета*. 2011. № 10. С. 54-57.

АДСОРБЦИЯ НИТРОФЕНОЛА И КРАСИТЕЛЕЙ С УФ СТИМУЛЯЦИЕЙ НА ГИБРИДНОМ СОРБЕНТЕ ОКСИД ЦИРКОНИЯ-УГЛЕРОД

Н.Е.Вахрушев

Студент гр. НХМбд-02-16
Российский университет дружбы народов (РУДН)
117 198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
e-mail: vakhrushev@yandex.ru

И.И. Михаленко

Д.х.н., проф.
Российский университет дружбы народов
e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

АННОТАЦИЯ: сопоставлены характеристики адсорбции анионной формы 4-нитрофенола и красителей анионного и катионного типов (метилоранж, метиленовый синий), полученные для оксид-углеродного ксерогеля ZrO_2 -SMA с разной температурой термообработки и УФ облучением.

Ключевые слова: 4-нитрофенол, метилоранж, метиленовый синий, диоксид циркония, активный уголь, стимулирование адсорбции УФ-светом.

NITROPHENOL-4 AND DYES ADSORPTION WITH UV STIMULATION ON HYBRID SORBENT ZIRCONIA-CARBON

N.E.Vakhrushev

Student gr. NCbd-02-16
RUDN-University
117 198, Moscow, 6, Miklukho-Maklaya st.

I.I. Mikhailenko

Dr. Sci., Full Prof.
RUDN-University
e-mail: mikhalenko_ii@pfur.ru

ABSTRACT: the adsorption characteristics of nitrophenol-4 in anionic form and anionic and cationic dyes (methylorange and MB) for oxide-carbon xerogel ZrO_2 -SMA with different heat treatment and UV irradiation were compared.

Key words: 4-nitrophenol, methylorange, methylene blue, zirconium dioxide, active carbon, adsorption stimulation after UV light expose.

Введение. Сравнение адсорбционных свойств коммерческих углеродных сорбентов разного типа было выполнено нами ранее в работе [1]. Продолжением данной работы является приготовление золь-гель методом

смешенных оксид-углеродных сорбентов и использованит стадии фото-стимулирования адсорбции УФ облучением адсорбционных систем.

Фотоактивность диоксида циркония значительно меньше фотоактивности материалов на основе TiO_2 . Тем не менее, оксид-диэлектрик ZrO_2 способен фотоиндуцировать гетерогенный процесс, причем в фотокатализе УФ облучение активирует первую стадию – адсорбцию реагентов. Так, в исследовании [2] для коммерческого порошка ZrO_2 моноклинной модификации этот вопрос рассмотрен для фотоиндуцированных реакций между водородом и кислородом.

Цель нашей работы – определить адсорбционную способность полученного золь-гель методом смешенного оксидно-углеродного сорбента при удалении из водной среды анионной формы 4-нитрофенола и модельных красителей в условиях без и с УФ облучением адсорбционных систем.

Методика, результаты. Гибридный сорбент был приготовлен методом обратного контролируемого золь-гель синтеза по реакции гидролиз-конденсации оксонитрата циркония $\text{ZrO}(\text{NO}_3)_2$ х.ч. (Across, США) с NH_4OH х.ч. с добавлением угля Acticarbon SMA (СЕКА, Франция), имеющего удельную поверхность $400 \text{ м}^2/\text{г}$. В адсорбционном тестировании использовались образцы ксерогелей с 2-часовыми термообработками при $180 \text{ }^\circ\text{C}$ и дополнительно при $500 \text{ }^\circ\text{C}$. В первой серии опытов определялись степени извлечения и гиббсовская адсорбция веществ при соотношении массы сорбента к объему жидкой фазы $m/V = 4$ (А), во второй серии опытов ~ 8 (Б). Характеристики адсорбции были рассчитаны по изменению оптического поглощения растворов в видимой области (спектрофотометры ПП-5300ВИ и Эквювь УФ1200). Аналитические полосы поглощения веществ – 402 нм (4НФ), 462 нм (МО), 662 нм (МС), соответствующие экстинкции – 19000, 23900, 31600. Исходные концентрации растворов (C_0 , мг/л) в сериях А и Б были 14.2 и 6.5 (4НФ), 26 и 10.4 (МО), 11.7 и 8.4 (МС), температура адсорбции комнатная. После определения равновесной адсорбции при 24 ч выдерживании адсорбционных растворов в темновых условиях системы подвергались 5 мин облучению широкополосной УФ лампой (повышение температуры растворов не превышало 15°C). Определялась и фотодеколоризация растворов сравнения: наибольшая степень характерна для МС (16 и 24 % в сериях А и Б), наименьшая у МО (2 и 9%), что учитывалось при расчетах адсорбции. 4НФ – 5% в серии Б, а для более концентрированного щелочного раствора 4НФ при УФ облучении наблюдалось смещение равновесия молекулярная→анионная форма в сторону ионной формы.

Из рис.1а видно, что наибольшая адсорбция с длительностью 24 ч характерна для катионного красителя МС. Температура термообработки сорбента мало влияет на степень извлечения, что говорит о преимущественной адсорбции на углеродном компоненте. Для адсорбции анионной

формы 4НФ и анионного красителя МО влияние температуры термообработки противоположное – 3-кратный рост у 4НФ и 2-кратное уменьшение у МО при замене высушенного (180 °С) на прокаленный образец (500 °С) .

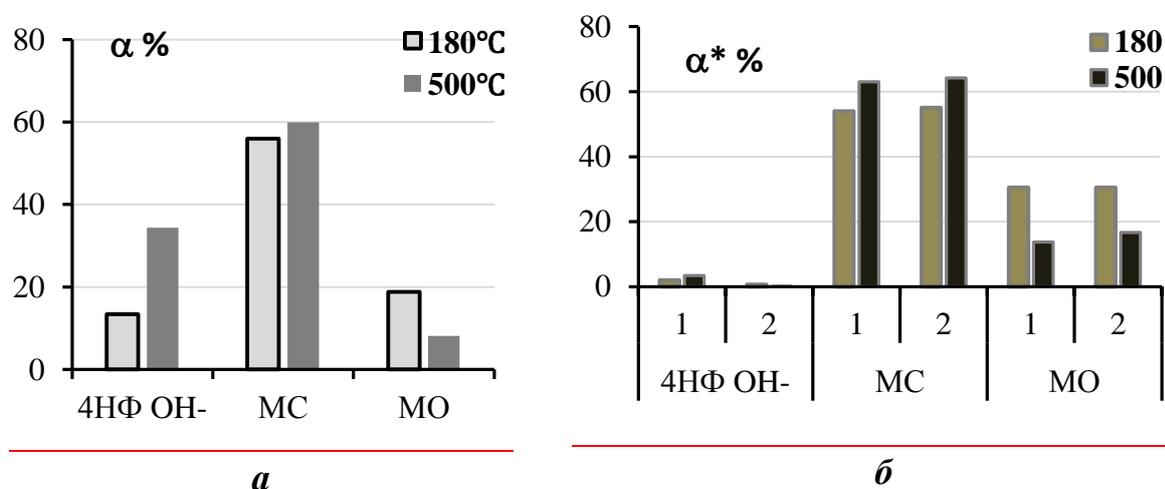


Рис.1. Степени извлечения веществ сорбентом α за 24 ч (а), после УФ облучения адсорбционных систем α^* (б) через 5 минут (1) и 2-х часов адсорбции (2).

Из рис.1б видно, что УФ обработка равновесных адсорбционных систем не изменила степени извлечения 4НФ, а у МС она увеличилась на ~60%, что связано как с гомогенной, так и гетерогенной составляющей фотодеколонизации. Важным результатом работы стало дополнительное увеличение $\alpha^*_{\text{МО/ZrO}_2\text{-SMA}}$ в 1.5 раза по сравнению с равновесным значением α . Как и при длительной адсорбции, активность прокаленного $\text{ZrO}_2\text{-SMA}$ в 3-4 раза меньше вследствие уменьшения удельной поверхности сорбента и изменения состава её гидроксильного покрова (соотношения OH_s основного, амфотерного и кислотного характера). Роста адсорбции красителей при выдерживании 2 ч облученных систем не наблюдалось. В случае анионной формы 4НФ эффекта стимуляции адсорбции УФ светом вообще нет. Для понимания этого результата было проведено специальное исследование системы 4НФ/ $\text{ZrO}_2\text{-SMA}$ методами УФ-ВИД и ИК спектроскопии.

Сравнение величин равновесной адсорбции веществ в условиях серий А и Б можно сделать на основании нижеприведенных данных.

термообработка	Г(мкмоль/г) в серии А			Г(мкмоль/г) в серии Б		
	4НФ	МС	МО	4НФ	МС	МО
180 °С, 2 ч	3.4	5.1	3.8	0.56	3.1	3.2
500 °С, 2 ч	8.8	5.5	1.7	0.83	2.9	2.4

Из таблицы видно, что для прокаленного материала в серии А адсорбция уменьшается в ряду 4НФ→МС→МО, а в серии Б, напротив, увеличивается. Отношения $\Gamma_{500}/\Gamma_{180}$ снижаются в том же ряду сорбатов со

значениями 2.6→1→0.43 (серия А) и 1.48→0.95→0.73 (серия Б). Это указывает на важную роль прокаливания ZrO_2 -SMA при адсорбции анионной формы 4НФ с формированием при 500 °С особых центров, тогда как у высокомолекулярных красителей адсорбция уменьшается (МО) или не изменяется (МС).

Наши результаты интересно сравнить с данными исследования [3], в котором изучалась фотодеградация метиленового синего в суспензии с наночастицами ZnO (1 г/л), облучаемой светом УФ и видимого диапазона. Авторы [3] установили соответствие данных адсорбции красителя уравнениям изотерм Лэнгмюра и Фрейндлиха. За 6 ч УФ облучения была получена практически 100%-ная деколоризация при этом отмечено, что эффективность больше для щелочного раствора МС.

Заключение. Синтезированный золь-гель методом гибридный сорбент ZrO_2 -SMA в виде ксерогеля с различной температурой термообработки активно сорбирует катионный краситель МС с инициацией адсорбции УФ облучением, даже с учетом гомогенной фотодекolorизации раствора МС, возрастающей в ряду 4НФ < МО < МС. В меньшей степени УФ облучение проявило себя в качестве стимулирующего воздействия на адсорбционные системы с анионным красителем МО, у анионной формы 4НФ влияние УФ обработки отсутствует. Равновесные величины адсорбции модельных веществ на ZrO_2 -SMA зависят от термообработки, отношения массы сорбента к объему раствора и его концентрации.

Библиографический список:

1. Джессу Л.-И.Седрик, Панюшкина-Жидких И.В., Михаленко И.И. Адсорбционное удаление красителей из водных сред активными углями. Актуальные проблемы химии и биотехнологии: мат-лы II Всерос. науч.-практ.конф. с межд. участием (Иркутск, 27-28 апреля 2016 г.). – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2016. – С. 79 – 82.
2. Emeline A.V, Kuzmin G.N., Basov L.L., Serpone N. Photoactivity and photoselectivity of a dielectric metal-oxide photocatalyst (ZrO_2) probed by the photoinduced reduction of oxygen and oxidation of hydrogen // Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 174 (2005) 214–221. <https://www.researchgate.net/publication/229259414>
3. Islam M.A., Siddiquey I. A., Alam Md M. Adsorption and UV-Visible Light Induced Degradation of Methylene Blue over ZnO Nano-Particles // Int. J. Chemical Reactor Engineering. 2011. V.9 №1. DOI: 10.1515/1542-6580.2278. <https://www.researchgate.net/publication/271205046>.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭПОКСИКОМПОЗИТОВ С МНОГОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Ю.И. Судьин

Бакалавр гр. МТМбд-41

Ульяновский государственный технический университет

432027, г.Ульяновск, ул.Северный Венец, 32

E-mail: sudin.y.i@mail.ru

М.В. Бузаева

д.х.н., профессор

Ульяновский государственный технический университет

432027, г.Ульяновск, ул.Северный Венец, 32

E-mail: m.buzaeva@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Созданы и исследованы эпоксидные нанокomпозиты с функционализированными многостенными углеродными нанотрубками (ф- МУНТ). Скорость сгорания и степень деструкции модифицированных полимеров увеличивается в сравнении с нативным полимером того же состава. Теплостойкость и температура стеклования у модифицированных составов выше, чем у изначальных связующих, также сглаживается процесс деструкции полимера.

Ключевые слова: многостенные углеродные нанотрубки, эпоксидное связующее, нанокomпозиты.

OBTAINING EPOXY COMPOSITES WITH MULTI-WALL CARBON NANOTUBES

Y.I. Sudin

Student

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Severnyy Venets, 32

E-mail: sudin.y.i@mail.ru

M.V. Buzaeva

Professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk, st. Severnyy Venets, 32

E-mail: m.buzaeva@mail.ru

ANNOTATION: Epoxy nanocomposites with functionalized multi-walled carbon nanotubes (f-MWCNTs) were created and investigated. The combustion rate and the degree of destruction of the modified polymers are increased in comparison with a native polymer of the same composition. The heat resistance and glass

transition temperature of the modified formulations are higher than that of the original binders, and the process of polymer degradation is also smoothed out.

Key words: multi-walled carbon nanotubes, epoxy binder, nanocomposites.

Вот уже более 12 лет многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ) рассматриваются в качестве перспективного наполнителя и модификатора полимерных материалов [1]. В наши дни интерес к углеродным наноструктурам все также не угасает, актуальным применением для МУНТ является модификация различных связующих и препрегов на их основе. Большое количество способов интегрирования в техпроцесс будут иметь функционализированные МУНТ - МУНТ с привитыми определенными функциональными группами. Так, например, в работе [2] доказывается как армирующее действие ф-МУНТ, так и их способность влиять на изменение физико-механических характеристик композитов за счет участия в процессе отверждения эпоксидных олигомеров и формирования структуры полимерной матрицы. По результатам работы [3] можно говорить о важности создания устойчивой микродисперсной изотропной среды с равнонаправленной ориентацией ф-МУНТ в растворе или расплаве полимера с помощью ультразвукового воздействия.

В данной работе представлены ряд экспериментов по получению эпоксинанокмпозитов на основе эпоксидной смолы марки ЭД-20 с отвердителями триэтилентетрамин (ТЭТА) и ПО-300 и функционализированных многостенных углеродных нанотрубок (ф-МУНТ). Выбор материалов обоснован различием макромолекул в отвержденных полимерах, различием аминного числа триэтилентетрамина и отвердителя марки ПО-300, доступностью и дешевизной компонентов. Исходя из результатов, изложенных в работе [2], следует ожидать сдвига начала процесса стеклования/расстекловывания и возрастания или убывания энергии для начала процесса стеклования/расстекловывания в область более высоких температур у модифицированных материалов в сравнении с исходными. Тепловыделение, исходя из теплового эффекта химической реакции, также должно увеличиваться. За счет встраивания ф-МУНТ в структуру отверждаемого полимера вероятно увеличение температуры начала деструкции, температуры начала снижения механических характеристик и максимальной температуры, при которой образец временно может выдержать нагрузку без разрушения.

Синтез МУНТ проводился методом МОСVD (осаждение металлоорганических соединений в присутствии углеродсодержащих прекурсоров из газовой фазы), схема установки которого представлена на рис.1. В качестве инертного газа-носителя в данной установке использовался аргон. Поток инертного газа поступал в барботер с толуолом и переносил пары толуола в зону печи испарителя. Из кварцевой лодочки с ферроценом,

помещенной в данную зону, возгонялись пары ферроцена, которые присоединялись к парам толуола в потоке аргона, и смесь паров переносилась далее в зону печи пиролиза, где происходило разложение смеси паров ферроцена и толуола с образованием на цилиндрических кварцевых вкладышах массивов МУНТ.

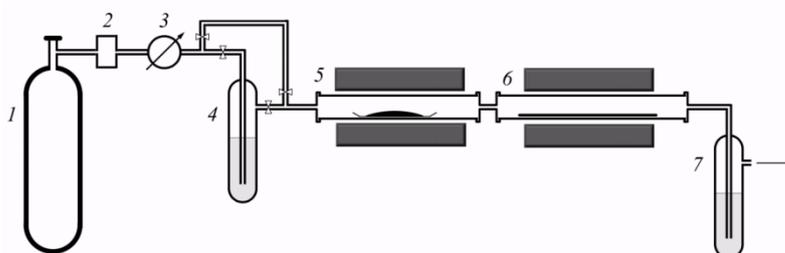


Рис.1. Установка синтеза МУНТ методом МOCVD: 1 – баллон с аргоном; 2 – ресивер; 3 – регулятор расхода газа; 4 – толуол; 5 – печь для испарения ферроцена; 6 – печь для осаждения нанотрубок; 7 – водяной затвор

Для активации поверхности углеродных нанотрубок проводили их функционализацию. Для этого МУНТ обрабатывали смесью концентрированной серной и азотной кислот в соотношении 3:1 при нагревании до 90°C в течении 70 минут. В ходе кислотной функционализации к поверхности МУНТ прививаются полярные группы: гидроксильные (ОН), карбонильные (C=O) и карбоксильные (COOH). Массовая доля привитых карбоксильных групп составила 4,1 мас. %.

Образцы изготавливали из смолы и отвердителя в соотношении 6:4 и 10:1 для композиций ЭД-20+ПО-300 и ЭД-20+ТЭТА соответственно. Добавляли ф-МУНТ в количестве 0,005% от массы используемой композиции. Диспергирование нанотрубок в объеме смол проводили с помощью ультразвукового аппарата УРСК-7Н-22 по режиму силы тока 60-80 мА в течение 4-7 минут. Затем выдерживали в сушильном шкафу 1 час при 60 °С.

Проведение анализа отвержденных образцов проводилось при помощи TG 209 F1 Libra и DSC 204 F1 Phoenix.

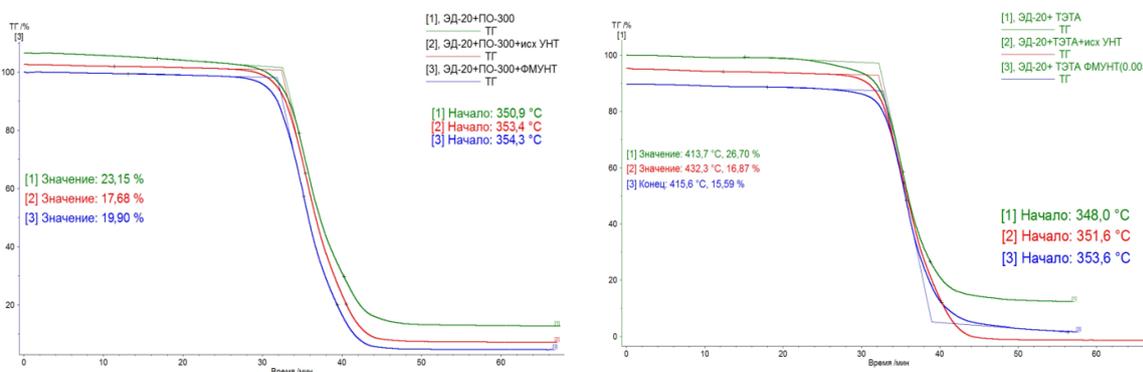


Рис.2. Графики термогравиметрического анализа для композиций ЭД-20+ПО-300 и ЭД-20+ТЭТА соответственно

Из графиков видно большое различие в степени деструкции полимера между исходным образцом и модифицированным ф-МУНТ, около 5% для композиции с ПО-300 и около 10% для композиции с ТЭТА. Количество образца с ф-МУНТ меньше в обоих случаях, что свидетельствует об увеличении скорости сгорания. Имеет место разница между отвердителями в случае использования ф-МУНТ, связанная с особенностями самих связующих, а именно, в аминном числе, которое у ТЭТА больше, чем у ПО-300.

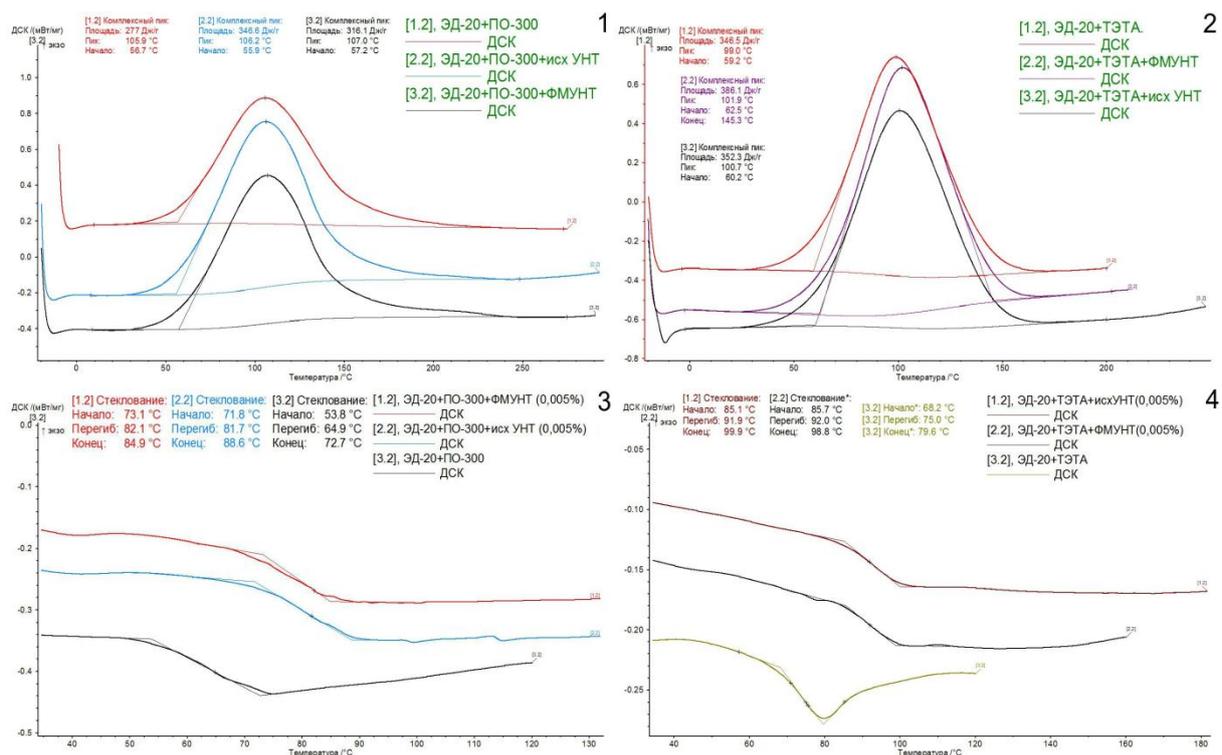


Рис.3. 1,2 – графики ДСК стеклования композиций с ПО-300 и ТЭТА; 3,4 – графики ДСК расстекловывания композиций с ПО-300 и ТЭТА.

Удельная мощность реакции при добавлении ф-МУНТ в полимеры на основе ЭД-20 увеличивается, соответственно увеличивается теплостойкость. Температура перегиба у модифицированных образцов полимера отличается от исходных приблизительно на 20°C. Как видно из графиков ДСК (рис.3), энергия образования связи растет при добавлении ф-МУНТ, что свидетельствует о том, что ф-МУНТ принимают участие в процессе сшивки полимера, встраиваясь в его цепочку, тем самым увеличивая жесткость цепи, и, соответственно, температуру стеклования, т.к. сегментальное движение полимерных цепей в областях с ф-МУНТ уменьшается. Такую же картину мы наблюдаем и на двух графиках снизу, здесь используются предварительно отвержденные образцы; видно, что добавление нанотрубок существенно сглаживает график для отвердителя ТЭТА, показывая, что процесс деструкции полимера протекает более плавно.

Исходя из результатов работы, можно сделать вывод о том, что ф-МУНТ улучшают вышеописанные характеристики предложенных композиций, поэтому в дальнейшем встает необходимость исследования процессов отверждения модифицированных образцов и выбора концентраций ф-МУНТ совместно с режимами их диспергирования в данном связующем.

Библиографический список:

1. Ajayan, P.M., Tour, J.M.: Nanotube composites. *Nature* 447, 1066–1068 (2007).
2. О механизме усиления эпоксидных смол углеродными нанотрубками / В.А. Богатов, С.В. Кондрашов, И.А. Мансурова и др. // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. – 2012. – № 4.
3. Изменение поверхности полимерных композитов, армированных углеродными нанотрубками / Е.С. Ваганова, О.А. Давыдова, М.В. Бузаева и др. // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия»*. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 35–41.

РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОРБЦИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III) НА РЕЧНЫХ ПЕСКАХ ИЗ ВЬЕТНАМА

А. А. Яковлева

Д.т.н., проф.

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

Чунг Тхуй Нгуен

Аспирант гр. аФХ-18

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

Тхи Хоай Нгуен

магистрант

Военный институт профилактической медицины
21 Чунг Льет, Р. Донг Да, Ханой, Вьетнам.
e-mail: nguyenthinhoai_sp@gmail.com

АННОТАЦИЯ: В настоящей работе исследована сорбция ионов железа (III) на речных песках из Вьетнама. Вычислены термодинамические параметры процесса сорбции и сделан вывод о самопроизвольности сорбции. Показано, что при повышении температуры процесс сорбции имеет эндотермический характер с положительными изменениями энтропии и энтальпии.

Ключевые слова: сорбция, песок, термодинамика, природный сорбент, ионы железа (III).

CALCULATION OF THERMODYNAMIC PARAMETERS OF SORPTION OF IRON (III) IONS ON RIVER SANDS FROM VIETNAM

A. A. Yakovleva

Dr., prof.

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

Trung Thuy Nguyen

Post-graduate

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nguyentrungthuy_irk@mail.ru

Thi Hoai Nguyen

master

Military Institute of Preventive Medicine

21 Trung Liet, Dong Da District, Hanoi, Viet Nam

e-mail: nguyenthihoai_sp@gmail.com

ABSTRACT: In this paper, the sorption of iron (III) ions on river sands from Vietnam was investigated. The thermodynamic parameters of the sorption process are calculated and the conclusion about the spontaneous sorption is made. It is shown that when the temperature increases, the sorption process has an endothermic character with positive changes in entropy and enthalpy.

Keywords: sorption, sand, thermodynamic, natural sorbent, iron (III) ions.

Пески и почвы, расположенные по берегам водоемов, задействованных в системах жизнеобеспечения, имеют особое значение, поскольку всевозможные бытовые и технологические стоки, попадающие в пески, могут просачиваться и загрязнять водоемы вредными веществами [1, 2]. Проблема повышенного содержания железа в природной воде является одной из самых распространенных из-за того, что вода приобретает буроватую окраску, неприятный металлический привкус и вредно влияет на здоровье человека. Процессы, происходящие в поверхностных слоях песчаных почв, имеют большое значение для природных систем – рек, озер, морей [3-5].

Для характеристики барьерных качеств песка важны время достижения равновесного состояния системы, влияние начальной концентрации, сорбционная емкость, а также термодинамические параметры [6-8].

Целью настоящей работы является расчет термодинамических параметров процесса сорбции иона железа (III) на поверхности зерен речного песка.

В работе рассмотрены 2 образца, отобранные на берегах рек центральной части Вьетнама: первый образец (обозначен Б) отобран на берегу реки Тхубон, второй образец (обозначен К) – реки Тхачхан.

Результаты дифракционного анализа показывают, что основой песков является $\alpha\text{-SiO}_2$ (89,93 % для песка Б и 89,11 % для песка К), кроме того, в состав песков входит $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (10,07 % для песка Б и 10,89 % для песка К).

Ситовой анализ песков показывает, что песок К крупнее (средний размер зерна 1,22 мм против 0,60 мм для песка Б), но коэффициент однородности его ниже: 55,5% против 65% у песка Б.

Навески песка массой 3 г помещали в колбы с 25 мл рабочего раствора с известной концентрацией. Скорость перемешивания составляла 250 ± 50 об/мин. Значение рН раствора поддерживали равным $3 \pm 0,2$. Были проведены опыты при разных температурах (288 К, 298 К и 308 К).

Эксперименты проводили в статическом режиме с применением шейкера по методу определения статической обменной емкости ГОСТ 20255.1-89. Для приготовления рабочих растворов использовали соль $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ март «Ч». Концентрацию ионов железа (III) определяли фотометрическим методом по ПНД Ф 14.1:2.50-96 на спектрофотометре ПЭ-5400В фирмы ПРОМЭКОЛАБ.

Адсорбционную емкость (A , мг/г) песков в процессе сорбции железа рассчитывали по следующему выражению

$$A = \frac{C_0 - C}{m} V,$$

где C_0 и C – начальная и равновесная концентрации используемого раствора (мг/дм^3); m – навеска песка (г); V – объем раствора, из которого идет адсорбция (дм^3).

В ходе опытов следили за временем контакта песка с раствором Fe(III) за разные промежутки времени от 0,5 до 6 ч. Было установлено, что состояние равновесия достигается в течение первых 4 часов сорбции и соответствует емкости $A_p = 0,47$ мг/г для песка Б и 0,49 мг/г – для песка К.

Применение модели мономолекулярной адсорбции Ленгмюра позволило находить константы K_L – базовые для термодинамических расчетов.

Математические диаграммы изотермы адсорбции ионов железа на песках представлены на рис. 1.

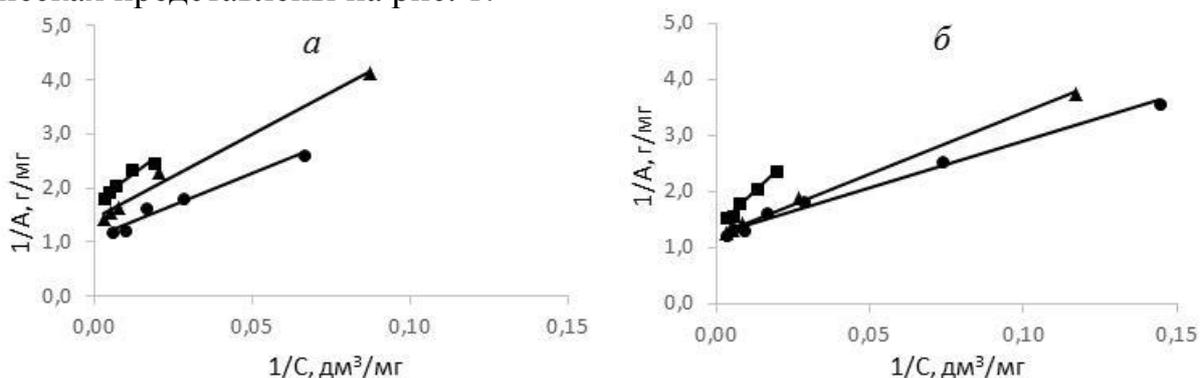


Рис. 1. Изотермы адсорбции ионов железа (III) на песках Б (а) и К (б) в обратных координатах (■ 288 К; ▲ 298 К; ● 308 К)

На основании значений коэффициентов корреляции был сделан вывод о том, что изотермы адсорбции качественно аппроксимируются уравнением Ленгмюра.

Полученные константы изотермы адсорбции ионов железа (III) на поверхности песков Б и К представлены далее в таблице.

По экспериментальным результатам рассчитали такие параметры термодинамики, как свободная энергия Гиббса ΔG , энтальпия ΔH и энтропия ΔS [9-12].

Величину ΔG сорбции вычисляли по уравнению

$$\Delta G = -RT \ln K_L .$$

Величины энтальпии ΔH , энтропии ΔS рассчитывали по следующему уравнению [9-12]

$$\ln K_L = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT} .$$

В представленных уравнениях R – универсальная газовая величина; K_L – константа изотермы адсорбции Ленгмюра при разных температурах; T – абсолютная температура.

Значения энтальпии ΔH и энтропии ΔS были определены через наклон и отрезок линейных диаграмм $\ln K_L = f(1/T)$, представленных на рис. 2.

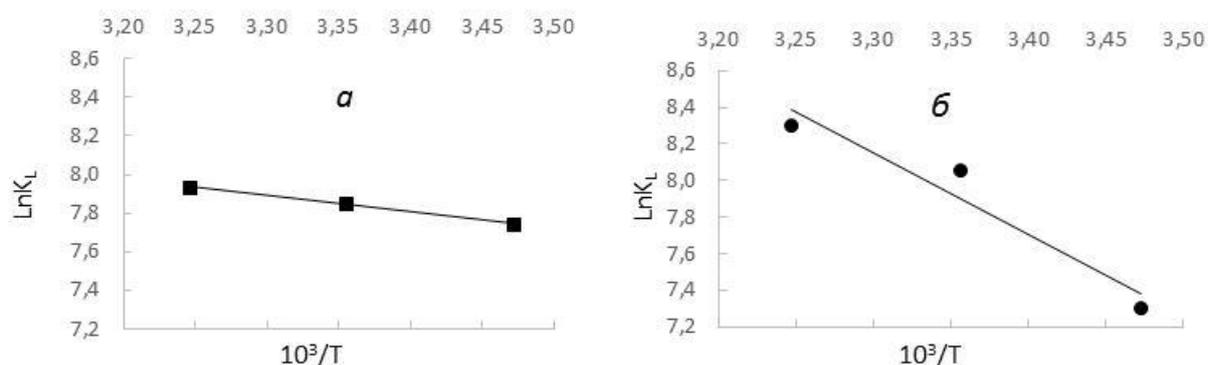


Рис. 2. Термодинамическая диаграмма сорбции ионов Fe(III) на песках Б (а) и К (б)

Итоговые результаты по расчету параметров сорбции при разных температурах представлены в таблице.

Таблица 1. Термодинамические параметры сорбции Fe(III) на песках

песок	T, К	K_L дм ³ /ммоль	ΔG , кДж/моль	R^2	ΔH , кДж/моль	ΔS , Дж/(моль·К)	R^2
Б	288	2,3054	-18,5401	0,9451	7,0118	88,7439	0,9975
	298	2,5644	-19,4476	0,9863			
	308	2,7877	-20,3140	0,9725			
К	288	1,4895	-17,4941	0,9814	36,9981	189,8258	0,9344
	298	3,1411	-19,9502	0,9976			
	308	4,0416	-21,2651	0,9779			

Видно, что для обоих песков при всех температурах значения свободной энергии Гиббса отрицательны.

Абсолютные значения ΔG увеличиваются с повышением температуры и это свидетельствует о том, что степень самопроизвольности процесса возрастает [9-11].

Значение энтальпии ΔH составили 7,012 кДж/моль для песка Б и 36,998 кДж/моль для песка К. То есть процесс сорбции ионов железа (III) на поверхности песков является эндотермическим по природе. Большее значение ΔH у песка К доказывает различие взаимодействий между ионами железа (III) и функциональными группами на поверхности [9-11].

Для сравнения в табл. 2 показаны значения ΔH и ΔS некоторых исследователей, полученные на схожих адсорбентах для сорбции ионов железа (III).

Таблица 2. Сравнение ΔH и ΔS процесса сорбции Fe(III) других сорбентов

Сорбент	ΔH , кДж/моль	ΔS , Дж/(моль·К)	Источник ссылки
Активный уголь из рисовой шелухи	16,1	70	[10]
Волокнистый полиамфолит	15-28	83	[11]

Из сравнения видно, что полученные нами значения находятся в пределах значений других экспериментаторов.

Положительные значения ΔS для обоих песков отражают степень увеличения беспорядочности на границе раздела твёрдое-жидкость в ходе сорбции ионов железа (III) на поверхности песков [9-11].

Библиографический список:

1. Яковлева А.А., Хингеева Г.А. Всестороннее изучение как залог сохранения естественных природных комплексов // Перспективы развития технологии переработки углеводородных, растительных и минеральных ресурсов. Иркутск. 2013. С. 21-23.

2. Нгуен Т.Ч., Яковлева А.А. Пески Вьетнама как объект коллоидно-химических исследований // I всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы земной цивилизации». Иркутск. 2018. С. 22-27.

3. Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Низамова А.Ф., Фоминых И.М., Трифонов К.И. Сорбция тяжелых цветных металлов из водных растворов зернистыми фильтрующими материалами на основе кремнистых пород // Водное хозяйство России: Проблемы, технологии, управление. 2018. № 2. С. 92-109.

4. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. Москва, 2008. С. 50-76.

5. Фрог Б.Н., Левченко А.П., Водоподготовка. М.: Изд-во МГУ, 1996. 680 с.
6. Тимофеев К.Л., Мальцев Г.И., Свиридов А.В. Кинетика сорбции ионов индия, железа и цинка на модифицированном монтмориллоните // Вестн. Моск. ун-та. сер. 2. химия. 2017. Т. 58. № 3. С. 135-143.
7. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 444 с.
8. Яковлева А.А. Коллоидная химия. М.: Изд-во Юрайт, 2017. 209 с.
9. Vijayakumar G., Tamilarasan R., Dharmendirakumar M. Adsorption, Kinetic, Equilibrium and Thermodynamic studies on the removal of basic dye Rhodamine-B from aqueous solution by the use of natural adsorbent perlite // J. Mater. Environ. Sci. 2012. V. 3. N1. P. 157-170
10. Patrick U.A., Chinedu U.C., Darlington A. Analysis of Thermodynamics, Kinetics and equilibrium isotherm on $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ adsorption onto palm kernel shell activated carbon (PKSAC): A Low-cost Adsorbent // American Chemical Science Journal. 2014. V. 4. N 3. P. 298-325.
11. Terlemezian E., Veleva S., Arsov A. Thermodynamic investigation of the sorption of Fe^{3+} and Cu^{2+} ions by a fibrous polyampholyte // Acta Polymerica. 1990. N 1. P. 42-45.
12. Abbas S.T. Isotherm, Kinetic and Thermodynamic of Adsorption of Heavy Metal Ions onto Local Activated Carbon // Aquatic Science and Technology. 2013. V. 1. N 2. P. 53-77.

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

Е.С. Ваганова

К.х.н., доцент

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

И.А. Макарова

К.х.н.

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32

e-mail: gorlovskaya.irin@bk.ru

М.В. Бузаева

Д.х.н.,

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32

e-mail: m.buzaeva@mail.ru

И.А. Гапонов

Бакалавр гр.МТМбд-3-1

Ульяновский государственный технический университет

432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32

e-mail: gaponov.ilyaxa@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Получены полимерные композиты на основе акритатных матриц и многостенных углеродных нанотрубок. Исследованы свойства полученных материалов. Введение углеродных нанотрубок в полимерную матрицу существенно повышает микротвердость и прочность материала.

Ключевые слова: полимерные композиты, акритаты, углеродные нанотрубки, термостабильность, микротвердость

POLYMER COMPOSITES CONTAINING CARBON NANOTUBES

E.S. Vaganova

Assistant professor

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32

e-mail: katrin_sv@bk.ru

I.A. Makarova

Ulyanovsk State Technical University

432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32

e-mail: gorlovskaya.irin@bk.ru

M.V. Buzaeva

Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32
e-mail: m.buzaeva@mail.ru

I.A. Gaponov

Student

Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32
e-mail: gaponov.ilyaxa@gmail.com

ABSTRACT: Polymer composites based on acrylate matrices and multi-wall carbon nanotubes were obtained. The properties of the obtained materials are investigated. The introduction of carbon nanotubes into the polymer matrix significantly increases the microhardness and strength of the material.

Keywords: polymer composites, acrylates, carbon nanotubes, thermal stability, microhardness

Композиционные материалы— многокомпонентные материалы, состоящие из пластичной основы - матрицы, и наполнителей, играющих в основном укрепляющую роль. Между фазами (компонентами) композита имеется граница раздела фаз.

Анализ зарубежных научно-технических литературных источников и общих тенденций развития материаловедения показали, что наиболее актуальными для использования современной техники и высокотехнологичных отраслей являются полимерные композиционные материалы (ПКМ) [5].

Подбирая состав и свойства компонентов ПКМ (матрицы и наполнителя, их соотношения, ориентации наполнителя) можно обеспечить получение практически любых изделий с заранее заданным сочетанием эксплуатационных и технологических свойств.

Незаменимость ПКМ обеспечивается сочетанием таких важнейших характеристик, как высокая механическая прочность, теплостойкость, коррозионная стойкость, малая плотность. Многообразие комбинаций различных исходных материалов и их компонентов, а также технологий их переработки в композитные материалы и изделия практически бесконечны и ограничены только уровнем развития науки и техники [3,4].

Армировать полимеры можно любыми наполнителями. На сегодняшний день широко распространено армирование с помощью металлической сетки, порошком мела, графита. Однако улучшить характеристики полимеров можно не только этими методами.

Особые ожидания связывают с использованием уникальных углеродных наноматериалов – углеродных нанотрубок [1,2].

Углеродные нанотрубки (УНТ), имеющие подобную алмазу структуру кристаллической решетки, являются уникальным материалом по своим термическим, электрическим и механическим свойствам, обеспечивающим возможность их применения в различных областях науки и техники. Основные задачи, которые необходимо решить при создании полимерных нанокомпозитов с включением углеродных наночастиц или нановолокон, – достижение максимальной степени диспергирования УНТ и их ориентация в матрице полимера. В качестве полимерной матрицы обычно используются полиолефины, полиэфиры, эпоксидные смолы.

В связи с вышеизложенным целью работы явилось получение полимерных композиционных материалов с улучшенными технологическими характеристиками на основе диметакрилат триэтиленгликоля (ТГМ-3) и многостенных углеродных нанотрубок.

Синтез многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) проводили в токе аргона методом химического осаждения из паровой фазы с использованием металлоорганических соединений (метод МOCVD) на разработанной нами экспериментальной установке. В качестве прекурсоров использовали толуол и ферроцен [6].

Блочную полимеризацию ТГМ-3 проводили в пробирках с включением в матрицу полимера модифицированных углеродных нанотрубок: исходные (и-МУНТ), после отжига и обработки соляной кислотой (о-МУНТ), функционализированные смесью кислот (ф-МУНТ).

Полидиметакрилаттриэтиленгликоля (ПТГМ-3) окрашен в слабожелтый цвет, композиты с нанотрубками окрашены в темный цвет (рис. 1).

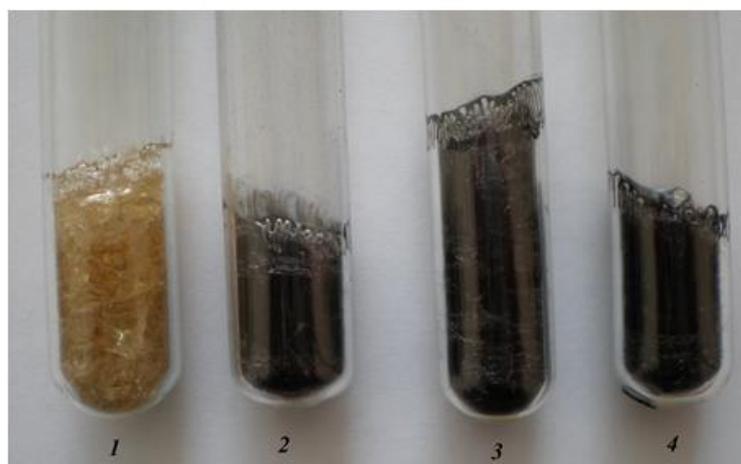


Рис. 1. Блочная полимеризация ТГМ-3 (0,1 мас. %): 1– без МУНТ; 2– и-МУНТ; 3– о-МУНТ; 4 – ф-МУНТ

Для практического применения материала важной характеристикой является его термическая стабильность, которая была исследована для полученных композитов на воздухе и в атмосфере азота. Термогравиметрические кривые для образцов композитов в атмосфере воздуха представлены на рис. 2.

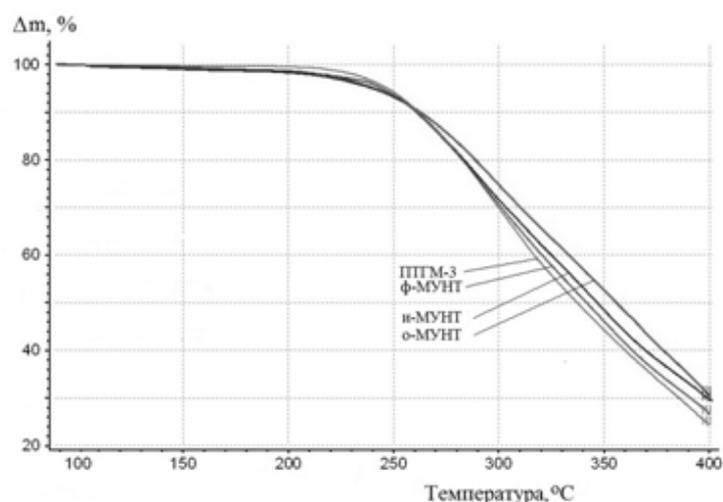


Рис. 2. Термогравиметрические кривые (профиль потери массы Δm) полимерных композитов с включением МУНТ. ПТГМ-3 – полидиметакрилат триэтиленгликоля без МУНТ. Атмосфера – воздух

У полученных полимеров исследовали термическую стабильность и прочность. Термическое разложение всех композитов начинается выше 200 °C с потерей массы 10 % при 260 °C.

В интервале температур 337-357 °C потеря массы составляет 50 %. При этом устойчивость композитов к термовоздействию находится в пределах 20 °C и составляет ряд:

$$\text{ПТГМ-3} < \text{ф-МУНТ} < \text{и-МУНТ} < \text{о-МУНТ}$$

Термогравиметрические кривые для композитов, полученные в атмосфере азота, имеют тот же характер, что и на воздухе. Температурные интервалы потери массы отличаются незначительно (50 % потери массы наблюдается в интервале 350-365 °C).

Для оценки изменения прочности полимерных композитов, содержащих МУНТ, проводили измерения микротвердости образцов. При постоянной нагрузке 0,05 кг значение микротвердости по Виккерсу возрастает в ряду:

$$\text{ПТГМ-3} < \text{и-МУНТ} < \text{ф-МУНТ} < \text{о-МУНТ}$$

Результаты измерений представлены на рис. 3.

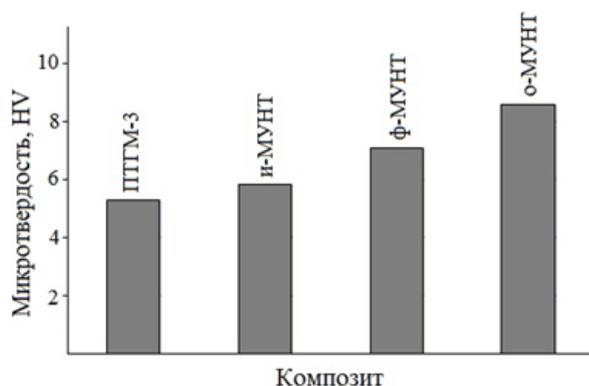


Рис. 3. Микротвердость полимерных композитов с включением МУНТ.

Для композита с включением о-МУНТ наблюдается увеличение значения микротвердости в 1,6 раза по сравнению с контрольным образцом без нанотрубок (ПТГМ-3).

Таким образом, результаты исследования показали, что у полимеров, армированных углеродными нанотрубками, существенно повышается качество и улучшаются технологические характеристики.

Библиографический список:

1. Ваганова, Е.С. Изменение поверхности полимерных композитов, армированных углеродными нанотрубками / Е.С. Ваганова, О.А. Давыдова, М.В. Бузаева и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2016. Т.8, №3. С.35-41.

2. Дьячков, П. Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / П. Н. Дьячков. – М.: БИНОМ, 2010. – 488 с.

3. Запороцкова И.В. Допирование углеродными нанотрубками полимеры – новые материалы в стоматологии /И.В. Запороцкова, С.В. Дмитриенко, Н.Н. Климова, А.Н. Крутойяров, А.С. Горобченко // Вестник ВолГУ. Серия 10. Вып. 6. –2012. С 68-73.

4. Запороцкова, И. В. Углеродные и неуглеродные наноматериалы и композитные структуры на их основе: строение и электронные свойства / И. В. Запороцкова. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2009. – 490 с.

5. Dresselhaus, M. S. Carbon nanotubes: synthesis, structure, properties, and application / M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, P. Avouris. – Springer-Verlag, 2000. – 464 p.

6. Климов,Е.С. Изменение поверхности и некоторых технологических свойств углеродных нанотрубок при их модифицировании / Е.С. Климов, М.В. Бузаева, О.А. Давыдова и др.// Башкирский химический журнал. – 2014. – Т. 21. – № 3. – С. 109-113.

УДК:547.792+547.47

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА
ПОЛИ-1-ВИНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛ/ФЕНОЛ-2,4-ДИСУЛЬФОКИСЛОТА**

А.П. Белькович

Бакалавр гр. ХТТбп-18-1
Иркутский национальный исследовательский
Технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: belkovich-a@mail.ru

О.В. Лебедева

К.х.н., доцент
Иркутский национальный исследовательский
Технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: lebedeva@istu.edu

АННОТАЦИЯ: В данной работе были исследованы полимерные мембраны на основе комплекса поли-1-винил-1,2,4-триазола и фенол-2,4-дисульфокислоты в нескольких стехиометрических соотношениях. Состав и строение мембран были изучены методами элементного анализа, ИК и ЯМР-спектроскопии. Получены данные о протонной проводимости, энергии активации и ионообменной емкости мембран. Проводимость мембран составила: ПВТ-ФДСК (50:50 % масс.) – $7.3 \cdot 10^{-3}$ См/см, ПВТ-ФДСК (20:80 % масс.) – $5.98 \cdot 10^{-2}$ См/см, ПВТ-ФДСК (80:20 % масс.) – $6.23 \cdot 10^{-3}$ См/см.

Ключевые слова: топливный элемент, протонпроводящие мембраны, энергия активации, ионообменная емкость.

**RESEARCHES AND PROPERTIES OF PROTON CONDUCTIVE
POLYMER MEMBRANES BASED ON THE COMPLEX
OF POLYVINYL TRIAZOL / DIPHENYL SULPHIC ACID**

A.P. Belkovich

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

O.V. Lebedeva

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

ABSTRACT: There are polymer membranes based on the complex of poly-1-vinyl-1,2,4-triazole and phenol-2,4-disulfonic acid in several stoichiometric ratios were synthesized. Elemental analysis, IR and NMR spectroscopy studied the composition and the structure of membranes. The results of proton conductivity, activation energy, and ion-exchange capacity of membranes were obtained. The membranes conductivity is: PVT-FDSK (50:50 % wt.) - $7.3 \cdot 10^{-3}$ S/cm, PVT-FDSK (20:80 % wt.) - $5.98 \cdot 10^{-2}$ S/cm, PVT-FDSK (80:20 % wt.) - $6.23 \cdot 10^{-3}$ S/cm.

Keywords: fuel cell, proton-exchange membranes, activation energy, ion-exchange capacity

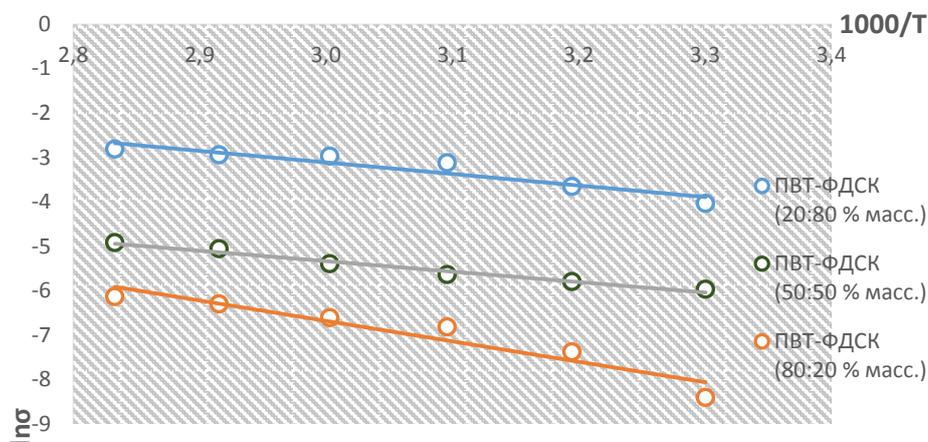
Топливные элементы (ТЭ) с протонпроводящей мембраной являются перспективными для разработки источников альтернативной энергии [1-2]. В связи с растущим спросом на электроэнергию, данное устройство может использоваться повсеместно. При этом, ТЭ с ионообменной мембраной не оказывает негативного воздействия на окружающую среду, так как единственный продукт функционирования – вода. Его КПД на порядок выше большинства существующих устройств, вырабатывающих электричество, и составляет ~ 80% [3]. Наиболее известными протонпроводящими мембранами являются перфторированные полимерные пленки Nafion (DuPont, США) и Aciplex (Asahi Chemical, Япония) [4-5]. Преимуществами этих мембран являются хорошие термические, механические и электрохимические показатели. Основными недостатками являются высокая стоимость и низкая протонная проводимость при высокой температуре и низкой влажности [6-7]. По этой причине, поиск новых химических составов мембран, обладающих высокими показателями проводимости при любых условиях, является востребованным [8-9].

В результате, нами были синтезированы мембраны на основе поли-1-винил-1,2,4-триазола и фенол-2,4-дисульфокислоты (ПВТ-ФДСК). Для повышения протонной проводимости процент соотношения смешивания компонентов был изменен с 20 до 80% относительно полимерного повторяющегося звена.

На рисунке показана зависимость протонной проводимости от обратной температуры.

Состав и строение мембраны были изучены методами элементного анализа, ИК и ЯМР спектроскопией. Исследование, проведенное с целью определения ионообменной емкости, показало следующие результаты: ПВТ-ФДСК (50:50 % масс.) – 14.124, ПВТ-ФДСК (20:80 % масс.) – 10.153, ПВТ-ФДСК (80:20 % масс.) – 12.073. Протонная проводимость мембран составила: ПВТ-ФДСК (50:50 % масс.) – $7.3 \cdot 10^{-3}$ См/см, ПВТ-ФДСК (20:80 % масс.) – $5.98 \cdot 10^{-2}$ См/см, ПВТ-ФДСК (80:20 % масс.) – $6.23 \cdot 10^{-3}$ См/см.

Энергия активации мембран указывает на хороший транспорт протона и составила – 19,5, 21,6 и 38,2 кДж/моль, соответственно.



Работа была выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 18-08-00718)

Библиографический список:

1. Kerres J. A., J. Development of ionomer membranes for fuel cells // *Journal of Membrane Science*. 2001. Vol. 185. № 1. P. 3–27.
2. Rikukawa M., Sanui K. Proton-conducting polymer electrolyte membranes based on hydrocarbon polymers // *Progress in Polymer Science*. 2000. Vol. 25. № 10. P. 1463–1502.
3. Kreuer K. D. On the development of proton conducting polymer membranes for hydrogen and methanol fuel cells // *Journal of Membrane Science*. 2001. Vol. 185. № 1. P. 29–39.
4. Carrette L., Friedrich K. A., Stimming U. Fuel cells: principles, types, fuels, and applications // *ChemPhysChem*. 2000. Vol. 1. № 4. P. 163–193.
5. Kreuer K. D. On Solids with Liquidlike Properties and the Challenge To Develop New ProtonConducting Separator Materials for Intermediate-Temperature Fuel Cells // *ChemPhysChem*. 2002. Vol. 3. № 9. P. 771–775.
6. Schuster M. F. H., Meyer W. H., Schuster M., Kreuer K. D., Toward a New Type of Anhydrous Organic Proton Conductor Based on Immobilized Imidazole // *Chemistry of Materials*. 2004. Vol. 16. № 2. P. 329–337.
7. Wainright J. S., Wang J. T., Weng D., Savinell R. F., Litt, M. J. Acid-Doped Polybenzimidazoles: A New Polymer Electrolyte // *Journal of The Electrochemical Society*. 1995. Vol. 142. № 7. P. 121–125.
8. Schuster M. F. H., Meyer W. H. Advance in Fuel Cells // *Annual Review of Materials Research*. Res. 2003. Vol 33. № 33. P. 233–240.
9. Smitha B., Sridhar S., Khan A. A. Solid polymer electrolyte membranes for fuel cell applications - a review // *Journal of Membrane Science*. 2005. Vol. 259. № 1. P. 10–26.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСЛЕННЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Н.В. Иринчинова

Аспирант гр. аНХ-16-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: irnavl@mail.ru

Д.И. Дударев

Студент гр. ИББ-17-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

В.И. Дударев

д.т.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Окислительное модифицирование поверхности углеродных адсорбентов известно, как способ повышения их сорбционной емкости по отношению к катионам металлов. В работе получены и исследованы образцы углеродного адсорбента после окислительной обработки поверхности материала азотной кислотой. Определены оптимальные условия и термодинамические характеристики процесса извлечения никеля окисленным образцами адсорбента в сравнении с исходным. Новый окисленный образец адсорбента обладает повышенной сорбционной активностью по отношению к ионам никеля(II).

Ключевые слова: модифицированные углеродные адсорбенты, сорбция ионов никеля.

THE USE OF OXIDIZED ADSORBENTS FOR THE EXTRACTION OF NICKEL FROM AQUEOUS SOLUTIONS

N. V. Irinchinova

Graduate student of gr. aNH-16-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: irnavl@mail.ru

D.I. Dudarev
Student of gr. IBB-17-1
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

V. I. Dudarev
D.t.s., professor
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: vdudarev@mail.ru

ABSTRACT: The oxidative modification of the surface of carbon adsorbents is known as one way to increase their sorption capacity relative to metal cations. The work obtained and investigated samples of carbon adsorbent after oxidative treatment of the surface of the material with nitric acid. Optimal conditions and thermodynamic characteristics of the nickel extraction process by oxidized sorbent samples compared to the original ones have been determined. The new oxidized sample of adsorbent has increased sorption activity in relation to nickel ions (II).

Keywords: modified carbon adsorbents, nickel ions sorption.

Окислительная обработка поверхности углеродных адсорбентов известна как один из способов повышения их сорбционной емкости по отношению к катионам металлов[1-3]. Получаемые адсорбенты успешно использовались для производства особо чистых веществ[4,5]. Однако, тенденции развития промышленности постепенно свели к минимуму исследовательские работы в этом направлении[6]. Тем не менее, широкая гамма современных нанопористых углеродных материалов открывает новые перспективы в инновационном усовершенствовании таких материалов и раскрывает более значимые перспективы их практического использования[7]. Для окислительного модифицирования можно использовать различные типы и марки активированных углей. Как правило, угли сначала обеззоливают, для этого их кипятят несколько часов с разбавленной соляной кислотой. При необходимости такую операцию повторяют, затем материалы промывают декантацией водой и разбавленным раствором аммиака до отрицательной реакции на ионы хлора (Cl^-). Уже очищенный уголь подвергают обработке окислителями различной силы. В качестве окислителей могут служить серная и азотная кислоты, перекись водорода, персульфаты и перманганаты.

Нами получены модифицированные образцы углеродного адсорбента после окислительной обработки поверхности материала азотной кислотой. Окисление проводили на образцах гранулированных углеродных адсорбентов с размером гранул от 0,5 до 2,0 мм, отсеянных от пыли и мелких

частиц. Окислителем служила разбавленная азотная кислота (1:1) в присутствии мочевины. Время окисления составило не менее 3 часов при температуре 80° С. Промытый до рН 4 и высушенный образец использовали для исследования сорбционной способности по отношению к ионам никеля(II). Установлены оптимальные условия и термодинамические характеристики процесса извлечения никеля окисленными образцами сорбента в сравнении с исходным. Новый окисленный образец адсорбента обладает повышенной сорбционной активностью по отношению к никелю.

Библиографический список

1. Мазурова Е.В., Петров В.С., Епифанцева Н.С. Модификация древесно-угольных материалов // Химия растительного сырья. 2003. № 2. С.69-73.
2. Тарковская И.А., Ставицкая С.С. Свойства и применение окисленных углей //Российский химический журнал. 1995. № 6. С.44-51.
3. Шишмаков А.Б., Еранкин С.В., Микушина Ю.В., Корякова О.В., Валова М.С., Петров Л.С. Окисленные активные угли и углерод-минеральные материалы на основе порошковой целлюлозы //Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 27-30.
- 4.Кузин И.А., Мироненко В.М. Исследование продуктов окисления активного угля азотной кислотой //Журн.прикл.химии. 1969. Т.42. № 47. С.833-838.
5. Тарковская И.А. Окисленный уголь. Киев: Наук. Думка, 1981. С. 196.
6. Покрытия и обработка поверхности. 8-я международная выставка и конференция. М.: Изд-во РХТУ.2011. 108 с.
7. Дударева Г.Н., Иринчинова Н.В., Тимошенко Ю.С., Житов С.И. «Графен и родственные структуры: синтез, производство и применение»: Материалы III Международной научно-практической конференции: Тамбов, 13 - 15 ноября 2019. Под общей редакцией оргкомитета. – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2019. –С. 182-183 с. ISBN 978-5-905724-92-3

МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ КИСЛОТА-ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ТВЕРДОПОЛИМЕРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ю.А. Верхозина

Бакалавр гр. ХТТбп-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: yulya.verkhozina@yandex.ru

Ю.Н. Пожидаев

Д.х.н., профессор

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: pozhid@istu.edu

АННОТАЦИЯ: На основе водорастворимых сополимеров 1-винил-1,2,4-триазола с натриевой солью винилсульфоновой кислоты синтезированы мембраны. Состав и строение мембран изучены методами элементного анализа, ИК и ЯМР спектроскопией. Исследована протонная проводимость, энергия активации и ионообменная емкость полученных мембран.

Ключевые слова: топливный элемент, протонпроводящие мембраны, сополимеры, 1-винил-1,2,4-триазол, натриевая соль винилсульфоновой кислоты

MEMBRANE ON THE BASIS OF ACID-THE BASIS FOR PROTON EXCHANGE MEMBRANE FUEL CELLS

U. A. Verkhozina

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: yulya.verkhozina@yandex.ru

U. N. Pozhidaev

Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: pozhid@istu.edu

ABSTRACT: Membranes are synthesized based on water-soluble copolymers of Poly(1-vinyl-1,2,4-triazole) with the sodium salt of vinylsulfonic acid. The

composition and structure of the membranes were studied by elemental analysis, IR and NMR spectroscopy. The proton conductivity, activation energy, and ion-exchange capacity of the resulting membranes were studied.

Key words: fuel cell, proton-conducting membranes, copolymers, poly(1-vinyl-1,2,4-triazole), sodium salt of vinylsulfonic acid

В настоящее время, нефть, газ и уголь обеспечивают более 80% спроса на электроэнергию. В связи с ростом технологического прогресса, спрос будет увеличиваться. Это приведет к последующему увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу и истощению природных запасов. Для решения данных вопросов все больше внимания уделяется поиску эффективных и экологически чистых источников энергии. Одним из наиболее перспективных примеров является топливный элемент (ТЭ) с протонпроводящей мембраной. Топливные элементы представляют собой электрохимическое устройство, способное преобразовывать энергию химических реакций в электроэнергию. Топливные элементы могут постоянно вырабатывать электроэнергию, пока они имеют запас воздуха и топлива. Высокий коэффициент производительности данного устройства обусловлен отсутствием малоэффективных процессов горения топлива [1].

Преимущества использования твердополимерных топливных элементов заключаются в отсутствии жидкого электролита, высокой мощности, быстром запуске и простоте системы [2]. Благодаря высокой эффективности и экологическим свойствам ТЭ с протонпроводящей мембраной рассматриваются как многообещающая альтернатива двигателям внутреннего сгорания.

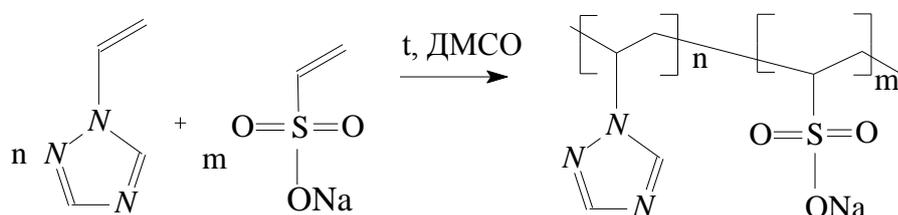
В твердополимерных топливных элементах в качестве электролита используется протонпроводящая мембрана. Главным преимуществом мембран на основе комплексов кислота - основной полимер является возможность эксплуатации полученных материалов в широком интервале температур, как во влажной, так и в сухой атмосфере [3,4].

Значительный интерес среди винильных азотсодержащих гетероциклических полимеров вызывают сополимеры 1-винил-1,2,4-триазола, обладающие комплексом ценных свойств: высокой гидрофильностью, растворимостью в диполярных органических растворителях, способностью к комплексообразованию, химической стабильностью, биосовместимостью, термической стабильностью и другими практически важными качествами [5].

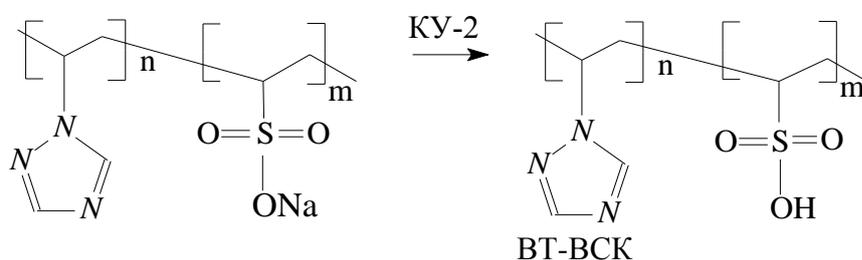
Мембраны на основе функциональных полимеров триазола, допированных кислотой имеют высокую проводимость даже при низкой степени допирования. В мембранах на основе имидазола наблюдается высокая подвижность протонов, однако электрохимическая стабильность у триазола выше [6]. Полимер на основе триазола выгоднее применять, т. к. не возникает проблем с блокированием и вымыванием допирующих веществ [7].

Поливинилсульфоновая кислота и ее солевые формы являются одним из простейших и наиболее важных сульфокислотных полимеров. Преимущество этих полимеров состоит в высоком содержании сульфонатных групп, непосредственно связанных с основной цепью полимера [8]. Особый интерес сополимеры, содержащие сульфокислотную группу, вызывают в качестве компонентов протонпроводящих мембран, что обусловлено возможностью создания упорядоченной структуры в результате их самоорганизации [9].

Были получены водорастворимые сополимеры путем радикальной сополимеризацией 1-винил-1,2,4-триазола с натриевой солью винилсульфоновой кислоты в присутствии инициатора динитрила азобисизомаясляной кислоты в растворе ДМСО при температуре 70 °С:



На основе пропущенных через катионит сополимеров были получены ионообменные мембраны (ВТ-ВСК):



Синтезированные сополимеры и мембраны на их основе изучены методами элементного анализа, ИК и ЯМР спектроскопией. Исследованная импедансным методом протонная проводимость при температуре 80 °С и влажности 75%, энергия активации, ионообменная емкость мембран представлена в таблице.

Таблица

Свойства полученных мембран

Мембрана, состав, масс. %	Протонная проводимость, См/см	Энергия активации, кДж/моль	Ионообменная емкость, мг·экв/г
ВТ-ВСК (20:80)	$1.89 \cdot 10^{-2}$	34.66	13.636
ВТ-ВСК (50:50)	$6.54 \cdot 10^{-3}$	61.02	7.667
ВТ-ВСК (80:20)	$2.92 \cdot 10^{-3}$	67.05	12.073

С увеличением температуры протонная проводимость мембран увеличивается. Энергия активации мембран составляет от 34 до 67 кДж/моль, что указывает на высокий транспорт протона.

На рисунке показана зависимость протонной проводимости при температуре 80 °С полученных мембран от состава исходной смеси (масс. %).

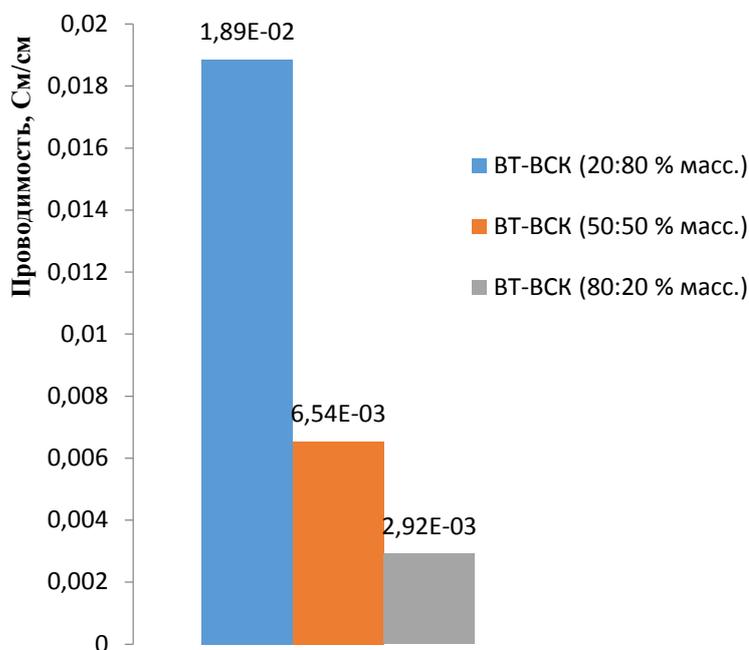


Рис. Диаграмма протонной проводимости мембран при температуре 80 °С и влажности 75%

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 18-08-00718).

Библиографический список:

1. Cao Y., Wu Y.J., Fu L.J., Jernsittiparsert K., Razmjoooy N. Multi-objective optimization of a PEMFC based CCHP system by meta-heuristics // Energy reports. 2019. Vol. 5. P. 1551–1559.
2. Weber A.Z., Newman J. Modeling Transport in Polymer-Electrolyte Fuel Cells // Chem. Rev. 2004. № 104. P. 4679–4726.
3. Wang J.Y. Pressure drop and flow distribution in parallel channel of configurations of fuel cell stacks: U-type arrangement // International Journal of Hydrogen Energy. 2008. Vol. 33. P. 6339–6350.
4. Masanori Y., Itaru H. Anhydrous proton conducting polymer electrolytes based on poly(vinylphosphonic acid)-heterocycle composite material // Polymer. 2005. № 46. P. 2986–2992.

5. Pozdnyakov A. S., Emelyanov A. I., Kuznetsova N. P., Ermakova T. G., Fadeeva T. V., Sosedova L. M., Prozorova G. F. Nontoxic hydrophilic polymeric nanocomposites containing silver nanoparticles with strong antimicrobial activity // *Int. J. Nanomed.* 2016. № 11. P. 1295–1304.
6. Aslan A., Celik S.U., Sen U., Haser R., Bozkurt A. Intrinsically proton-conducting poly(1-vinyl-1,2,4-triazole)/triflic acid blends // *Electrochimica Acta.* 2009. № 54. P. 2957–2961.
7. Sevim U., Çelik A.A., Bozkurt A. Phosphoric acid-doped poly(1-vinyl-1,2,4-triazole) as water-free proton conducting polymer electrolytes // *Solid State Ionics.* 2008. V. 179 P. 683–688.
8. Lee J. H., Oh S. H., Kim W. G., Mater J. MMA/MPEOMA/VSA copolymer as a novel blood-compatible material: ex vivo platelet adhesion study // *Sci.: Mater. Med.* 2004. Vol. 15. № 2. P. 155–159.
9. Shi Z., Holdcroft S. Synthesis and Proton Conductivity of Partially Sulfonated Poly([vinylidene difluoride-co-hexafluoropropylene]-b-styrene) Block Copolymers // *Macromolecules.* 2005. Vol. 38. № 10. P. 4193–4201.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОРБЦИИ ИОНОВ ХРОМА (VI) НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ АДсорбЕНТАХ

О.В. Рыбарчук

К.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: oklim89@mail.ru

В.И. Дударев

Д.т.н., профессор

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

А.В. Драгунский

соискатель

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

АННОТАЦИЯ: Сорбционные методы показали себя как весьма эффективные для решения экологических проблем машиностроительных производств, связанных с процессами хромирования. Изучены кинетические свойства и адсорбционная способность углеродных сорбентов по отношению к ионам хрома(VI) в статических условиях методом переменных навесок и методом постоянных концентраций. Значения констант скоростей для модифицированного адсорбента практически в два раза выше исходных. С ростом температуры константы скорости сорбционного процесса увеличиваются. Это явление характерно для активированной сорбции.

Ключевые слова: Ионы хрома(VI), адсорбция, кинетические параметры

KINETIC OPTIONS OF SORPTION OF CHROME (VI) IONS ON MODIFIED CARBON SORBENTS

O.V.Klimova

assistant professor

Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83
e-mail: oklim89@mail.ru

V.I.Dudarev

professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vdudarev@mail.ru

A.V.Dragunsky

Applicant

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Street Lermontova, 83

e-mail: vol-sok@ yandex.ru

ABSTRACT: The sorption capacity of adsorbents synthesized on the basis of coal was studied with respect to chromium (VI) ions. Sorption heat, activation energy and Gibbs energy are determined. The obtained values of the thermodynamic parameters indicate a possible and spontaneous flow of the sorption process.

Keywords: chromium ions (VI), adsorption, kinetic parameters

Хромовые покрытия широко используются в машиностроительных производствах, однако вопрос утилизация отработанных гальванических растворов, является одним из значимых экологических проблем [1]. Серьёзной проблемой являются и сточные воды, образующиеся в результате промывки деталей после хромирования, при удалении некачественных покрытий, при хроматировании и электрохимического полирования технических деталей [2], которые зачастую содержат значительные количества хрома [3]. Сорбционные методы показали себя как весьма эффективные для решения вышеуказанных проблем машиностроительных производств [4]. Их применение для извлечения хрома из техногенных растворов позволяет сократить выбросы загрязняющих веществ в водные объекты, минимизировать затраты на материалы, а также создать оборотное водопользование на предприятиях, имеющих гальванопроизводства [5]. Углеродные адсорбенты являются уникальными устойчивыми и высокопористыми материалами, показывающими в растворах электролитов селективные ионообменные и адсорбционные свойства [6]. Эти свойства проявляются благодаря наличию в их составе разнообразных функционально активных группировок, представленных карбоксильными, сложноэфирными, карбонильными (хиноидными) и гидроксильными кислородсодержащими группами, алкильными (реже циклоалкильными) заместителями [7]. Углеродные адсорбенты представляют собой пористые черные гранулы неправильной формы размером 0,5–2 мм и удельной поверхностью 550 м²/г [8]. Окислительное модифицирование исходных адсорбентов, может существенно повысить сорбционную емкость материалов по отношению к извлекаемым ионам [9]. Окисление поверхностных соединений адсорбента

проводили растворами азотной кислоты разной степени разбавления в течение 3 часов. После окисления образцы промывали водой до pH 4 и высушивали до постоянного веса при температуре 105 °С.

Изучение кинетических свойств и адсорбционной способности сорбентов проводили в статических условиях методом переменных навесок и методом постоянных концентраций. Массу навесок варьировали от 0,25 г до 2 г. Предварительно определили время установления равновесия в системе углеродный адсорбент – раствор соли хрома (VI) и строили кинетические зависимости $A = f(t)$. Количество сорбированного металла рассчитывали по разности концентрации ионов металла в растворах до и после сорбции. Адсорбцию при повышенных температурах проводили в термостатированной установке, перемешивание осуществляли на магнитной мешалке. Установлено, что сорбционное взаимодействие в системе металлосодержащий раствор – углеродный адсорбент протекает достаточно интенсивно. Реакции подчиняются первому порядку. Значения констант скоростей для модифицированного адсорбента практически в два раза выше исходных. С ростом температуры константы скорости сорбционного процесса увеличиваются. Это явление характерно для активированной сорбции, в результате которой молекулы поглощенного вещества, взаимодействуют с молекулами адсорбента и образуют на его поверхности один слой (мономолекулярная сорбция). Этим, в частности, и объясняется увеличение сорбции ионов металла при возрастании температуры среды. В целом, модифицирование адсорбентов путем окисления поверхности азотной кислотой, приводит к повышению емкостных показателей адсорбентов.

Библиографический список

1. Kolesnikov V.A., Kruchkova L.A., Il'in V.I., Kolesnikov A.V. Recovery of Metal Ions from Multicomponent Systems Contained in Waste Water from Plating Shops. //Electroplating and Surface Treatment. M., 2015. – Т. XXIII, № 2. P. 51–59.
2. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. Под редакцией проф. В.Н. Кудрявцева. – Изд. 2-е, перераб. и доп.; М.: Глобус. 2002. 352 с.
3. Солодкова Л.Н., Кудрявцев В.Н. Электрохимическое хромирование. – М.: Глобус, 2007. 191 с.
4. Дударев В.И., Филатова Е.Г., Дударева Г.Н., Климова О.В., Минаева Л.А., Рандин О.И. Сорбционное концентрирование тяжелых металлов и определение никеля в производственных растворах //Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2015, –№ 1(81). – С. 16-23.
5. Климова О.В., Дударев В.И., Филатова Е.Г. Изучение процессов сорбции ионов хрома(VI) на углеродном сорбенте // Водочистка. 2013. №10. – С.6-14.

6. Леонов С.Б., Елшин В.В., Дударев В.И., Рандин О.И., Ознобихин Л.М., Домрачесва В.А. Углеродные сорбенты на основе ископаемых углей.- Иркутск: Из-во ИрГТУ, 2000. -268 с

7. Дубинин М.М. // Поверхностные химические соединения и их роль в явлениях адсорбции.- М.: Моск. гос. ун-т, 1957.- С. 9-33.

8. Дударев В.И. Ископаемые угли в качестве сырья для производства углеродных материалов // Вестник ИрГТУ. –2002,– №12, –С.160-170.

9. Тарковская И.А. Окисленный уголь. - Киев: Наукова Думка, 1981. -196 с

СЕКЦИЯ № 2. ПРИКЛАДНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

УДК 582.284:619:616.33/34

ТРАМЕТИН – ПРЕПАРАТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АССОЦИИРОВАННЫХ ИНФЕКЦИЙ

М. А. Гаврилова

Лаборант-исследователь
Институт экспериментальной ветеринарии
Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН
664005, г. Иркутск, Боткина, 4
e-mail: marina-gavrilova18@yandex.ru

В. А. Чхенкели

зав. лабораторией эпизоотологии и биотехнологии,
ведущий научный сотрудник, д. б. н, доцент
Институт экспериментальной ветеринарии
Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН
664005, г. Иркутск, Боткина, 4
e-mail: chkhenkeli@rambler.ru

АННОТАЦИЯ: На сегодняшний день актуальным становится применение препаратов, обладающих свойствами иммуномодуляторов, проявляющих противовирусное и антибактериальное действие непосредственно или опосредованно за счет стимуляции иммунной системы, таким препаратом и является Траметин, препарат, повышающий иммуногенность существующих вакцин [7]. Цель работы – изучение профилактической эффективности препарата Траметин против ассоциированных желудочно-кишечных и респираторных заболеваний.

Ключевые слова: Траметин, противовирусная активность, желудочно-кишечные и респираторные заболевания, специфическая профилактика, неспецифическая профилактика.

TRAMETIN IS A NEW GENERATION DRUG FOR THE PREVENTION OF ASSOCIATED INFECTION

M. A. Gavrilova

Institute of Experimental Veterinary Medicine
of Siberia and the Far East of the Siberian Federal Research Center
for Agrobiotechnology of the Russian Academy
of Sciences (IEVS&FE SFNCA RAS)
664005, Irkutsk, Botkin st.,4
e-mail: marina-gavrilova18@yandex.ru

V. A. Chkhenkeli
Head of laboratory of Epizootology and Biotechnology,
Leading Researcher D. Ph., Assistant Professor
Institute of Experimental Veterinary Medicine
of Siberia and the Far East of the Siberian Federal Research Center
for Agrobiotechnology of the Russian Academy
of Sciences (IEVS&FE SFNCA RAS)
664005, Irkutsk, Botkin st.,4
e-mail: chkhenkeli@rambler.ru

ABSTRACT: Today, the use of drugs with the properties of immunomodulators that exhibit antiviral and antibacterial effects directly or indirectly due to stimulation of the immune system becomes relevant. Such a drug is Trametin, a drug that increases the immunogenicity of existing vaccines. The purpose of the work – the study of the preventive effectiveness of the drug Trametin against associated gastrointestinal and respiratory diseases.

Key words: Trametine, antiviral activity, gastrointestinal and respiratory diseases, specific prophylaxis, non-specific prophylaxis.

Ассоциированные инфекционные заболевания молодняка наносят серьезный экономический ущерб хозяйствам, обусловленный гибелью молодняка, снижением молочной продуктивности, потерей живой массы и нарушением воспроизводительной функции [2,3].

Учитывая данные по изменению численности поголовья крупного рогатого скота в Иркутской области с 2011 по 2018 г. и изменению заболеваемости его ассоциированными инфекционными заболеваниями, можно предположить, что увеличение поголовья КРС в дальнейшем может повлиять на увеличение его заболеваемости.

Научно-хозяйственные эксперименты проводили на базе ООО МИП «Новоямское», использовали препарат Траметин, полученный с использованием методов биотехнологий, на основе гриба-ксилотрофа *Trametes pubescences* (Schumach.:Fr.) Pilat. штамм 0663. В качестве препарата сравнения использовали 70%-ный раствор эхинацеи пурпурной.

Научно-хозяйственные эксперименты включали в себя прижизненную и посмертную диагностику телят в возрасте от 1 суток до 3х месяцев. Для исследования отбирали кровь, смывы со слизистой оболочки носовой полости и фекалии от здоровых и больных телят. Были применены следующие методы исследования: гематологические, биохимические, вирусологические, микробиологические, статистические [2,4,5,6].

Схемы проведения научно-хозяйственных экспериментов по профилактике ассоциированных инфекций составляли на основе ранее

проведённых лабораторных экспериментов. Группы животных составляли по принципу аналогов (по 8 голов). Всего было организовано 5 групп телят. Профилактику Траметином 1 раз в сутки, в течение 10 сут. в дозах 20, 40, 60 мл /гол , вводили его перорально. Препарат сравнения – 70 %-ный раствор эхинацеи пурпурной, применяли в дозировке 15,0 мл/гол, перорально, 1 раз в сутки, в течение 10 дней.

Полученные в ходе научно-хозяйственных экспериментов данные о механизмах и эффектах действия препарата Траметин при ассоциированных инфекционных заболеваниях у телят крупного рогатого скота показывают, насколько профилактические мероприятия с использованием препарата Траметин, влияют на сохранность поголовья – повышение до 10 %, а также снижение заболеваемости ассоциированными инфекциями – на 20%.

Библиографический список

1. Аблов, А. М. Применение статистических методов при анализе эпизоотической ситуации по инфекционным болезням животных и птиц: методические рекомендации / А. М. Аблов, А. С. Батомункуев, Е. В. Анганова, И. В. Мельцов. – Иркутск: ИрГСХА, 2014. – 25 с.
2. Бурдов, Г.Н., Вирусные инфекции крупного рогатого скота. / Г.Н. Бурдов, Е.И. Марасинская, Ю.Г. Крысенко // Ветеринарный врач. – 2001. - № 3. – С.38-39
3. Капитонов, Е.А. Особенности течения респираторных болезней телят в современных экологических условиях и меры борьбы с ними / Е. А. Капитонов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2003. - № 3. – С. 48-51.
4. Патент №2545986. Чхенкели В. А. Препарат для лечения желудочно-кишечных болезней телят и способ его применения / В. А. Чхенкели, Н. В. Белова, Н. А. Шкиль, Г. Д. Чхенкели -// А61К 36/07 от 27.09.2011 Бюл. №27
5. Тихонов, В.Л. Распространение вирусных болезней крупного рогатого скота в Иркутской области / В.Л. Тихонов и др. // Состояние и перспективы обеспечения ветеринарного благополучия Восточной Сибири: мат. междунар. науч.-практ. конф. – Чита: Книжн. изд-во, - 2008. – С. 427–433.

УДК

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕДИАТОРА МЕТИЛОВОГО
ОРАНЖЕВОГО НА РАБОТУ МИКРОБНОГО
ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА**

С.А. Закарчевский,

аспирант гр. аБТ-18,

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

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

e-mail: serzh94lan@mail.ru

А.Н.Чеснокова

К.х.н., зам.директора ИВТ

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

E-mail: chesnokova@istu.edu

Т.Д. Жамсаранжапова

Магистрант гр.ПИМ-18-1

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tanyazham@mail.ru

А.М. Оносова

Студент гр.ТПб-19-2

Иркутский национальный исследовательский

технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: alex_30519@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе представлены результаты исследования работы микробного топливного элемента (МТЭ) с использованием медиатора метилового оранжевого и ионообменных мембран на основе поливинилового спирта (ПВС) с добавкой в качестве сшивающего агента сульфоянтарной кислоты. Произведены замеры электрических величин МТЭ с различными источниками углерода (глюкоза и фруктоза). Получены вольт - амперные характеристики МТЭ на основе биоразлагаемых мембран.

Ключевые слова: микробный топливный элемент, ионообменная мембрана, *Micrococcus luteus*, медиатор, метиловый оранжевый

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF METHYLENE ORANGE MEDIATOR ON THE MICROBIAL FUEL CELL PERFORMANCE

A.N. Chesnokova

Deputy Director, PhD

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st.Lermontova, 83

E-mail: chesnokova@istu.edu

T.D. Zhamsaranzhapova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St, 83

e-mail: tanyazham@mail.ru

S.A. Zakarchesvskiy

Post graduate Student,

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st.Lermontova, 83

e-mail: serzh94lan@mail.ru

A.M. Onosova

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St, 83

e-mail: alex_30519@mail.ru

ABSTRACT: The paper presents the results of a study of the microbial fuel cell performance (MFC) using a mediator of methyl orange and ion-exchange membranes based on polyvinyl alcohol (PVA) with the addition of sulfosuccinic acid as a crosslinking agent. Electrical characteristics of MTE with various carbon sources (glucose and fructose) were investigated. The current - voltage characteristics of MFC with biodegradable membranes were obtained.

Keywords: microbial fuel cell, ion-exchange membrane, *Micrococcus luteus*, mediator, methyl orange

В 21 веке со стремительным ростом промышленности и истощением запасов ископаемого топлива, появилась острая необходимость в альтернативных источниках энергии. Рост промышленных производств, а также выработка энергии традиционными методами привели к различным экологическим проблемам.

Для преобразования отходов в энергию доступны многочисленные традиционные методы, такие как сжигание, анаэробное сбраживание, пиролиз, газификация. Большинство из них характеризуются низкой эффективностью, высокими энергетическими требованиями и возможностью вторичного загрязнения [1].

Технология микробных топливных элементов (МТЭ) представляет собой подходящую альтернативу для энергоэффективной очистки сточных вод и позволяет синхронизировать очистку сточных вод, производство биоэлектричества и восстановление ресурсов с использованием электроактивных микроорганизмов [2].

Производительность МТЭ в значительной степени зависит от многих факторов таких как: температура, наличие и тип медиатора, концентрации субстратов, вид микроорганизмов и др. [3].

Задачей настоящей работы является исследование характеристик МТЭ с различными конфигурациями субстратов и медиаторов.

В качестве биоагентов в МТЭ использовали электрогенные микроорганизмы *Micrococcus luteus*. Экспериментальные культуры выращивали на мясо-пептонном агаре при 30 °С.

Конструкция МТЭ, использованных в эксперименте, имеет две одинаковых камеры – катодную и анодную, с размерами 40×40×40 мм. Стенки камер МТЭ выполнены из оргстекла с толщиной 3мм (PLEXIGLAS, Rohm Evonik GmbH). В верхней стенке каждой из камер имелись круглые отверстия для вывода электродов и добавки в камеры растворов анолита и католита. В качестве электродов в работе использовали углеродную ткань Урал Т-22Р А (ОАО «СветлогорскХимволокно», Республика Беларусь). Площади электродов в ячейках составляли 14 см².

Между анодной и катодной камерой МТЭ были установлены ионообменные мембраны на основе поливинилового спирта (ПВС), сшитого сульфоянтарной кислотой (СЯК).

Перед началом работы обе камеры МТЭ стерилизовали 3%-ным раствором перекиси водорода в течение 20 мин. После этого каждый отсек МТЭ промывали стерильной водой, чтобы удалить остатки дезинфицирующего средства, и помещали под ультрафиолет на 15 мин.

Монокультуры микроорганизмов добавляли в анодную камеру, предварительно заполненную рабочим раствором модельной сточной воды (МСВ), с составом (мг/л): Na₂CO₃ – 50; КН₂РО₄ – 25; СаСl₂ – 7,5; MgSO₄·7H₂O – 5; дистиллированная вода – 1 л [6]. Источниками углерода для бактерий являлись глюкоза и фруктоза с концентрацией 0,5г/л. В качестве медиатора использовался метиловый оранжевый (2×10⁻³ моль/л).

Анодную камеру заполняли субстратом полностью, после чего камеру плотно закрывали пробкой без доступа воздуха. Катодную камеру заполняли МСВ. Внутреннюю область камеры оставляли открытой для аэрирования.

Потенциал и силу тока ячеек регистрировали, изменяя сопротивление нагрузки магазином сопротивлений, с помощью мультиметров DT-266 (КНР).

Существует два установленных механизма передачи электронов с электрогенных микроорганизмов на электроды – прямой и косвенный [4]. При прямом переносе электронов биопленка из электрогенных микроорганизмов образуется непосредственно на аноде. При косвенном методе, электроны транспортируются к аноду с помощью вещества – медиатора. Медиатор облегчает внеклеточный перенос электронов и обеспечивает платформу для бактерий для производства электрохимически активных продуктов, которые находятся в восстановленном состоянии. Их также называют электронными челноками для МТЭ [5].

Проведенный эксперимент показал, что электрохимические характеристики МТЭ зависят от состава субстратов и от наличия медиатора. В частности, ячейки без медиаторов достигали максимальных значений быстрее, чем ячейки с медиаторами. Однако максимальные значения мощности ячеек с медиаторами были выше, чем у ячеек с чистыми источниками углерода. Так, на восьмые сутки эксперимента образцы ячеек с субстратами с метиловым оранжевым показали максимальные значения мощности: ячейка с глюкозой – 9,89 мВт/м², ячейка с фруктозой – 8,99 мВт/м². Ячейки с глюкозой и фруктозой без медиаторов на восьмые сутки показывали незначительные величины мощности. Таким образом, можно утверждать, что использование медиатора улучшает работу МТЭ.

Библиографический список

1. Bioelectrochemical conversion of waste to energy using microbial fuel cell technology. Mohammad DanishKhan, Nishat Khana, Saima Sultanaa, Rajkumar Joshib, Sirajuddin Ahmed, Eileen Yuc, Keith Scott, Anees Ahmad, Mohammad Zain Khan. Process Biochemistry, June 2017.
2. Microbial fuel cells (MFCs) for bioelectrochemical treatment of different wastewater streams. Smita S.Kumar, Vivek Kumar, Sandeep K.Malyan, Jyoti Sharmaa, Thangavel Mathimanic, Marshal S.Maskarenj, Prakash C.Ghosh, Arivalagan Pugazhendhi. 15 October 2019.
3. Youngjin Choi, Eunkyoun Jung, Hyunjoo Park, Seunho Jung, Sunghyun Kim. Effect of Initial Carbon Sources on the Performance of a Microbial Fuel Cell Containing Environmental Microorganism *Micrococcus luteus*. Bull. Korean Chem. Soc. 2007, Vol. 28, No. 9 1591
4. Sun H, Xu S, Zhuang G, Zhuang X. Performance and recent improvement in microbial fuel cells for simultaneous carbon and nitrogen removal: a review. J Environ Sci 2016
5. Payel Choudhurya, Uma Shankar Prasad Udayb, Nibedita Mahatac, Onkar Nath Tiwarid, Rup Narayan Raya, Tarun Kanti Bandyopadhyayb, Biswanath Bhuniae. Performance improvement of microbial fuel cells for waste water treatment

along with value addition: A review on past achievements and recent perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 79 (2017) 372-389.

6. Stom D.I., Konovalova E.Yu., Zhdanova G.O., Tolstoy M.Yu., Vyatchina O.F. Active sludge and strains isolated from it as bioagents in biofuel cells. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2017 (27 June – 5 July, 2017). Bulgaria. 2017, vol. 17, issue 42, pp. 19–26. DOI: 10.5593/sgem2017/42/S17.003.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕКТИНА В МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОКАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Н.А. Мелентьева

магистрант гр. БМП-18-1

Иркутский национальный исследовательский

технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: nadya.melenteva@mai.ru

В.И. Луцкий

К.х.н., профессор,

Иркутский национальный исследовательский

технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vlادلutsky@gmail.com

АННОТАЦИЯ: Целью данной работы явилось отработка метода определения содержания пектина в ранетках Прибайкальского региона.

Гидратопектин из выжимок извлекли экстракцией горячей водой, а протопектин - водой, подкисленной хлороводородной кислотой. Количественное содержание гидратопектина и протопектина в выжимках определили гравитометрическим методом. Параллельно провели количественное определение гидратопектина и протопектина в соке и в выжимках титриметрическим методом по ГОСТ 29059-91.

Ключевые слова: ранетки Байкальского региона (*Malus Mill.*, сем. Rosaceae), пектины, количественное определение гидрато- и протопектинов.

QUANTITATIVE DEFINITION OF PECTIN IN SMALL-FRUITED APPLES OF THE BAIKAL REGION

N.A. Melenteva

graduate student,

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: nadya.melenteva@mai.ru

V.I. Lutsky

Ph. D., Professor,

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vlادلutsky@gmail.com

ABSTRACT: The aim of this work was to develop a method for determining the pectin of the small-fruited apples of the Baikal region. Hydratopectin was extracted from the pomace by extraction with hot water, and protopectin was extracted with water acidified with hydrochloric acid. The quantitative content of hydratopectin and protopectin in the pomace was determined by the gravimetric method. In parallel, we conducted a quantitative determination of hydratopectin and protopectin in juice and squeezes by the titrimetric method according to GOST 29059-91.

Key words: Small-fruited apples of the Baikal region (*Malus Mill.*, fam. Rosaceae), pectins, quantitative definition of hydratepectin and protopectin

Ухудшение экологической обстановки в России и разнообразные стрессовые факторы оказывают негативное влияние на состояние здоровья людей и являются причиной бурного роста так называемых «болезней цивилизации». В связи с этим в последние десятилетия стабильно возрастает интерес к фитотерапии и, соответственно, к фитопрепаратам как наиболее безопасным натуральным лекарственным средствам. Фитопрепараты, в силу своей естественной природы и мягкого действия, вызывают минимальный побочный эффект на организм человека.

Разнообразие фармакологического действия лекарственного сырья определяется составом биологически активных веществ для каждого вида растений.

В последние годы стабильно высокий интерес представляет сырье, богатое пектинами. Широкое применение пектинов в пищевой промышленности и медицине приводит к необходимости изучать пектинсодержащее сырье, ранее не используемое в промышленных масштабах.

Общеизвестно, что пектины, кроме широкого использования в пищевой промышленности в качестве гелеобразователей и загустителей, способны сорбировать и выводить из организма тяжелые и радиоактивные металлы, микроорганизмы и выделяемые ими токсины, а также биологически вредные вещества, способные накапливаться в организме. Отрицательного действия пектина на организм человека не обнаружено и поэтому натуральный пектин - одна из немногих пищевых добавок, которые разрешается применять без ограничений во всех странах мира.

В России отсутствует производство пектина, данный продукт на российский рынок привозят из-за рубежа, что сказывается на его доступности и стоимости. Сырья для производства пектина в нашей стране более, чем достаточно, но для организации его производства требуются научные исследования, новые современные технологии, инвестиции и строительство или переоснащение заводов по производству пектина. Одной из первоочередных задач в настоящее время является более полное изучение пектинсодержащего сырья местных растительных ресурсов. В южных районах

Восточной Сибири (Красноярский край, Иркутская область и республика Бурятия) стабильные урожаи дает мелкоплодная яблоня – ранетки. Несмотря на богатое содержание в них витаминов, по некоторым данным – пектинов и других БАВ, промышленного применения ранетки не находят.

Целью данной работы явилось отработка метода определения содержания пектина в ранетках, сорта которых широко распространены в питомниках и садоводствах южной части Байкальского региона.

Экспериментальная часть.

Объектом исследования являлись плоды ранеток следующих сортов: Уральское наливное, Красная сестра и Красноярский сеянец урожая 2019 года. Ранетки в течение 2-х месяцев хранились при температуре -18°C в темноте без доступа кислорода. Размороженное сырье немедленно измельчалось деревянной толкушкой или на терке, для каждого вида сырья определяли влажность, затем вручную отжимали сок, а оставшуюся массу (выжимки) обезжиривали при кипячении смесью хлороформ-этанол (1:1, соотнош. объемов).

Массовую концентрацию пектиновых веществ в соке можно определять карбазольным [1] или кальций-пектатным методами [2].

Содержание гидратопектина в соке определяли кальций-пектатным методом. Из выжимок гидратопектин извлекали подогретой до $60-70^{\circ}\text{C}$ дистиллированной водой и перемешиванием в течение 30 мин. Затем содержимое количественно переносили в мерную колбу, доводили до метки и отделяли жидкость центрифугированием (10 000 об/мин; 10 мин) [3]. Полученный экстракт гидратопектина переносили в сухую посуду.

Для количественного определения суммы пектиновых веществ (гидратопектина и протопектина) в выжимках последние нагревали на водяной бане при температуре $85-90^{\circ}\text{C}$ с $0,05$ моль/л HCl (рН смеси 1,8-2,0) в течение 30 мин [3]. Экстракт отделяли центрифугированием и собирали в сухую посуду.

Экстракты (растворы гидратопектина и суммы пектиновых веществ) очищали осаждением спирто-кислотной смесью и оставляли для формирования осадка на 1-2 часа. Выпавший осадок отфильтровывали на фильтре Шотта и промывают 70% спиртом. Осадок количественно растворяли горячей водой ($60-70^{\circ}\text{C}$), охлаждали раствор до комнатной температуры, добавляли индикатор Хинтона [3] и титровали раствором гидроокиси натрия ($0,05$ моль/л до перехода желтой окраски в малиновую, не исчезающую в течение 20-30 с).

Далее, учитывая результаты титрования, можно рассчитать массовую долю полиуронидной части пектиновых веществ и степень их этерификации. Количество протопектина определяют по разности между суммой пектиновых веществ и содержанием гидратопектина.

Представленная работа не закончена и на данном ее этапе трудно определить, какой из методов количественного определения пектинов (гравитометрический, кальций-пектатный или титриметрический) является наиболее точным и менее трудоемким при изучении мелкоплодных яблок.

Библиографический список:

1. Методы технохимического контроля в виноделии. Под.ред. В.Г. Гержиковой, Симферополь «Таврида», 2002, 260 с.
2. Методы количественного определения пектиновых веществ в растительном сырье. МУ по ПЗ . Донченко Л.В., Кондратенко В.В., Кондратенко Т.Ю. - Краснодар, 2005, - 30 с.
3. ГОСТ 29059-91, Межгосударственный стандарт, Москва, Стандартиформ, 2010.

ВОЗМОЖНОСТЬ РАДИКАЛЬНОГО РАСПАДА МОЛЕКУЛ ЭТАНОЛА В СУБ- И СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.С. Фомина

к.х.н., доцент,

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

С.С. Шашкина

студентка гр.ТПб-16-1

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

Н.П. Тигунцева

к.х.н., доцент,

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

С.Н. Евстафьев

д.х.н., профессор

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

e-mail: esn@istu.edu

АННОТАЦИЯ: Изучена возможность радикального распада молекул этанола в суб- и сверхкритических условиях. Для обнаружения в реакционной среде свободных радикалов использовали толуольный метод Шварца. Эксперимент выполнен в автоклаве в субкритических (230 °С) и сверхкритических (280 °С) для этанола условиях. Получены результаты, свидетельствующие о возможности радикального распада молекул этанола в сверхкритических условиях. Экспериментально подтверждено образование из этанола радикалов гидроксила. Установлено, что радикальный распад связей в этаноле в субкритических условиях (230 оС) не протекает.

Ключевые слова: свободные радикалы, этанол, суб- и сверхкритические условия, этанолиз

THE POSSIBILITY OF RADICAL DECOMPOSITION OF ETHANOL MOLECULES IN SUB- AND SUPERCRITICAL CONDITIONS

E.S. Fomina

Cand. Sci. (Chemistry), Associated Professor,
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

S.S. Shashkina

Student

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

N.P. Tiguntseva

Cand. Sci. (Chemistry), Associated Professor,
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

S.N. Evstaf'ev

Dr. Sci. (Chemistry), Professor

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

e-mail: esn@istu.edu

ABSTRACT: The possibility of radical cleavage of ethanol molecules under sub- and supercritical conditions were studied. Free radicals in reaction medium detected using Szwarz's toluene method. The analysis was carried out in autoclave with ethanol under subcritical (230 °C) and supercritical (280 °C) conditions. The gathering data confirmed the possibility of radical cleavage of ethanol molecules under supercritical conditions. Experimentally approved the formation of hydroxyl radicals from ethanol. It is also found that radical cleavage of bonds in ethanol in subcritical conditions (230 °C) does not proceed.

Keywords: free radicals, ethanol, sub- and supercritical conditions, ethanolysis.

Одним из наиболее перспективных способов подготовки лигноцеллюлозного сырья для ферментативного гидролиза является процесс этанолиза, изучению которого уделяется большое внимание во многих странах.

Предложенные на сегодняшний день механизмы превращения компонентов биомассы лигноцеллюлозы в условиях процесса, независимо от температурного диапазона, предполагают наличие кислой среды, обеспечивающей гидролиз полисахаридов и лигнина с образованием низкомолекулярных продуктов. Практически не рассматривается возможность протекания в условиях процесса радикальных превращений компонентов лигноцеллюлозы, но предпосылки для этого есть. Прежде всего, этанолиз –

это термообработка в среде этанола. Известно [1], что при пиролизе древесины гомолитический разрыв гликозидных связей в полисахаридах наблюдается уже при температурах 200 °С. С высокой интенсивностью эти процессы протекают в интервале 275-290 °С, т.е. применительно к этанолизу – в сверхкритических условиях. В этом же температурном интервале происходит гомолитический разрыв эфирных и углерод-углеродных связей лигнина [2].

Наряду с этим, инициаторами радикального распада связей биомассы лигноцеллюлозы могут быть радикалы, образующиеся в условиях процесса из этанола. Об образовании радикалов водорода и гидроксила из этанола в сверхкритических условиях упоминается в работах [3, 4]. О возможности распада молекул этанола в субкритических условиях информация отсутствует.

Цель настоящей работы – выявление возможности радикального распада молекул этанола в суб- и сверхкритических условиях.

Для обнаружения в реакционной среде свободных радикалов в работе использован толуольный метод Шварца [5]. Метод основан на том, что энергия углерод-водородной связи в метильной группе толуола из-за наличия сверхсопряжения сравнительно не высока и она легко распадается при взаимодействии со свободными радикалами с образованием бензильного радикала. Образующийся бензильный радикал характеризуется относительно высокой стабильностью и сравнительно низкой реакционной способностью. Он не способен инициировать радикальный разрыв связей в молекулах других соединений, а вступает в реакции димеризации с образованием дибензила.

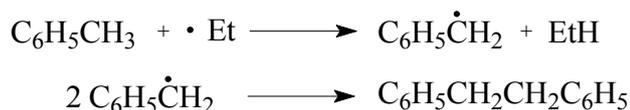
Эксперимент выполнен в автоклаве объемом 8 см³ в субкритических (230 °С) и сверхкритических (280 °С) для этанола условиях. Критические параметры этанола: $T_{кр} = 243$ °С, $P_{кр} = 6,3$ МПа. В автоклав загружали 1 см³ толуола (ч.д.а.) и 7 см³ этанола. Скорость нагрева автоклава 20 град/мин, охлаждения – 50 град/мин. Продолжительность обработки 10 мин. После охлаждения этанол отгоняли на роторном испарителе, а состав остатка дистилляции анализировали методом ГХ-МС с использованием кварцевой колонки 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил - 5 % дифенилполисилоксан). Условия анализа: подъем температуры с 50 до 200 °С со скоростью 10 °С/мин, выдержка в течение 10 мин при температуре 200 °С.

При анализе состава полученных продуктов установлено, что химические превращения толуола и этанола происходят только при 280 °С. После обработки смеси при 230 °С продукты превращения методом ГХ-МС не обнаружены.

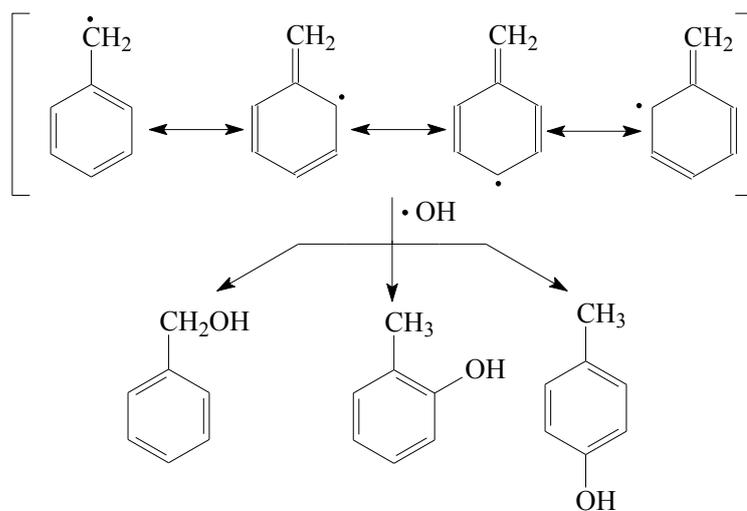
В составе продуктов обработки смеси толуола и этанола при 280 °С идентифицированы бензиловый спирт, 1-бензилэтанол, дибензил, *o*- и *p*-

крезолы. Присутствие дибензила свидетельствует о наличии в реакционной среде свободных радикалов, источником которых является этанол, но не дает информации о их строении. Это могут быть радикалы водорода и гидроксила. Нельзя исключать также возможность образования радикалов этила и этоксила. Для выяснения этого требуются дополнительные исследования.

Образование дибензила можно изобразить схемой, где $\bullet\text{Et}$ – радикалы этанола:



Известно, что устойчивость бензильного радикала объясняется возможностью его резонансной стабилизации с участием π -системы бензольного кольца. Неспаренный электрон в этих структурах делокализуется на атомах углерода, находящихся в *орто*- и *пара*-положениях. Присутствием в реакционной среде таких резонансных структур можно объяснить образование бензилового спирта и крезолов при их рекомбинации с радикалом гидроксила, поставляемым этанолом.



Таким образом, при выполнении работы получены результаты, свидетельствующие о возможности радикального распада молекул этанола в сверхкритических условиях. Экспериментально подтверждено образование из этанола радикалов гидроксила. Установлено, что радикальный распад связей в этаноле в субкритических условиях (230°C) не протекает.

Библиографический список:

1. Древесина (химия, ультраструктура, реакция): Пер. с англ./Фенгел Д., Венер Г.//Под ред. А.А. Леоновича. М.: Лесная пром-сть. 1968. 512 с.

2. Азаров, В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров. СПб.: 1999. 628 с.

3. Tao, H. X., Xie X. A., Zheng C. Y., Zhan X. Q. Liquefaction of corn-stalk cellulose in sub/super-critical ethanol // Journal of Northwest University A.&F. (Natural Science Edition). 2014. P. 196–204.

4. Li, W., Xie X., Tang C. Z., Li Y., Li L., Wang Y. L., Fan D., Wei X. The distribution of bio-oil components with the effects of sub / supercritical ethanol and free radicals during cellulose liquefaction // BioResources. 2016. V. 11, №4. P. 9771–9788

5. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. СПб.: 2014. 896 с.

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РЫЖИКОВОГО МАСЛА

Е.А. Иванова

студентка гр. ХТТб-18-1

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

Н.П. Тигунцева

к.х.н., доцент

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

С.Н. Евстафьев

д.х.н., профессор

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

АННОТАЦИЯ: Методом ГХ-МС исследован жирнокислотный состав нерафинированного растительного масла, полученного из семян рыжика посевного, произрастающего в Иркутской области. Установлено, что преобладающими жирными кислотами являются, % отн.: линолевая (омега-6) –14,37, нонадекановая –19,43 и эруковая –48,76. Определены основные показатели качества масла: кислотное число, число омыления, эфирное число.

Ключевые слова: масло рыжиковое, жирные кислоты, кислотное число, число омыления.

FATTY ACID COMPOSITION OF CAMELINA OIL

E.A. Ivanova

Student

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

N. P. Tiguntseva

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

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

ABSTRACT: The GC-MS method was used to study the fatty acid composition of unrefined vegetable oil obtained from the seeds of saffron mushroom growing in the Irkutsk region. It was established that the predominant fatty acids are, % rel.: linoleic (omega-6) –14.37, nonadecanoic –19.43 and erucic –48.76. The main indicators of oil quality are determined: acid number, saponification number, ether number.

Keywords: camelina oil, fatty acids, acid number, saponification number

Рыжик (*лат. Camelia*) – масличная культура семейства крестоцветных. Это растение давно привлекло внимание селекционеров благодаря неприхотливости, уникальному составу и множеству полезных свойств (бактерицидное, противоопухолевое, противовоспалительное, ранозаживляющее). Из мелких семян желто-красного цвета получают ценное рыжиковое масло. Кроме употребления в пищу, это масло используют в медицине, в парфюмерной и косметической промышленности, мыловаренном производстве, производстве красок, олифы. Разные побочные продукты производства данного масла используют в качестве кормов для животноводства [1, 2].

Цель настоящей работы – анализ основных показателей качества нерафинированного рыжикового масла и установление его жирнокислотного состава.

В качестве объекта исследования использовали нерафинированное рыжиковое масло (урожай 2019 года).

Физико-химические и органолептические показатели рыжикового масла определяли по ГОСТ 18848-73; кислотное число (КЧ) и число омыления (ЧО) – в соответствии с ГОСТ 52110-2003, ГОСТ 5478-90 – титриметрическим методом с визуальной индикацией [3, 4]; определение эфирного числа (ЭЧ) проводили расчетным путем $ЭЧ = ЧО - КЧ$.

Жирнокислотный состав масла исследовали на хроматографе 7820 А с селективным масс-спектрометрическим детектором HP 5975 фирмы «Agilent Technologies». Температура сепаратора – 280 °С, ионного источника –230 °С. Энергия ионизации – 70 эВ. Кварцевая колонка 30000×0,25 мм со стационарной фазой (95 % диметил – 5 % дифенилполисилоксан). Условия анализа: 3 мин изотермы при 45 °С с последующим подъемом температуры до 300 °С со скоростью 6 градусов в мин и выдержкой в течение 15 мин при 300 °С. Идентификация компонентов осуществлена с ис-

пользованием библиотеки масс-спектров «NIST05». Относительное количественное содержание компонентов во фракции вычислено методом внутренней нормализации по площадям пиков без корректирующих коэффициентов чувствительности.

По органолептическим показателям масло рыжиковое нерафинированное отличается темно-желтым цветом и характерным запахом семейства крестоцветных, прозрачное, без осадка.

Результаты исследования физико-химических показателей масла представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели рыжикового масла

Образец масла	Кислотное число мг КОН	Число омыления, мг КОН	Эфирное число, мг КОН
Рыжиковое	2,4	177,6	175,3

Полученные данные удовлетворяют требованиям стандарта [5].

Таблица 2 – Состав жирных кислот рыжикового масла

Наименование кислот	Содержание, в % отн.
<i>Насыщенные:</i>	
Пентадекановая	0,12
Арахидовая	5,18
Нонадекановая	19,43
<i>Мононенасыщенные:</i>	
Пальмитоолеиновая	2,47
Олеиновая	4,83
Эруковая	48,76
Нервоновая	4,0
<i>Полиненасыщенные:</i>	
Линолевая	14,37
Линоленовая	0,82

Полученные результаты согласуются с результатами определения кислотного числа. В составе рыжикового масла идентифицированы насыщенные, моно- и полиненасыщенные кислоты. Среди них в преобладающих количествах присутствуют линолевая 14,37 % отн., нонадекановая 19,43% отн. и эруковая 48,76 % отн. кислоты. Отличительной особенностью масла является низкое содержание пентадекановой и линоленовой кислот.

Таким образом, в результате лабораторных исследований определены основные показатели качества рыжикового масла и его жирнокислотный состав.

Библиографический список

1. Прахова Т.Я. Рыжик масличный: биология, продуктивность, технология // Вестник Алтайского государственного аграрного университета 2013. № 9 (107). С.17–19.
2. Воскресенская Г.С. Рыжик. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 47 с.
3. ГОСТ 52110-2003. Масла растительные. Методы определения кислотного числа. – Введен 2004-06-01 М: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. 17 с.
4. ГОСТ 5478-90 Масла растительные и натуральные жирные кислоты. Метод определения числа омыления. – Введен 1992-01-01 М: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1992. 6 с.
5. ГОСТ 10113-62 Масло рыжиковое (техническое). Технические условия (с Изменениями N 1, 2). – Введен 1963-01-01 М: Изд-во Стандартиформ, 2011. 4 с.

**ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДИОКСАНЛИГНИНА
ПРИ МЕТИЛИРОВАНИИ ДИМЕТИЛКАРБОНАТОМ
В СУБ- И СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИИ**

С.С. Шашкина

студентка гр.ТПб-16-1

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

Н.П. Тигунцева

к.х.н., доцент,

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

Е.С. Фомина

к.х.н., доцент,

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

С.Н. Евстафьев

д.х.н, профессор

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

e-mail: esn@istu.edu

АННОТАЦИЯ: В работе представлены результаты исследования химических превращений диоксанлигнина соломы пшеницы при метилировании диметилкарбонатом в интервале температур 200-320 °С. Показано, что в субкритических условиях повышение температуры слабо влияет на растворимость диоксанлигнина и выход газов. Наиболее выражено ее влияние при обработке в сверхкритических условиях. По данным ИК-спектроскопии повышение растворимости диоксанлигнина обусловлено процессами метилирования, сопровождающееся нарушением межмолекулярного взаимодействия компонентов. Дополнительным фактором является температура обработки.

Ключевые слова: диоксанлигнин, диметилкарбонат, метилирование, суб- и сверхкритические условия, солома пшеницы.

**EVALUATION OF STRUCTURAL CHANGES IN DIOXANE
LIGNIN DURING METHYLATION PROCESS WITH DIMETHYL
CARBONATE UNDER SUB- AND SUPERCRITICAL CONDITIONS
BY FTIR SPECTROSCOPY METHOD**

S.S. Shashkina
student

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

N.P. Tiguntseva
k.ch.s., dotsent,

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

E.S. Fomina
k.ch.s., dotsent,

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

S.N. Evstaf'ev
d.ch.s., professor

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

e-mail: esn@istu.edu

ABSTRACT: The study presents data on chemical transformations of wheat straw dioxane lignin during methylation process with dimethyl carbonate in the temperature range 200-320 °C. It is shown that increasing of temperature has limited influence on solubility of dioxane lignin and yield of gases under sub-critical conditions in contrast to supercritical conditions. According to the results of FTIR-spectroscopy increasing of solubility of dioxane lignin caused by methylation process and disruption of intermolecular interactions between components. The temperature is a contributing factor of process.

Keywords: dioxane lignin, dimethyl carbonate, methylation, sub- and supercritical conditions, wheat straw

Уровень потребления и производства целлюлозы имеет существенное значение для экономики развитых стран и с каждым годом неуклонно повышается. Как следствие, при ее производстве увеличивается количество отходов, в том числе, лигнина, не нашедшего на сегодняшний день широкого применения. Прежде всего, это обусловлено сложностью его природы, многовариантностью и хаотичностью связей между структурны-

ми фрагментами. Кроме того, структурная организация и свойства лигнина легко изменяются при химическом и термическом воздействии.

Для характеристики химической структуры лигнинов и ее превращений при внешнем воздействии широко используется ИК-спектроскопия с Фурье-преобразованием [1, 2].

Целью настоящей работы является выявление химических превращений диоксанлигнина соломы пшеницы при обработке в среде суб- и сверхкритического диметилкарбоната.

Объектом исследования являлся образец диоксанлигнина, выделенный из обессмоленной соломы пшеницы путем обработки её в течение 2 ч смесью вода:диоксан = 1:9 в присутствии HCl (0,7%) при температуре кипения. Выход диоксанлигнина составил 10,3 % или 43,8 % от содержания лигнина Класона в соломе пшеницы.

Эксперимент выполнен в автоклаве объемом 8 см³ в интервале температур 200-320 °С. В качестве метилирующего реагента использован диметилкарбонат (ДМК). Критические параметры ДМК: $T_{кр} = 274,9$ °С, $P_{кр} = 4,63$ МПа [3]. Диоксанлигнин массой 0,20-0,25 г загружали в автоклав, приливали 7 см³ ДМК, герметично закрывали, встряхивали и помещали в предварительно нагретую керамическую печь. Скорость нагрева автоклава составляла 15-20 град/мин, скорость охлаждения - 50 град/мин. Продолжительность обработки 10 мин.

После обработки продукты метилирования выгружали, центрифугировали для выделения нерастворимой части диоксанлигнина. Из жидкой части продуктов отгоняли остатки ДМК на роторном испарителе и получали ДМК-экстракт.

ИК-спектры снимали на ИК-Фурье-спектрометре «IRAffinity-1» с разрешением 8 см⁻¹. Образцы для исследований готовили в виде спрессованных таблеток, состоящих из смеси сухого измельченного исследуемого образца и порошка KBr в отношении 1-2 мг/ 200 мг.

Содержание метоксильных групп определяли по методу Цейзеля [4]. Согласно полученным данным (рисунок), более 40 % диоксанлигнина растворяется в ДМК при 200 °С. Повышение температуры обработки в субкритических условиях слабо способствует увеличению выхода ДМК-экстракта. В интервале температур 200-260 °С прирост составил около 4 %, а выход ДМК-экстракта достиг 47,5 % при незначительном газообразовании, составившим 5,4 %.

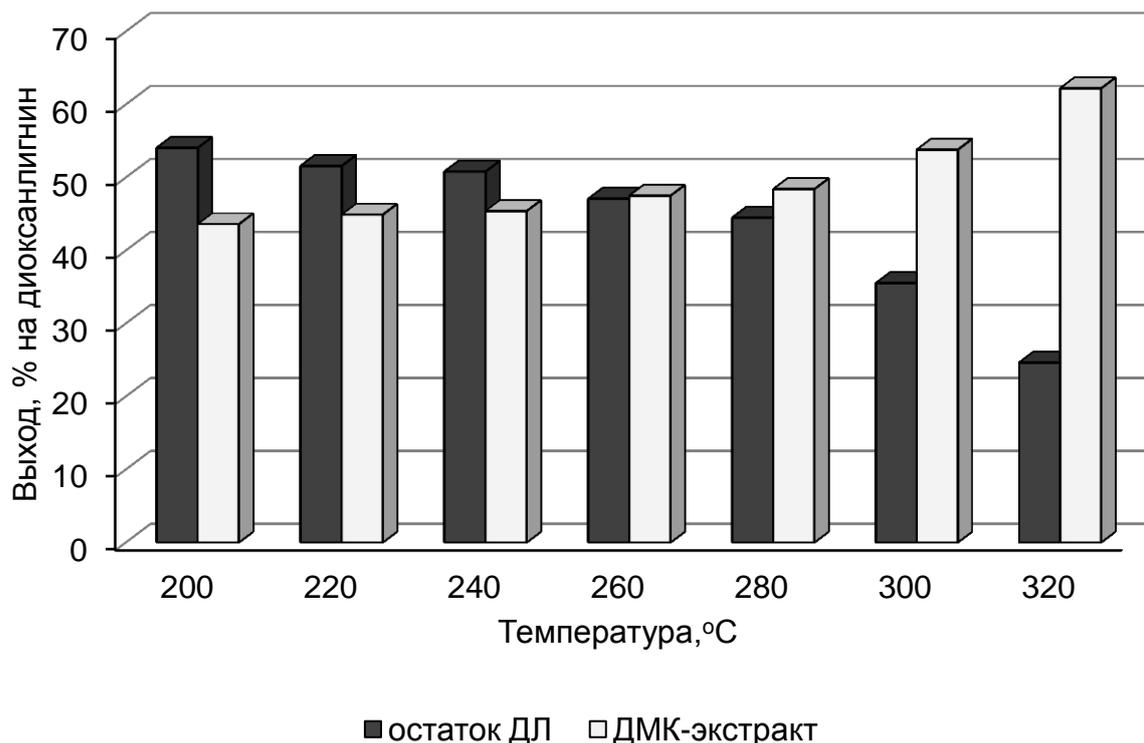


Рисунок – Зависимость выхода ДМК-экстракта и нерастворимой части диоксанлигнина от температуры метилирования.

Переход в сверхкритическую область сопровождается заметным увеличением выходов экстракта и газообразных продуктов, составивших при 320 °C 62,2 и 13,2 % соответственно.

По данным ИК-спектроскопии обработка диоксанлигнина диметилкарбонатом приводит к замещению части гидроксильных групп на метоксильные. В ИК-спектрах нерастворимой части диоксанлигнина, при повышении температуры обработки наблюдается снижение интенсивности полосы поглощения спиртовых и фенольных ОН-групп, участвующих в образовании водородных связей, в области 3100-3700 см⁻¹. Смещение максимума этой полосы в сторону энергетически более слабой водородной связи указывает также на нарушение прочности сетки водородных связей в диоксанлигнине, что может быть причиной повышения выхода экстракта.

Об увеличении содержания метоксильных групп в диоксанлигнине свидетельствует повышение интенсивности полос поглощения при 3000, 2834 и 1462 см⁻¹. Процессы метилирования приводят к увеличению количества эфирных связей, что в ИК-спектрах проявляется уширением и повышением интенсивности полосы поглощения в области 1250-900 см⁻¹ и при 1724 см⁻¹. Отмеченные структурные изменения проявляются уже после обработки при 220 °C.

По данным функционального анализа содержание CH_3O -групп в исходном диоксанлигнине составляет 9,7 %. В нерастворенной части диоксанлигнина с повышением температуры содержание CH_3O -групп увеличивается с 9,8 % после обработки при 200 °С до 21,7 % после обработки при 300 °С. При последующем повышении температуры обработки их содержание снижается до 14,0 % при 320 °С.

Библиографический список

1. Huang Y., Wang L., Chao Y., Nawawi D.S., Akiyama T., Yokoyama T., et. al. Analysis of lignin aromatic structure in wood based on the IR spectrum. *J. Wood Chem. Technol.* 2012. Vol. 32(4), P. 294–303.
2. Sammons R.J., Harper D.P., Labbé N., Bozell J.J., Elder T., Rials T.G. Characterization of organosolv lignins using thermal and FT-IR spectroscopic analysis. *BioResources.* 2013. Vol. 8(2), P. 2752–2767.
3. Ilham Z, Saka S. Dimethyl carbonate as potential reactant in non-catalytic biodiesel production by supercritical method. *Bioresource Technology.* 2009;100(5):1793–1796. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.09.050>
4. Закис Г.Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных. – Рига: Знание, 1987. 230 с.

СЕКЦИЯ № 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 664.68

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ХЛЕБА

А.А. Рузянова

Магистрант 2-ФПП-1М

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, ГК

e-mail: ruzanova96@mail.ru

О.Е. Темникова

к.т.н, доцент

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, ГК

e-mail: mionagrey@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В настоящее время представляет большой интерес создание технологий производства функционального хлеба. Существует множество видов сырья, содержащих различные функциональные ингредиенты. В данной работе проводится обзор существующих исследований, выделяются методы производства функционального хлеба.

Ключевые слова: функциональный хлеб, нутовая мука, тритикале, витаминно-минеральные добавки.

METHODS OF FUNCTIONAL BREAD PRODUCTION

A. A. Ruzianova

Student

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

e-mail: ruzanova96@mail.ru

O. E. Temnikova

PhD, assistant professor

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

e-mail: mionagrey@mail.ru

ABSTRACT: Nowadays production of functional bread is a subject of current interest. There are many types of raw materials containing different functional

ingredients. A review of current studies is conducted in this paper. Methods of functional bread production are highlighted.

Keywords: functional bread, chickpea flour, triticale, vitamin and mineral supplements.

Уровень развития современной технологии позволяет производить пищевые продукты, которые характеризуются тем, что являются полезными для человека. Одним из видов таких продуктов являются изделия, обладающие функциональными свойствами.

Согласно современной классификации, приведенной в [1], функциональные продукты питания в зависимости от компонентов, входящих в их состав, делят на следующие виды: пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, жиры, полисахариды, пробиотики, пребиотики, синбиотики.

При производстве функциональных хлебобулочных изделий используются различные методы.

Одним из методов является введение нетрадиционного мучного сырья, например, гречневой, сорговой, овсяной, цельнозерновой муки. В исследовании [1] отмечается, что введение в рецептуру пшеничного хлеба нутовой муки в количестве 12-15 % к общей массе муки в тесте позволяет повысить содержание белка в готовом изделии на 30-34 %, витаминов и минеральных веществ – на 27 %.

Другим методом является использование растительного сырья в качестве источника функциональных ингредиентов. Растительное сырье могут вводить в виде порошка или экстрактов. В работе [2] в качестве источника функциональных соединений используется тритикале и яблочный пектиновый экстракт. Применение данного сырья позволяет обогатить хлеб клетчаткой, пектином и минеральными веществами.

Отдельно в качестве метода следует выделить создание композиционных добавок, применение которых позволяет обогатить хлеб и придать ему функциональные свойства. В опубликованном исследовании [3] описывается способ разработки витаминно-минеральной смеси для хлебопечения, состоящей из витаминов В₁, В₂, В₆, РР, В₁₂, Е, а также из каротина и сернокислого железа.

Описанные методы могут быть использованы для создания новых рецептур функционального хлеба. Так как хлеб составляет основу рациона питания в России, представляет большой интерес разработка продукции, обладающей полезными свойствами.

Список литературы.

1. Кулакова, Ю.А. Некоторые аспекты производства хлеба функционального назначения / Ю.А. Кулакова, Л.П. Пашенко, Е.Е. Курчаева // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 4. – С. 68-69.

2. Паньковский, Г.А. Применение культуры тритикале и яблочного пектинового экстракта в производстве хлеба функционального назначения / Г.А. Паньковский // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 2004. – № 4. – С. 1247

3. Османьян, Р.Г. Получение хлеба со свойствами продуктов функционального питания / Р.Г. Османьян // Пищевая и перерабатывающая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 857.

ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ КОНВЕЙЕРНОЙ СОЛОДОВНИ

А.И. Дёмина

Аспирант гр. аТХП-19-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: any10695@mail.ru

В.К. Франтенко

К.б.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: gvk@istu.edu

АННОТАЦИЯ: В статье показано, что возможно производить пищевые продукты повышенной пищевой ценности из соложенного зернового сырья. Изложен способ производства солода с помощью конвейерной солодовни. Разработанное устройство применимо для солодоращения различных зерновых культур, и отличается от аналогов компактностью, экологичностью, энергосбережением и использованием технологических решений, направленных на повышение качества получаемого продукта.

Ключевые слова: злаковые культуры, солод, функциональные продукты, солодовенное оборудование

PRODUCTION OF MALT FROM VARIOUS CEREALS BY MEANS OF A CONVEYING MALT-GROWING APPARATUS

A.I. Demina

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: any10695@mail.ru

V.K. Frantenko

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gvk@istu.edu

ABSTRACT: The article shows that it is possible to produce food with an increased nutritional value from malted grain raw materials. The method of malt production using a conveying malt-growing apparatus is described. The developed device is applicable for malting various cereals, and differs from its analogues in its compactness, environmental friendliness, energy efficiency and the use of technological solutions aimed at improving the quality of the resulting product.

Keywords: cereals, malt, functional products, malt equipment

Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания определяют основные цели развития продовольственного направления, одной из которых является увеличение объемов производства продукции для полноценного и сбалансированного питания. Необходимость обеспечения населения качественными и экологически безопасными продуктами требует создания современных технологий перерабатывающих производств, реализующих инновационные технологические приемы и использование современного оборудования [1]. В настоящее время одним из важных направлений в области здорового питания является применение пророщенного зерна для витаминизации блюд и расширения ассортимента выпускаемой хлебопекарной и кулинарной продукции. Ассортимент продуктов питания из зернового растительного сырья представлен хлебобулочными изделиями, снеками и готовыми завтраками, такими как мюсли, воздушные зерна и зерновые хлебцы [2-4]. Пророщенные злаки богаты витаминами, микроэлементами, легкоусвояемым белком и аминокислотами, натуральными сахарами и ферментами. Установлено, что в результате проращивания увеличивается доля небелкового остатка и возрастает содержание лизина, треонина, лейцина, валина, изолейцина и метионина, что свидетельствует о повышении биологической ценности продуктов из пророщенного зерна [5]. Химический состав зерновых культур имеет индивидуальный набор витаминов, микроэлементов, растворимых и нерастворимых пищевых волокон, которые способствуют снижению содержания холестерина в крови, снижают риска сердечно-сосудистых заболеваний и оказывают благоприятное действие на состояние желудочно-кишечного тракта. Пищевая ценность зерновых продуктов во многом зависит от того, насколько в них будут сохранены макро- и микронутриенты исходного зерна.

Для увеличения пищевой ценности пищевых продуктов, необходимо зерновое сырьё проращивать и перерабатывать в готовый к употреблению продукт с использованием мягких режимов. Но данные технологические подходы затруднительны из-за отсутствия специального солодорастительного оборудования. Известны солодовни барабанного, шахтного, башенного типа, устройства с подвижным слоем и устройства круглого сечения, но они занимают большую площадь, металлоёмки и энергозатратны. В связи с чем, целью данных исследований было разработать установку для непрерывного проращивания зерна различных злаковых культур.

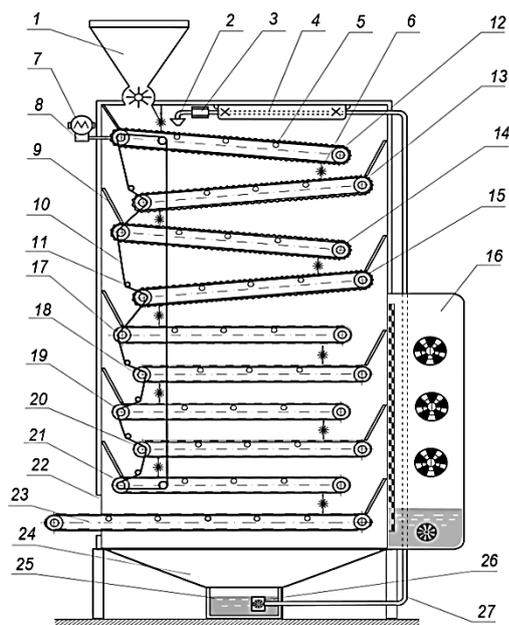


Рисунок 1. Схема устройства конвейерной солодовни: 1 – загрузочный бункер; 2 – форсунка; 3 – магнитная насадка; 4 – УФ- бактерицидная лампа; 5 – поддерживающие ролики; 6 – формирователи слоя; 7 – электродвигатель ; 8 – мотор-редуктор; 9 – направляющие; 10 – цепная передача; 11 – натяжные ролики; 12 – 15, 17–21, 23 – конвейерные ярусы; 16 – испарительный охладитель; 22 – разгрузочный люк; 24 – нижний отсек корпуса; 25 – водосборник; 26 – погружной насос; 27 – напорная магистраль.

Разработанное устройство, представленное на рис. 1 имеет непрерывную загрузку зерна и обеспечивает поточность производства за счет перемещения конвейерной ленты. При достижении полной загрузки подвижного яруса, зерно постепенно пересыпается на нижний уровень, а ленточные конвейеры движутся вдоль направляющих 9. Для предотвращения провисания конвейерных лент, по всей длине каждого уровня установлены опорные ролики 5. Растягивающие ролики 11 предотвращают проскальзывание цепной передачи 10, когда ленточные конвейеры полностью загружены. На начальном этапе проращивания верхние ярусы 12, 13, 14, 15 сохраняют и переносят влагу в слой зерна, создавая тем самым условия для увлажнения семян влажностью, необходимой для набухания и прорастания семян. На дальнейших этапах проращивания дополнительные ярусы 17, 18, 19, 20, 21, 23 обеспечивают хорошую аэрацию слоя зерна и предотвращают потерю сухих веществ. Из нижнего яруса 23 проросшее зерно выводится через разгрузочный люк 22.

Для предотвращения развития бактерий и патогенных микроорганизмов, над верхним ярусом солодовой камеры установлена УФ-бактерицидная лампа 4 с длиной волны 250-300 нм. УФ свет не только предотвращает появление нежелательной микрофлоры, но и стимулирует процесс солодоращения.

Существующие научные работы были посвящены структурированию воды с помощью магнитного поля. Структурированная вода повышает проницаемость биологических мембран, помогает лучше усваивать питательные вещества и ускоряет прорастание семян [6]. Разработанная конвейерная установка для выращивания солода имеет магнитную насадку 3, которая воздействует на воду с частотой магнитных колебаний в диапазоне от 0,1 до 100 Гц. Вода под давлением, создаваемым насосом 26, проходит в напорную линию 27, затем через магнитную насадку 3 подается в форсунку 2 для подачи в слой зерна. Оставшаяся вода стекает по ярусам, собирается в нижней части установки 24 в водосборнике 25 и перекачивается через погружной насос 26 в верхнюю часть аппарата, а затем повторно используется для увлажнения слоев зерна. Для поддержания процесса прорастания зерна и подавления развития микроорганизмов соложение проводят при температуре от 12 до 14°C. Контроль и регулирование температуры в солодовне осуществляется с помощью термометра, установленного на внутренней стенке солодовой камеры и подключенного к приводу вентилятора испарительного охладителя 16 через пусковое реле, которое автоматически включает и выключает вентилятор.

Таким образом, разработанная конвейерная солодовня является экологичной, энергосберегающей, позволяет сделать процесс проращивания зерна непрерывным и эффективным для получения солода из различных зерновых культур.

Библиографический список:

1. Распоряжение Правительства РФ от 25.10.2010 N 1873-р «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года»
2. Бегеулов, М.Ш., Рационализация питания человека путем расширения ассортимента хлебобулочных изделий /М.Ш.Бегеулов// Хлебопечение России. - 2002- №2 - С. 24.
3. Алексеева, Т. Биологически активные злаковые в общественном питании / Т. Алексеева, И. Черемушкина, Е. Торкина // Питание и общество. - 2010. - № 8. - С. 14.
4. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии. /Под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
5. Бастриков, Д. Изменение биохимических свойств зерна при замачивании / Д. Бастриков, Г. Панкратов // Хлебопродукты. - 2006- №1-С.40-41.
6. D. Radin, N. Lund, M. Emoto, T. Kizu // Effects of Distant Intention on Water Crystal Formation: A Triple-Blind Replication // Journal of Scientific Exploration, - 2008.

**ПИВОВАРЕННЫЙ ЯЧМЕНЬ СОРТА «АЧА»
КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЁ ДЛЯ ПИВОВЕЗАЛКОГОЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.В. Бессонов

Магистрант гр. БПм-19-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: bessonov97@mail.ru

В.М. Харченко

Магистрант гр. БПм-19-1
Иркутский национальный исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: slavvv2015@mail.ru

Е.А. Привалова

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

АННОТАЦИЯ: Пивоваренный ячмень сорта «Ача», выращенный в Иркутской области, был опробован в качестве сырья для производства пива и солодовых напитков. Получены опытные образцы солода, сусла и пива. Отмечено, что исследуемый ячмень отвечает основным требованиям пивовезалкогольной промышленности и может служить зерновой основой для разработки линейки продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: ячмень, солод, напиток, сусло, пиво.

**«ACHA» BREWING BARLEY AS PERSPECTIVE MATERIAL FOR
BEER AND NON ALCOHOLIC INDUSTRY OF IRKUTSK REGION**

A.V. Bessonov

Master Student
Irkutsk National Research Technical University
664074, Irkutsk, Lermontov St., 83
e-mail: bessonov97@mail.ru

V.M. Kharchenko

Master Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

e-mail: slavvv2015@mail.ru

E.A. Privalova

Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

e-mail: epriv@istu.edu

ABSTRACT: Brewing barley of “Acha” variety has been tested as a raw material for the production of beer and malt beverages. The experimental samples of malt, wort and beer have been obtained in laboratory conditions. The barley studied was found to have a good quality. New products with high nutritional value are supposed to be obtained based on the “Acha” barley and other plant raw material.

Keywords: barley, malt, beverage, wort, beer.

Состояние здоровья человека напрямую зависит от потребляемых им продуктов питания. В настоящее время человечество испытывает дефицит целого ряда необходимых веществ и элементов, поступающих в организм с пищей. Это связано в основном с негативным влиянием экологических и социальных факторов. Вследствие этого рацион большинства людей является несбалансированным, что ведет к росту проблем, связанных с алиментарно-зависимыми заболеваниями [1].

Одним из путей устранения дефицита полезных веществ в рационе человека является разработка новых продуктов питания с повышенной пищевой ценностью. Благодаря своему составу продукты данной группы по эффективности превосходят обычные продукты питания, что позволяет снизить риск развития алиментарно-зависимых заболеваний и устранить дефицит веществ, необходимых для нормальной работоспособности организма человека.

В России продукты с повышенной пищевой ценностью производятся в сравнительно небольших объемах. Это связано, по большей части со слабым покупательским спросом на данную продукцию, превосходящую по цене обычные продукты питания. Также следует отметить, что население, как правило, недостаточно информировано о пользе таких продуктов. Следовательно, разработка технологии производства поликомпонентных продуктов с повышенной пищевой ценностью и информирование населения о полезных свойствах данных продуктов является актуальной задачей [2].

Основой для создания линейки продуктов с повышенной пищевой ценностью может служить зерновое сырье, являющееся источником сложных углеводов, белков, ферментов и минеральных компонентов. Хорошо известные пищевые продукты, традиционно получаемые из зернового сырья, такие как солод, пиво, пивные напитки и квас, могут быть дополнительно обогащены функциональными добавками, способными повысить их пищевую ценность и полезность. Особое внимание следует уделять разработке новых безалкогольных напитков из зернового сырья в связи с расширением возможного числа потребителей данной продукции [3].

Целью данной работы являлась предварительная оценка пивоваренного ячменя сорта «Ача», выращенного в Иркутской области, в качестве зернового сырья для разработки новой линейки продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Партия ячменя сорта «Ача» урожая 2019 г. была приобретена в ООО «Семена Иркутска». Из данного ячменя были приготовлены опытные образцы пивоваренного солода и светлого пива. Для получения солода ячмень замачивали воздушно-водяным способом в водопроводной воде температурой 12°C в течение 3 суток. В конце 3 суток произошло наклеивание зерна, которое служило признаком окончания замачивания. Проращивание осуществляли в течение 4 суток при температуре 12–13°C. Ворошение производили два раза в сутки. По мере испарения поверхностной влаги зерно увлажняли путем разбрызгивания холодной воды. По окончании проращивания свежепроросший солод высушивали при температуре 40°C, после чего отделяли ростки. Влажность и экстрактивность полученного солода определяли по методикам, принятым в пивоваренном производстве [4], амилолитическую активность – колориметрическим методом [5] (таблица 1).

Таблица 1 Показатели солода, полученного из ячменя сорта «Ача»

Показатель	Для солода	
	полученного из ячменя сорта «Ача»	по ГОСТ ГОСТ 29294–2014
Влажность, % масс.	4,5	4,5–6,0
Амилолитическая активность, ед/г	52,2	–
Экстрактивность, % св	53,8	79,0–76,0

Как видно из таблицы 1, полученный солод имел влажность, близкую к требуемой по ГОСТ 29294–2014 [6], однако, экстрактивность его была значительно ниже, что, вероятно, связано с недостаточным растворением эндосперма в процессе проращивания.

Для приготовления опытного образца пива было проведено затирание полученного солода настойным способом при гидромодуле 1:4 с выдерживанием всех температурных пауз, необходимых для действия ферментов. По окончании осахаривания дробина была отделена центрифугированием, а в полученном сусле определены относительная плотность пикнометрическим методом, содержание сухих веществ с помощью сахарометра и активная кислотность на рН метре марки «Эксперт – 001» (таблица 2).

Таблица 2 Показатели сусла

Показатель	Сусло
Содержание сухих веществ, % масс.	12,5
Относительная плотность	1,0591
Активная кислотность (рН)	6,14

Полученное сусло кипятили с хмелем в течение 1 ч. Использовали гранулированный хмель влажностью 7,7% и содержанием α -кислот 5%, норму задачи хмеля рассчитывали исходя из требуемой горечи сусла, взяв за основу светлое пиво марки «Жигулевское». По окончании кипячения белковый осадок отделяли фильтрованием, а затем в охлажденное сусло вводили предварительно разброженные сухие пивные дрожжи низового брожения «Saflager» W-34/70 в количестве 0,8 г/л. Главное брожение продолжалось 7 суток.

Было отмечено, что забраживание сусла происходило медленно, сопровождалось слабым выделением диоксида углерода и незначительным пенообразованием. Однако по окончании главного брожения молодое пиво имело характерные органолептические признаки. Видимая степень сбраживания его составила 57,6%.

Таким образом, проведенное исследование позволяет заключить, что ячмень сорта «Ача», выращенный в Иркутской области, может рассматриваться в качестве зерновой основы для производства солода, пива, пивных и солодовых напитков. Для получения солода с высокой экстрактивностью и осахаривающей способностью необходимо уточнить условия проращивания и сушки. Получаемое в процессе затирания сусло можно рассматривать, как перспективную основу для приготовления напитка повышенной пищевой ценности, содержащего ферменты, аминокислоты, жирные кислоты, витамины и микроэлементы, которые необходимы для нормальной работы организма человека.

В дальнейшем исследовании планируется разработка рецептур безалкогольных напитков и пива на основе данного ячменя с добавлением повышающих пищевую ценность компонентов, полученных из других видов растительного сырья.

Библиографический список:

1. Березнев С.В. Оценка уровня удовлетворения физиологических потребностей населения в продуктах питания [Текст] / С.В. Березнев, Н.В. Кудреватых // Региональная экономика: теория и практика, 2011. № 36. – С. 54 – 62.
2. Моисеенко М.С. Пищевые продукты питания функциональной направленности и их назначение [Текст] / М.С. Моисеенко, М.Д. Мукатова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство, 2019. № 1. – С. 145 – 152.
3. Казаков И.О. Безалкогольные напитки на основе полизернового сырья [Текст] / И.О. Казаков, Т.Ф. Киселева, Т.А. Унщикова, Е.В. Цветков // Техника и технология пищевых производств, 2014. № 1. – С. 40 – 43.
4. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. -536 с.
5. Мякина И.А. Общая технология отрасли: Учеб. пособие / И.А. Мякина. – Иркутск.: Изд-во ИрГТУ, 2004. – 71 с.
6. ГОСТ 29294–2014. Солод пивоваренный. Технические условия. М.: Стандартиформ, 2014. – 26 с.

МЕТАЛЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОЛОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ю.А. Козуб

Магистрант гр. ПИМ–19–1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: yulia_a72@mail.ru

М.Ю. Кузьмина

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

kuzmina.my@yandex.ru

АННОТАЦИЯ: Определены задачи развития предприятий молочной отрасли в области качества и безопасности готовой продукции. Показано, что выполнение требований по выпуску безопасной и качественной молочной продукции обеспечивается за счет соблюдения санитарно-эпидемиологических правил и норм. Отмечено важное значение применения коррозионностойкого технологического оборудования, а также рациональных режимов мойки и дезинфекции машин и механизмов. Показано, что использование гигиеничных противосмесительных клапанов позволяет производить продукт без применения дополнительных (антимикробных) веществ.

Ключевые слова: пищевая промышленность; предприятия молочной отрасли; коррозионностойкое технологическое оборудование; питьевое молоко.

METAL-SAVING TECHNOLOGIES IN DAIRY PRODUCTION

Y.A. Kozub

Student

Irkutsk National Research Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia

e-mail: yulia_a72@mail.ru

M. Yu. Kuzmina

Candidate of Chemistry,

Associate Professor of the Department of Metallurgy of Nonferrous Metal Ir-

kutsk National Research Technical University

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia

E-mail: kuzmina.my@yandex.ru

ABSTRACT: The tasks of development of dairy industry enterprises in the field of quality and safety of finished products are defined. It is shown that compliance with the requirements for the production of safe and high-quality dairy products is ensured by compliance with sanitary and epidemiological rules and regulations. The importance of using corrosion-resistant technological equipment, as well as rational modes of washing and disinfection of machines and mechanisms is noted. It is shown that the use of hygienic anti-mixing valves allows the product to be produced without the use of additional (antimicrobial) substances.

Keywords: food industry; dairy industry enterprises; corrosion-resistant processing equipment; drinking milk.

Современное развитие химической и пищевой промышленности, разработка новых технологических процессов, протекающих в агрессивных средах, предъявляют к конструкционным материалам высокие требования [1–8].

Повышение надежности и долговечности машин, оборудования и металлоконструкций лежит в основе создания металлосберегающих технологий [3, 7–9].

В настоящее время машины и аппараты молочных поточных технологических линий разрабатываются и выпускаются в соответствии с агрозоотребованиями, позволяющими создавать оптимальные условия для работы технологического оборудования и учитывающими правила охраны труда.

Выпускаемое молочное оборудование должно отвечать требованиям прогрессивных технологий и иметь высокие технико-экономические показатели.

Молокоперерабатывающая отрасль переживает значительный рост по всему миру в связи с увеличением спроса на молоко и молочные продукты и постоянно растущем населении [9–11].

В оборудовании молочной промышленности наиболее интенсивному изнашиванию подвержены детали, контактирующие с агрессивными рабочими средами [1, 6, 9].

Лидером в области пищевых технологий является компания GEA, которая оперативно реагирует на быстро меняющиеся запросы рынка. Технологическое оборудование компании позволяет производить продукт без применения дополнительных (антимикробных) веществ и негативных изменений в продукте. Такое исполнение исключает наличие в системе непромываемых зон, что обеспечивается применением гигиеничных противосмесительных клапанов VARIVENT, устанавливаемых на продуктовых линиях.

Конструкция корпуса клапанов предусматривает одинаковую высоту трубопроводов на входе и выходе, что исключает застойные зоны в клапане. Сферический корпус обуславливает отличную пропускную способность и отсутствие увеличения скорости потока и сопротивляемости. Короткая вертикальная труба под резервуаром в сочетании с двухседельными клапанами ECO-MATRIX минимизирует количество маршрутов мойки и гарантирует хорошие условия очистки и минимальные потери продукта.

Технологическое оборудование позволяет промывать без разборки все поверхности, соприкасающиеся с продуктом, без потерь рабочего времени.

Общие результаты исследований по влиянию на товарные (механическая чистота, вкус и запах молока) и физико-химические свойства (бактериальная обсемененность, кислотность) свойства молока, применяемых доильных аппаратов, способов и режимов первичной обработки, позволяет выбирать технику и технологию первичной обработки молока наиболее подходящее со стороны экономической эффективности.

Библиографический список:

1. Ангал, Р. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие / Пер. с англ. Долгопрудный : Интеллект, 2013. 343 с.
2. Кузьмина М.Ю. Защита металлургического оборудования от коррозии : учеб. пособие. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2014. 160 с.
3. Кузьмина М.Ю. Электрохимические методы исследования коррозионных систем : учеб. пособие. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2015. 134 с.
4. Баранов А.Н. Коррозия и защита металлов : учеб. пособие / А.Н. Баранов. Иркутск : ИРНТУ, 2015. 177 с.
5. Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. М. : Физматлит, 2002. 334 с.
6. Чавчанидзе А.Ш. Коррозия и защита металлов в пищевых средах : учеб. пособие / А.Ш. Чавчанидзе, Н.Б. Панова, 2004. 242 с.
7. Тюшкевич А.О., Кузьмина М.Ю. Применение титана и его сплавов в пищевой промышленности и машиностроении // Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов : материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, апр. 2018 г. Иркутск, 2018. С. 73–75.
8. Кузьмина М.Ю., Белик О.Д. Применение титана и алюминия в технологических аппаратах пищевой промышленности // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, апр. 2018 г. Иркутск, 2018. С. 108–113.
9. Козуб Ю.А. Повышение эффективности производства молока // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81, ч. 2. С. 50–54.

10. Козуб Ю.А. Развитие отрасли молочного скотоводства Иркутской области // Проблемы в животноводстве : материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 30–36.

11. Комлацкий В.И., Тахо-Годи А.З., Подойницына Т.А. К проблеме автоматизации технологических процессов переработки молока и производства молочных продуктов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 69. С. 236–242.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТОРОПШИ В ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНО-РЖАНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

П.А. Вилкова

Бакалавр гр. ФПП-3-4

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

e-mail: gdf_98@mail.ru

О.Е. Темникова,

к.т.н., доцент, доцент каф. «ТПП и БТ»

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

e-mail: gdf_98@mail.ru

АННОТАЦИЯ: в статье рассматривается влияние шрота расторопши пятнистой на физико-химические и органолептические показатели качества пшенично-ржаных хлебобулочных изделий с использованием жидкой ржаной закваски. Показана целесообразность использования шрота расторопши пятнистой при изготовлении пшенично-ржаных изделий с использованием жидкой ржаной закваски.

Ключевые слова: шрот расторопши пятнистой, хлебобулочные изделия, пшенично-ржаные изделия, силимарин.

FEATURES OF THE APPLICATION OF MILKTHISTLE IN TECHNOLOGY OF MIXED RYE-WHEAT BREAD

P.A. Vilkova

Student

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

e-mail: gdf_98@mail.ru

O.E. Temnikova

PhD,

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

e-mail: gdf_98@mail.ru

ABSTRACT: The inspiration of Saint-Mary-thistle grist on physical-chemical and sensitive quality parameters of mixed rye-wheat bread with liquid rye inoculum are considered in this article. Practicability of Saint-Mary-thistle grist using for mixed rye-wheat bread with liquid rye inoculum are indicated.

Keywords: the Saint-Mary-thistle grist, bread, mixed rye-wheat bread, silymarin

Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности вполне целесообразно, так как основная доля хлебобулочных изделий имеет низкую биологическую и физиологическую ценность, но высокую калорийность. С помощью введения в рецептуру нетрадиционного сырья можно достичь следующий эффект: повысить пищевую ценность хлеба, улучшить его физико-химические и органолептические показатели, увеличить срок сохранения свежести, стабилизировать качество изделий при переработке муки с пониженными хлебопекарными свойствами, а так же расширить ассортимент хлебобулочных изделий и разработать хлебобулочные изделия с измененным химическим составом для лечебно-профилактического назначения. Кроме того, с помощью нетрадиционного сырья можно обеспечить экономию основного и дополнительного сырья [1, 2].

Целью исследований, проводимых на кафедре технологии пищевых производств и биотехнологии Самарского государственного технического университета, является возможность использования шрота расторопши пятнистой при приготовлении хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

В связи с создавшейся неблагоприятной экологической обстановкой и поступлением с пищей и из окружающей среды веществ, обладающих токсическим и канцерогенным действием, большую актуальность приобретает внедрение в хлебопекарную промышленность веществ, обладающих гепатопротекторным эффектом. К таким веществам по своим функциональным свойствам, биологической ценности и химическому составу относят продукты переработки расторопши пятнистой [3].

Одним из продуктов переработки плодов расторопши пятнистой является шрот расторопши.

В шроте расторопши содержится уникальное биологически активное вещество – силимарин (2,5 % к массе СВ), который обладает антиоксидантным эффектом и выраженным гепатопротекторным действием. Наличие силимарина является отличительной особенностью расторопши от других масличных культур.

Силимарин оказывает положительное воздействие при болезнях печени. Антиоксидантный эффект силимарина обусловлен его взаимодействием со свободными радикалами в печени и превращением их в менее агрессивные соединения.

В шроте расторопши помимо силимарина содержится моно- и дисахариды, витамины, около 26 % клетчатки, микроэлементы. Клетчатка, содержащаяся в шроте, способствует очищению кишечника, нормализует его перистальтику, благоприятно действует на микрофлору кишечника, которая является одним из важнейших иммуномодулирующих факторов. Клетчатка способствует выводу из организма токсинов, тяжелых металлов, избыточного

холестерина. При недостатке пищевых волокон в рационе значительно увеличивается риск возникновения опухолевых заболеваний кишечника [4].

В ходе исследования был получен пшенично-ржаной хлеб с 1, 2, 3, 4, 5 и 10 % расторопши к массе муки, а так же контрольный без содержания расторопши, с использованием жидкой ржаной закваски.

Результаты анализов пшенично-ржаного хлеба с разным содержанием расторопши приведены в табл. 1. Приведено сравнение полученных данных с нормативным значением, установленным для пшенично-ржаных изделий, и контрольным образцом.

Табл. 1 Физико-химические показатели изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Наименование показателей	1%	2%	3%	4%	5%	10%	Контрольный образец	Норма по ГОСТ 31807-2012
Влажность мякиша, %	54	50,2	46,1	45,3	48,6	49,4	52	19,0-50,0
Пористость мякиша, %, не менее	69,8	73,3	65,6	64	64,3	62	69,1	46,0
Кислотность мякиша, град, не менее	5	5,3	5,9	7	2,5	2,4	0,28	11,0

На основании проведенных исследований было установлено, что внесение 4 % шрота расторопши к массе муки при приготовлении пшенично-ржаных хлебобулочные изделия с использованием жидкой ржаной закваски целесообразно. Физико-химические показатели изделия со шротом максимально приближены к нормативным значениям. Данные хлебобулочные изделия можно рекомендовать для людей, проживающих в экологически неблагоприятных регионах, в том числе в мегаполисах, так как содержат силимарин, витамины, микроэлементы и клетчатку.

Библиографический список:

1. Темникова О.Е., Егорцев Н.А., Зимичев А.В. Обзор использования нетрадиционного сырья в хлебопечении // Хлебопродукты. 2012. № 4. С. 54-55.
2. Пучкова Л. И. и др. Технология хлеба. СПб.: ГИОРД, 2005. 559 с.
3. Н.Г. Семёнкина, Т.Б. Цыганова, Е.И. Крылова. Новые функциональные хлебобулочные изделия с гепатопротекторными свойствами // Пищевая промышленность. 2010. № 9. С. 74-76.
4. Л. П. Пащенко, В. Л. Пащенко. Вторичное растительное сырье – биологически активная составляющая для создания продуктов питания нового поколения // Вестник ВГУИТ. 2012. № 1. С. 100-106.

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

А.А. Долбикова

бакалавр ТППСП

Иркутский государственный аграрный
университет имени А.А. Ежевского

664038, Иркутская область, пос. Молодежный

e-mail: anastasiya.dolbikova@mail.ru

К.С. Милешенкова

магистрант группы БПм-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: yulia_a72@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Качество продукции складывается из качества сырья, качества технологического процесса и качества готового продукта. Только комплекс анализов даёт возможность контролировать качество сырья и технологические процессы производства, а также готовую продукцию. В данной работе проведены исследования средних проб сырого молока для производства питьевого молока. В результате при производстве молока от вымени до конечной точки происходит увеличение микробных клеток, значит, молоко загрязняется.

Ключевые слова: сырое молоко, питьевое молоко, бактериологические исследования

QUALITY PROBLEMS OF RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF DAIRY PRODUCTS

A. A. Dolbikova

student TPSP

Irkutsk state agrarian University

A. A. Ezhevsky University

664038, Irkutsk region, Youth settlement

e-mail: anastasiya.dolbikova@mail.ru

K.S. Milehenkova

Student BPm-18-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: yulia_a72@mail.ru

ABSTRACT: Product quality consists of quality of raw materials, the manufacturing process and the quality of the finished product. Only a set of tests gives the possibility to control the quality of raw materials and production processes, and finished products. In this paper, we studied average samples of raw milk for the production of drinking milk. As a result, in the production of milk from the udder to the end point, an increase in microbial cells occurs, which means that milk is contaminated.

Keywords: raw milk, drinking milk, bacteriological tests

При производстве молочных продуктов существуют основные точки риска, влияющие на качество и безопасность готового продукта. Первой и основной точкой риска при производстве молочных продуктов является сырое молоко. Микроорганизмы, содержащиеся в молоке, могут привести к нежелательным изменениям. От качественного и количественного состава микрофлоры молока, поступающего на предприятие, зависит характер и уровень загрязнения производства.

Качество молока как сырья, для производства молочных продуктов питания зависят от многих факторов внутренней и внешней среды. Поэтому использование на молочных заводах современных технологий и оборудования для улучшения качества и ассортимента молочных продуктов не изменяет основную концепцию формирования качества и безопасности молока, как сырья. Проблема повышения качества молока остается актуальной для сельхозпроизводителей и предприятий молочной промышленности различных уровней мощности и форм собственности.

Цель наших исследований изучить и провести анализ факторов, влияющих на состав и качество молока на стадии его производства.

Этой целью отобрали трехкратно через 5 дней, пробы смывов на бактериологические исследования с вымени 20 коров, молочных аппаратов, то есть с доильных стаканов проб молока из танка охладителя после дойки из танка охладителя через 12 часов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1-Микробиологические показатели проб смывов и молока в период производства молока

Место отбора проб	Содержание КМАиФАМ, тыс/см ³
Смыв с вымени коров	108
Смыв с доильных аппаратов	136
Молоко из молокоприемника	143
Молоко из танка охладителя сразу после дойки	332
Молоко из танка охладителя через 12 часов дойки	520

Из показателей таблицы можно сделать вывод, что содержание микробных клеток не превышает регламент, но при производстве молока от вымени до конечной точки происходит их увеличение, значит, молоко загрязняется.

Отсюда следует, что необходимо улучшить санитарную обработку вымени коров и уделять должное внимание при промывки оборудования. Желательно долго не хранить молоко в танке охладителя.

Библиографический список:

1. Козуб Ю.А. Повышение эффективности производства молока // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81, ч. 2. С. 50-54.
2. Козуб Ю.А. Развитие отрасли молочного скотоводства Иркутской области // В сборнике: Проблемы в животноводстве Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 30-36.
3. Комлацкий В.И., Тахо-Годи А.З., Подойницына Т.А. К проблеме автоматизации технологических процессов переработки молока и производства молочных продуктов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 69. С. 236-242.
4. Луфаренко О.Д., Козуб Ю.А. Параметры технологического процесса производства кисломолочного продукта // Молодая наука аграрного Дона: традиции, опыт, инновации. 2018. Т. 2, № 2. С. 174-177.

ПИВНЫЕ НАПИТКИ С ЯБЛОЧНЫМ КОНЦЕНТРАТОМ И СОКОМ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ

К.В. Григорьева

Студент гр. ТПб-16-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: ksenia1998gr@mail.ru

С.М. Никитина

Студент гр. ТПб-16-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: swetlana.nickiti@mail.ru

Е.А. Привалова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: epriv@istu.edu

Н.П. Тигунцева

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tignadezhda@yandex.edu

АННОТАЦИЯ: Получены пивные напитки с использованием сока черноплодной рябины и яблочного концентрата с добавлением 1–5% сахара. Установлено, что содержание спирта в готовых изделиях превышает рекомендуемое значение для данной группы изделий. Исследована динамика образования спирта в процессе главного брожения. Для снижения содержания спирта в готовых напитках рекомендуется прерывать брожение на 3–5 сутки.

Ключевые слова: пивной напиток, плодово-ягодные соки, содержание спирта.

BEER BEVERAGES WITH APPLE CONCENTRATE AND CHOKEBERRY JUICE

K.V. Grigorieva

Student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

email: ksenia1998gr@mail.ru

S.M. Nikitina

Student

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

email: swetlana.nickiti@mail.ru

E.A. Privalova

Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

email: epriv@istu.edu

N.P. Tiguntseva

Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, Lermontov St., 83

e-mail: tignadezhda@yandex.edu

ABSTRACT: Beer beverages containing chokeberry juice, apple concentrate and 1–5% of sugar were obtained. The alcohol content in beverages was found to exceed the recommended level. The dynamic of alcohol forming during the main fermentation was examined. To reduce the alcohol content in final product it is recommended to interrupt the main fermentation after 3–5 days.

Keywords: beer beverage, fruit juice, alcohol content.

Альтернативой классическим сортам пива являются пивные напитки [1], широкий ассортимент которых в настоящее время представлен в торговых сетях. Данный продукт пользуется широким спросом у населения, не смотря на то, что многие производители используют в своих рецептурах синтетические вкусо-ароматические добавки. Натуральное плодово-ягодное сырье в сочетании с зерновыми компонентами позволяет расширить ассортимент и повысить пищевую ценность рассматриваемой группы изделий.

Предварительные исследования по оценке возможности использования плодово-ягодного сырья для производства пивных напитков были проведены нами ранее [2]. В качестве плодово-ягодного сырья использовались концентрат яблочного сока и свежавыжатые соки из малины, черники и черноплодной рябины. По результатам проведенной дегустации для дальнейших исследований были выбраны яблочный концентрат и сок черноплодной рябины; в качестве зерновой основы для пивных напитков были использованы ячменный светлый и карамельный солод. Так как дегустаторами была отмечена недостаточная сладость полученных напитков, целью данной работы являлось исправление органолептических показателей изделий.

Технология получения напитков и аналитические процедуры указаны в работах [2,3].

Для повышения сладости готовых напитков на этапе дображивания в молодое пиво наряду с соком черноплодной рябины и яблочным концентратом был внесен свекловичный сахар в количестве 1–5% от массы зернового сырья. Дображивание осуществляли в течение 21 суток при температуре 3–5°C.

Физико-химические показатели готовых напитков приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика пивных напитков

Показатели	Количество сахара, внесенного на дображивание, % масс. к зерновому сырию		
	1%	3%	5%
С яблочным концентратом			
Видимое содержание экстракта, %	2,2	3,5	6,5
Действительное содержание экстракта, %	7,3	8,9	12,5
Титруемая кислотность, мл 1 н раствора NaOH на 100 мл	2,8	2,9	2,0
Содержание спирта, % об.	6,5	7,4	7,0
С соком черноплодной рябины			
Видимое содержание экстракта, %	3,1	8,1	9,7
Действительное содержание экстракта, %	7,7	14,0	19,5
Титруемая кислотность, мл 1 н раствора NaOH на 100 мл	2,5	3,2	3,3
Содержание спирта, % об.	8,2	7,2	7,2

Дегустационная оценка полученных напитков показала, что их органолептические свойства существенно улучшились вследствие повышения сладости. Наиболее высокую оценку получили пивные напитки с добавлением сока черноплодной рябины и 3% сахара и яблочного концентрата и 5% сахара.

Следует отметить, что во всех полученных образцах было накоплено достаточно высокое количество спирта (6,5–8,2% об.), что выводит полученные изделия из категории пивных напитков по ГОСТ Р 55292–2012 [1]. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на разработку методов снижения содержания спирта в полученных образцах. Наиболее простым способом предотвращения накопления излишнего количества спирта является прерывание брожения. На рисунке 1 приведен график накопления спирта во время главного брожения, из которого можно заключить, что содержание спирта в молодом пиве достигает 6% об. уже на пятые сутки.

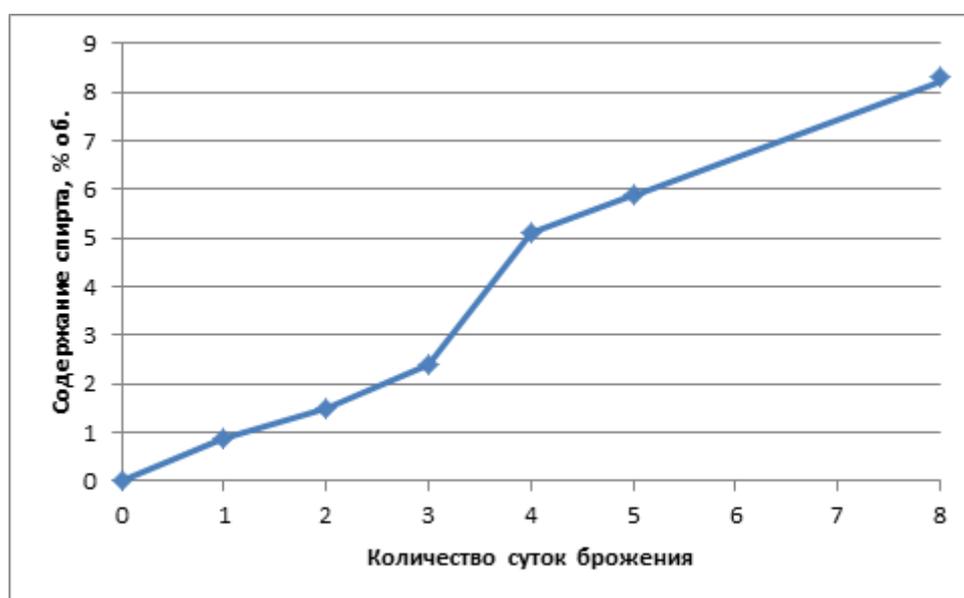


Рисунок 1 – Накопление спирта в процессе главного брожения

Следовательно, для получения пивных напитков с низким содержанием алкоголя следует прерывать главное брожение на 3–5 сутки и отделять дрожжи от молодого пива одним из доступных способов. При последующем внесении в молодое пиво фруктово-ягодных соков и сахара и проведении дображивания следует ожидать увеличения содержания спирта в готовом напитке, однако вследствие значительного снижения концентрации дрожжевых клеток и температуры дображивания это увеличение не должно быть значительным.

Таким образом, можно предполагать, что искусственное прерывание брожения позволит получить пивные напитки с приемлемым содержанием

алкоголя, а добавление сахара в количестве 3–5% от засыпи на этапе дображивания улучшит органолептические свойства готового продукта.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 55292-2012. Напитки пивные. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 2014. – 8 с.

2. К.В. Григорьева, С.М. Никитина, Е.А. Привалова, Н.П. Тигунцева. Оценка плодово-ягодных соков и концентратов в качестве сырья для приготовления пивных напитков. // Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иркутск, Изд-во ИРНТУ, 2019. – С. 169–175.

3. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. – СПб.: Профессия, 2004. -536 с.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

К. В. Негодяева

бакалавр ТППСП

Иркутский государственный аграрный
университет имени А.А. Ежевского

664038, Иркутская область, пос. Молодежный

e-mail: Ksenya_negodyaeva@mail.ru

К. С. Милешенкова

магистрант группы БПм-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: yulia_a72@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В статье приведен алгоритм внедрения системы ХАССП в молочном животноводстве. Качество продукции складывается из качества сырья, качества технологического процесса и качества готового продукта. Только комплекс анализов даёт возможность контролировать качество сырья и технологические процессы производства, а также готовую продукцию.

Ключевые слова: система менеджмента качества, молоко, ХАССП.

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM IN DAIRY FARMING

K.V. Negodyaeva

student TPSP

Irkutsk state agrarian University

A. A. Ezhevsky University

664038, Irkutsk region, Youth settlement

e-mail: Ksenya_negodyaeva@mail.ru

K.S. Milehenkova

Student BPm-18-1

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: yulia_a72@mail.ru

ABSTRACT: The article describes the implementation of the HACCP system in dairy farming. Product quality consists of quality of raw materials, the manufacturing process and the quality of the finished product. Only a set of tests gives

the possibility to control the quality of raw materials and production processes, and finished products.

Keywords: system of quality management, milk, HACCP.

В настоящее время создана и постоянно совершенствуется система ветеринарно-санитарных мероприятий, направленных на охрану человека от болезней, передающихся от животных и продуктов животного происхождения, получение гарантированно безвредных и биологически полноценных продуктов питания и предотвращение потерь при их переработке, является наиболее актуальной.

Молоко как исключительно ценный пищевой продукт имеет огромное значение в питании человека. От качественного и количественного состава микрофлоры молока, поступающего на предприятие, зависит характер и уровень загрязнения производства [1,3].

При интенсивном производстве молока необходима такая организация системы содержания и доения, которая, повышая производительность труда, не влияла бы на уровень заболеваемости, способствовала бы получению молока высокого санитарного качества, раздою коров и воспроизводству животных [2,4].

Система HACCP (анализ рисков и критических контрольных точек) в молочном скотоводстве способна обеспечивать безопасность молока-сырья с помощью контроля всех опасных точек в ходе производственного процесса [5].

Рассмотрим поэтапно разработку и внедрение отраслевой системы менеджмента качества HACCP в молочном скотоводстве: молоко нужно описать с позиции его состава, физической/химической структуры, содержания микроорганизмов, вида обработки (охлаждение, пастеризация и др.), сроков и условий хранения; провести построение производственной блок-схемы технологического процесса; разработать список опасностей, которые могут при неэффективном контроле за ними с большой вероятностью нанести вред здоровью человека, и определить место их (опасностей) возможного возникновения в производственном процессе; выявить анализы риска, значимые и возникающие в критических контрольных точках; установить степень контроля для различных по значимости опасных факторов; создать систему мониторинга для каждой критической контрольной точки; разработка плана корректирующих действий.

Рекомендовать систему как единую для всех предприятий, специализирующихся на производстве молока, невозможно. Производственный процесс в разных сельскохозяйственных предприятиях организован по-разному: отличия в содержании и породном составе животных, уровне и качестве кормления, организации процесса доения, первичной обработке и хранении молока.

Библиографический список:

1. Козуб Ю.А. Повышение эффективности производства молока // Вестник ИрГСХА. 2017. № 81, ч. 2. С. 50-54.
2. Козуб Ю.А. Развитие отрасли молочного скотоводства Иркутской области // В сборнике: Проблемы в животноводстве Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 30-36.
3. Комлацкий В.И., Тахо-Годи А.З., Подойницына Т.А. К проблеме автоматизации технологических процессов переработки молока и производства молочных продуктов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 69. С. 236-242.
4. Подойницына Т.А., Тахо-Годи Г.А., Козуб Ю.А. // К интенсификации технологических процессов в животноводстве. Аллея науки. 2018. Т. 2. № 6 (22). С. 500-509.
5. Сулима К.И., Верхотуров В.В. Проблемы управления качеством пищевой продукции – внедрение системы менеджмента качества в отечественное производство // В сборнике: Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг Филатова Е.Г. III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. 2019. С. 164-169.

УДК 664.663.9

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫЙ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ЗАКВАСКАХ

В.И. Капликова

Бакалавр гр. ФПП-3-4

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

e-mail: vika-kaplikova@rambler.ru

О.Е. Темникова,

к.т.н., доцент, доцент каф. «ТПП и БТ»

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

АННОТАЦИЯ: в статье рассматривается влияние добавления сушеной тыквы на физико-химические и органолептические показатели качества ржано-пшеничных хлебобулочных изделий с использованием жидкой ржаной закваски. Показана целесообразность использования сушеной тыквы при изготовлении ржано-пшеничных изделий с использованием жидкой ржаной закваски.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, ржано-пшеничные изделия, тыква, сушеная тыква.

FEATURES OF APPLICATION OF PUMPKIN IN TECHNOLOGY OF MIXED RYE-WHEAT BREAD ON LEAVEN

V.I. Kaplikova

Student

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

e-mail: vika-kaplikova@rambler.ru

O.E. Temnikova

PhD,

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

ABSTRACT: The article discusses the effect of adding dried pumpkin on the physico-chemical and organoleptic quality of mixed rye-wheat bread using liquid rye leaven. The expediency of using dried pumpkin in the manufacture of rye-wheat products using liquid rye starter culture is shown.

Keywords: bread, mixed rye-wheat bread, pumpkin, dried pumpkin.

В настоящее время все большую популярность занимает тема «здорового» питания. Наибольший интерес представляет продукция, произведенная из натуральных компонентов, без использования консервантов, синтетических красителей и с большим содержанием полезных ингредиентов и витаминов. Следует обогащать полезными добавками продукты массового и ежедневного потребления, например, хлебобулочные изделия.

Перспективным направлением расширения ассортимента функциональных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности диетического назначения является использование натуральных пищевых обогатителей, например, пророщенного диспергированного зерна ржи или пшеницы, отличающегося повышенным содержанием витаминов, минеральных веществ в биоусвояемой форме, незаменимых аминокислот и др.

Для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий могут быть использованы различные плоды, овощи и продукты их переработки. Их применение перспективно, так как они богаты моно- и дисахаридами, в первую очередь фруктозой, витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами, включая пектин и др.

Перспективным видом овощной добавки является тыква. Внесение ее в состав хлебобулочных изделий позволит обогатить продукт витаминами, минералами, пищевыми волокнами, пектином, клетчаткой [1].

Целью исследований, проводимых на кафедре технологии пищевых производств и биотехнологии Самарского государственного технического университета, является исследование влияния сушеной тыквы на хлебобулочные изделия из смеси ржаной и пшеничной муки.

На данный момент тыква является незаменимым диетическим продуктом, полезным при проблемах с печенью, желчным пузырем, при подагре, гастритах, колитах. Нежная мякоть с почти нейтральной средой способствует заживлению язв желудка и двенадцатиперстной кишки, полезна при токсикозе беременных, экземе и ожогах. Тыквенная диета дает чудесный эффект при сердечно-сосудистых заболеваниях, ожирении, при нарушении обмена веществ. Тыквенный сок успокаивает нервную систему, способствует хорошему сну, утоляет жажду. Используют сок как мочегонное средство при сердечных отеках и заболеваниях почек [2].

Тыквы – главный источник каротина в растительном мире. Содержание каротина в плодах тыквы составляет 16–17 мг на 100 г сырого продукта, а у некоторых форм оно доходит до 35–38 мг. Чем ярче окрашена мякоть оранжево-желтых сортов тыквы, тем больше в ней имеется каротиноидов.

Витаминный состав тыкв очень разнообразен.

В плодах обнаружены тиамин (витамин В1 – 0,04–0,06 мг на 100 г), недостаток которого вызывает различные нарушения нервной системы, быструю умственную и физическую усталость; рибофлавин (витамин В2 – 0,03–0,06 мг), недостаток которого вызывает нарушение аппетита, слабость, уменьшение массы тела; токоферол (витамин Е), недостаток которого вызывает расстройство половых функций организма; никотиновая кислота (витамин РР – 0,4–0,5 мг), недостаток которого вызывает пеллагру, а также аскорбиновая кислота (витамин С – 10,0–50,0 мг), пантотеновая кислота (вита- мин В3 – 0,2–0,4 мг), пиридоксин (витамин В6 – 0,11– 0,13 мг), фолиевая кислота (витамин В9 – 4–19 мкг), метилметионин (витамин U – 0,1 мг).

Содержат тыквы и особенно ценный для детского организма витамин D, который ускоряет рост детей, помогает лучше и быстрее усваивать грубую пищу, усиливает жизнеспособность организма. Богаты плоды тыквы и минеральными солями, особенно калия (170–380 мг на 100 г сырого вещества), железа (0,4–0,8 мг), кальция (плоды – 25–40 мг, семена – 51 мг) и фосфора (плоды – 25 мг, семена – 1144 мг). В тыквах содержатся также соли натрия (4–14 мг), магния (14 мг), меди (0,4–3,5 мг), кобальта (0,16 мг) и других элементов [3].

В ходе исследования был получен ржано-пшеничный хлеб с 1, 3, 5, 7 и 10 % сушеной тыквы к массе муки, а так же контрольный без содержания сушеной тыквы, с использованием жидкой ржаной закваски.

Результаты анализов ржано-пшеничного хлеба с разным содержанием тыквы приведены в табл. 1. В табл. 2 приведены нормативные значения, установленные для ржано-пшеничных изделий.

Табл. 1 Физико-химические показатели изделий с тыквой из смеси пшеничной и ржаной муки

Наименование показателей	0%	1%	3%	5%	7%	10%
Пористость мякиша, %	74,7	66,0	69,7	71,2	72,9	70,7
Влажность мякиша, %	46,9	43,8	44,9	45,4	45,6	45,8
Кислотность мякиша, град	4,4	3,8				

Табл. 2 Нормы физико-химических показателей изделий из смеси пшеничной и ржаной муки

Наименование показателей	Норма по ГОСТ 31807-2012
Пористость мякиша, %, не менее	46,0
Влажность мякиша, %	19,0 – 50,0
Кислотность мякиша, град, не менее	11,0

В результате исследований было выявлено, что при добавлении 10% тыквы корка хлеба очень сильно запекалась, а мякиш не пропекался. Следовательно, добавление 10% тыквы и более не целесообразно, так как хлеб не пропекается и теряет свои полезные свойства.

В ходе эксперимента выяснилось, что добавление тыквы уменьшает кислотность ржано-пшеничного хлеба. Так же было выявлено, что при увеличении массы тыквы увеличивается влажность хлеба, это связано с тем, что тыква содержит большое количество воды.

Органолептическая оценка хлеба показала, что вкус хлеба с добавлением тыквы стал кислее.

Использование тыквы для добавки в хлеб целесообразно, так как вкусовые качества хлеба почти не изменяются, но хлеб обогащается различными витаминами, микроэлементами и макроэлементами.

Библиографический список:

1. Темникова О.Е., Егорцев Н.А., Зимичев А.В. Обзор использования нетрадиционного сырья в хлебопечении // Хлебопродукты. 2012. № 4. С. 54-55.
2. Сокольский И. Чудо – тыква // Наука и жизнь. 2005. № 10. С. 122-124.
3. Н.Н. Типсина, Г.К. Селезнева Использование пюре из тыквы в пищевой промышленности // Вестник КрасГАУ. 2013. № 12. С. 242-247.

МИЦЕЛИЙ ГРИБОВ *PLEUROTUS OSTREATUS* КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

А. М. Тяглова

Магистрант 2-ФПП-1М

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, ГК

e-mail: tyaglova20133@yandex.ru

Л. П. Кривова

к.б.н, доцент

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, ГК

e-mail: L_Krivova@yahoo.com

АННОТАЦИЯ: Производство продуктов питания, содержащих биологически активные вещества, в настоящее время является актуальным вопросом для исследований. Рассматривается мицелий грибов *Pleurotus ostreatus* как источник получения ценного белка и β -глюкана. Данные соединения являются ценными для медицины и пищевой промышленности.

Ключевые слова: вешенки, биологически активные вещества, белок, β -глюкан. Ъ

MYCELIUM OF *PLEUROTUS OSTREATUS* AS A SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

A. M. Tyaglova

Student

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

e-mail: tyaglova20133@yandex.ru

L.P. Krivova

PhD, assistant professor

Samara State Technical University

443100, Samara, st. Molodogvardeyskaya, 244

e-mail: L_Krivova@yahoo.com

ABSTRACT: The production of food products containing biologically active substances is a subject of current interest. The mycelium of *Pleurotus ostreatus* fungi as a source of valuable protein and β -glucan is studied. These compounds are valuable for medicine and the food industry.

Keywords: oyster mushrooms, biologically active substances, protein, β -glucan

В современном мире для многих людей остро стоит проблема насыщения организма полезными веществами. Наиболее распространенными источниками полезных веществ являются пищевые продукты и специальные композиции биологически активных веществ.

Одним из источников БАВ, которые в настоящее время интересуют исследователей, является мицелий грибов *Pleurotus ostreatus*. Выяснено, что мицелий вешенок является источником ценного белка, а также β -глюкана. В связи с этим он активно используется для получения БАВ и функциональных продуктов питания.

В исследовании [1] изучается возможность использования порошкообразного мицелия вешенок при производстве колбасных изделий. Выяснено, что данный порошок может заменять до 35 % мясного фарша. Полученные изделия имели высокую оценку по органолептическим, физико-химическим, микробиологическим показателям качества. Таким образом, мицелий может быть использован для частичной замены животного сырья без снижения массовой доли белка.

В работе [2] вешенки также рассматриваются как источник ценного белка. Было выявлено, что при включении в состав хлебобулочных изделий порошкообразного казеина и мицелия вешенок массовая доля белка увеличивается на 50 %. Полученные изделия подходят для питания в оздоровительных целях.

Согласно [3], вешенки также могут рассматриваться как источник получения биологически активных соединений. Водно-этанольный экстракт мицелия вешенок оказывает гепатопротективное воздействие. β -глюканы, содержащиеся в мицелии, активируют лимфоциты, оказывая противоаллергическое, иммуномодулирующее воздействие.

Таким образом, вешенки являются перспективным сырьем. Необходимо разрабатывать технологии производства БАВ а также трансформации мицелия с целью создания функциональных продуктов питания.

Библиографический список:

1. Зарицкая, В.В. Перспективы использования грибов рода вешенка *Pleurotus P. Kumm.* в производстве колбасных изделий / В.В. Зарицкая, Н.А. Кочунова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 4. – С. 157-164.
2. Арсеньева, Л.Ю. Разработка технологии экструдированных хлебных палочек повышенной пищевой ценности / Л.Ю. Арсеньева, В.С. Яценко // Вестник Алма-атинского технологического университета. – 2013. – № 1. – С. 10-16.
3. Кароматов, И.Дж. Медицинское значение грибов вешенки / И.Дж. Кароматов, М.Ф. Саломова // Биология и интегративная медицина. – 2017. – № 9. – С. 78-88.

СЕКЦИЯ № 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК

ВЛИЯНИЕ ДВУХВАЛЕНТНОЙ МЕДИ НА БИОДЕГРАДАЦИЮ БЕЛОГО ФОСФОРА

А.З. Миндубаев

старший научный сотрудник, кандидат химических наук, доцент,
Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ
РАН, г. Казань, E-mail: mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru.

Э.В.Бабынин

кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики КФУ /
Института фундаментальной медицины и биологии, 420000, г. Казань, ул.
Университетская, д. 18, edward.b67@mail.ru

Е.К. Бадеева

научный сотрудник, кандидат химических наук,
Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ
РАН, г. Казань, E-mail:ybadeev.61@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Показано, что сульфат меди не оказывает влияния на рост аспергиллов в средах с белым фосфором. Это является серьезным аргументом в пользу биodeградации белого фосфора. Помимо этого, мы сравнили устойчивость к белому фосфору штамма черного аспергилла AM1 и трех штаммов из Всероссийской коллекции микроорганизмов. Присланные штаммы так же продемонстрировали устойчивость. Но у штамма AM1 она все равно выше.

Ключевые слова: белый фосфор, *Aspergillus niger*, состав культуральной среды

EFFECT OF DIVALENT COPPER ON WHITE PHOSPHORUS BIODEGRADATION

A.Z. Mindubaev

Ph.D. in Chemistry, S.R., associate professor
State Budgetary-Funded Institution of Science A.E. Arbuzov
Institute of Organic and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center
of Russian Academy of Sciences, Kazan,
E-mail: mindubaev@iopc.ru; mindubaev-az@yandex.ru.

E.V. Babynin

Ph.D. in Biology, associate professor,
Kazan (Volga region) federal university, Kazan,
E-mail: edward.b67@mail.ru

E.K. Badeeva
Ph.D. in Chemistry,
State Budgetary-Funded Institution of Science A.E. Arbuzov
Institute of Organic and Physical Chemistry of Kazan Scientific Center
of Russian Academy of Sciences, Kazan
E-mail: ybadeev.61@mail.ru

ABSTRACT: Been shown that copper sulphate CuSO_4 has no effect on the growth of aspergillus in a media with white phosphorus, regardless of the composition of these media. This fact is a serious argument in favor of biodegradation of white phosphorus. In addition, we compared the white phosphorus resistance of our *A. niger* strains AM1 with three strains from the All-Russian Collection of Microorganisms. Though highest resistance was observed in strain AM1, the three strains of *A. niger*, sent from ARCM.

Key words: white phosphorus, *Aspergillus niger*, cultural mediums composition.

Несмотря на длительность исследований биодegradации белого фосфора [1, 2], до последнего времени оставались сомнения в том, что данное явление существует. Белый фосфор даже при комнатной температуре реагирует с ионами двухвалентной меди, а среда Придхем-Готлиба, которую мы выбрали для наших целей, содержит в своем составе сульфат меди. При добавлении в эту среду эмульсии белого фосфора выпадал осадок черного цвета, т.е. реакция действительно происходила. Таким образом, рост микроорганизмов происходил в присутствии не столько белого фосфора, сколько продуктов его химических превращений, и эксперименты оказывались не вполне чистыми. Поэтому, в представленной работе мы осуществили дальнейшую модификацию питательной среды Придхем-Готлиба, исключив из нее не только фосфаты в качестве источника фосфора, но и сульфат меди [3].

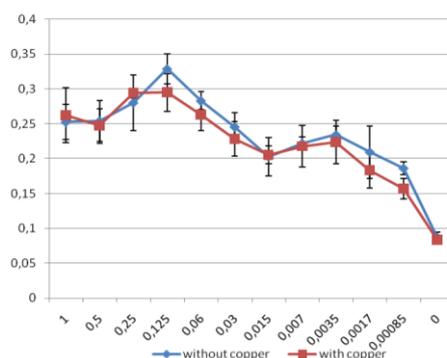


Рис.1. Рост *A. niger* AM1 на пятые сутки после посева. Видно, что рост в варианте среды с медью и без меди практически одинаковый. Ось абсцисс – концентрация белого фосфора, %. Ось ординат – оптическое поглощение при λ 550 нм.

Показано, что исключение из состава питательной среды сульфата меди не препятствует росту грибов, хотя белый фосфор в этих условиях не вступает в реакцию с образованием осадка и сохраняется более длительное время (рис. 1). Этот факт является серьезным аргументом в пользу биодegradации и практической применимости метода детоксикации белого фосфора микроорганизмами.

Помимо этого, мы сравнили устойчивость к белому фосфору нашего штамма черного аспергилла AM1 и трех штаммов из Всероссийской коллекции микроорганизмов (ВКМ) (FW-650, FW-2664 и FW-2731), а также четырех видов бактерий. Три штамма *A. niger*, присланные из ВКМ, так же продемонстрировали более высокую устойчивость к белому фосфору, чем бактерии [3]. Но у штамма AM1 она все равно выше (рис. 2). Из него следует вывод о наличии у черных аспергиллов защитных механизмов, позволяющих им быть устойчивыми к токсичному загрязнителю окружающей среды белому фосфору. Эти механизмы отсутствуют у бактерий и наиболее выражены у штамма *A. niger* AM1.

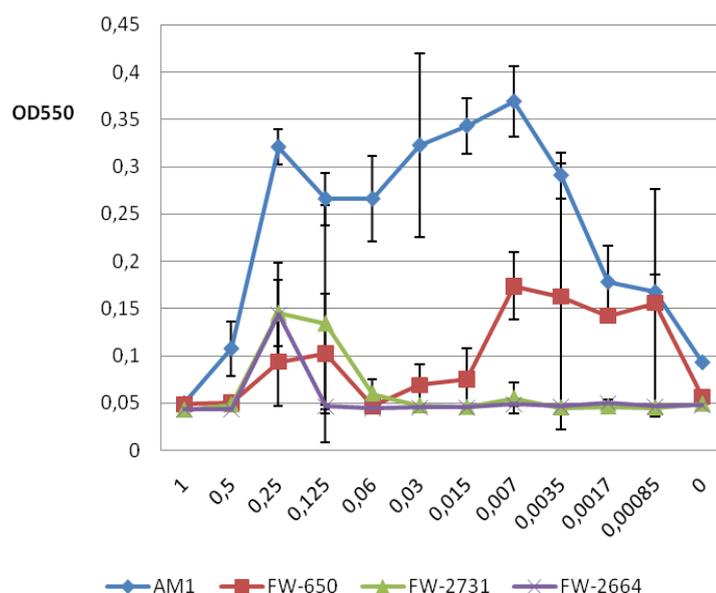


Рис.2. Рост штаммов *A. niger* в среде с белым фосфором без фосфата на третьи сутки после посева. Ось абсцисс – концентрация белого фосфора, %. Ось ординат – оптическое поглощение при λ 550 нм. Обращает внимание скорость роста штамма AM1.

Эта работа была выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям, проект № 39113 (заявка № С1-34299).

Библиографический список

1. Миндубаев А.З. От яда к удобрению // Наука и жизнь. – 2019. - № 3. – С. 46-47.

2. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Минзанова С.Т., Бадеева Е.К. Биодеструкция белого фосфора в фосфат культурой гриба // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы химии, биотехнологии и сферы услуг». – Иркутск, 24-26 апреля 2019 г. - С. 181-183.

3. Миндубаев А.З., Бабынин Э.В., Волошина А.Д., Сапармырадов К.А., Акосах Й.А., Бадеева Е.К., Минзанова С.Т., Миронова Л.Г. Возможность обезвреживания белого фосфора микробными культурами // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. - 2019. - Т.5. - №437. - С. 122-128.

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИАТОМИТА, МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Е.С. Ваганова

К.х.н., доцент

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32
e-mail: katrin_sv@bk.ru

М.В. Бузаева

Д.х.н.

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32
e-mail: m.buzaeva@mail.ru

О.А. Давыдова

Д.х.н., доцент

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32
e-mail: olga1103@inbox.ru

В.В. Анисимова

Бакалавр гр.МТМбд-31

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск. Северный Венец, 32
e-mail: vikaanis15@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Получен сорбент на основе природного диатомита, модифицированный многостенными углеродными нанотрубками. Сорбционные свойства модифицированного диатомита по отношению к нефтепродуктам и ионам цинка определяли статическим методом. Сорбционные свойства модифицированного диатомита улучшаются в сравнении с исходным материалом и зависят от содержания трубок в диатомите и времени ультразвукового воздействия

Ключевые слова: диатомит, углеродные нанотрубки, сорбция, нефтепродукты, ионы цинка.

SORPTION PROPERTIES OF DIATOMITE MODIFIED BY CARBON NANOTUBES

E.S. Vaganova

Assistant professor

Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32
e-mail: katrin_sv@bk.ru

M.V. Buzaeva

Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32
e-mail: m.buzaeva@mail.ru

O.A. Davydova

Assistant professor
Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32
e-mail: olga1103@inbox.ru

V.V. Anisimova

Student
Ulyanovsk State Technical University
432027, Ulyanovsk. Severniy Venec, 32
e-mail: vikaanis15@mail.ru

ABSTRACT: A sorbent based on natural diatomite modified with multi-wall carbon nanotubes was obtained. The sorption properties of modified diatomite in relation to petroleum products and zinc ions were determined using a static method. Sorption properties of modified diatomite improve in comparison with the source material and depend on the content of tubes in diatomite and the time of ultrasonic exposure

Keywords: diatomite, carbon nanotubes, sorption, petroleum products, zinc ions.

Диатомит представляет собой рыхлые или сцементированные кремнистые отложения, относится к горным породам осадочного типа, состоит более чем на 50 % из панцирей диатомовых водорослей.

Диатомит начали добывать в России в Симбирской губернии, еще в XVIII веке. В настоящее время в Ульяновской области работает крупный диатомовый комбинат, созданный на Инзенском месторождении.

К основным преимущественным свойствам и характеристикам диатомита относят: большую пористость, способность породы к адсорбции, слабую звуко- и теплопроводность, высокую кислотостойкость, тугоплавкость.

В современных условиях развитие страны и какого-либо производства невозможно без использования природы и ее разнообразных ресурсов и в связи с этим первоочередной задачей природоохранных структур и химических предприятий выступает охрана окружающей среды от химических загрязнений. Огромные объемы сточных вод, содержащих нефтепродукты, ионы тяжелых металлов и других поллютантов необходимо очищать, однако имеющиеся в настоящее время нормативная база, способы и средства очистки загрязненных технологических водных растворов и жидкостей практически не применимы ввиду сложного

аппаратурного оформления, затрат исходного сырья и большого количества образующихся отходов, количество которых составляет примерно 90 % от сырья. Переработка отходов требует значительных затрат. Резко возросла необходимость создания экономически приемлемых технологических систем для очистки технологических водных растворов и жидкостей [1]. Перспективным направлением в этом плане является разработка адсорбентов-катализаторов для создания гибких модулей комплексных систем очистки жидкостей. Создание гибридных сорбционных материалов различного функционального назначения с высоким уровнем сорбционных и эксплуатационных свойств является одной из важных задач современного материаловедения. Перспективные разработки в этой области базируются на реализации принципиально новых подходов, основанных на формировании систем с участием наноразмерных частиц и, в частности, углеродных нанотрубок (УНТ) [2].

В связи со всем вышесказанным целью работы явилось модифицирование природного диатомита многостенными углеродными нанотрубками и исследование сорбционных свойств композиционного материала по отношению к ионам тяжелых металлов и нефтепродуктам.

Синтез многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) проводили в токе аргона методом химического осаждения из паровой фазы с использованием металлоорганических соединений (метод МОСVD) на экспериментальной лабораторной установке. В качестве прекурсоров использовали толуол и ферроцен [3]. Осаждение проводили в трубчатом реакторе с изотермической зоной 200 мм на цилиндрических кварцевых вкладышах.

Углеродные нанотрубки инертны по отношению к различным матрицам и их поверхность необходимо модифицировать прививкой полярных групп. Мы провели функционализацию поверхности МУНТ карбоксильными (МУНТ-СООН) и этилгидроксильными группами (МУНТ-СН₂СН₂ОН). С использованием карбоксилированных МУНТ по реакции с триэтаноламином возможна прививка на поверхности трубок четвертичной аммониевой соли (МУНТ-ТЭА), рис. 1. При карбоксилировании на поверхности материала образуются также карбонильные и гидроксильные группы (-C=O, -ОН).

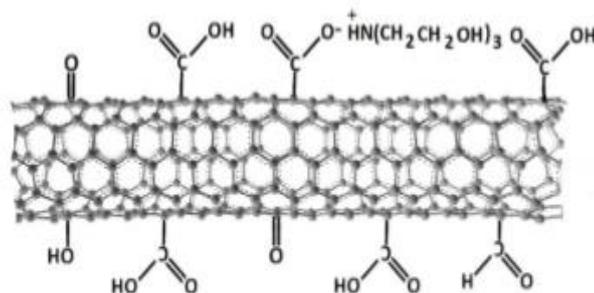


Рис. 1. Многостенные углеродные нанотрубки с карбоксилированной поверхностью

В качестве природного сорбента использовали диатомит Юшанского месторождения Ульяновской области. Минерал, очищенный от механических примесей, подвергали термообработке при 350 °С в течение 1 ч для удаления кристаллизационной воды. Для исследований брали фракцию 1–3 мм. Модифицирование диатомита нанотрубками проводили при соотношении твердой и жидкой фазы, Т:Ж = 1:10. 100 мл водной суспензии, образованной углеродными нанотрубками (0,05– 1,0 мас. % по отношению к массе сорбента) и водой, обрабатывали ультразвуком в течение 6–8 мин. Сорбционные свойства модифицированного диатомита определяли статическим методом. Экспериментально степень извлечения (α) загрязняющих веществ вычисляли по уравнению:

$$\alpha = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}})}{C_{\text{исх}}} \cdot 100\% ,$$

где $C_{\text{исх}}$ и $C_{\text{равн}}$ – исходная и равновесная концентрация ионов в растворе.

Таблица 1

Сорбционные свойства диатомита, модифицированного МУНТ-СООН,
по отношению к нефтепродуктам

С _{нп} , мг/л	Содержание МУНТ-СООН, мас. %					
	0,1		0,5		1,0	
	Диатомит, Степень извлечения, α , %.					
	Исходный	Модифиц.	Исходный	Модифиц.	Исходный	Модифиц.
5	81,6	95,3	83,8	96,4	81,5	94,1
10	79,2	92,5	80,6	94,0	78,9	92,5
25	77,1	86,5	78,4	88,1	75,1	86,4
50	73,4	82,8	74,3	85,3	70,5	82,1
75	72,9	80,7	73,2	83,7	69,8	80,5

Результаты исследования сорбционных свойства диатомита, модифицированного углеродными нанотрубками по отношению к нефтепродуктам приведены в таблице 1. Модифицирование диатомита МУНТ-СООН приводит к улучшению их сорбционных свойств. Степень извлечения нефтепродуктов из раствора увеличивается на 10-22% в зависимости от исходной концентрации, достигая 99,4% при извлечении нефтепродуктов из растворов с невысоким исходным содержанием.

Для применения модифицированного диатомита в системах очистки была изучена зависимость степени извлечения ионов цинка от содержания МУНТ-СООН в диатомите. Диатомит имеет жесткую каркасную структуру и для него возможно применение ультразвуковой интенсификации процессов сорбции. Время диспергирования для получения устойчивой дисперсной системы зависит от процентного содержания МУНТ.

Максимальная степень извлечения 98,0 % для ионов цинка достигается при содержании 0,2 мас. % МУНТ-СООН. Время ультразвуковой обработки составило 80 с (табл.2).

Таблица 2

Зависимость степени извлечения ионов цинка от содержания МУНТ в диатомите при ультразвуковом диспергировании. Исходное содержание ионов цинка 10 мг/л

Диатомит с МУНТ	Содержание МУНТ-СООН, %				
	0,05	0,1	0,2	0,4	1,0
Время диспергирования, с	20	40	80	100	120
Степень извлечения цинка, α	86,0	95,4	98,0	98,5	98,5

В этих же условиях при использовании диатомита, модифицированного только сульфатом алюминия, степень извлечения ионов цинка составила 72,4 %. При использовании диатомита, модифицированного исходными МУНТ, МУНТ-СН₂СН₂ОН, МУНТ-ТЭА, степень извлечения ионов цинка достигает 94,0 %.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что сорбционные свойства модифицированного диатомита по отношению к ионам металлов зависят от содержания трубок в диатомите и времени ультразвукового воздействия. Степень извлечения в случае ионов цинка достигает 98,0 % при содержании в диатомите карбоксилированных нанотрубок 0,2 мас. % и времени воздействия ультразвуком 80 с. Для немодифицированного диатомита степень извлечения цинка составляет 72 %.

Библиографический список:

1. Булыжев, Е.М. Ресурсосберегающее применение смазочно-охлаждающих жидкостей при металлообработке / Е.М. Булыжев, Л.В. Худобин. – М.: Машиностроение, 2004. – 352 с.
2. Лукашин, А.В. Функциональные наноматериалы / А.В. Лукашин, А.А. Елисеев, Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 456 с.
3. Некоторые аспекты синтеза многостенных углеродных нанотрубок химическим осаждением из паровой фазы и характеристики полученного материала / Е.С. Климов, М.В. Бузаева, О.А. Давыдова и др. // Журнал прикладной химии. – 2014. – Т. 87, № 8. – С. 1128–1132.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ

Д.А. Кузнецов

Бакалавр гр. ЭСб-19-2

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. Г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

О.В. Кузнецова

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074. Г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: olvku20@mail.ru

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

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

IMPACT STUDY OF HEAT ENERGY EMISSIONS ON THE ENVIRONMENT

D.A. Kuznetsov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

O.V. Kuznetsova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: olvku20@mail.ru

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

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

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

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

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

Библиографический список

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

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.М. Тузова

Магистрант 2-ФПП-1М

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, ГК

e-mail: nat.tuzova2018@yandex.ru

О.Е. Темникова

к.т.н, доцент

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, ГК

e-mail: mionagrey@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Одной из главных задач, стоящих перед хлебопекарной промышленностью, является повышение пищевой ценности хлебобулочных изделий. Для решения данной проблемы требуется введение новых продуктов, содержащие полезные вещества – белки, жиры, углеводы, пищевые волокна. В статье рассмотрены способы обогащения хлебобулочных изделий, которые бы позволили увеличить не только биологическую ценность, но и расширить ассортимент продукции.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, зерновая фасоль, рябиновый порошок, грибы вишенки.

THE USE OF PROTEIN HYDROLYZATE OF PLANT ORIGIN IN THE TECHNOLOGY OF BAKERY PRODUCTS

N.M. Tuzova

Student

Samara State Technical University
443100, Samara, st. Molodogvardeiskaya, 244

e-mail: nat.tuzova2018@yandex.ru

O.E. Temnikova

PhD, assistant professor

Samara State Technical University,
443100, Samara, st. Molodogvardeiskaya, 244

e-mail: mionagrey@mail.ru

ABSTRACT: One of the main challenges facing the baking industry is to increase the nutritional value of bakery products. To solve this problem, the introduction of new products containing useful substances - proteins, fats, carbohydrates, dietary fiber is required. Are discussed in this article methods of enrichment of bakery products, which would increase not only the biological value, but also expand the product range.

Keywords: bakery products, haricot bean, mountain ash powder, oyster mushrooms.

Хлеб до сих пор является главной пищей у россиян. Поэтому перед хлебопекарной промышленностью всегда стоит задача – обогащение хлеба новыми натуральными добавками, которые бы улучшали качество хлеба. Для этого необходимо применение продуктов, которые бы содержали все необходимые вещества. Ведь как известно, белки в хлебе не являются полноценными, в них мало незаменимых аминокислот, пищевых волокон и невысокое содержание минералов [1].

При производстве хлебобулочных изделий используются разные методы и способы их обогащения.

Одним из способов повышения пищевой и биологической ценности хлеба из пшеничной муки высшего сорта в качестве рецептурного компонента хлебобулочных изделий были использованы семена зерновой фасоли. В исследовании [1] было выявлено, что в хлебе с добавлением полуфабрикатов из черной и красной фасоли повысилось содержание белка на 3,0-3,6 %, пищевых волокон – на 0,77-0,78 %, содержание кальция и магния в 2,9 и 2,3 раза.

Еще одним из способов обогащения хлебобулочных изделий растительным сырьем было представлено в работе [3], где использовали сухую комплексную заварку – рябиновый порошок. Экспериментально было установлено, что при ее применении не только улучшались органолептические и физико-химические показатели, но и повышалось содержание пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

Другой способ обогащения хлебобулочных изделий был представлен в работе [3], где в качестве добавки были выбраны – грибы вешенки. Готовые изделия имели в своем составе повышенное содержание легкоусвояемых белков с полным набором аминокислот, редуцирующие сахара, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины группы В, РР, С, макро-, микроэлементы и другие полезные вещества.

Описанные способы могут быть использованы для создания новых рецептур хлебобулочных изделий. Это позволит усовершенствовать традиционные способы производства и разнообразить ассортимент продуктов питания.

Библиографический список

1. Чижикова О. Г., Коршенко Л. О. Разработка ассортимента хлеба пшеничного с добавлением семян фасоли // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – № 3. – С. 1-12.
2. Дубровская, Н. О. Новая подкисляющая добавка для производства хлеба по ускоренной технологии / Н. О. Дубровская // Хлебопечение России. – 2013. – № 6. – С. 30-32.
3. Кравченко О.А., Росляков Ю.Ф. Технология получения и применения грибов вешенки в производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности // Изв. Вузов. Пищевая технология, 2011. – №4. – С. 76-77.

**ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II)
МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЦЕОЛИТАМИ**

О.И. Помазкина

соискатель

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: olga_pomazkina@mail.ru

Е.Г. Филатова

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: efila@list.ru

Е.В. Субботина

Зав. лабораториями

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

А.Ф. Гусев

студент гр. СДМ-16-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: gusev1999@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Показана эффективность адсорбционного обезвреживания сточных вод от ионов никеля(II) модифицированными цеолитами поли-1-винилимидазолои (ПВИМ) и поли-4-винилпиридином (ПВП).

Ключевые слова: обезвреживание сточных вод, адсорбция модифицированные цеолиты, ионы никеля(II).

**WASTEWATER TREATMENT FROM NICKEL (II) IONS
WITH MODIFIED ZEOLITES**

O.I. Pomazkina

graduate student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontva, 83

e-mail: olga_pomazkina@mail.ru

E.G. Filatova

assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontva, 83

e-mail: efila@list.ru

E.V. Subbotina

Head of Department Laboratories

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

A.F. Gusev

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontva, 83

e-mail: gusev1999@mail.ru

ABSTRACT: The efficiency of adsorption wastewater treatment from nickel (II) ions by modified zeolites poly-1-vinylimidazole (PVIM) and poly-4-vinylpyridine (PVP) is shown.

Key words: wastewater treatment, adsorption of modified zeolites, nickel (II) ions.

Снижение техногенного воздействия на окружающую среду путем сброса предприятиями сточных вод, очищенных до требуемых нормативов, или снижение объема стоков путем создания оборотного водоснабжения – одна из важнейших природоохранных проблем мирового уровня. Особую актуальность она имеет при снижении концентрации ионов тяжелых металлов в водоемах.

Для максимально полного извлечения таких поллютантов из стоков используются различные методы, при этом сорбционная очистка является одним из наиболее эффективных способов. Применение природных сорбентов для этой цели приемлемо с экономической точки зрения, но не всегда такие материалы обладают необходимыми сорбционными характеристиками. При этом постоянно ведется разработка новых и совершенствование существующих методов модифицирования структуры и поверхности природных сорбентов для достижения высокой селективности, степени извлечения и сорбционной емкости. Поэтому, создание новых эффективных сорбентов для извлечения загрязняющих веществ из сточных вод является приоритетной и актуальной задачей.

Для модификации природных цеолитов использовали полимеры: поли-1-винилимидазол (ПВИМ) и поли-4-винилпиридин (ПВП), полученные бинарной радикальной полимеризацией соответствующих мономеров (рисунк 1).

сорбционная емкость по отношению к ионам никеля(II) увеличивается в 2.7, 2.5 раза, соответственно, и достигает 0,269 ммоль/г (15,9 мг/г), 0,252 ммоль/г (14,9 мг/г).

Предлагаемые полимеры содержат в составе функциональных групп пиридиновые атомы азота, способные к образованию ионно-координированных комплексов с ионами переходных металлов. Модификация такими полимерами природных цеолитов приводит к появлению дополнительных реакционных центров, обеспечивающих химическую адсорбцию металла в соответствии с принципом жестких и мягких кислот и оснований Пирсона, согласно которому мягкие кислоты (катионы тяжелых металлов) предпочитают координируют с мягкими основаниями (атомы азота) [3].

Полученные результаты легли в основу адсорбционного метода обезвреживания водных объектов от ионов тяжелых металлов, в том числе ионов никеля(II), меди(II), цинка(II), хрома(III) с использованием, полученных сорбентов [4]. Достоинством разработанного метода является: снижение содержания тяжелых ионов в водных объектах до требуемых норм качества воды, простота технологического оформления схем очистки, доступность и эффективность используемых сорбентов.

Библиографический список

1. Помазкина О.И. Филатова Е.Г., Лебедева О.В., Пожидаев Ю.Н. Глубокая доочистка техногенных растворов от ионов никеля(II) модифицированными алюмосиликатами // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2017. – Т. 10, №3. – С. 327 – 336.

2 Помазкина О.И., Филатова Е.Г., Лебедева О.В., Пожидаев Ю.Н. Адсорбция катионов никеля (II) природными цеолитами // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2014. –Т. 50, № 3. – С.262– 268.

3. Помазкина О.И., Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н. Адсорбция ионов никеля (II) алюмосиликатами, модифицированными поли-1-винилимидазолом и поли-4-винилпиридином // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2018. – Т. 54, № 4. С. 393–397.

4. Филатова Е.Г., Пожидаев Ю.Н., Помазкина О.И. Применение алюмосиликатов при обезвреживании воды от токсичных ионов // Вода: химия и экология, 2016. – № 4. – С. 22 – 31.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ СКОРЛУПЫ КЕДРОВОГО ОРЕХА

В.В. Пулди

студент гр. ТПб 16-1

Иркутский научно-исследовательский
технический университет

664074, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: vip.puldi@mail.ru

Н.П. Супрун

аспирант гр. аТХП-18-1

Иркутский научно-исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: suprun_np@mail.ru

Г.С. Гусакова

к.с-х.н., доцент

Иркутский научно-исследовательский
технический университет

664074, г.Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В статье приведены данные обзора литературных источников о применении и свойствах активных углей на основе скорлупы кедрового ореха. Представлены сведения о существующих сырьевых источниках, способах получения и влиянии технологических приемов на свойства сорбента. Рассмотрены вопросы эффективности применения сорбента из скорлупы кедрового ореха в пищевом производстве.

Ключевые слова: скорлупа кедрового ореха, свойства сорбента, мезопоры, макропоры, активные угли

PRODUCING SORBENTS FROM PINE NUTS SHELL

V.V. Puldy

Bachelor student

Irkutsk Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: vip.puldi@mail.ru

N.P. Suprun

Graduate student

Irkutsk Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: suprun_np@mail.ru

G.S. Gusakova

Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor

Irkutsk Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: The article presents a review of using and properties of activated carbons based on pine nut shells. There provides information about existing raw materials, methods of obtaining and the influence of technological methods on the properties of sorbents. The resented review addresses the prospects for using of a sorbent from pine nutshell in food production are considered.

Key words: pine nut shell, sorbent properties, mesopores, macropores, activated carbons

Кедровый орех представляет собой ценный пищевой продукт, который по калорийности и усвояемости превосходит хлебобулочные изделия, яйцо, сливки и другие продукты питания. Соотношение массы ядер кедровых орехов к скорлупе составляет 40 : 60 на 100 кг исходного продукта. Это большой процент промышленных отходов. Учитывая тот факт, что в Иркутской области переработкой ореха в основном занимаются мелкие частные предприятия, утилизация скорлупы для них проблематична, ее просто вывозят на поля. Проведенный обзор литературных источников [1–5] показывает, что скорлупа кедрового ореха это ценное техническое сырье, она используется для получения древесного и активного угля. Активные угли находят широкое применение в очистке сточных вод, газов, растворителей, производстве катализаторов, особо чистых веществ и медикаментов. В пищевой промышленности используются при получении рафинированного сахара, очистки спирта и вин. Эффект достигается за счет пористой поверхности, обеспечивающей сорбционные свойства [7, 8].

Все поры углеродных сорбентов по величине размеров делят на три группы: микропоры у которых диаметр меньше 2 нм., мезопоры диаметр которых лежит в диапазоне 2–50 нм. И макропоры – более 50 нм. (классификация М.М. Дубинина, принятая в 1972 г. IUPAC в качестве официальной). Наличие и соотношение пор определяет удельную поверхность сорбента. У активных углей она составляет 400–2500 м²/г.

Промышленно значимым сырьём для производства активных углей традиционно являются древесные опилки, торф, каменные и бурые угли. В

последние годы предполагается использование и других природных материалов – скорлупы орехов, плодовых косточек, лузги зерновых культур, бамбук и др.[9–16].

В пищевой и фармацевтической промышленности наибольшее распространение приобрели активные угли, традиционно получаемые из разнообразного углеродсодержащего сырья карбонизацией с последующей активацией газом/паром или химическими реагентами. При получении активных углей их свойства можно регулировать, при этом на выход и рабочие характеристики угля влияют природа сырья, метод активирования, условия и продолжительность процесса. Пиролиз с последующей активацией паром дают продукт с низкой зольностью и микропористой структурой; химическим активированием получают уголь с микро- и мезопорами, но при этом возрастают затраты на очистку угля от используемых реагентов. Выгорание наименее плотных слоёв аморфного углерода в процессе пиролиза приводит к снижению выхода сорбента [9].

В таблице 1 представлены данные элементного анализа полученных образцов древесного угля и отношения Н/С и О/С. По данным элементного анализа с использованием метода структурно-статистического анализа [5] подсчитан показатель степени ароматичности (S_a) древесного угля при различных температурах пиролиза.

Таблица 1. Данные элементного анализа, степени ароматичности (S_a), Н/С, О/С и теплотворная способность древесного угля, полученного из скорлупы кедровых орехов при различных температурах пиролиза

Температура пиролиза,	Содержание С, Н, О в угле, %			Степень ароматичности	Н/С	О/С	Высшая теплотворная способность, ккал/кг
	С	Н	О				
100	52.05	6.01	41.95	0.34	1.38	0.60	4446
200	53.88	6.63	39.49	0.35	1.48	0.55	4622
250	59.50	6.05	34.45	0.47	1.22	0.43	5060
300	78.28	4.69	17.03	0.73	0.72	0.16	6542
350	79.24	4.11	16.65	0.76	0.62	0.16	6600
400	80.86	3.54	15.60	0.79	0.53	0.15	6713
450	82.80	3.70	13.50	0.80	0.54	0.12	6877
500	82.52	3.62	13.86	0.80	0.53	0.13	6852

Таким образом, изучение закономерностей формирования пористой структуры древесного угля из скорлупы кедровых орехов в интервале температур 200–500 °С показало, что активное формирование пористой структуры происходит в интервале температур 300–350 °С. Выход угля при 500 °С составляет 34.6 % и заметно превышает выход угля из древесины

лиственных и хвойных пород, что обусловлено высоким содержанием лигнина в исходной скорлупе кедровых орехов.

Известно, что скорлупа содержит 0,4 % дубильных веществ в пересчете на танин, 27,9 % лигнина и 38,2 % α -целлюлозы (См. табл. 2).

Таблица 2. Компоненты химического состава скорлупы, обладающие сорбционными свойствами [9]

Компонент (в пересчёте не абсолютно сухое вещество)	Содержание, %
Дубильные вещества в пересчёте на танин	0.4
Холоцеллюлоза, в том числе:	68.2
α -целлюлоза	38.2
пентозаны и гемицеллюлозы	30
Лигнин	27.9

Исходя из состава, совершенно очевидно, что стандартные методы получения активных углей для сохранения полисахаридов и полифенолов не подходят, так как происходит их выгорание. Именно поэтому была выдвинута методика получения сорбента низкотемпературной обработкой с использованием спирто-бензольной смеси для удаления жира и смол и последующим замораживанием в морозильной камере. Делигнификация скорлупы способствовала увеличению адсорбционной активности в 3 раза. Окончательная низкотемпературная обработка повысила адсорбционную активность материала в 4 раза по сравнению с исходной скорлупой и дала сорбент с активностью по метиленовому голубому, приближенной к уровню активных углей из карбонизованной скорлупы.

Для использования активного угля в производстве пищевых продуктов по нашему мнению использование спирто-бензольной смеси является недостатком.

Из проведенного обзора литературы следует, что в настоящее время накоплен богатый опыт использования сорбентов для обесцвечивания и очистки растворов, сорбции тяжелых металлов и в других целях.

В пищевой промышленности получили распространение угли изготавливаемые карбонизацией из углеродсодержащего сырья древесины и каменного угля. Предполагается использование других материалов, таких как скорлупа кедрового ореха.

Свойства активированных углей можно регулировать выбором сырья, методом активирования, условиями и продолжительностью процесса.

Пиролиз и активация паром даёт продукты с низкопористой структурой, что менее эффективно работает для очистки пищевых продуктов где требуются сорбенты с мезо- и макропорами. Кроме того идет выгорание аморфных слоев углерода и снижается выход сорбента.

Использование для активации химических сорбентов, дает нужную структуру пор, но при этом возрастают затраты на очистку от используемых реагентов.

Наиболее перспективным направлением является разработка модифицированного способа получения сорбента из скорлупы кедрового ореха без применения агрессивных реагентов и увеличения мезо- и макро пор применением низкотемпературной обработки.

Библиографический список:

1. Активный уголь на основе скорлупы грецких орехов/ Багреев А.А., Брошник А.П., Стрелко В.В и др. // Журн. прикл. химии. - 1999. - т. 72, № 6. - С. 942-946.
2. Технология комплексной переработки кедровых орехов/ Рудковский А.В., Парфенов О.Г., Щипко М.Л., Кузнецов Б.Н.// Химия растительного сырья. - 2000. №1. - С. 61–68.
3. Электронный научный журнал «ИССЛЕДО-ВАНО В РОССИИ» Получение углеродных адсор-бентов из растительных отходов. <http://fhi.vniim.ru/news/release359.html>
4. РФ №2323878. Способ получения активного угля. 2006, бюлл. №11.
5. Ефремов, А.А. Перспективы малотоннажной переработки кедровых орехов в продукты пищевого и технического назначения / А.А. Ефремов // Химия растит. сырья. – 1998. – № 3. – С. 83–86.
6. Оффан, К.Б. Закономерности пиролиза скорлупы кедровых орехов с образованием древесного угля в интервале температур 200–500оС / К.Б. Оффан, В.С. Петров, А.А. Ефремов // Химия растит. сырья. – 1999. – № 2. – С. 61–64.
7. Ефремов, А.А. Исследование состава жидких и газообразных продуктов пиролиза скорлупы кедровых орехов / А.А. Ефремов, К.Б. Оффан, В.П. Киселев // Химия растит. сырья. – 2002. – № 3. – С. 43–47.
8. Забродина, С.В. Эколого-химическая безопасность пищевых продуктов, получаемых при переработке кедровых орехов / С.В. Забродина, А.А. Ефремов // Молодежь и химия: мат-лы Междунар. конф. – Красноярск, 2002. – С. 299–301.
9. Егорова Е.Ю. Получение сорбента из скорлупы кедрового ореха методом низкотемпературной обработки/ Е.Ю. Егорова, Р.Ю. Митрофанов, А.А. Лебедева// Ползуновский вестник. – Барнаул: 2007. - №3. – С. 35-39
10. Chen Z, Deng S, Wei H, Wang B, Huang J, Yu G. Activated carbons and amine-modified materials for carbon dioxide capture – a review *Front. Environ. Sci. Eng.*, 7 (2013) 326–340

11. Wei H, Deng S, Hu B, Chen Z, Wang B, Huang J, Yu G. Granular bamboo-derived activated carbon for high CO₂ adsorption: the dominant role of narrow micropores *Chemosuschem*, (2012), 5 2354–2360
12. Sevilla M, Fuertes AB. Sustainable porous carbons with a superior performance for CO₂ capture *Energy Environ. Sci.* (2011), 4 1765–1771.
13. Deng S, Wei H, Chen T, Wang B, Huang J, Yu G. Superior CO₂ adsorption on pine nut shell-derived activated carbons and the effective micropores at different temperatures. *Chemical Engineering Journal*. (2014) 253 46–54. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.04.115>
14. Uçar S, Karagöz S. Co-pyrolysis of pine nut shells with scrap tires. *Fuel*. (2014) 137 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.04.115>
15. Qureshi UA, Solangi AR, Memon SQ, Hyder Taqvi SI. Utilization of Pine Nut Shell derived carbon as an efficient alternate for the sequestration of phthalates from aqueous system. *Arabian Journal of Chemistry*. (2014) 7 (6) 1166–1177. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.07.082>
16. Zhang J, Tahmasebi A, Omoriyekomwan J, Yu J. Direct synthesis of hollow carbon nanofibers on bio-char during microwave pyrolysis of pine nut shell. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* (2018) 130 142–148. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.01.016>

**ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТКО
В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ**

Е.И. Каненкин

Магистрант гр. ТБМ 1-18-1
Иркутский государственный университет путей сообщения
664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15
e-mail: KanenkinEvgeniy@mail.ru

Л.А. Бегунова

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

АННОТАЦИЯ: В тезисе рассмотрен новый подход к оптимизации системы по обращению с твердыми коммунальными отходами путем селективного сбора отдельных фракций вторичных материальных ресурсов. В рамках пилотного проекта «Национальные парки без мусора» был изучен морфологический состав отходов Забайкальского национального парка. Полученные результаты будут положены в основу концепции по устойчивому обращению с отходами на территории Забайкальского национального парка.

Ключевые слова: отходы, селективный сбор, морфологический состав, национальный парк, сортировка, Забайкальский национальный парк.

**STUDY OF THE MORPHOLOGICAL COMPOSITION
OF TKO IN THE ZABAİKALIAN NATIONAL PARK**

E. I. Kanenkin

Undergraduate gr. TBM 1-18-1
Irkutsk state Transport University
664074, Irkutsk, Chernyshevsky str., 5
e-mail: KanenkinEvgeniu@mail

L.A. Begunova

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

ABSTRACT: In the thesis, a new approach to optimizing the system for handling solid municipal waste through the selective collection of individual fractions of secondary material resources is considered. Within the framework of the pilot project “National Parks Without Litter”, the morphological composition of the waste from the Transbaikal National Park was studied. The results will be the basis for the concept of sustainable waste management in the Trans-Baikal National Park.

Keywords: waste, selective collection, morphological composition, national park, sorting

Согласно мусорной реформе от 1 января 2019 года в Иркутском регионе внедряется новая система обращения с твердыми коммунальными отходами, которая определена поправками в Федеральном законе № 89 «Об отходах производства и потребления» и меняет механизм обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) [1].

Иркутская область производит в среднем 118 млн. тонн различного вида мусора в год, из них коммунальные отходы населения – около 680 тыс. тонн [2]. Для оптимизации системы по обращению с ТКО, в муниципальных образованиях региона, поднимается вопрос о раздельном сборе мусора и дальнейшего его вывоза, переработки, уменьшению количества отходов и несанкционированных свалок. Систему селективного сбора мусора, также предлагается ввести в национальных парках и заповедниках озера Байкал.

Фонд «Озеро Байкал» обратил внимание на одну из самых острых экологических проблем: переизбыток отходов и замусоривания национальных парков. На территории Забайкальского национального парка в Республике Бурятия был осуществлен пилотный проект «Национальные парки без мусора» который был нацелен на решение проблемы оставленных бытовых отходов и свалок [3].

Первым шагом разработки концепции управления ТКО для особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является изучение морфологического состава ТКО. Для определения морфологии ТКО в Забайкальском национальном парке была выбрана и адаптирована к локальным условиям стандартная немецкая методика «LAGA PN-98» [4,5]. Для анализа состава ТКО смешивались образцы отходов из предварительно открытых пластиковых пакетов, мешков, коробок, содержащихся в контейнерах на территории Забайкальского национального парка и на стихийных свалках, которые расположены на прилегающих территориях. Смешанные отходы при помощи лопат распределялись тонким слоем на чистой поверхности. Отходы были вручную отсортированы на 14 фракций и исследованы по специальной методике. По итогам полевых работ было проанализировано 595 кг отходов, в том числе 270 кг вторсырья [6].

Перерабатываемые фракции составили 42% от общего объема ТКО, что указывает на высокий ресурсный потенциал вторсырья в Забайкальском национальном парке. Проведенное исследование послужит основой концепции по устойчивому обращению с отходами в Забайкальском национальном парке. Основные цели будущей концепции – обеспечение грамотного рекреационного поведения посетителей, внедрение раздельного сбора отходов, снижение антропогенной нагрузки на охраняемую природную территорию.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" (с изменениями и дополнениями)
2. Электронный ресурс: <http://baikal-info.ru/irkutskaya-oblast-proizvodit-v-god-118-mln-tonn-musora>;
3. Электронный ресурс: <https://baikalfoundation.ru/>;
4. Комплексное устойчивое управление отходами. Жилищно-коммунальное хозяйство: учебное пособие / О.В. Уланова и др.; под общ. ред. О.В. Улановой. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 151 с;
5. Länderarbeitsgemeinschaft Abfall. (1998). LAGA PN 98;
6. Электронный ресурс: <https://www.baikal-media.ru/>;
7. Электронный ресурс: <https://baikalfoundation.ru/>.

ОЦЕНКА АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ АДСОРБЕНТОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕФТЕПРОДУКТАМ

А.Д. Чугунов

Студент гр. ХТм-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

Е.Г. Филатова

К.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: efila@list.ru

Ю.А. Айзина

К.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

АННОТАЦИЯ: В данной работе рассмотрен вопрос исследования адсорбционных характеристик различных адсорбентов с целью их дальнейшей активации СВЧ-излучением.

Ключевые слова: Адсорбенты, адсорбционная активность, СВЧ-излучение.

JUSTIFICATION OF EFFICIENCY OF EXTRACTION OF VALUABLE COMPONENTS FROM WASTES FROM INDUSTRIAL PRODUCTION

A.D. Chugunov

student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: chugunovsasha1996@yandex.ru

E.G. Filatova

assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: efila@list.ru

Y.A. Aizina

assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

ABSTRACT: In this paper, we consider the study of the adsorption characteristics of various adsorbents with a view to their further activation by microwave radiation.

Keywords: Adsorbents, adsorption activity, microwave radiation.

В настоящее время в связи с активной добычей, переработкой, хранением и использованием нефти и нефтепродуктов в ряде регионов мира существует проблема экологического загрязнения акваторий вод углеводородами. Данное загрязнение может носить как промышленный, так и аварийный характер [1]. В связи с этим встает вопрос очистки промышленных и сточных вод от нефти и нефтепродуктов [2].

Данная проблема может быть решена путем внедрения как принципиально новых методов очистки вод, например, фотокаталитической деградацией органических соединений [3–4], так и классических методов очистки вод. Большое значение имеют сочетание различных физико-химических, биологических и механических процессов *in situ* [5]. Среди классических методов особое значение имеет адсорбция. В качестве первых и поныне используемых адсорбентов широкое распространение имеют углеродистые материалы.

Целью работы явилось исследование адсорбционной способности отдельных видов адсорбентов по отношению к нефтепродуктам.

Объектами исследования являлись угли марок АД-05-2, КАД-иодный и ИПИ-Т, а также цеолиты Забайкальского месторождения и древесные опилки. Масса каждого образца адсорбента составляла 1 г. Модельные водные растворы, содержащие нефтепродукты, с исходной концентрацией 8–10 мг/л. Изменение концентрации нефтепродуктов в исследуемых пробах модельных растворов осуществляли флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Погрешность измерения составила не более 0,05%. Полученные экспериментальные результаты по извлечению нефтепродуктов исследуемыми адсорбентами из водных растворов представлены на рисунке 1.

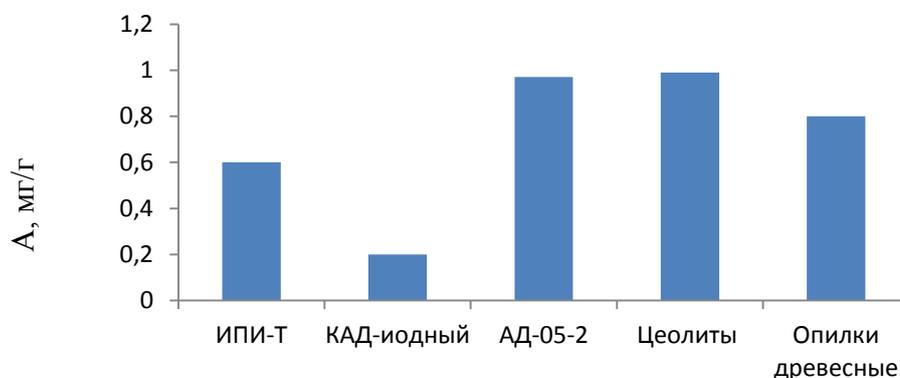


Рисунок 1 – Величина адсорбции нефтепродуктов из водных растворов

Как видно из представленных данных, наибольшую величину адсорбции 0,99 мг/г по отношению к нефтепродуктам имеет цеолиты Забайкальского месторождения. Для сравнения величина адсорбции углеводородов нефтяным коксом варьировалась от 0,1 до 0,46 мг/г.

В настоящем существуют варианты газового и химического активирования, однако они сопряжены с высокими температурами процесса или с внесением в материал активирующих веществ, что усложняет технологическую схему, т.к. требует дополнительной после активационной обработки.

В настоящее время перспективным является применение при производстве адсорбентов СВЧ-технологий. Так, они могут применяться для осушки углей, а также при его активировании с целью улучшения его свойств и характеристик. При действии излучения происходит диссоциация и испарение связанной в углях воды и легковоспламеняющихся органических соединений, которые выходят из структуры угля в виде газов. Вследствие этого происходит увеличение пор.

Таким образом, исследованы адсорбционные способности отдельных адсорбентов с выбором наиболее подходящего образца для последующего активирования перспективным методом излучения СВЧ. Исследования в данной области позволят создать адсорбент с большей адсорбционной емкостью.

Библиографический список

1. Cheevaporn V., Menasveta P. Water pollution and habitat degradation in the Gulf of Thailand // *Marine pollution bulletin*. 2003. V. 47. № 1-6. P. 43-51.
2. Schnaak W., Kuchler T., Kujawa M., Henschel K., Sussenbach D., Donau, R. Organic contaminants in sewage sludge and their ecotoxicological significance in the agricultural utilization of sewage sludge // *Chemosphere*. 1997. V. 35. № 1-2. P. 5-11.
3. Asim, M., Khan, T.A. Low cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater // *Journal of environmental management*. 2012. V. 113. P. 170-183.
4. Trellu C., Mousset E., Pechaud Y., Huguenot D., van Hullebusch, E.D., Esposito G. Oturan M.A. Removal of hydrophobic organic pollutants from soil washing/flushing solutions: A critical review // *Journal of hazardous materials*. 2016. V. 306. P. 149-174.
5. Imfeld G., Braeckevelt M., Kusch P., Richnow H. Monitoring and assessing processes of organic chemicals removal in constructed wetlands // *Chemosphere*. 2009. V. 74. № 3. P. 349-362.

**ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОВ CRY ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ШТАММОВ
BACILLUS THURINGIENSIS ДЛЯ ВОЗМОЖНОГО СОЗДАНИЯ
НОВОГО ПРЕПАРАТА ПРОТИВ СЕМЕЙСТВА *YPONOMEUTIDAE*
В УСЛОВИЯХ Г. ИРКУТСКА**

Г.А. Тетерина

Аспирант 2-го года обучения
направление подготовки 06.06.01 «Биологические науки»
направленность 03.01.06 «Биотехнология
(в том числе бионанотехнологии)»
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1
e-mail: galina.teterina.91@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В ходе настоящих исследований были выявлены и идентифицированы гены Cry-белков из местного изолята бактерий *Bacillus thuringiensis*, обладающих энтомоцидным действием. Данный вид бактерий находит применение для создания биологического препарата для борьбы с вредителями плодовых деревьев.

Ключевые слова: семейство *Yponomeutidae*, *Bacillus thuringiensis*, гены Cry-белков, энтомоцидные белки.

**STUDY OF GENES OF CRY ENTOMOPATHOGENIC STRAINS
OF BACILLUS THURINGIENSIS FOR POSSIBLE CREATION
OF A NEW DRUG AGAINST THE *YPONOMEUTIDAE* FAMILY
IN IRKUTSK**

G. A. Teterina

2nd year post-graduate student
direction of training 06.06.01 " Biological Sciences»
focus 03.01.06 " Biotechnology
(including bionanotechnologies)»
Irkutsk state University
664003, Irkutsk, Karl Marx str., 1
e-mail: galina.teterina.91@mail.ru

ABSTRACT: In the course of these studies, we detected and identified genes for Cry - proteins from the local isolate of *Bacillus thuringiensis* bacteria that have an entomocidal effect. This type of bacteria is used to create a biological drug to control pests of fruit trees.

Keywords: family *Yponomeutidae*, *Bacillus thuringiensis*, Cry protein genes, entomocidal proteins.

Применению биологических средств защиты растений против листогрызущих вредителей уделяется огромное внимание. Большую значимость приобрела проблема замены пестицидов веществами природного происхождения с наличием энтомоцидной активности, не представляющих опасности для человека и объектов окружающей среды. Повреждение растительных культур распространено не только в сельскохозяйственной деятельности, но и играет огромную роль в благоустройстве городских ландшафтов. Достаточно часто для облагораживания территории городов, в том числе и г. Иркутска в качестве растительных насаждений используют семейство яблоневых культур. В последние годы в весенний период яблоневые зоны подвергаются воздействию горностаевой моли (семейство *Yponomeutidae*, отряд Чешуекрылые). Зимую насекомые проводят в стадии гусеницы первого возраста под щитком. После того, как распустились яблоневые почки они покидают свои укрытия и вгрызаются в листья. Молодые личинки обгрызают только верхнюю часть листовой пластинки, выедая всю мякоть. Верхняя и нижняя часть кожицы остается. Повреждения такого характера называют минами. Выход из мин и переход на следующую стадию развития, как правило, совпадает с началом цветения яблонь. В этот период гусеницы держатся группами, обедают наружные части листьев и опутывают все паутиной, создавая в ней свои гнезда, при этом попарно склеивая листья. Количество паутинных гнезд стремительно увеличивается, личинки захватывают все новые территории и в итоге дерево может быть сплошь опутано паутиной. Поврежденные минированные листья, оказавшиеся в очаге заражения, приобретают бурый оттенок и опадают. Период питания длится 35-42 дня. Сухая или жаркая погода наиболее оптимальны для развития личинок. Набрав необходимое количество питательных веществ, претерпев линьки, взрослая гусеница плетет белый кокон, который располагается тут же в гнезде. Вред приносит горностаевая яблонная моль, будучи в личиночной стадии. Если гусеницы уничтожили до 25% листовой пластинки, то риск для дерева незначительный. Оно вполне может восстановиться. Но если личинки объели листовую пластинку полностью, велика вероятность гибели дерева [2].

Для борьбы с горностаевой молью применяются химические, биологические препараты, а также механические способы уничтожения вредителя. На территории города Иркутска для борьбы с горностаевой молью применяют препарат Димелин. Его основу составляет химическое вещество дифлубензурон – инсектицид из класса ингибиторов синтеза хитина. Он обладает ярко выраженными ларвицидными свойствами, но на взрослых насекомых практически не действует, что снижает его эффективность [4]. Наибольшее признание в качестве средства защиты получили препараты на основе энтомопатогенных бактерий, которые

безопасны и обладают продолжительным временем действия [3, 5]. Действующая основа данных препаратов – различные штаммы бактерий *Bacillus thuringiensis*, которые обладают способностью образовывать кристаллоподобные включения, состоящие из уникальных энтомоцидных белков – эндотоксинов, также называемых Cry-белками. Известны белки-токсины, с высокой специфичностью убивающие отдельных представителей отрядов Чешуекрылых (семейства Cry1 и Cry9-белков), Жесткокрылых (семейство Cry3-белков) и Двукрылых (семейства Cry4 и Cry11-белков) на стадии личинки. Эндотоксины Cry2 обладают двойной специфичностью – для Чешуекрылых и Двукрылых [1]. Необходимость изучения данных белков дает уникальную возможность для создания наиболее безопасного для окружающей среды и высокоэффективного биопрепарата против горностаевой моли на территории города Иркутска.

Целью данного исследования является поиск и идентификация генов различных семейств Cry-белков у местного изолята бактерий *Bacillus thuringiensis*, с дальнейшей возможностью разработки бактериального препарата против распространения горностаевой яблоневого моли в условиях г. Иркутска.

Материалом для исследований служили штаммы бактерий местного изолята *Bacillus thuringiensis* любезно предоставленные к.б.н., доцентом О.Ф. Вятчиной.

Экспериментальная работа для идентификации генов Cry-белков включала культивирование микроорганизмов, выделение плазмидной ДНК, получение и электрофоретическое разделение ПЦР продукта по специфичным праймерам генов Cry-белков.

Выделение плазмидной ДНК осуществлялось с помощью коммерческого набора фирмы «Евроген». Набор предназначен для быстрого выделения плазмидной ДНК высокой степени очистки из бактериальных культур. Выделение ДНК основано на применении микроцентрифужных колонок с сорбционными стекловолкнистыми мембранами. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) была поставлена с помощью коммерческого набора фирмы «Евроген» в многоканальном амплификаторе ДНК фирмы «Терцик». В работе использовали праймеры и условия реакции, разработанные А. Shishir с коллегами [1]. Электрофоретическое разделение проводили в камере для горизонтального электрофореза SE-2 производства Helicon, с расходными материалами того же производителя.

В ходе молекулярно-генетических исследований местного изолята *Bacillus thuringiensis* было установлено, что данный штамм может продуцировать кристаллы белковых токсинов, обусловленных наличием генов двойной специфичности энтомоцидных белков семейства Cry1 и Cry2.

Таким образом, исследуемый местный изолят *Bacillus thuringiensis* обладает инсектицидной активностью против различных отрядов вредителей и может использоваться для создания безопасного для окружающей среды биопрепарата, в том числе и борьбы с горностаевой молью на территории города Иркутска.

Библиографический список:

1. Asaduzzaman Shishir, Arpita Roy, Namista Islam, Alamgir Rahman, Shakila N. Khanand Abundance and diversity of *Bacillus thuringiensis* in Bangladesh and their cry genes profile // Environmental science. 2014. № 2. С. 2-10.
2. Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур. М.: КолосС, 1984. 399 с.
3. Рогозин М. Ю., Бекетова Е. А. Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве // Молодой ученый. 2018. № 25. С. 39-43.
4. Сагитов А. О., Исин М. М., Копжасаров Б.К., Шанимов Х.И. Результаты испытаний интегрированного комплекса защиты яблони от доминантных видов вредителей на юго-востоке Казахстана // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. № 2. С. 155-160.
5. Штерншис М. В. Биологическая защита растений. М.: КолосС, 2004. 264 с.

**СЕКЦИЯ № 5. СФЕРА УСЛУГ: ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ,
ТОРГОВЛЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 339.1

**ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ НА
КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ**

О.А. Белых

Д.б.н., профессор

Байкальский государственный университет

664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11

e-mail: belykhoa@bgu.ru

В.В. Белых

Студент, ЭБ 16-1

Байкальский государственный университет

664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11

АННОТАЦИЯ: Для обеспечения экономической безопасности предприятия в условиях рынка, важно иметь конкурентные преимущества. Обсуждаются основные тенденции развития мирового рынка хлеба. Проведен анализ предприятий, выпускающих хлебобулочные изделия в г. Иркутске. Выявлены факторы, влияющие на выбор нетрадиционных видов хлеба. Обсуждается появление инновационных хлебных продуктов с введением в состав селекционных достижений.

Ключевые слова: конкурентные преимущества, рынок, селекционное достижение

**INFLUENCE OF INNOVATIVE FOOD PRODUCTS USING
SELECTION ACHIEVEMENTS ON COMPETITIVE ADVANTAGES
OF THE ENTERPRISE**

O. Belykh

Baikal State University

664003, Irkutsk, st. Lenin, 11

e-mail: Belykhoa@bgu.ru

V. Belykh

Baikal State University

664003, Irkutsk, st. Lenin, 11

ABSTRACT: To ensure the economic security of the enterprise in market conditions, it is important to have competitive advantages. The main trends in the development of the global bread market are discussed. The analysis of enterprises pro-

ducing bakery products in the city of Irkutsk is carried out. The factors influencing the choice of non-traditional types of bread are revealed. The appearance of innovative bread products with the introduction of selection achievements is discussed.

Keywords: competitive advantages, market, selection achievement

Согласно Декларации всемирного саммита по продовольственной безопасности [1], указывается на необходимость обеспечения доступа всех людей к полноценному и безопасному для здоровья питанию. В странах ЕС все большее распространение получает точка зрения о большем положительном воздействии на уровень и качество жизни населения не дискриминационных и репрессивных мер, а активной информационной политики, направленной на формирование здорового образа жизни, о составе продукта, его ингредиентах. Можно назвать следующие особенности функционирования и основные тенденции развития мирового рынка хлеба и мучных кондитерских изделий. За 2016–2019 гг. продажи хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в мире выросли на 3,9%, а именно: со 103,0 до 106,9 млн т. Мировой хлебопекарный рынок непрерывно развивается, предлагая потребителю, как улучшенную традиционную продукцию, так и оригинальные изделия. Анализируя данные по РФ, можно наблюдать достаточно высокое снижение производства хлеба. Так, например, по данным Росстата в 2005 г. объем производства был равен 8 млн т продукции в год, а в 2015 г. – 6,6 млн т, то есть снизился почти на 18%. В результате можно отметить, что уровень среднедушевого потребления хлеба снизился с 50 кг в 2016 г. до 45–46 кг в 2019 г. В то же время потребление нетрадиционного хлеба выросло с 600–700 г до 1 кг в год на человека. В то же время ряд факторов влияет на рост потребительского спроса на хлеб. В 2019 г. из-за продолжающегося экономического кризиса доходы населения продолжали стагнировать, что бесспорно повлечет за собой повышение уровня спроса на хлебобулочные изделия.

В современных условиях рыночной экономики особенно важно повышение конкурентоспособности коммерческого предприятия. Конкурентоспособность предприятия обеспечивается за счет приобретаемых им разного рода преимуществ по сравнению с основными конкурентами, а именно: экономических, финансовых, инвестиционных, кадровых, имиджевых и т.п. Проведенный анализ маркетинговой политики «Иркутский хлебокомбинат» характеризуется его конкурентным преимуществом наличие больших производственных площадей. Фактически являясь лидером, «КаСеС» применяет стратегию «лидер рынка». Маркетинговая стратегия хлебокомбината может быть описана, как стратегия сегментации рынка, при которой лидер может позволить себе насытить все группы потребителей производимыми им товарами. Наиболее значимыми показателями для потребителей при выборе хлеба изделий оказались: цена (28,7%), вкус, запах (21%), имидж предприятия (18,7%).

На задний план ушли такие показатели, как калорийность (10%), пористость мякиша (6%) и другие, поэтому им стоит уделять меньшее внимание. Добиться конкурентных преимуществ особенно сложно на насыщенных рынках, где спрос удовлетворяется большим количеством производителей. Нами выполнена разработка инновационных хлебных продуктов с введением в состав селекционного достижения – семена Василисника малого [2,3].

Поскольку, возможности конкуренции по цене и качеству на данном рынке ограничены, основой конкурентной позиции называется расширение ассортимента. Анализ маркетинговых инноваций позволил сформулировать вывод о том, что внедрение различных видов маркетинговых инноваций в хлебопечении происходит в малых объемах. Используя результаты исследования предпочтений населения, было решено уменьшить объем хлеба, а в некоторых случаях изменить форму хлеба и использовать нарезку готовых хлебов. На основании расчетов можно сформулировать вывод о том, что показатели эффективности от коммерциализации маркетинговой инновации «Изменение в дизайне продукта» будут высокими. Сам продукт будет востребован покупателями и это даст ожидаемый экономический эффект. Для потребителя, который приобретает продукцию хлебобулочных предприятий, экономический эффект носит отрицательный характер, так как растет себестоимость хлеба и следовательно увеличивается цена реализации хлеба.

Торговая стратегия должна содержать количественные характеристики выпускаемого товара с учетом его оптимизации и содержать расчеты затрат на приобретение качественных ингредиентов для продукции. Несмотря на то, что организация неспособна обладать всеми конкурентными преимуществами, выбор приоритетов и выработка стратегии, в большей степени, соответствующей тенденциям развития рыночной ситуации и наилучшим способом использующей сильные стороны своей деятельности, должна быть направлена на обеспечение конкурентных преимуществ в долгосрочной перспективе.

Проведенный анализ рынка хлебобулочных изделий города Иркутска позволил выявить лидеров данного рынка и по доли продаваемой продукции, и по узнаваемости бренда. Однако лидеры на рынках часто меняются, чтобы сохранить лидирующие позиции компаниям необходимо иметь четко разработанные стратегии и план дальнейшего развития. По мере развития и изменения рынка стратегии требуют пересмотра и уточнения, в первую очередь, маркетинговая и стратегия по модернизации оборудования и внедрения новых технологий и продуктов.

Библиографический список:

1. Декларация всемирного саммита по продовольственной безопасности. Рим, 16-18 ноября 2009 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http:// www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/pdf/summit 2009](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/pdf/summit_2009)
2. Белых О.А. Биоморфология и интродукция василисника малого в Южной Сибири. Иркутск: изд-во ВСГАО, 2010. 160 с.
3. Белых О.А. Подходы к оценке генетического разнообразия популяций в интродукции растений // Вестник ИрГСХА. 2012. № 50. С. 37-43.

ИННОВАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Е.В. Архипова

Бакалавр гр. ЭУНб-18-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: tribunskiyigor1@mail.ru

Е.Ю. Панасенкова

К.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: pey@istu.edu

АННОТАЦИЯ: В данной статье рассматривается проблема хранения отходов при больших объемах их образования, после выноса ТКО за пределы торговых центров. Представлен выход из данной проблемы путем внедрения на фуд-корты инновационной емкости для хранения отходов. Ключевые слова: емкость, для хранения мусора; решение с объемами мусора; спрессованный пластик; переработка.

INNOVATIVE WASTE CONTAINER IN CATERING

E.V. Arkhipova

Bachelor gr. EUNb-18-1

Irkutsk National Research

Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: tribunskiyigor1@mail.ru

E. Yu. Panasenkova

Assistant professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova, 83

e-mail: pey@istu.edu

ABSTRACT: This article discusses the problem of garbage removal and its large accumulation after the removal of solid waste outside shopping centers. The way out of this problem is presented by introducing innovative garbage storage containers into food courts.

Key words: capacity for storage of garbage; waste solution; pressed plastic; processing.

На фуд-кортах торговых центров постоянно образуются большие объёмы отходов из-за активного использования пластиковой посуды. Скапливаемый мусор требует его уборки, но из-за объемов создаваемых пластиковой посудой, появляется проблема его своевременного выноса. Проблема так же заключается в неудобствах уборки скопившегося мусора обслуживающим персоналом, мешки с пластиковой посудой и пищевыми отходами занимают большое пространство, и иногда даже не помещаются в емкость для их сборки в самом фуд-корте, как можно увидеть на рисунке 1. Так как мусор скапливается очень быстро и занимает много места, обслуживающий персонал вынужден часто совершать его вынос за пределы фуд-корта.

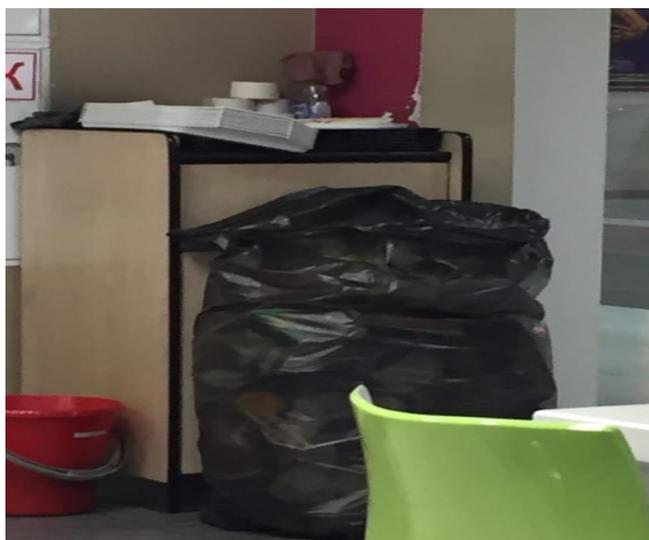


Рисунок 1 – Мусорка в фуд-корте в ТЦ Лермонтов.

Решить данную проблему предлагается следующим образом. Поставить вместо стандартного контейнера для сбора мусора новую инновационную емкость для его хранения (см. рисунок.2) .



Рисунок 2 – Инновационная емкость для хранения мусора.

На рисунке 2 слева, представлено приспособление. Емкость функционирует под действием механической работы, которую совершает человек после того как мусор попадает в специальное отверстие, далее мусор спрессовывается и по степени его наполнения необходимо выдвинуть специальное дно и мусор переместится во вторую нижнюю емкость, где его уже можно извлечь. После спрессовывания пластиковых отходов ручка поднимется за счет сжатых пружин, которые после прекращения работы разжимаются и поднимают ручку вверх.

Конструкция имеет два отдела для выброса мусора: одно для попадания туда продуктов ТБО, а другое для изделий из пластика.

Устройство имеет много плюсов: во-первых, данное приспособление поможет решить проблему с объемами скапливаемого мусора в фуд-кортах, т.е. мусор будет спрессовываться, непосредственно, при попадании в данную емкость, подобная мера поможет сократить объем мусора и упростит его дальнейшую транспортировку с территории фуд-корта. Что избавит обслуживающий персонал от необходимости выносить огромные мусорные мешки слишком часто, чем снизит тяжесть труда работников.

Во-вторых, спрессованный пластик можно отправить на вторичную переработку для повторного использования с возможностью получения прибыли.

В-третьих, для торговых центров, где располагаются фуд-корты, емкость для хранения мусора в общепите будет иметь и экономическую выгоду, так как, при уменьшении объема отходов, снизится плата за вывоз и утилизацию ТКО.

И, в-четвертых, использование подобных инновационных установок в реальных условиях позволит владельцам предприятий общественного питания улучшить свой имидж в области использования экологических ресурсосберегающих технологий.

Данное изобретение было представлено в конкурсе от Иркутского национального исследовательского технического университета научно-исследовательских проектов «Авангард-науки», где оно было одобрено организаторами, членами жури, и получило грант на реализацию этого проекта.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ СФЕРИФИКАЦИИ СОКА

Р.А. Брекалов

студент гр.ТПб-17-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул.Лермонтова, 83

e-mail: xx.1977@inbox.ru

Г.С. Гусакова

к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г.Иркутск, ул.Лермонтова, 83

e-mail:gusakova58@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе обоснован выбор способа сферификации сока. Проведена оценка технологических показателей сырья: яблочного концентрата и свекольного сока. Подобрано соотношение купажных компонентов. Разработана и экспериментально опробована схема обратной сферификации сока.

Ключевые слова: капсулирование, сферификация, альгинат натрия, альгинат кальция, сок

DEVELOPMENT OF A PRINCIPAL SCHEME OF JUICE SPHERIFICATION

R.A. Brekalov

Student

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova,83

e-mail: xx.1977@inbox.ru

G. S. Gusakova

Cand. Sci. (Agriculture), Associate professor

Irkutsk National Research Technical University

664074, Irkutsk, st. Lermontova,83

e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSTRACT: The paper substantiate the choice of the method of juice spherification. The technological parameters of raw materials (were evaluated:

apple concentrate and beetroot juice). The ratio of blending components was selected. A scheme for the inverse spherification of juice was developed and experimentally tested.

Keywords: capsulation, spherification, sodium alginate, calcium alginate, juice

Ставшая в последнее время популярной молекулярная кухня, использует научные достижения для создания необычных блюд по цвету, форме и консистенции. Специалисты в данной области развивают и усложняют химические процессы, происходящие при приготовлении продуктов питания [1-3]. Одной из самых ярких и популярных стала технология сферификации, которая позволяет заключить жидкость в тонкие сферические оболочки. Впервые ее применил испанский шеф-повар Ферран Адриа в своем ресторане El Bulli в 2003 г. В баре стали подавать коктейли в виде множества сфер с лепестками мяты внутри. Не менее популярной является и технология эмульсификации – создания воздушных пенок из сока и других напитков. Некоторые секреты известны давно, например имеются упоминания во французской кулинарной книге ещё в 1674 г. Хорошо известна и технология производства искусственной икры. Но благодаря экспериментам современных ученых и производителей появились сотни новых рецептов.

Цель эксперимента разработка принципиальной технологической схемы получения сокосодержащих напитков с использованием технологии сферификации.

Задачи:

- выбор способа сферификации;
- выбор вкусоароматической основы;
- разработка принципиальной схемы сферификации сока.

На основе анализа литературных данных [1-3] был выбран метод обратной сферификации. Который заключается в погружении жидкости богатой кальцием в раствор альгината натрия. В сравнении с базовой (желефикация) она имеет ряд преимуществ:

1. Можно готовить сферы практически из любого продукта. Если в основе мало кальция, его можно добавить. Прекрасно подходит для изготовления молочных коктейлей и напитков с использованием крепкого алкоголя.
2. Процесс легко остановить, удаляя сферы из раствора альгината натрия и промывая водой.
3. Сферы лучше держат форму.
4. Можно использовать жидкости с высокой кислотностью. Желирование происходит на поверхности, а не внутри.

Однако есть и недостатки характерные для технологии обратной сферификации:

1. Сферы имеют более толстую мембрану, что снижает органолептическую оценку.

2. Дополнительные трудозатраты связаны с необходимостью удаления пузырьков воздуха из раствора альгината натрия и вкусоароматической основы.

3. В данном процессе сложнее получить идеальные сферы и исправить дефекты. Эту проблему можно решить используя заморозку основного ингредиента.

В качестве основы выбрали яблочный концентрат (как наиболее популярный из соков) и свекольный сок в качестве функционального ингредиента. Свекольный сок богат пищевыми волокнами, в том числе содержит пектиновые вещества, витамины и минеральные соединения. Бетаингликозиды свеклы снижают кровяное давление, а соответственно риск развития злокачественных опухолей. Свеклу рекомендуют при гипертонии из-за высокого содержания в ней микроэлементов калия и магния, а благодаря присутствию железа, ее можно принимать для профилактики железодефицитной анемии [4–6]. Также свекла является диетическим продуктом, которая очищает организм от шлаков и токсинов. Благодаря своим свойствам свекла столовая часто применяется в качестве компонента рецептуры функциональных продуктов питания.

Органолептическая характеристика и физико-химические показатели сырья приведены в таблице.

Таблица – органолептические и физико-химические показатели сырья

Наименование показателя	Результат	
Органолептические свойства		
Сырье	Свекла	Яблочный концентрат
Цвет	Темно красный	Светло коричневый
Запах и вкус	Запах свойственный сырью, вкус пресный	Яркий аромат яблока, вкус кисло-сладкий, свежий.
Физико-химические свойства		
рН	6,9	3,2
Содержание сахаров, %	12,0	65
Содержание пектина, г/100 мл	1,2	0,5

На основе пробных купажей выбрали соотношение компонентов – на три части свекольного сока (сок 1) одна часть яблочного концентрата (сок 2).

Ниже приведена принципиальная схема технологического процесса сферификации сока (рис.1).

Охлажденные соки поступают на купажирование и кондиционирование по содержанию кальция (концентрация ионов кальция 0,18 %.), далее загущаются ксантановой камедью (0,2 %–0,5 % камеди) и передаются на сферификацию. Альгинат натрия растворяют в

дистиллированной воде, охлаждают и вакуумируют для удаления пузырьков воздуха.

Для создания сфер вкусоароматическую жидкость с помощью капаящей установки с многопоточным режимом дозируют в раствор альгината. Осторожно перемешивают. Сферы не должны лежать на дне емкости, они будут сплющиваться, а если позволить им плавать, верхняя часть не будет покрыта раствором альгината натрия. Сферы не должны касаться друг друга, иначе они слипнутся.

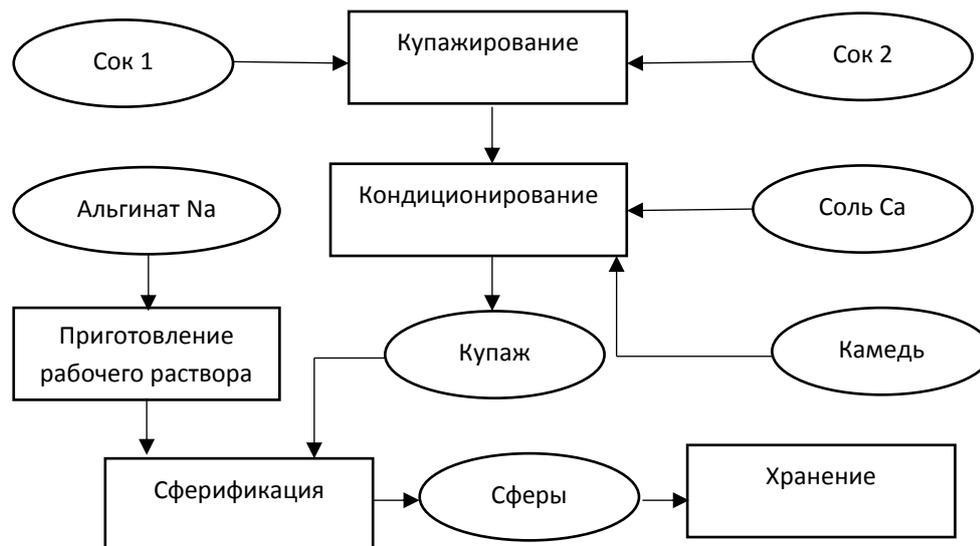


Рис. Принципиальная схема технологического процесса получения сфер

Чем дольше происходит процесс, тем толще будет оболочка. Слой геля должен быть как можно тоньше, но достаточно плотным, чтобы мог держать форму и позволять небольшие манипуляции. Если мембрана слишком хрупкая, они могут легко порваться. После удаления сфер из раствора они промываются в емкости чистой водой и поступают на хранение.

В результате проведенного исследования обоснован выбор способа сферификации. Проведено исследование технологических показателей сырья. Подобраны купажные компоненты и экспериментально опробована принципиальная схема сферификации сока.

Библиографический список:

1. Hervé This. Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor / This. Hervé. – New York: Columbia University Press, 2006. 392 p.
2. Barham Peter. Molecular Gastronomy: A New Emerging Scientific Discipline / Peter Barham, Leif H. Skibsted, Wender L. P. Bredie, Michael Bom Frost, Per Moller, Jens Risbo, Pia Snitkar, and Louise Morch Mortensen // Chem. Rev. 2010.

3. Zhuravlev R.A., Tamova M. Yu., Bugayets N.A., Poznyakovskiy V.M., and Penov N.D.. «Innovative encapsulation technology of food systems using a by-product of dairy production» Foods and Raw materials, vol. 5, no. 1, 2017, pp. 81-89.

4. Лилишенцева Н.И. Пищевые волокна как важнейший фактор полноценного питания / А.Н. Лилишенцева, Н.И. Иващенко, М.С. Исаченко, О.В. Шрамченко // Пищевая промышленность: Наука и технологии. – 2008. - № 1 (1). – С. 35–39

5. Гаппаров М.Г. Функциональные продукты питания // Пищевая пром-сть. – 2003. – № 3. – С. 6–7.

6. Кочеткова А.А., Тужилкин В.И. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе // Там же. – № 5. – С. 8–10.

ВЫБОР РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ЯГОДНО-ОВОЩНОГО СМУЗИ

А.И. Немчинова

Аспирант гр. аОХ-17-1
Иркутский научно-исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: sibvin@list.ru

С.В. Котенко

Магистрант гр. БПм-18-1
Иркутский научно-исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: yerofeevasnej@gmail.com

Г.С. Гусакова

К.с-х.н., доцент
Иркутский научно-исследовательский
технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
e-mail: gusakova58@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Приведены сведения по физико-химическим показателям и содержанию биологически активных соединений (витамин С, Р-активные вещества) в соках яблок Красноярский сеянец и дикоросов Прибайкалья (брусника, черника, облепиха). Определено количество протопектина, содержащегося в выжимках плодовоовощного сырья (яблоки, морковь, свекла) и содержание макро-, микроэлементов.

Ключевые слова: плодовоовощные и ягодные культуры, витамин С, Р-активные соединения, микроэлементы

SELECTION OF RECIPE COMPONENTS FOR SMUES

A.I. Nemchinova

Graduate student
Irkutsk State Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074 Russia,
e-mail: sibvin@list.ru

S.V. Kotenko

Master student gr. BPM-18-1
Irkutsk State Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074 Russia,
e-mail: yerofeevasnej@gmail.com

G.S. Gusakova

Cand. Sci. (Agriculture), Associate professor
Irkutsk State Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074 Russia,
e-mail: gusakova58@mail.ru

ABSRTACT: Information is given on physicochemical parameters and the content of biologically active compounds (vitamin C, P-active substances) in the juices of apples Krasnoyarsk seedling and wild plants of the Baikal region (lingonberries, blueberries, sea buckthorn). The amount of protopectin contained in the squeezed fruit and vegetable raw materials (apples, carrots, beets) and the content of macro- and microelements were determined.

Key words: fruit and vegetable crops, vitamin C, P-active compounds, trace elements.

Концепция продовольственной безопасности Иркутской области заключается в самообеспечении субъекта продуктами питания на основе использования местного сырья. Бесспорным преимуществом является сокращение расходов на логистику, что позволяет снизить себестоимость и впоследствии рыночную стоимость продукта, сделав его более доступным для населения. На территории региона произрастает много ценных дикорастущих видов ягод, богатых витаминами, достаточно исследованных и отличающихся высокими органолептическими свойствами – брусника, черника, голубика. Эти культуры являются перспективным сырьем для промышленной переработки. Их используют в производстве соков, джемов изюма и других продуктов питания [1–10]. Учитывая, что ягоды имеют высокую кислотность, требуется корректировка данного показателя. Традиционное применение воды существенно снижает физиологическую ценность конечного продукта. Чтобы решить эту проблему в ряде научных работ предлагается сочетание ягод с овощными культурами (морковь, свекла, тыква и др.). Опираясь на данные литературного обзора, было принято решение о разработке рецептуры смузи на основе плодово-ягодных и овощных культур Иркутской области.

Цель исследования выбор и научное обоснования рецептурных компонентов для ягодно-овощного смузи.

Объектами исследования послужили плоды свеклы сорта Бордо, Цилиндра, моркови сорта Нантская, яблоки сорта Красноярский сеянец. Год сбора урожая всех культур 2019.

Эксперимент проводили в научно-исследовательской лаборатории кафедры пищевой инженерии и биотехнологии Иркутского Национального Исследовательского Технического Университета.

Определение основных характеристик сырья выполняли по стандартным методикам [11]. На базе Института геохимии СО РАН г. Иркутска, было проведено рентгенофлуоресцентное определение макро- и микроэлементов в образцах сырья. Определение пектиновых веществ по ГОСТ 29059.

Обсуждение результатов

Смузи густой и взбитый напиток, который может заменить приём пищи. Сегодня в Европе смузи вытеснили по популярности свежевыжатые соки, а также служат основой нового направления в области здорового питания. На сегодня нет доказанной пользы от перехода на полноценное смузи-питание, но показана польза дополнения рациона этим продуктом [8–10].

На основе литературных данных [1–3, 5, 6]. определили состав компонентов (табл. 1). Вкусно-ароматическую основу составили ягоды брусники, черники и плоды мелкоплодных яблок. Функциональная составляющая – морковь и свекла. В качестве подсластителя использовали мёд, так как мёд повышает устойчивость витамина С, это происходит за счёт снижения скорости окислительных реакций [15].

Таблица 1 – Компонентный состав смузи на основе таёжных ягод

Смузи на основе ягодного сырья	Компонентный состав смузи на основе таёжных ягод
Черничное смузи с морковным пюре	Черничное пюре, морковное пюре, мёд, пектиновый экстракт, кедровые орехи.
Брусничное смузи с морковным пюре	Брусничное пюре, морковное пюре, мята, пектиновый экстракт, кедровые орехи.
Яблочное смузи со свекловичным соком	Яблочный концентрированный сок, свекловичный сок, пектиновый экстракт.
Облепиховое смузи с морковным пюре	Облепиховое пюре, морковное пюре, пектиновый экстракт, грецкий орех, мед.

Для извлечения сока плодово-ягодное сырьё сортировали, дробили (измельчение 2–4 мм), сок извлекали с помощью гидравлического пресса (максимальное давление 3 атм.). Технологические и физико-химические показатели сока приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технологические и физико-химические показатели сока

Исследуемое сырьё	Содержание					Выход сока, %
	сухих веществ, %	сахара, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	фенольных веществ мг/дм ³	витамина С, мг/дм ³	
Яблоко сорта «Красноярский сеянец»	13,6	12,3	10,8	2700	10,4	57
Брусника	6,3	4,5	22,1	690	20,0	64
Черника	7,3	5,6	15,0	450	15,2	68
Облепиха	8,1	5,2	17,5	250	53,4	86

Наибольший выход сока получили из ягод облепихи (86%), а меньший из плодов яблок (57%), но при этом яблочный сок при минимальном содержании титруемых кислот (10,5 г/дм³) содержит больше других культур сахаров и фенольных соединений. Высокое содержание фенольных веществ характерно для яблок, выращиваемых в суровых климатических условиях. Это снижает органолептические показатели из-за появления излишней терпкости, но повышает физиологическую ценность, так как фенольные соединения обладают Р-витаминной активностью.

Из-за высокого содержания витамина С (53,4 мг/дм³) в облепихе, она является мощным антиоксидантом и нейтрализует свободные радикалы в организме.

Пектиновые вещества определяли в выжимках после отделения сока. Извлекали кислотным гидролизом (двукратная обработка 1,1 % раствором соляной кислоты, при температуре 70 °С, первый залив на 2 часа и второй 40 мин.) и ферментативным (концентрация целлюлазы 0,05 % к массе сырья, температура 20 °С, продолжительность 24 часа) при гидромодуле 1:10. Экстракт отделяли центрифугированием (20 мин, 30000 об/мин), концентрировали под вакуумом до сокращения объема в 8 раз. Пектиновые вещества осаждали 70 % этиловым спиртом, подкисленным до рН 4, при температуре 23 °С в течении 30 минут, отделяли фильтрацией через бумажный фильтр с помощью водоструйного насоса. Сушили до постоянной массы (40 °С). Содержание пектина приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Количество протопектина, содержащегося в выжимках плодовоовощного сырья, на 100 г сырой массы

Сырьё	Литературные данные г.	Экстракция ферментом г.	Экстракция кислотой г.
Яблоко Красноярский сеянец	0,8-1,8	1,3	1,1
Свекла Брдо	1,2-2,6	1,6	1,6
Морковь Нанская	1,8-2,2	1,8	1,0

Из данной таблицы видно, что при ферментативном гидролизе содержание пектиновых веществ в выжимках свеклы равно кислотному, а для яблок и моркови значительно выше. Выход пектиновых веществ из плодоовощных выжимок местного сырья согласуется с литературными данными [12-14]. По органолептической оценке, лучше пектиновый экстракт из яблок. Морковный и свекловичный содержат балластные вещества, сообщающие неприятный овощной запах.

Состав минеральных компонентов овощного сырья приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание макро- и микроэлементов в сырье (выжимки) на абсолютную сухую массу

Показатель	Сырьё		
	Свекла Бордо	Свекла Цилиндра	Морковь Нанская
Na, %	0,439	0,349	0,229
Mg, %	0,133	0,131	0,129
Al, %	0,0044	0,002	0,002
Si, %	0,0225	0,0095	0,0103
P, %	0,199	0,180	0,258
S, %	0,069	0,072	0,133
Cl, %	0,069	0,237	0,091
K, %	1,631	2,194	1,494
Ca, %	0,148	0,131	0,341
Fe, %	0,0149	0,006	0,0056
Mn, %	0,0032	0,0033	0,001
Ti, ppm	7	<4	<4
Cr, ppm	<2	<2	<2
Ni, ppm	2,2	1,8	1,6
Zn, ppm	53	51	21
Cu, ppm	6,4	6	3,6
Rb, ppm	-	-	-

Из приведенных данных следует, что в плодах овощей больше всего калия (2,195 %) содержится в образце свеклы цилиндра, а наименьшее в моркови. По содержанию Ti (7 ppm) выделяется свекла бордо. Титан считается физиологически инертным, благодаря чему применяется в протезировании как металл, непосредственно контактирующий с тканями организма. Применяется также в стоматологии. Отличительная черта применения титана заключается не только в прочности, но и способности самого металла срачиваться с костью, что даёт возможность обеспечить квазимонолитность основы зуба. В сравнении со свеклой морковь почти в 2 раза больше содержит S. Окислительно-восстановительные реакции серы источник энергии в хемосинтезе. В организме человека содержится примерно 2 г серы на 1 кг массы тела. Чистая сера не ядовита, но многие

летучие серосодержащие соединения ядовиты (сернистый газ, серный ангидрид, сероводород и др.). Содержание нормируемых тяжелых металлов значительно ниже ПДК.

Полученные результаты соответствуют литературным данным и показывают, что морковь и свекла являются перспективным сырьем в функциональных продуктах как источник макро- и микроэлементов.

На основании 20 пробных купажей были найдены оптимальные соотношения массовых долей компонентов. При моделировании были приняты за опорные числовые характеристики потребительские свойства пищевого продукта: содержание сухих веществ, пектиновых веществ, титруемых кислот, антоцианов и органолептическая оценка.

Таким образом, в ходе эксперимента показано, что исследуемое сырье представляет интерес для отбора в качестве источника биологически активных веществ, в приготовлении смузи. Опытные образцы получили высокую органолептическую оценку. Вывод на рынок этих продуктов будет полезен для жителей Прибайкалья, проживающих в сложных климатических условиях в течение всего года.

Библиографический список

1. Неповинных Н.В. Разработка технологических решений при производстве напитков профилактической направленности // Вестник ВГУИТ. – 2014. – №2. – С. 124-128.
2. Бетева, Е.А. Пектин, его модификации и применение в пищевой промышленности / Е.А. Бетева, А.А. Кочеткова, М.В. Гернет. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1992. – № 4. – 36 с.
3. Типсина Н.Н. Место пектина в функциональном питании // Вестник КрасГАУ. – 2009. – №3. – С. 213-216.
4. Величко Н.А., Беркашвили З.Н. Исследование химического состава ягод голубики обыкновенной и разработка рецептур напитков на ее основе // Вестник КрасГАУ. – 2016. – №7. – С. 126-131
5. Коробкина З.В. Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. – М., 1969. – 80 с
6. Типсина Н.Н., Яковчик Н.Ю. Исследование черники // Вестник КрасГАУ. – 2013. – №11. – С. 283-285.
7. Кретович В.Л. Биохимия растений. М., 1980. 445 с.
8. Сорокопуд А.Ф. и до. Перспективы использования экстрактов клюквы, брусники и черники в пищевой промышленности // Пищевая промышленность. 2001. №9. С. 32-33.
9. Славиковская Ю.А. Разработка рецептов смузи на основе молока с использованием местного растительного сырья // МНСК-2018: Школьная секция: естественные науки (химия, биология). – 2018. – С. 24-25.

10. Попова Е.И., Винницкая В.Ф. и др. Консервированные смузи из отечественных овощей и фруктов для здорового и функционального питания // Наука и образование. – 2019. – №2. – Технические науки
11. Методы технохимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой Г.В. 2-е изд. – Симферополь: Таврида, 2009.– 304 с.
12. Толкунова Н.Н., Жучков А.А. Обоснование способа активирования пектиновых веществ моркови / Вестник ОРЕЛГИЭТ. 2014. № 2. – С. 160-165
13. Ширяева О.Ю., Карнаухова И.В. Содержание пектиновых веществ в растительных объектах / Известия оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2. – С. 200-202
14. Типсина Н.Н. Пектин из мелкоплодных яблок как энтеросорбент / Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2007. № 3 – С. 242-246
15. Федосова А.Н., Каледина М.В. Разработка функционального продукта с мёдом на основе концентрата натурального казеина // Вестник КрасГАУ. – 2015. – №11. – С.109-115.

УДК 53.072.8

**ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СОНОХИМИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКЕ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
СОНОХИМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА**

В.К. Левшаков

бакалавр гр. АТбп-17-1

Иркутский национальный исследовательский
технический университет

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

e-mail: levshakov_vk@mail.ru

АННОТАЦИЯ: Цель исследования – проанализировать результаты математического моделирования влияния температуры жидкой среды на поведение кавитационного пузырька в сонолюминисцентной установке. В статье приведены графики зависимостей давления и температуры в полости кавитационного пузырька от времени при разных температурах. На основе графиков сделан вывод о влиянии температуры жидкости на параметры кавитационного пузырька.

Ключевые слова: сонохимия, звуковая кавитация, математическое моделирование, температура.

**CHANGE OF TEMPERATURE IN A SONOCHEMICAL
INSTALLATION BASED ON THE RESULTS OF MATHEMATICAL
MODELING FOR THE INTENSIFICATION
OF SONOCHEMICAL EFFECT**

V. K. Levshakov

bachelor of group Atbp-17-1

Irkutsk national research University
technical University

664074, Irkutsk, Lermontov str., 83

e-mail: levshakov_vk@mail.ru

ABSTRACT: The purpose of the study is to analyze the results of mathematical modeling of the influence of liquid medium temperature on the behavior of a cavitation bubble in a sonoluminescent installation. The article presents graphs of the dependence of the maximum temperature in the cavitation bubble cavity on time at different temperatures. Based on the graphs, a

conclusion is made about the influence of the liquid temperature on the parameters of the cavitation bubble.

Keywords: sonochemistry, sound cavitation, mathematical modeling, temperature.

Развитие современной науки и технологии требует создания сложных в получении веществ, синтезировать которые можно только под воздействием высоких давлений и температур. Устройствами, которые могут создавать такие условия, являются сонохимические установки, в которых может достигаться давление порядка тысяч атмосфер и миллионов кельвинов [1,2]. Такие параметры делают сонохимические установки перспективным направлением развития науки.

Работа сонохимической установки основана на явлении сонолюминисценции [3], которое проявляется при резком сжатии или схлопывании одного или нескольких пузырьков газа в жидкости и может быть вызвано ступенчатым повышением давления, или ультразвуковым воздействием в объёме жидкости и сопровождается испусканием световых волн. Сонолюминисценция является частным случаем кавитации свободного пузырька в жидкости. При резком уменьшении размеров газового пузырька в его полости возникает сферическая ударная волна, направленная к центру пузырька и многократно повышающая температуру в его объёме.

Температура является одним из главных параметров во многих процессах, в сонохимических установках температура так же играет важную роль. В зависимости от температуры в пузырьке могут проявляться разные варианты сжатия, от простого адиабатического сжатия до образования нескольких ударных волн. Это вызвано изменением плотности жидкости и поверхностного натяжения на границе пузырька. Далее будут рассмотрены графики с результатами математического моделирования, где показано изменение температуры и давления в зависимости от расстояния от центра пузырька и времени [4].

На рисунках 1-5 приведены графики, полученные при математическом моделировании сжатия пузырька газа при разных температурах, в котором на оси X откладывается расстояние от центра пузырька, на оси Y давление (а) и температура (б) в выбранной точке пространства, линии 1-5 соответствуют различным моментам времени в периоде сжатия. Первая линия – начало сжатия, пятая – конец сжатия, интервал между моментами времени порядка одной наносекунды.

Рисунок 1 показывает изменение параметров среды внутри кавитационного пузырька при температуре в 419К.

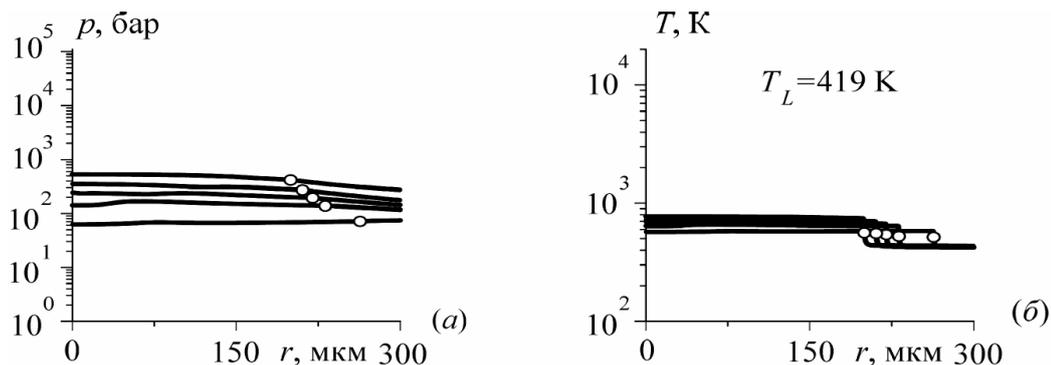


Рисунок 1 – зависимость давления (а) и температуры (б) внутри кавитационного пузырька в зависимости удаления от центра пузырька и момента времени при температуре 419К

На графиках видно незначительное увеличение давления и температуры вызванное адиабатическим сжатием газа в пузырьке. При уменьшении температуры до 385К в пузырьке появляется сходящаяся волна сжатия, что приводит к более интенсивному изменению параметров.

Рисунок 2 показывает изменение параметров среды внутри кавитационного пузырька при температуре в 385К.

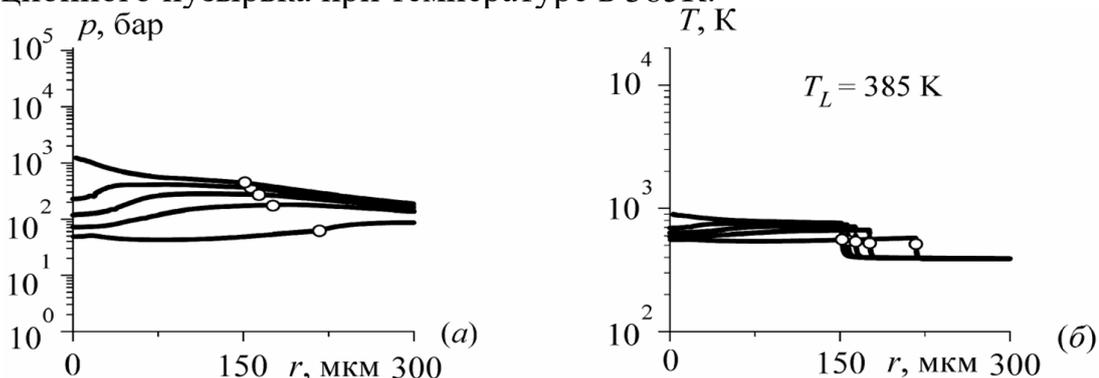


Рисунок 2 – зависимость давления (а) и температуры (б) внутри кавитационного пузырька в зависимости удаления от центра пузырька и момента времени при температуре 385К

На графике видны искажения линий давлений и температур, что свидетельствует неравномерному нагреву в полости пузырька, что вызвано образованием волны сжатия. При дальнейшем снижении температуры в пузырьке образуется ударная волна. Рисунок 3 показывает изменение параметров среды внутри кавитационного пузырька при температуре в 350К.

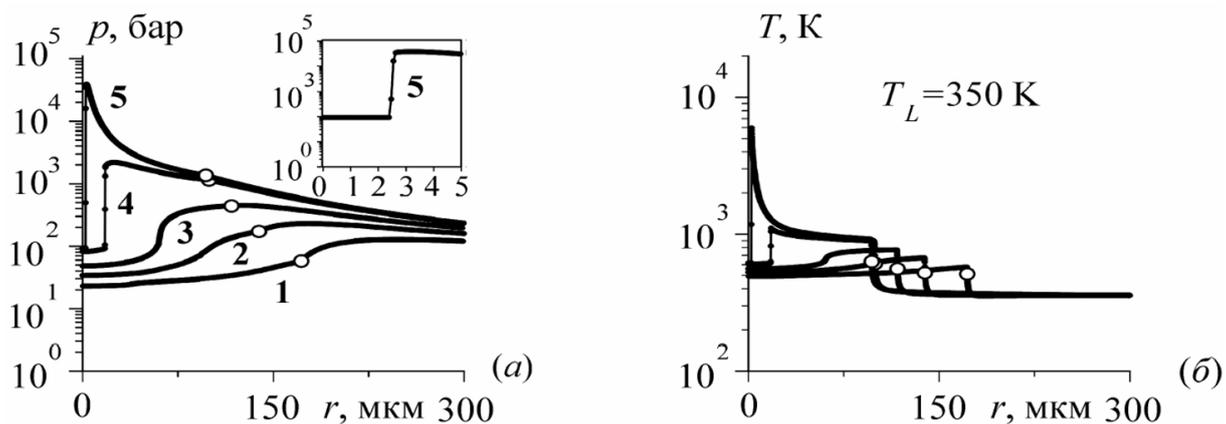


Рисунок 3 – зависимость давления (а) и температуры (б) внутри кавитационного пузырька в зависимости удаления от центра пузырька и момента времени при температуре 350К

На графике на кривых 4 и 5 видны разрывы вызванные резким увеличением давления и температуры вещества при прохождении его через фронт ударной волны. На кривых 1,2,3 видна волна сжатия, которая по мере концентрации к центру пузырька превращается в ударную волну. Стоит отметить, что при появлении ударной волны в полости пузырька максимальное давление выросло в 15 раз а температура в 10 раз по сравнению со сжатием при более высокой температуре.

Рисунок 4 показывает изменение параметров среды внутри кавитационного пузырька при температуре в 283К.

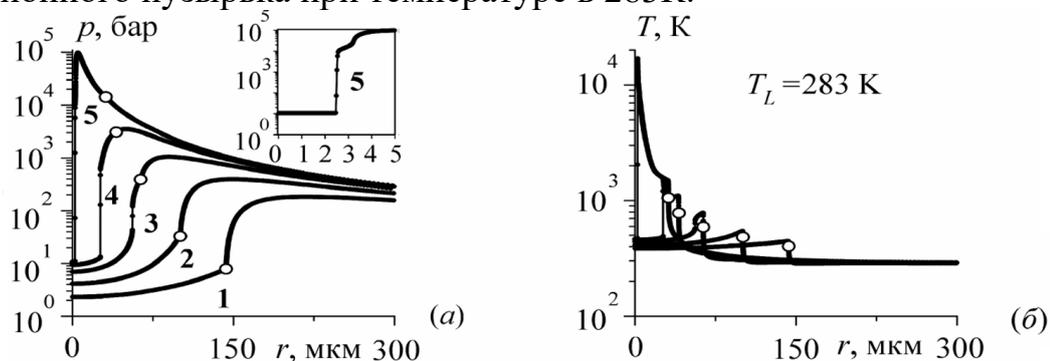


Рисунок 4 – зависимость давления (а) и температуры (б) внутри кавитационного пузырька в зависимости удаления от центра пузырька и момента времени при температуре 285К

На графиках видно разрыв, характерный для ударной волны, и следующее за ним повышение температуры, характерное для волны сжатия. Давление и температура значительно выросли по сравнению с графиками 1,2 и 3, время образования ударной волны стало раньше, а координата сместилась ближе к центру. Таким образом, объем вещества в пузырьке, который подвергся воздействию повышенного давления и температур стал больше, и выросла интенсивность воздействия.

Рисунок 5 показывает изменение параметров среды внутри кавитационного пузырька при температуре в 273К.

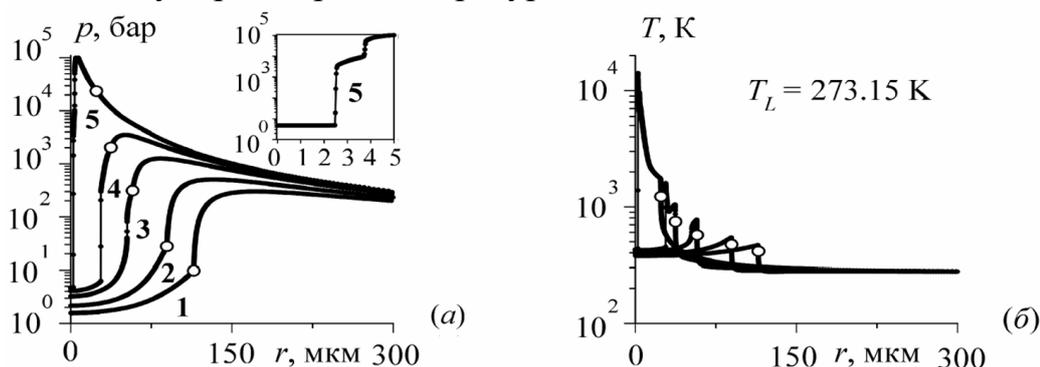


Рисунок 5 – зависимость давления (а) и температуры (б) внутри кавитационного пузырька в зависимости удаления от центра пузырька и момента времени при температуре 275К

На графике видно, что в последней стадии сжатия в полости пузырька возникает 2 ударных волны, максимальные температура и давление при этом не растут, по сравнению с графиком 4, однако показатели для начальных моментов времени увеличены, что говорит о большей энергии, которая была передана пузырьку в период сжатия.

Таким образом наглядно видна тенденция к интенсификации сонохимического эффекта при понижении температуры жидкости. Чем ближе температура в установке к критической, тем эффективней проходит сжатие, однако при слишком низких температурах эффективность резко падает из-за нарушения однородности жидкости, вызванного переохлаждением и частичным переходом в иное фазовое состояние. Точное соблюдение температурных режимов работы сонохимических установок позволит добиваться более стабильных показателей их работы, а также увеличить их эффективность.

Библиографический список:

- (журналы) 1. Hangxun Xu, Brad W. Zeiger and Kenneth S. Suslick Sonochemical synthesis of nanomaterials: Chem. Soc. Rev., 2013, 7 с.
2. А.А. Аганин, Т.Ф. Халитова, Н.А. Хисматуллина Расчет сильного сжатия сферического парового пузырька в жидкости: Вычислительные технологии Том 13, № 6, 2008. 11 с.
3. L Bernal, M Insabella and L Bilbao Low cost sonoluminescence experiment in pressurized water: Journal of Physics: Conference Series 370. 7 с.
4. А.А. Аганин, Т.Ф. Халитова Влияние температуры жидкости на сильное сжатие кавитационного пузырька: Учёные записки казанского университета, 2019. с. 53-65.

Оглавление

СЕКЦИЯ № 1. ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

ЭЛЕКТРООКИСЛЕНИЕ ФЕНОЛА НА АНОДАХ SnO ₂ (PbO ₂)/Ti В СРАВНЕНИИ С Pt/Ti (Михаленко И.И.)	3
СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ (Бузаева М.В., Макарова И.А., Кривошеева Я.Э) ...	8
АДСОРБЦИЯ НИТРОФЕНОЛА И КРАСИТЕЛЕЙ С УФ СТИМУЛЯЦИЕЙ НА ГИБРИДНОМ СОРБЕНТЕ ОКСИД ЦИРКОНИЯ-УГЛЕРОД (Вахрушев Н.Е., Михаленко И.И.)	13
ПОЛУЧЕНИЕ ЭПОКСИКОМПОЗИТОВ С МНОГОСТЕННЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ (Судьин Ю.И., Бузаева М.В.)	17
РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОРБЦИИ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА (III) НА РЕЧНЫХ ПЕСКАХ ИЗ ВЬЕТНАМА (Яковлева А.А., Чунг Тхуй Нгуен, Тхи Хоай Нгуен).....	22
ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ (Ваганова Е.С., Макарова И.А., Бузаева М.В., Гапов И.А.)	28
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ПОЛИ-1-ВИНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛ/ФЕНОЛ-2,4-ДИСУЛЬФОКИСЛОТА (Белькович А.П., Лебедева О.В.).....	33
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКИСЛЕННЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ (Иринчинова Н.В., Дударев Д.И.)	36
МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ КИСЛОТА-ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ТВЕРДОПОЛИМЕРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (Верхозина Ю.А., Пожидаев Ю.Н.)	39
КИНЕТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СОРБЦИИ ИОНОВ ХРОМА (VI) НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТАХ (Рыбарчук О.В., Дударев В.И., Драгунский А.В.)	44

СЕКЦИЯ № 2. ПРИКЛАДНАЯ BIOTEХНОЛОГИЯ И ХИМИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

ТРАМЕТИН – ПРЕПАРАТ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ, ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ АССОЦИИРОВАННЫХ ИНФЕКЦИЙ (Гаврилова М.А., Чхенкели В.А.)	48
---	----

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕДИАТОРА МЕТИЛОВОГО ОРАНЖЕВОГО НА РАБОТУ МИКРОБНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА (Закарчевский С.А., Чеснокова А.Н., Жамсаранжапова Т.Д., Оносова А.М.)	51
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕКТИНА В МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОКАХ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА (Мелентьева Н.А., Луцкий В.И.)	56
ВОЗМОЖНОСТЬ РАДИКАЛЬНОГО РАСПАДА МОЛЕКУЛ ЭТАНОЛА В СУБ- И СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ (Фомина Е.С., Шашкина С.С., Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н.).....	60
ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РЫЖИКОВОГО МАСЛА (Иванова Е.А., Тигунцева Н.П., Евстафьев С.Н.)	65
ОЦЕНКА СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ДИОКСАНЛИГНИНА ПРИ МЕТИЛИРОВАНИИ ДИМЕТИЛКАРБОНАТОМ В СУБ- И СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИИ (Шашкина С.С., Тигунцева Н.П., Фомина Е.С., Евстафьев С.Н.)	69

СЕКЦИЯ № 3. КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ. ПИЩЕВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ХЛЕБА (Рузьева А.А., Темникова О.Е.)	74
ПРОИЗВОДСТВО СОЛОДА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ КОНВЕЙЕРНОЙ СОЛОДОВНИ (Дёмина А.И., Франтенко В.К.)	77
ПИВОВАРЕННЫЙ ЯЧМЕНЬ СОРТА «АЧА» КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЁ ДЛЯ ПИВОБЕЗАЛКОГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ (Бессонов А.В., Харченко В.М., Привалова Е.А.)	81
МЕТАЛЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОЛОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ (Козуб Ю.А., Кузьмина М.Ю.)	86
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТОРОПШИ В ТЕХНОЛОГИИ ПШЕНИЧНО-РЖАНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ (Вилкова П.А., Темникова О.Е.)	90
ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ (Долбикова А.А., Милешенкова К.С.)	93
ПИВНЫЕ НАПИТКИ С ЯБЛОЧНЫМ КОНЦЕНТРАТОМ И СОКОМ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ (Григорьева К.В., Никитина С.М., Привалова Е.А., Тигунцева Н.П.)	96

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ (Негодяева К.В., Милешенкова К.С.) 101

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЫКВЫ В ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫЙ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ЗАКВАСКАХ (Капликова В.И., Темникова О.Е.) 104

МИЦЕЛИЙ ГРИБОВ *PLEUROTUS OSTREATUS* КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (Тяглова А.М., Криво-ва Л.П.) 108

Секция № 4. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

ВЛИЯНИЕ ДВУХВАЛЕНТНОЙ МЕДИ НА БИОДЕГРАДАЦИЮ БЕЛОГО ФОСФОРА (Миндубаев А.З., Бабынин, Э.В., Бадеева Е.К.) 110

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ДИАТОМИТА, МОДИФИЦИРОВАННО-ГО УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ (Ваганова Е.С., Бузаева М.В., Давыдова О.А., Анисимова В.В.) 114

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ (Кузнецов Д.А., Кузнецова О.В.) 119

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ (Тузова Н. М., Темникова О.Е.) 121

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II) МОДИФИЦИРОВАННЫМИ ЦЕОЛИТАМИ (Помазкина О.И., Филатова Е.Г., Субботина Е.В., Гусев А.Ф.) 124

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ СКОРЛУПЫ КЕДРОВОГО ОРЕХА (Пулди В.В., Супрун Н.П., Гусакова Г.С.) 128

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ТКО В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (Каненкин Е.И., Бегунова Л.А.)134

ОЦЕНКА АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ АДСОРБЕНТОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К НЕФТЕПРОДУКТАМ (Чугунов А.Д., Филатова Е.Г., Айзина Ю.А.)137

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОВ *CRY* ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ШТАММОВ *BACILLUS THURINGIENSIS* ДЛЯ ВОЗМОЖНОГО СОЗДАНИЯ НОВОГО ПРЕПАРАТА ПРОТИВ СЕМЕЙСТВА *YRONOMEUTIDAE* В УСЛОВИЯХ Г. ИРКУТСКА (Тетерина Г.А.) 140

**СЕКЦИЯ № 5. СФЕРА УСЛУГ: ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ,
ТОРГОВЛЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ НА КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ (Белых О.А., Белых В.В.)	144
ИННОВАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ (Е.В. Архипова, Е.Ю. Панасенкова)	148
РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СФЕРИФИКАЦИИ СОКА (Брекалов Р.А., Гусакова Г.С.)	151
ВЫБОР РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ЯГОДНО-ОВОЩНОГО СМУЗИ (Немчинова А.И., Котенко С.В., Гусакова Г.С.)	156
ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СОНОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СОНОХИМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА (Левшаков В.К.).....	163