

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА

**IX Международная
научно-техническая конференция**

**«НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В XXI ВЕКЕ»**

(Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2019 г.)

Том II

Материалы конференции

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2019

УДК 664; 621; 304; 338
ББК 31.392; 31.31; 36; 65; 74.58 Н61

IX Международная научно-техническая конференция «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке» (Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2019 г.). Т. II: Материалы конференции. – СПб.: Университет ИТМО, 2019. – 375 с.

ISBN 978-5-7577-0617-7

ISBN 978-5-7577-0619-1 (Т. 2)

В сборнике представлены материалы конференции по следующим направлениям: низкотемпературная техника и системы низкопотенциальной энергетики, надёжность материалов оборудования биотехнологий и низкотемпературных систем, автоматизация процессов и устройств, криогенная техника и технологии СПГ, системы кондиционирования и жизнеобеспечения, теоретические основы тепло- и хладотехники, техника и процессы пищевых производств, пищевые технологии, биотехнологии, промышленная экология и техносферная безопасность, экономика и управление производством.

Сборник подготовлен при участии Комитета по науке и высшей школе Администрации Санкт-Петербурга и Международной академии холода.

Редакционная коллегия: И.В. Баранов, А.А. Малышев, А.В. Цыганков, О.Б. Цветков, С.А. Вологжанина, Л.А. Забодалова, В.С. Колодязная, Е.И. Верболоз, В.Л. Иванов, А.Ю. Баранов, А.В. Фёдоров, О.И. Сергиенко, В.Л. Василенок



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2019

© Авторы, 2019

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664-436.1

ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ СЕГРЕГИРОВАННЫХ ПОТОКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИНСТАНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

К.Б. Плотников¹, А.М. Попов¹, И.Б. Плотников¹, И.О. Плотникова²

1 – ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Россия

2 – ГПОУ «Кемеровский коммунально-строительный техникум» им. В.И. Заузелкова,
г. Кемерово, Россия

k.b.plotnikov.rf@gmail.com

Аннотация

В результате проведенных исследований процесса агломерирования в барабанных грануляторах с наложением вибрационного поля с целью создания сегрегированных потоков были установлены экспериментально-статистические модели, описывающие процесс гранулирования и удельных энергозатрат.

Ключевые слова

Гранулирование, сегрегированный поток, инстантированный продукт.

Одной из ключевых задач для каждого государства – обеспечение населения полезным и здоровым питанием, а также решение проблемы продовольственной безопасности. В продуктах растительного происхождения находится колоссальное количество необходимых для организма веществ [1]. В Сибирском регионе ягодные культуры являются наиболее перспективными по сравнению с плодовыми, т.к. распространение плодовых растений сильно ограничено районированными сортами. Одним из способов решения проблемы является изготовление инстантированных гранулированных продуктов питания (ИГПП) с использованием плодово-ягодного сырья [2]. В наше время существует множество способов и методов гранулирования, имеющих свои преимущества и недостатки. На большинстве предприятий используется процесс структурообразования методом окатывания, что влечет за собой получение не стабильного гранулометрического состава. В последние годы все чаще находят применение аппараты, включающие в себя несколько различных способов гранулирования, например, агломерирование окатыванием с подводом динамической нагрузки, поскольку их использование позволяет создать компактное и экономически обоснованное машинно - аппаратное оформление процесса гранулирования [3]. Актуальным направлением на пути совершенствования процесса структурообразования и повышения эффективности существующих машин является твердофазная механическая активация исходного сырья. Применение в совокупности этих методов может позволить получить ИГПП с более высокими органолептическими и структурно механическими свойствами готового продукта [4]. Однако, данные машины недостаточно изучены с точки зрения получаемого гранулометрического состава и удельных энергозатрат.

В результате анализа литературно-патентного обзора была предложена новая конструкция барабанного виброгранулятора (БВГ) (номер заявки № 2017 1452621 05 (077 495), дата поступления заявки 21.12.17), которая подверглась исследованию основных характеристик и сравнительному анализу с существующими моделями грануляторов на предмет конкурентоспособности. Общий вид экспериментальной установки представлен на рис. 1. Исследования проводились в барабанном виброгрануляторе (БВГ) аналогичной конструкции, изложенной в работе [5]. Методика определения дисперсного состава исходной сыпучей смеси подвергается гранулированию заключалась в следующем.

Основные геометрические параметры установки следующие: внутренний диаметр обечайки 0,144 м; длина рабочей части корпуса 1 м; диаметры входного и выходного патрубков для продукта – 0,050 м. Детали корпуса и рабочего органа (обечайка, фланцы, крышки, ленточная мешалка) с целью визуального наблюдения за ходом процесса структурообразования были изготовлены из plexiglas GS и plexiglas XT. Поскольку усилие на подшипники скольжения 12, 24 было не велико в этой связи последние изготавливались из фторопласта-4 обладающего высоким коэффициентом трения и способным работать без смазки при невысоких нагрузках и скоростях.

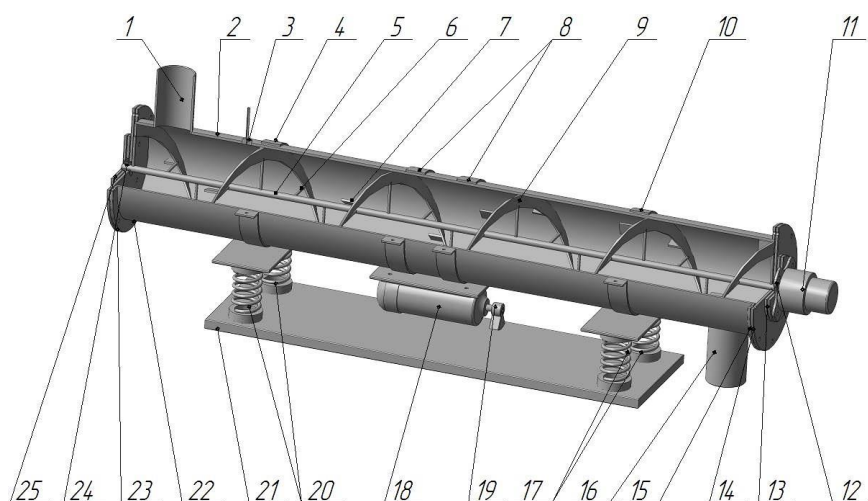


Рис. 1. Барабанный виброгранулятор: 1 – загрузочный патрубок; 2 – обечайка; 3 – форсунка; 4, 10 – хомут опоры; 5 – вал; 6 – стержень; 7 – лопатка; 8 – хомут опоры вибровозбудителя; 9 – ленточная мешалка; 11 – двигатель привода ленточной мешалки; 12, 24 – подшипник скольжения; 13, 25 – крышка сквозная; 14, 23 – крышка; 15, 22 – фланец; 16 – разгрузочный патрубок; 17, 20 – пружина сжатия; 18 – двигатель вибровозбудителя; 19 – дебаланс; 21 – основание

Сыпучая смесь до и после твердофазной механической активации проводилась микроскопическим методом с обработкой микрофотографий на ЭВМ в программе ImageTool v. 300. Сахар и высушенный жом измельчались на молотковой дробилке [6]. С целью изучения влияния твердофазной механической активации на процесс структурообразования гранул в разработанном БВГ картофельный крахмал подвергался измельчению в лабораторной мельнице МЛ-1 в течение 30 мин [7].

В качестве связующего раствора использовался концентрированный экстракт жимолости с различным содержанием сухих веществ. Физико-химические характеристики рабочих жидкостей определялись: плотность – пиктометрическим методом; вязкость – с использованием капиллярного вискозиметра типа ВПЖ-3 с погрешностью измерений $\pm 0,3$ % по ГОСТ 10028-81; поверхностное натяжение – методом Ребиндера, наибольшего давления пузырьков [8], прочность получаемых гранул определяли на КП-3.

Для определения процесса агломерирования проводились определения гранулометрического состава по длине БВГ ситовым методом. Ситовой анализ применим для материалов с размерами частиц 10-0,04 мм, что соответствует шкале сит по ГОСТ 3584-73.

Анализ результатов исследований агломерирования гранул по длине БВГ. На рис. 2 видно, что процесс агломерирования по длине барабанного виброрегулятора имеет зависимость не только от угла наклона к горизонтальной плоскости, но и от режимных параметров. При малом угле наклона барабана на расстоянии 0,7 м по длине БВГ происходит срыв процесса грануляции в связи с образованием большого числа агломератов с последующим неконтролируемым структурообразованием. При угле наклона машины $\alpha > 7,5^\circ$ наблюдается большое количество несформированных гранул, что влечёт за собой повышению удельных затрат на дополнительную обработку продукта. Увеличение амплитуды и частоты колебаний оказывает меньшее воздействие на процесс агломерирования частиц, чем частота вращения ленточной мешалки, это связано с тем, что при увеличении частоты вращения, так же увеличивается время нахождения гранулируемого продукта в БВГ. Физико-химические свойства связующей жидкости, так же оказывают влияние на процесс агломерирования, при этом кинетическая вязкость оказывает наибольшее влияние. Для исключения срыва процесса агломерирования необходимо увеличивать частоту вращения ленточной мешалки и частоту колебаний при увеличении динамической вязкости связующего. Количество рабочей жидкости определяется предварительными сериями экспериментов.

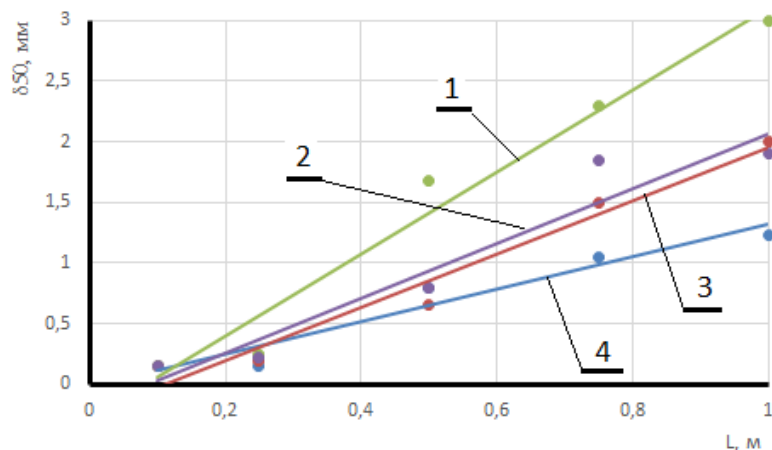


Рис. 2. Зависимость среднемедианного размера частиц от расстояния по длине БВГ отбора проб:

1 – $\alpha = 1^\circ$, $n = 6 \text{ мин}^{-1}$; 2 – $\alpha = 3^\circ$, $n = 6 \text{ мин}^{-1}$; 3 – $\alpha = 5^\circ$, $n = 6 \text{ мин}^{-1}$; 4 – $\alpha = 3^\circ$, $n = 7 \text{ мин}^{-1}$

На рис. 3 представлена гистограмма плотности распределения получаемых гранул по размерам. На рис. 3 можно увидеть, что отклонение гранулометрического состава от заданных параметров находится в пределах нормы (количество гранул в диапазоне от 0,5 до 3 мм, нормативное значение 98%, поле допуска $\pm 2\%$).

В результате обработки полученных данных была получена экспериментально-статистическая модель:

$$\delta_{50} = 0,15 + 0,475 \cdot A + 0,08 \cdot n + 0,5 \cdot v + 0,06 \cdot \alpha - 55,3 \cdot \mu_{\text{ж}} \cdot v - 0,0042 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot A \quad (1)$$

где n – частота вращения ленточной мешалки, об/мин; A – амплитуда колебаний, мм; v – частота колебаний, Гц; α – угол наклона БВГ, гр.; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/м³; $\mu_{\text{ж}}$ – динамическая вязкость рабочей жидкости, Па·с; $\sigma_{\text{ж}}$ – поверхностное

натяжение жидкости, Дж/м²; σ_r – прочность гранул, МПа; δ_{50} – среднегеометрический размер гранул, мм;

При $R=0,95$ применимость уравнений (1) подтверждена в следующих пределах: $A=1-3$ мм; $n=3-12$ об/мин; $v=20-50$ Гц; $\alpha=2,5-6$ °; $\rho_{ж}=1014-1118$ кг/м³; $\mu_{ж}=(1,03-2,91) \cdot 10^{-3}$ Па·с; $\sigma_{ж}=(45,7-59,6) \cdot 10^{-3}$ Н/м.

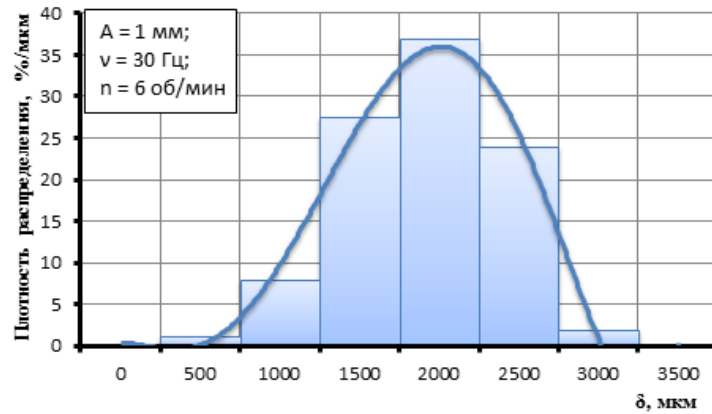


Рис. 3. Гистограмма распределения плотности получаемых гранул

Сравнительный анализ затрат энергии на проведение непосредственно процесса гранулирования (подъем и опрокидывание гранул, окатывание гранул, сегрегацию сформированных частиц) условно обозначенных как «полезные затраты» и механических (потери энергии в подшипниках, соединительных муфтах, на трение мешалки о внутреннюю поверхность корпуса). В общем виде механические затраты энергии можно представить:

$$N_m = N_{кпд} + N_{п}, \quad (2)$$

Из графика (рис. 4) видно, что «полезные затраты» составляют не более 28% от механических, причем при увеличении частоты колебаний, амплитуды и частоты вращения мешалки «полезные затраты» снижаются до 22%. Физико-химические свойства рабочей жидкости оказывали сравнительно невысокое влияние на энергозатраты БВГ в целом и составляли порядка 0,3–1%.

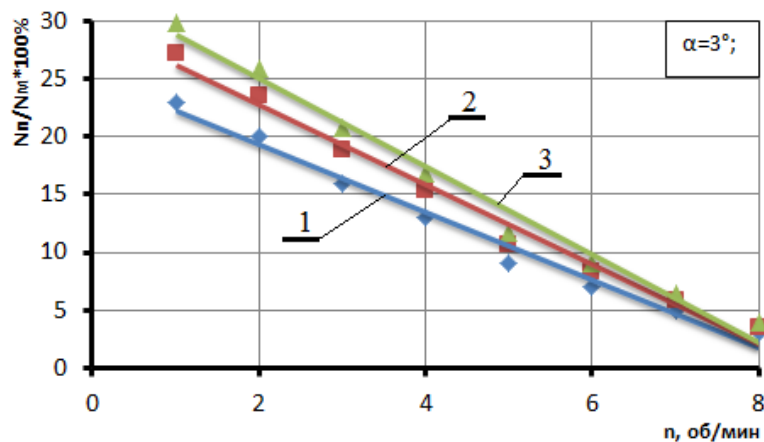


Рис. 4. Зависимость «полезных энергозатрат» от частоты вращения ленточной мешалки: 1 – $A=1$ мм, $v=30$ Гц; 2 – $A=1$ мм, $v=50$ Гц; 3 – $A=3$ мм, $v=20$ Гц

Выходным параметром являлся механические затраты энергии N_M . Обработка экспериментальных данных по механическим затратам энергии позволила получить экспериментально – статистическую модель:

$$N_M = 49,5 + 9,63 \cdot A + 0,25 \cdot \vartheta + 8 \cdot n + 0,75 \cdot \alpha - 0,0001 \cdot \mu_{ж} - 1,4 \cdot \rho_{ж} - 0,1 \cdot A \cdot \vartheta + 0,74 \cdot A \cdot \alpha - 1,23 \cdot n \cdot \mu_{ж} \quad (3)$$

$R=0,98$. Анализируя уравнение (3) можно сделать вывод, что наибольшее влияние на механические энергозатраты оказывает частота и амплитуда колебаний и частота вращения мешалки. Параметры рабочей жидкости как видно из выражения не оказывают существенного влияния. В сравнении с остальными затратами энергии доля затрат на механическую работу составляют порядка 28% от общих энергозатрат на проведение процесса структурообразования. В этой связи с целью упрощения расчетов, при минимальных погрешностях можно порекомендовать использовать для расчетов полных энергозатрат уравнение (3) с прибавкой коэффициента на пусковой момент (0,25) и механическую работу (0,25). Тогда с преобразованиями полные затраты энергии с достаточной точностью можно определить по выражению:

$$N = 1,5 \cdot N_M \quad (4)$$

С целью оптимизации процесса структурообразования в новой конструкции БВГ использовался пакет анализа в системе Microsoft Excel по методике Ньютона. Результаты оптимизации сведены в таблицу. С целью проверки адекватности полученных значений были проведены серии экспериментов при этом значения варьируемых параметров были приняты согласно значениям, из таблицы.

Таблица

Рациональные параметры процесса

Вид Крахмала	Параметр	Амплитуда колебаний (A), мм	Частота колебаний (ν), Гц	Частота вращения мешалки (n), об/мин	Угол наклона БВГ (α), °	Плотность связующего раствора ($\rho_{ж}$), кг/м ³	Вязкость связующего раствора ($\mu_{ж}$), Па·с	Поверхностное натяжение связующего раствора ($\sigma_{ж}$), Н/м.	Среднемедианный размер	
									Теоретический,	Практический,
Механоактивированный	1	30	6	3	1063,2	$2,254 \cdot 10^{-3}$	$48,47 \cdot 10^{-3}$	2,0	2,13	
Нативный	1	40	7	3	1063,2	$2,254 \cdot 10^{-3}$	$48,47 \cdot 10^{-3}$	2,06	2,19	

Выводы. Установлены закономерности процесса агломерирования, и удельных энергозатрат в условиях твердофазной механической активации картофельного крахмала от основных конструктивных и режимных параметров процесса.

Литература

1. Короткий И.А. Сибирская ягода. Физико-химические основы технологий низкотемпературного консервирования: монография. – Кемерово. 2007. – 146 с.
2. Попов А.М. Физико-химические основы технологий полидисперсных гранулированных продуктов питания. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 324 с.
3. Варсонофьев В.В., Кольмах-Иванов Э.Э. Вибрационная техника в химической промышленности. М.: Химия, 1985. – 240 с.
4. Дудкин М.С. Новые продукты питания / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов. – М.: МАИК Наука, 1998. – 304 с., ил.
5. Классен П.В. Гранулирование. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
6. Коузов П.А., Скрябина Л.Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей. – Л.: Химия, 1983. – 143 с, ил.
7. Жилиякова Е.Т. Твердофазная механохимическая обработка – перспективный метод модификации крахмалов для фармацевтической промышленности / Жилиякова Е.Т., Новикова М.Ю., Попов Н.Н., Придачина Д.В., Бондарев А.В. – Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №6. – С. 28–33.
8. Езерский М.Л. Методы определения технологических характеристик фармацевтических порошков. II. Насыпной вес, объемная плотность, сыпучесть, угол откоса, слипаемость, сопротивление сдвигу/ Езерский М.Л. // Химико-фармацевтический журнал. – 1977. – № 8. – С. 98–114.

УДК 664.784.6.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПЛАВА РЫБОРАСТИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ КАРТОФЕЛЯ В ПРЕДМАТРИЧНОЙ ЗОНЕ ОДНОШНЕКОВОГО ЭКСТРУДЕРА

О.И. Аксенова, Г.В. Алексеев

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

oksi280491@yandex.ru

Аннотация

В работе исследованы реологические характеристики течения расплава биополимера рыборастительной смеси в предматричной зоне одношнекового экструдера. Анализ реологических свойств расплава биополимера рыборастительной смеси, предназначенной для производства расширенных картофельных снеков, показал, что расплав в определенном диапазоне скоростей деформации можно отнести к аномально вязким жидкостям. Результаты исследования реологических свойств расплава рыборастительной смеси на основе картофеля необходимы при проектировании конструкций формирующих узлов экструзионной техники для производства готовых продуктов со стабильными качественными показателями.

Ключевые слова

Экструзия, рыборастительные снеки, реологические свойства, расплав биополимера, предматричная зона, одношнековый экструдер, картофельные экструдаты.

С помощью процесса экструзии возможно получение широкого ассортимента изделий практически из любого сырья растительного и животного происхождения, что позволяет характеризовать этот процесс как универсальный [1]. Экструзия в пищевой промышленности применяется уже более 50 лет для производства широкого ассортимента продуктов питания, и наблюдается тенденция к увеличению доли производства экструдатов. При этом экструзия является идеальным процессом для обогащения пищевых продуктов белками и диетическими волокнами, в том числе за счет побочных продуктов перерабатывающих производств [2, 4].

Многообразие перерабатываемого сырья, качественно изменяющего свои свойства в процессе термопластической экструзии, обуславливает проблемы, связанные с созданием новых конструкций экструдеров, а также разработкой и внедрением в производство методов оценки качества готовых экструдатов, при решении которых существенное значение имеют реологические методы исследования [3].

Среди комплекса физических свойств реологические являются главными, поскольку они определяют поведение расплава биополимера в технологическом процессе и являются внешним выражением внутренней сущности объектов, то есть характеризуют дисперсность, строение, структуру и вид взаимодействий внутри продукта. Реологические свойства расплава биополимера из рыборастительного сырья зависят от влажности исходного сырья, температурного режима процесса экструзии и давления в предматричной зоне одношнекового экструдера [4].

Анализ современных исследований [1 – 7] показывает, что по характеру течения компоненты смесей на основе крахмального сырья при обработке в поле действия высоких температур под большим давлением переходят в расплав, который относится к аномально-вязким жидкостям, подчиняющихся степенному закону Освальда-де-Вилля:

$$\tau = \mu \cdot \dot{\gamma}^n \quad (1)$$

где: τ – напряжение сдвига у стенки капилляра, Па; $\dot{\gamma}$ – скорость сдвига у стенки капилляра, c^{-1} ; μ – коэффициент динамической вязкости, Па·сⁿ; n – индекс течения. На основании значения коэффициента течения степенные жидкости могут быть разделены на три группы: при $n < 1$ – псевдопластичные и тиксотропные, при $n = 1$ – ньютоновские, при $n > 1$ – дилатантные.

Коэффициенты μ и n определяли на основе экспериментальных данных по методике, приведенной в [7], которая основана на использовании уравнения перепада давления $\Delta p_{\text{теч}}$, возникающего при вязком течении расплава биополимера в проточной части экструзионной головки, и на применении методов двух капилляров и наименьших квадратов. Для этого использовали пару капилляров круглого сечения равного диаметра и разной длины, для каждого из которых определяли перепады давления при фиксированной производительности и переменных значениях температуры в предматричной зоне одношнекового экструдера и начальной влажности рыборастворительной смеси. В ходе экспериментов использовалась рыборастворительная смесь со следующим процентным содержанием компонентов: 80% сушеного измельченного картофеля, 10% сушеной пивной солодовой дробины, 10% рыбного порошка из побочных продуктов переработки лососевых рыб (тешы, наросты и приголовки лосося). Влияние температуры в предматричной зоне на реологические свойства расплава биополимера из рыборастворительной смеси изучалось в интервале от 373 до 433 К, влажности рыборастворительной смеси – от 12 до 18 %, что соответствует режиму горячей экструзии.

Экспериментальные данные для расчета коэффициентов μ и n приведены в Таблице. Методика расчета приведена ниже.

Рассчитывается разница между полученными значениями потерь давления:

$$\Delta p_{1,2} = \Delta p_1 - \Delta p_2 \quad (2)$$

где Δp_1 , Δp_2 – экспериментальные значения потерь давления на выходе из экструдера при одной и той же производительности, Па.

Уравнение для степенной жидкости при использовании капилляров круглого поперечного сечения [7]:

$$\Delta p_{1,2} = 2\mu(L_1 - L_2) \left[\frac{3n+1}{4n} \cdot r^{\frac{3n+1}{n}} \right]^{-n} Q^n \quad (3)$$

где L_1 , L_2 – длины длинного и короткого капилляра, м; r – радиус капилляра, м. Если учесть, что уравнение (3) представимо в виде:

$$\Delta p_{1,2} = NQ^n \quad (4)$$

И принять допущение, что при обработке экспериментальных данных составлена система точек Q_k , $\Delta p_{1,2}$, $k=1-m$, которая теоретически коррелирует с уравнением (4). То при нахождении оценок пары (N, n) по методу наименьших квадратов:

$$\ln N = \frac{\sum_{k=1}^m \ln^2 Q_k \sum_{k=1}^m \ln \Delta p_{1,2} - \sum_{k=1}^m \ln Q_k \sum_{k=1}^m \ln Q_k \ln \Delta p_{1,2}}{m \sum_{k=1}^m \ln^2 Q_k - (\sum_{k=1}^m \ln Q_k)^2} \quad (5)$$

$$n = \frac{m \sum_{k=1}^m \ln Q_k \ln \Delta p_{1,2} - \sum_{k=1}^m \ln Q_k \sum_{k=1}^m \ln \Delta p_{1,2}}{m \sum_{k=1}^m \ln^2 Q_k - (\sum_{k=1}^m \ln Q_k)^2} \quad (6)$$

Данные для расчета коэффициента μ и индекса течения n

Диаметр капилляра, м													0,01					
Длина длинного капилляра, м													0,4					
Длина короткого капилляра, м													0,1					
Влажность, %		12				14				16				18				
Производи-тельность, кг/ч		16	21	25	34	16	21	25	34	16	21	25	34	16	21	25	34	
При температуре в предматричной зоне 100°C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па		21	25			33	39	50		52	60		107					
		9	6	329	420	8	3	5	673	2	4	775	2	805	927	1184	1723	
$\Delta P2 \times 10^3$, Па		53	10			79	16	25		11	24			178	374	598	727	
		,0	6	162	177	,6	1	1	284	9	6	388	454					
n		0,522				0,556				0,589				0,621				
μ , Па·с ⁿ		492507				398121				327810				275341				
При температуре в предматричной зоне 110 °C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па		22	26			35	40	52		54	62							
		8	5	341	441	1	8	4	707	2	6	803	113	835	962	1228	1812	
$\Delta P2 \times 10^3$, Па		54	10			81	16	26		12	25			183	387	621	763	
		,6	9	169	186	,9	7	1	298	2	4	403	477					
n		0,532				0,566				0,599				0,631				
μ , Па·с ⁿ		420725				341960				283231				239417				
При температуре в предматричной зоне 120 °C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па		23	27			36	42	54		56	64		118					
		6	5	354	464	5	3	3	742	2	9	832	2	868	998	1270	1903	
$\Delta P2 \times 10^3$, Па		56	11			84	17	27		12	26			189	400	645	801	
		,3	3	175	195	,4	2	1	313	6	3	418	501					
n		0,542				0,576				0,608				0,640				
μ , Па·с ⁿ		359989				294234				245176				208604				
При температуре в предматричной зоне 130 °C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па		24	28			37	43	56		58	67		124					
		5	5	367	487	9	8	3	779	4	4	862	6	901	103	1312	1997	
$\Delta P2 \times 10^3$, Па		57	11			86	17	28		13	27			194	413	669	841	
		,4	7	182	205	,2	8	1	328	0	2	434	526					
n		0,552				0,586				0,618				0,649				
μ , Па·с ⁿ		308532				253621				212643				182138				
При температуре в предматричной зоне 140 °C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па			29		5			45	58	81				130		107	136	
		255	6	380	1	393		5	3	8	607	699	893	9	936	4	3	20 95
$\Delta P2 \times 10^3$, Па			12		2			18	29	34								88
		59,7	1	189	5	89,6		5	2	5	133	281	451	552	200	427	694	3
n		0,562				0,595				0,627				0,658				
μ , Па·с ⁿ		264878				219015				184791				159368				
При температуре в предматричной зоне 150 °C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па		26	30			40	47	60		63	72		137					
		5	7	394	537	8	2	4	859	0	5	924	5	972	111	1410	2200	
$\Delta P2 \times 10^3$, Па		61	12			92	19	30		13	29			205	442	720	927	
		,4	5	197	226	,1	1	4	362	7	1	468	579					
n		0,572				0,605				0,637076972				0,667469018				
μ , Па·с ⁿ		227795				189484				160914,3				139754,7				
При температуре в предматричной зоне 160 °C																		
$\Delta P1 \times 10^3$, Па		27	31			42	48	62		65	75		100					
		5	8	409	564	4	9	6	902	4	2	957	144	9	115	1459	2310	
$\Delta P2 \times 10^3$, Па		63	13			94	19	31		14	30			211	457	746	974	
		,2	0	204	237	,7	7	5	380	1	0	485	608					
n		0,582				0,615				0,646				0,676				
μ , Па·с ⁿ		196252				164249				140412				122830				

После чего по формуле для кольцевого формирующего канала определяется коэффициент динамической вязкости μ :

$$\mu = \frac{N}{2(L_1 - L_2)} \left[\frac{3n+1}{4n} r^{-\frac{3n+1}{n}} \right]^{-n} \quad (7)$$

В результате обработки экспериментальных данных были получены следующее регрессионные уравнения:

$$\mu = 105,34 \cdot 10^4 - 22,39 \cdot 10^3 W + 3,59 \cdot 10^3 T \quad (8)$$

$$n = 0,253 + 1,61 \cdot 10^2 W + 0,95 \cdot 10^3 T \quad (9)$$

где: T – температуры расплава биополимера в предматричной зоне одношнекового экструдера, К; W – начальной влажности рыборастворительной смеси, %. Полученные уравнения позволяют выявить закономерности изменения реологических характеристик расплава биополимера в заданном диапазоне исследуемых параметров.

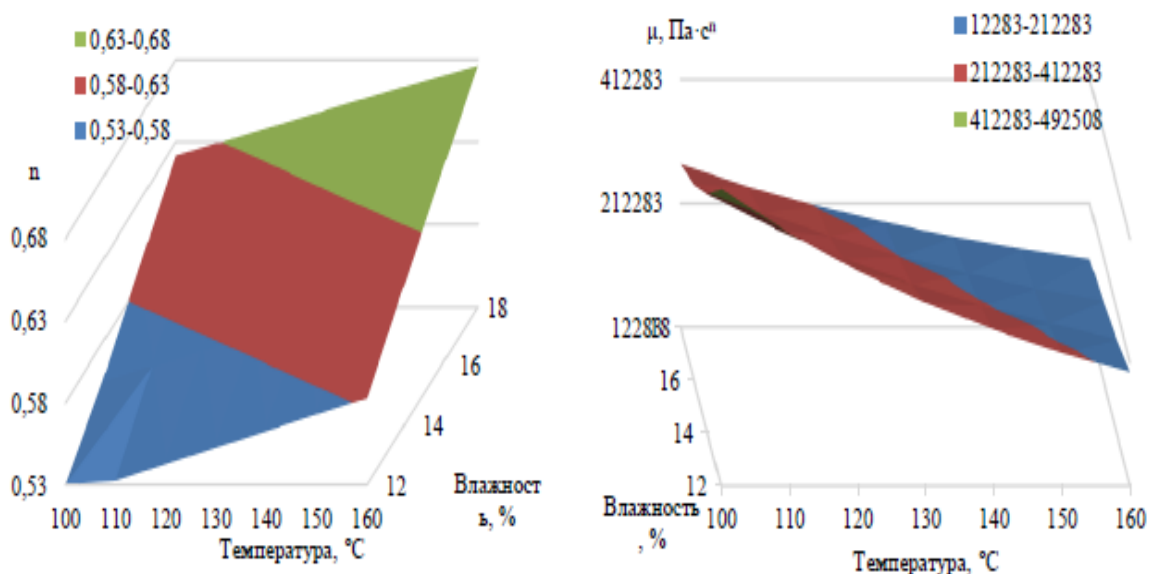


Рис. 1. Зависимость индекса течения n и коэффициента динамической вязкости μ от влажности рыборастворительной смеси и температуры в предматричной зоне

На основании полученных значений индекса течения n и коэффициента динамической вязкости μ по уравнению степенной жидкости (1) определили изменение напряжения сдвига у стенки капилляра при различных значениях влажности рыборастворительной смеси и температуры в предматричной зоне одношнекового экструдера.

Из анализа графиков зависимости динамической вязкости и индекса течения от влажности и температуры (рис. 1) и кривых, характеризующих течение степенной жидкости (рис. 2) видно, что структура разрушается в интервале скоростей сдвига $10 - 15 \text{ с}^{-1}$, что свидетельствует о перестройке, происходящей в расплаве исследуемого продукта. При этом анализ уравнений регрессии (8) и (9) показывает, что влажность оказывает большее влияние на реологические свойства расплава, чем температура [4, 7].

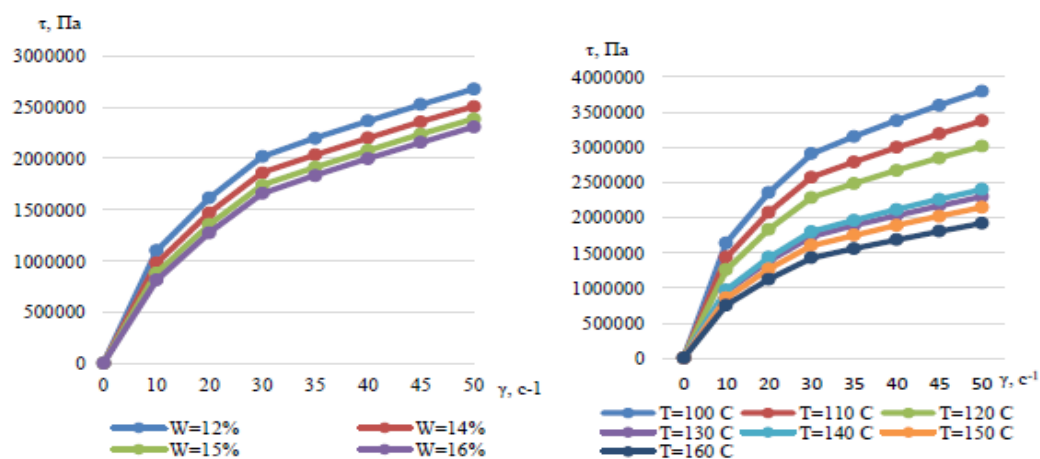


Рис. 2. Кривые, характеризующие течение степенной жидкости: а – при постоянной температуре 403 К; б – при постоянной влажности 12%

В результате исследования реологических свойств расплава рыборастворительной смеси, находящегося в предматричной зоне экструдера, было определено, что расплав в определенном диапазоне скоростей деформации можно отнести к псевдопластичным жидкостям. Установлено, что максимальные скорости деформации, необходимые для получения экструдированных продуктов требуемого качества соответствуют началу участка плавного перехода в область разрушенной структуры и составляют $10 - 15 \text{ с}^{-1}$. Результаты исследования реологических свойств расплава будут использованы для проектирования конструкций формирующих узлов экструзионной техники и обоснования диапазона частот вращения шнека с целью получения экструзионных продуктов питания стабильно высокого качества.

Литература

1. Alam M.S., Kaur J., Khaira H., Gupta K. Extrusion and extruded products: changes in quality attributes as affected by extrusion process parameters: a review/ Critical reviews in food science and nutrition, № 56 – 2016 – 445-473.
2. Huber G. R. and Rockey G. J. (1990). Extruded snacks. In: Snack Food, pp.107–138. Booth, R. G., Ed., New York: AVI.
3. Малкин А.Я. Реология: концепции, методы: пер. с англ. / Малкин А.Я., Исаева А.Я. – СПб.: Профессия, 2007. – 560 с.
4. Напольских М.С. Исследование реологических свойств пищевых экструдированных текстуратов на растительно-мясной основе / Остриков А.Н., Напольских М.С. // Техника и технологии агропромышленного комплекса. Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. №2. – 2012. – с. 75 – 77.
5. Ненахов Р.В. Разработка и научное обоснование способа производства экструдированных картофелепродуктов, обогащенных белковыми добавками [Текст] / Р.В. Ненахов Дисс. канд. техн. наук. – Воронеж: – 2001. – 147 с.
6. Остриков А.Н. Экструзия в пищевой технологии / Остриков А.Н., Абрамов О.В., Рудометкин А.С. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
7. Соколов И.Ю. Разработка способа и моделирование процесса получения коэкструдированных продуктов с сведением начинки в формирующий узел экструдера [Текст] / Соколов И.Ю. Дисс. канд. техн. наук. – Воронеж: – 2007. – 164 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЭКСТРАКЦИИ БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФИТОСЫРЬЯ

И.А. Бакин, А.С. Мустафина

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

bakin@kemsu.ru

Аннотация

Перспективным направлением при разработке продукции функционального назначения является использование традиционных видов растительного сырья, произрастающих в регионе производства и потребления, а также переход к органическим технологиям. Изделия с использованием в рецептуре фитосырья имеют ряд преимуществ, главным из которых является повышенное содержание натуральных биоактивных веществ. Актуальным вопросом для обеспечения сохранности комплекса ценных компонентов является использование берегающих методов переработки, с получением полуфабрикатов высокой степени готовности, например густых фитоэкстрактов, в основе технологии которых заложены процессы экстрагирования. Ускорение процессов извлечения из растительных клеток целевых веществ достигается при обработке сырья в ультразвуковом поле. Целью работы являлось исследование процессов экстрагирования с электрофизической обработкой фитосырья и подбор оптимальных параметров для различных групп активных компонентов лекарственно-технического сырья Сибирского региона на примере ягод смородины черной.

Ключевые слова

Фитоэкстракты, ультразвук, экстрагирование, оптимизация процесса.

Природные соединения фитосырья, к которым относятся полифенольные соединения, аскорбиновая кислота, дубильные вещества и другие активные компоненты обеспечивают терапевтическое воздействие на организм человека и профилактическую функцию продукции. Значительный антиоксидантный эффект имеют антоциановые вещества, содержащиеся в повышенных количествах, в сравнении с другими культивируемыми растениями Сибирского региона, в ягодах смородины черной. В исследованиях [1] (Anttonen, M.J. и др., University of of Kuopio, Finland) установлено, что смородина является одним из самых богатых природных источников антоцианов, при их содержании до 1260 – 2878 мг / 100 г (сухого веса) от общей массы, что делает ее перспективным сырьем для органической пищевой продукции с антиоксидантными свойствами. Однако проблемой является деградация антоцианов и производных веществ при термическом воздействии (от 65 °С) [1] и длительном процессе их извлечения [2].

Интенсификация процессов экстрагирования и достижение наиболее полного и селективного извлечения целевых компонентов реализуется при обработке сырья в ультразвуковом (УЗ) поле [2]. Электрофизическое воздействие при извлечении не только значительно сокращает процесс, но и позволяет влиять на качественный состав экстракта – уменьшить количество экстрагируемых пектиновых и протопектиновых веществ, растительных волокон и других примесей. Параметры УЗ воздействия при подобранном типе экстрагента обуславливают переход антоцианового комплекса в необходимом качественном составе. В тоже время применение УЗ облучения

сдерживается эффектами избыточной деструкции растительных клеток при увеличении мощности и частоте колебаний в системе. В связи с этим основной задачей исследований являлось изучение влияния УЗ воздействия на выход целевых компонентов при получении жидких экстрактов ягод черной смородины и нахождение рациональных значений параметров электрофизической обработки.

Опытным путем изучено влияние типа экстрагента на степень и полноту извлечения фенольных соединений [3] из ягодной мезги (средний размер частиц 6 мм), при варьировании соотношения расходов фаз, на основе чего установлено что для водно-спиртовых растворов (гидромодуль 1:10; этанол 40 % об.) наблюдается максимальный выход антоцианов, кверцетинов, катехинов и др. флавоноидов. В исследованиях с использованием раствора этанола 60 % об., при гидромодуле 1:2,5 [4] выход рутина повысился в 2,3 раза, по сравнению с контролем (водная мацерация).

Исследовано воздействие УЗ облучения с частотой в 22 кГц на облучаемую систему, исходя из условия протекания процесса в зоне докавитационных режимов. Получено, что при интенсивности УЗ воздействия 2 Вт/см² (мощность излучателя до 180 ВА) не происходит деструкции клеток мезги и перехода балластных компонентов в раствор. Температура облачаемой среды не повышалась более чем на 35 °С в течение одного часа [4]. Кинетическая картина извлечения полифенольных соединений оценивалась по изменению оптической плотности раствора (по фотоколориметрическому методу анализа). Установлено, что в опытах, где величина гидромодуля составляла 1 к 10, оптическая плотность раствора в среднем больше на 11%, чем при значении параметра равном 1 к 15. Время достижения равновесного состояния (равенство значений оптической плотности) составило 15 минут (1 к 10) и 20 минут (1 к 15). Проведенный количественный анализ экстрактов показал, что массовая доля сухих растворимых веществ увеличивается при подобранных параметрах процесса в среднем в 1,5 раза (от 3,3% до 4,8%). Повышение концентрации аскорбиновой кислоты (мг/100 см³) наблюдается от 11 до 16,7, по сравнению с контрольным образцом (мацерация при 60 °С в течение одного часа).

Таким образом, в работе показана перспективность электрофизической обработки фитосырья для ускорения процессов селективного экстрагирования биоактивных компонентов. Получены рекомендованные параметры обработки ягод черной смородины из условий максимального извлечения флавоноидов и аскорбиновой кислоты. Экстрагирование водно-спиртовыми растворами (40 % об., гидромодуль 1 к 10) ягодного сырья при ультразвуковом облучении интенсивностью 2 Вт/см² и частоте 22 кГц сокращает продолжительность извлечения (до равновесного значения полифенольных соединений) до 15 минут, при уменьшении содержания балластных веществ в экстракте.

Литература

1. Anttonen M.J., Karjalainen R.O. High-performance liquid chromatography analysis of black currant (*Ribes nigrum* L.) Fruit phenolics grown either conventionally or organically // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2006. – vol. 54, no. 20. – pp. 7530–7538.
2. Averyanova E.V., Khmelev V.N., Tsyganok S.N., Shakura V.A. Research of process of extraction of biologically active substances (BAS) from plant raw materials in the conditions of ultrasonic extraction // 18th Int. Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2017: Conference Proceedings, 2017. – Novosibirsk: NSTU, 2017. – pp. 255-259.
3. Школьникова М.Н., Бакин И.А., Мустафина А.С., Алексенко Л.А. Оптимизация процессов получения экстрактов фитобиотических фарм субстанций ягодного

- сырья // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 121–130. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-121-130>.
4. Бакин И.А., Мустафина А.С., Лунин П.Н., Влияние комплексных технологических приемов обработки на экстрагирование ягодного сыра // Известия вузов. Пищевая технология. – 2016. – № 5–6 (353–354). – С. 24–27.

УДК.663.1

ЭНЕРГООБМЕН МЕЖДУ КЛЕТКАМИ И КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДОЙ В АППАРАТАХ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Ю.Н. Гуляева^{1,2}, А.Г. Новосёлов¹, В.Б. Тишин¹, Д.Д. Темершин¹

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Санкт-Петербург, Россия

gulyaeva.yul@yandex.ru

Аннотация

В данной работе рассмотрен процесс энергообмена между клетками микроорганизмов и окружающей средой при их аэробном культивировании. Приведено решение дифференциального уравнения теплопроводности с внутренним источником энергии. На основе баланса между поступающим и отводящим тепловым потоком из культуральной жидкости через стенки теплообменника получено уравнение позволяющее рассчитывать, и, соответственно, регулировать подачу хладоносителя с учетом изменения концентрации биомассы в течение всего процесса культивирования.

Ключевые слова

энергообмен, клетка, культивирование, температура клетки.

В процессе аэробного культивирования микроорганизмов возникает необходимость в постоянном отводе тепловой энергии, образующейся внутри клеток в результате биохимических процессов [1, 2]. Как это может показаться ни странным, но четкого ответа на вопрос: на много ли отличается температура внутри клетки от температуры окружающей её среды, нет.

Цель данной статьи состоит в попытке установления связи между скоростью отвода теплоты из клетки и скоростью метаболических процессов, протекающих внутри клетки.

В литературе даётся подробное описание различных моделей механизма транспорта питательных веществ из культуральной среды в клетку и отвода продуктов метаболизма из клетки через плазматическую мембрану [2], но данные по вопросам теплообмена между клеткой и средой, по сути, отсутствуют.

Можно представить два варианта обмена тепловой энергией клетки с окружающей её средой. Во-первых, теплопроводностью. Во-вторых, путём перемещения из клетки в окружающую её среду молекул с высоким энергетическим потенциалом и из окружающей среды в клетку молекул с низким потенциалом. Иначе говоря, во втором случае мы имеем дело с переносом или, если так можно сказать, с молекулярной конвекцией, скорость которой определяются физиологическими свойствами биологического объекта. Скорее всего, имеют место оба варианта, но в том, и другом случае мы имеем дело с молекулярным переносом энергии.

Перенос теплоты от поверхности клетки к поверхности какого-либо теплообменного устройства делится на два этапа. Первый - молекулярный перенос теплопроводностью внутри самой клетки до её наружной поверхности. И второй этап конвекционный – от её наружной поверхности к поверхности теплообменника.

Распределение температур внутри клетки будем искать при следующих допущениях: сферичности её формы и равномерного распределения температуры по её

объёму. В основе решения поставленной задачи лежит уравнение Фурье, описывающее перенос теплоты теплопроводностью с внутренним источником энергии, записанное применительно поставленным условиям [3],

$$\frac{1}{R^2} \frac{d}{dR} \left(R^2 \frac{dT}{dR} \right) + \frac{q_k}{\lambda_k} = 0, \quad (1)$$

где R – радиус расположения произвольной точки с температурой T ; q_k – удельная мощность внутреннего источника теплоты, Вт/м³; λ_k – теплопроводность клетки.

Схематичное изображение клетки приведено на рис. 1. Перенос теплоты из клетки через плазматическую мембрану толщиной δ_m , внутренний радиус которой равен R_V , наружный – R_f . Примем $T_V = \text{const}$ и теплопроводность клетки и мембраны одинаковыми.

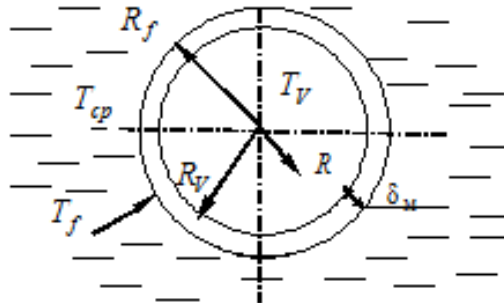


Рис. 1. Схематичное изображение клетки

Приняв граничные условия: $R = R_V, T = T_V = \text{const}$ и $R = R_f, T = T_f$, где, T_f – температура на наружной поверхности клетки, после двойного интегрирования уравнение (1), запишем

$$T = T_f + \frac{1}{6} \frac{q_k}{\lambda_k} (R_f^2 - R^2) + \frac{1}{3} \frac{q_k}{\lambda_k} R_V^3 \left(\frac{1}{R_f} - \frac{1}{R} \right). \quad (2)$$

Уравнение (2) выражает закон распределения температуры по толщине мембраны.

Из уравнения (2) можно получить частный вариант решения, если условно принять всю клетку твёрдым телом, в центре которого находится источник энергии с максимальной температурой T_V . Отвод теплоты из клетки происходит по механизму теплопроводности за счёт разности температур $\Delta T_k = T_V - T_f$. Таким образом, уравнение (2) примет вид:

$$T = T_f + \frac{1}{6} \frac{q_k}{\lambda_k} (R_f^2 - R^2) \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что разность температур $\Delta T_k = T_V - T_f$ равна:

$$\Delta T_k = \frac{1}{6} \frac{q_k}{\lambda_k} R_f^2. \quad (4)$$

Образующаяся в клетке теплота отводится через её поверхность, удельная величина которой q_f (Вт/м²) связана с q_k равенством: $q_f = q_k R_f / 3$. С другой стороны удельный тепловой поток из клетки в окружающую её среду $q_f = \alpha_k (T_f - T_{cp})$, где α_k коэффициент теплообмена между поверхностью клетки и жидкостью, зависящий от гидродинамической обстановки в культиваторе. Приравняв правые части равенств, запишем

$$q_k R_f = 3\alpha_k (T_f - T_{cp}). \quad (5)$$

В уравнении (5) требуют определения две величины q_k и α_k . Температура окружающей клетку среды T_{cp} задаётся технологическими условиями культивирования.

Задача по определению коэффициента теплообмена между клеткой и культуральной средой α_k может быть решена на основе полуэмпирической теории турбулентного переноса теплоты и трехслойной модели затухания турбулентных пульсаций у твёрдой поверхности клетки. В слое, непосредственно примыкающем к клетке, затухание турбулентных пульсаций принималось по закону четвёртой степени [4].

Для того, чтобы определить разность температур $(T_f - T_{cp})$ в уравнении (5), необходимо знать количество теплоты, выделяемой одной клеткой q_k .

В литературе приводится суммарное удельное количество биологической теплоты, выделяемой клетками дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [5], равное $Q_m \approx 4,7 \cdot 10^6$ Дж/кг. В данном случае уравнение для расчёта удельной энергии, выделяемой всеми клетками, можно представить в следующем виде:

$$E_k = 4,17 \cdot 10^6 \frac{dx}{dt}. \quad (6)$$

Зная E_k , найдём $q_k = E_k / z$, где z количество клеток. Расчёты показали, что в уравнении (5) $\alpha_k \approx 10^5$, а $(T_f - T_{cp}) \approx 10^{-18}$, т.е. температуры в клетке и в окружающей её среде очень близки.

Таким образом, теплообмен между клеткой и культуральной средой не является определяющим при поддержании в культиваторе заданного температурного режима. Всё будет определяться условиями переноса теплоты из культуральной среды через поверхность теплообменного устройства к хладоносителю.

Использование уравнения (6) при решении тех или иных задач, требует знания в нём значения производной. Вид производной будет зависеть от выбора математической модели кинетики прироста биомассы. По вопросам построения и выбора моделей можно обратиться к литературе [1, 2, 5]. Мы остановились на уравнении степенного вида

$$X = X_H (1 + (\gamma t)^n), \quad (7)$$

где X_n – начальная концентрация биомассы в культуральной жидкости, задаётся технологическими условиями, t – время культивирования. С учётом уравнения (7) выражение (8) примет вид:

$$E_k = 4,17 \cdot 10^6 X_1 n \gamma^n t^{n-1} \quad (8)$$

Согласно уравнению (8), выделяемая клетками энергия изменяется во времени, что, в свою очередь, требует чёткого контроля за ходом технологического процесса, и принятия соответствующих мер в случае нарушения температурного режима в культиваторе. Это можно сделать, меняя, например, подачу и температуру хладоносителя в теплообменник. Объёмный расход хладоносителя находится из условия теплового баланса по уравнению:

$$W = \frac{V_\delta \cdot \tilde{O}_1 \cdot n \cdot \gamma^n \cdot t^{n-1}}{\rho_j \cdot c_p (T_1 - T_2)} \quad (9)$$

где T_1 и T_2 – соответственно температуры хладоносителя на входе в теплообменник и на выходе из него, W – объёмный расход хладоносителя, V_p – объём культуральной среды. Для расчёта входящих в равенство (9) величин γ и n в работе [6] приведены уравнения:

$$\gamma = a_1 (b_1 - e^{-c_1 q}) , \quad (10)$$

$$n = a_2 (b_2 - e^{-c_2 q}) , \quad (11)$$

где $q = Q_A / V_p$ – удельный расход воздуха, 1/ч; Q_A – объёмный расход воздуха, м³/ч. Коэффициенты a_1 , c_1 , c_2 имеют размерность 1/ч; a_2 , b_1 и b_2 – безразмерны. Они находятся в сложной зависимости от начальных значений углеводов S_n . Таким образом, к уравнениям (10) и (11) добавится ещё шесть уравнений, устанавливающие функциональную связь коэффициентов с S_n [6]. Мы не будем их приводить, а покажем результаты конечных расчётов в графическом виде на рис. 2 в виде изменения расхода хладоносителя во времени при различных значениях X_n : $q=90$, ч⁻¹, $\gamma = 0.28$, $n = 1.35$.

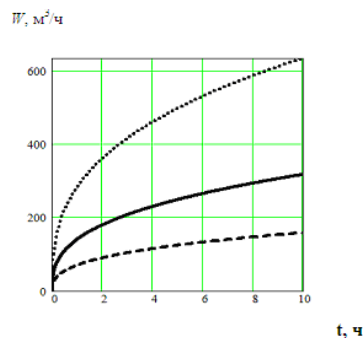


Рис. 2. Изменение расхода хладоносителя в процессе культивирования при X_n , (кг АСБ/м³):
 — 5; — 10; ●●● 20

Рис. 2 наглядно демонстрирует изменение расхода хладоносителя через теплообменник в процессе культивирования, что связано с увеличением биомассы в

культиваторе. В дальнейшем эта информация даст возможность выбора способа регулирования подачи хладоносителя в теплообменник (ступенчатое, или непрерывное). Особенно это важно при культивировании микроорганизмов с высокими концентрациями в биомассы в дрожжевой суспензии [7, 8].

Выводы

1. Решение дифференциального уравнения теплопроводности с внутренним источником энергии позволило установить, что температуру в биологической клетке можно принять равной, температуре окружающей её среды, и что условия теплообмена между клеткой и культуральной жидкостью не являются определяющими при поддержании в культиваторе заданного температурного режима.

2. На основе баланса между поступающим тепловым потоком в культуральную жидкость и отводящим тепловым потоком из культуральной жидкости через стенки теплообменника получено уравнение позволяющее рассчитывать и, соответственно, регулировать подачу хладоносителя с учетом изменения концентрации биомассы в течение всего процесса культивирования.

Литература

1. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств.– М.:Лёгк. и пищ. пом., 1981. – 339 с.
2. Аркадьева З.А. Безбородов В.М. и др. Промышленная микробиология. – М.: Высшая школа, 1989. – 688 с.
3. Кутепов А.М, Полянин А.Д., Запryanов З.Д. и др. Химическая гидродинамика. Справочное пособие. – М.: Бюро Квантум, 1996. – 366 с.
4. Соколов В.Н., Доманский И.В. Газожидкостные реакторы. – Л.: Машиностроение, 1976. – 278 с.
5. Шишацкий Ю.И., Фёдоров В.А., Востриков С.В. Современные конструкции дрожжерастильных аппаратов и пути повышения эффективности их работы.–М.: ЦНИИ и ГЭИ пищ. пром.. Серия: Дрожжевая промышленность, 1977. – 20 с.
6. Tishin V.V., Ismailova Y.N. Mathematical Models of the Kinetics of the Cultivation of Microorganisms. *Biophysics*, 2018, V 63, №2, pp. 197-200.
7. Тишин В.Б. Культивирование микроорганизмов. Кинетика, гидродинамика, тепло- и массообмен. – СПб.: РАПП, 2012. 180 с.
8. Гуляева Ю.Н. Исследование процесса культивирования хлебопекарных дрожжей при условиях высокой концентрации биомассы в кожухотрубном струйно-инжекционном ферментаторе (КСИФ).Дисс.канд.техн.наук. СПб, СПбГАХПТ, - 153 с.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РЫБЫ

О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

oleg.ageev@klgtu.ru

Аннотация

В рамках построения теории резания рыбы рассмотрена система сил, действующая на режущий орган. Экспериментально исследованы структурно-механические характеристики промысловых видов рыб и обоснованы реологические модели мышечной ткани. Выполнено математическое моделирование сил нормальных контактных давлений, сил сопротивления формы, а также сил трения. Установлены зависимости указанных сил от геометрии ножа, реологических свойств сырья и скорости резания. Поставлена и решена оптимизационная задача по определению геометрии режущих органов, обеспечивающих минимизацию сил вредных сопротивлений. Созданы научные основы ресурсосберегающего процесса резания и разработаны инновационные конструкции мехатронных машин для первичной обработки рыбы.

Ключевые слова

Рыба, резание, сила, сопротивление, форма, трение, нож, грань, вязкоупругость.

В настоящее время резание рыбы лезвием является основным технологическим процессом при первичной обработке сырья. Резание осуществляется ножами различных видов, которые приводятся в движение электроприводом. От величины механического воздействия на мышечную ткань рыбы существенно зависит качество готовой продукции, поскольку при силовых нагрузках снижается влагоудерживающая способность материала, снижается эластичность и прочность тканей, возрастают потери массы при хранении, увеличивается содержание азота летучих оснований, ухудшаются органолептические оценки качества мяса [1]. Вместе с вытекающим мышечным соком при обработке и хранении рыбы теряются вкусовые и питательные вещества (белки, азотистые и минеральные вещества). Зависимость перечисленных факторов от механического воздействия усиливается при резании размороженной рыбы. Для обеспечения ресурсосбережения при резании рыбы необходимо тщательно проанализировать и минимизировать силы, приложенные к лезвию со стороны объекта обработки.

Исследована система сил, действующих на нож при резании рыбы в условиях стесненного сжатия со стороны материала [2]. Это реактивная сила полезного сопротивления при разрушении материала режущей кромкой P_1^P ; реактивная вязкоупругая сила сопротивления G_1^P , действующая на наклонную грань ножа и разложенная на нормальную к направлению резания составляющую (силу нормального контактного давления на наклонную грань ножа P_2^P) и касательную к направлению резания составляющую (силу сопротивления формы ножа F_1^P); сила трения наклонной грани ножа F_2^P ; реактивная вязкоупругая сила сопротивления G_2^P , действующая на боковую грань ножа и совпадающая с силой нормального контактного давления на

боковую грань P_3 ; сила трения боковой грани ножа F_3 . Нож преодолевает силы сопротивлений и перемещается в материале с постоянной скоростью под действием движущей силы Z .

При построении научной теории резания рыбы экспериментально исследованы структурно-механические характеристики промысловых видов рыб и показано, что мышечная ткань проявляет вязкоупругие свойства. Обоснование выбора выполнено путём сравнительного анализа базовых реологических моделей, соответствующих вязкоупругому поведению материала. Получены результаты экспериментальных испытаний мышечной ткани ставриды, скумбрии, сардинеллы атлантической, сельди атлантической, салаки балтийской на прямую ползучесть, релаксацию и обратную ползучесть. Проведен регрессионный анализ соответствия экспериментальным данным математической модели Максвелла-Томсона, модели Максвелла, модели Кельвина-Фойгта и модели Бюргерса. Установлено, что мышечная ткань рыбы до разрушения проявляет ограниченное течение под нагрузкой, релаксирует при постоянной нагрузке до равновесного состояния, полностью восстанавливается при полной разгрузке. Показано, что результатам проведённых экспериментальных испытаний приближенно соответствует трехэлементная реологическая модель Максвелла-Томсона. Модель Бюргерса более точно описывает кинетику деформации и напряжения в ограниченных периодах времени при большом нагружении, близком к пределу прочности материала, однако при малом и среднем нагружении существенно расходится с результатами экспериментов [3].

Процесс резания рыбы лезвием имеет сложный характер с трибологической точки зрения. Нож с некоторой скоростью, в общем случае зависящей от формы профиля, деформирует пищевой материал наклонными гранями. После полного погружения наклонных граней ножа боковые грани входят в контакт с деформированным материалом, что сопровождается процессом релаксации напряжений. Одновременно следует учитывать, что поверхность граней является шероховатой, поэтому материал в малом приповерхностном слое деформируется также микронеровностями шероховатой поверхности ножа.

В связи с этим, процесс резания теоретически исследован на двух масштабных уровнях – макроскопическом и микроскопическом. На макроуровне рассмотрения решающими факторами являются макроскопические параметры лезвия – угол заточки, толщина лезвия, глубина погружения режущей кромки, форма профиля. На микроуровне решающее влияние оказывают параметры шероховатости поверхности ножа. Показано, что силами вредных сопротивлений являются векторные суммы вязкоупругих реактивных сил сопротивления формы на макроскопическом уровне и деформационных сил трения – на микроскопическом. Сила полезных сопротивлений приложена к режущей кромке ножа, и ее преодоление приводит к разрушению материала.

Такой подход, предусматривающий определение потерь на сопротивление и трение на различных масштабных уровнях и их суммирование, позволяет найти силы вредных сопротивлений резанию с учетом влияния макрогеометрических параметров ножа (угла заточки, толщины лезвия, формы грани), а также микрогеометрических параметров шероховатости, скорости резания и реологических характеристик материала.

Для определения сил вредного сопротивления резанию требуется описание сил нормальных контактных давлений на грани ножа. В связи с этим разработаны математические модели сил нормального контактного давления на наклонные грани ножа при резании рыбы в одномерной постановке (одноосном нагружении материала). Проведено математическое моделирование сил нормального контактного давления на боковые грани ножа. В указанных работах установлено, что силы нормального

контактного давления на наклонные и боковые грани существенно зависят от глубины погружения ножа, геометрии лезвия, реологических свойств материала, а также от скорости движения ножа [4]. Также определено, что при движении ножа в материале образуется присоединенная каверна, объем которой связан с энергетическими потерями, обусловленными диссипацией энергии в вязкоупругом материале. Сокращение объема присоединенной каверны соответствует снижению количества вязкоупругой энергии, безвозвратно рассеянной в материале вследствие ее перехода в тепловой вид при релаксации напряжений.

Наряду с вышеизложенным, разработана математическая модель для определения нормального контактного давления на заднюю наклонную грань двухкромочного ножа [5]. При резании рыбы ножом с двумя кромками вязкоупругая энергия аккумулируется в материале и высвобождается после полного погружения в материал боковых граней. При этом положение крайней точки контакта и объем присоединенной каверны зависят от углов заточки граней и скорости резания. Установлено, что предельное положение крайней точки при увеличении скорости ножа определяется отношением тангенсов углов заточки передней и задней наклонных граней. Сила нормального контактного давления при этом зависит от толщины ножа, углов заточки граней, меры эластичности материала и скорости ножа.

Отмечено, что отсутствие у ножа боковых граней оказывает влияние на положение крайней точки контакта и силу нормальных контактных давлений лишь при малых и средних скоростях ножа. Это объясняется тем, что при высоких скоростях процесс релаксации напряжений протекает за малое время перед разгрузкой материала. При отсутствии у ножа боковых граней также образуется присоединенная каверна, обусловленная диссипацией энергии в материале, что объясняется скачкообразным изменением режима нагружения демпфера Фойгта в реологической модели материала при контакте с угловой точкой ножа. Теоретически показана невозможность полного контакта материала с задней наклонной гранью ножа, профиль которого имеет угловые точки. В данной математической модели проявляется термодинамический аспект процесса раздвижения материала гранями ножа.

В результате определения сил нормальных контактных давлений на грани ножа сила сопротивления формы ножа на основе энергетического подхода интерпретирована как деформационная сила трения на макроскопическом масштабном уровне при условии гладкости поверхности граней. Принята приближенная модель мышечной ткани рыбы, предусматривающая деформацию элементарных волокон как в направлении резания, так и по нормали к направлению движения ножа. Разработаны математические модели для размерных и безразмерных сил сопротивления формы однокромочного и двухкромочных ножей [6]. Установлены зависимости размерных и безразмерных сил от геометрии ножа, глубины погружения лезвия в материал, скорости резания и реологических констант материала. Зависимости сил от безразмерной скорости являются монотонными, в то время как при отсутствии стесненного сжатия материала по направлению резания соответствующие зависимости проявляют немонотонность и имеют явно выраженные максимумы. Выполнен сравнительный анализ безразмерных сил сопротивления формы ножа с прямым обухом и двухкромочных ножей. Показано, что использование двухкромочного ножа без боковых граней обеспечивает существенное снижение безразмерной силы вредных сопротивлений и сокращение энергетических затрат на резание рыбы. В случае стесненного сжатия материала по направлению резания величины сил сопротивления почти на порядок превышают соответствующие значения сил, возникающих при отсутствии стесненного сжатия вертикальных волокон. При этом разности значений сил для различных видов ножей с увеличением безразмерной глубины погружения становятся много меньше абсолютных величин указанных сил.

С использованием энергетического подхода и обоснованием формы элементарного микровыступа шероховатости с учетом технологического рельефа

лезвия, выполнена постановка задачи математического моделирования микроскопических деформационных сил трения. Показано, что технология изготовления режущего инструмента для обработки рыбы обуславливает регулярность рельефа его поверхности, в связи с чем является обоснованным приближенное описание микронеровостей граней ножа периодическими функциями. При внедрении режущей кромки лезвия в мышечную ткань рыбы происходит выделение капиллярно-удерживаемой влаги на свежесрезанную поверхность материала и грани ножа. Высвободившаяся влага контактирует с шероховатой поверхностью лезвия, частично заполняя промежутки между неровностями рельефа и образуя микроскопические мениски. Таким образом, при резании рыбы возникает режим граничного трения.

При выборе аналитического описания регулярного микрорельефа рабочих органов рыбообрабатывающего оборудования с учетом технологических формообразующих факторов использована физико-технологическая теория неровностей поверхности. Действие формообразующих факторов при изготовлении ножей имеет периодический или практически периодический характер, что обусловлено подачей инструмента, оборотами заготовки, самозатачиванием абразивного инструмента и другими условиями. В соответствии с усовершенствованной технологией изготовления режущих органов рыбообрабатывающих машин принято, что форма периодического технологического микрорельефа поверхности ножа сформирована чистовым ротационным точением, а также последовательным шлифованием мелкозернистым абразивом и полированием. Случайная составляющая профиля минимизируется за счет совершенствования технологии обработки поверхности ножей, улучшения отвода стружки, улучшения металлорежущего инструмента, повышения жесткости узлов станка и т.д.

При условии малости случайных составляющих, выполнено приближенное математическое моделирование микрорельефа поверхности на основе тригонометрического ряда гармоник. Получены выражения для геометрической формы микровыступов шероховатости в виде спектров результирующего профиля с одной, двумя и тремя гармониками. С учетом вышеизложенного, рассмотрены плоские контактные задачи о скольжении абсолютно твердого тела (микровыступа шероховатой поверхности ножа) по вязкоупругому основанию (мышечной ткани рыбы) с постоянной скоростью. При движении ножа в материале распределение контактного давления становится несимметричным на каждом микровыступе поверхности. Это обусловлено запаздывающей восстановительной деформацией материала. При этом равнодействующая эпюры давления смещена в направлении движения ножа. По этой причине возникает касательная составляющая контактного давления, обуславливающая деформационную силу трения на микроскопическом масштабном уровне.

Получены математические модели для определения контактных давлений, действующих на микровыступы шероховатой поверхности ножа. Также получены выражения для размерных и безразмерных деформационных сил трения. Показано, что силы трения существенно зависят от формы микровыступов, реологических свойств материала и скорости скольжения. Зависимости от скорости имеют немонотонный характер, причем при малых и больших скоростях сила трения стремится к нулю. Исследованы зависимости безразмерных координат крайних точек контакта материала и микровыступов от скорости скольжения, которые также являются немонотонными. Показано, что при определенных формах микровыступов и скоростях скольжения возникает режим насыщенного контакта с отсутствием присоединенных каверн, при котором происходит существенное снижение силы трения за счет максимальных площадок контакта и вязкоупругого восстановления материала.

Наряду с вышеизложенным, с целью исследования зависимости безразмерной силы трения от геометрической формы микровыступов использован метод управляемых функций. В рамках физико-технологической теории неровностей

получено математическое описание профиля шероховатой поверхности ножа в виде безразмерной периодической функции с параметром. Введены безразмерный параметр формы микровыступа и соответствующий ему безразмерный коэффициент заполнения, являющийся отношением безразмерной площади микровыступа к площади единичного квадрата. Разработаны математические модели для определения безразмерной деформационной силы трения при различных параметрах формы и коэффициентах заполнения. В результате численного моделирования установлены зависимости указанной силы от данных параметров и показано, что со снижением безразмерного коэффициента заполнения микровыступа безразмерная сила трения возрастает.

Выполнена постановка оптимизационной задачи с целью определения параметров формы граней ножа, при которых обеспечивается минимизация сил вредных сопротивлений. В результате ее решения определены геометрические параметры оптимальных ножей для резания рыбного сырья с заданными диапазонами реологических свойств.

Особые сложности в теории резания пищевых продуктов вызывает аналитическое моделирование процесса разрушения такого сложного с реологической точки зрения вязкоупругого материала как рыба. До настоящего времени определение сил полезных сопротивлений проводятся на основе экспериментальных испытаний, в результате которых разработан широкий спектр эмпирических моделей процесса резания. В связи с тем, что остается нерешенной актуальная задача математического описания процесса разрушения ножом мышечной ткани рыбы, направлением дальнейших исследований является математическое моделирование сил полезного сопротивления резанию, обусловленных разрушением волокон мышечной ткани рыбы режущей кромкой ножа.

Построение теории резания рыбы формирует научную основу для проектирования и конструирования оптимальных режущих органов рыбообрабатывающего оборудования, а также позволяет обеспечить существенное ресурсосбережение на производстве. В результате создания научного обеспечения ресурсосберегающего процесса резания разработаны инновационные конструкции мехатронных машин для первичной обработки рыбы, защищенные 26 патентами на изобретение и включающие оптимизированные режущие органы, современные средства цифрового электропривода и лазерной локации [7]. На ряд патентов заключены лицензионные договоры.

Литература

1. Агеев О.В. Совершенствование технологического оборудования для первичной обработки рыбы: опыт, проблематика, системный подход: научная монография / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 261 с.
2. Агеев О.В., Наумов, Ю.А. Фатыхов В.А. Математическое моделирование сил нормального контактного давления на боковые грани ножа при резании пищевых материалов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2017. № 4(34). С. 27–42.
3. Агеев О.В., Наумов В.А., Фатыхов Ю.А., Самойлова Н.В. Анализ соответствия реологических моделей структурно-механическим свойствам рыбы // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2018. № 2(36). С. 34–43.
4. Агеев О.В. Математическое моделирование сил нормального контактного давления на грани двухкромочного ножа при резании рыбы / Агеев О.В., Наумов В.А., Фатыхов Ю.А., Самойлова Н.В. // Известия КГТУ. – 2018. – № 50. – С. 81–102.

5. Ageev O.V., Fatykhov J.A, Jakubowski M. Mathematical simulation of forces of normal contact pressure on the edges of double-edge knife during food materials cutting. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 2018, Vol. 10 (5), pp. 158-169. – Scopus.
6. Агеев О.В., Наумов В.А., Фатыхов Ю.А. Математическое моделирование сил сопротивления формы ножа при резании рыбы // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019. № 1(39). С. 47–62.
7. Устройство для резки рыбного филе на пласт: пат. 2617576 РФ, МПК А22 С25/18 / Агеев О.В., Бабарыкин К.В., Фатыхов Ю.А.; заявитель и патентообладатель Калининградский гос. техн. ун-т. – № 2015148113; заявл. 09.11.15; опубл. 25.04.17; бюл. № 12.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ В ОДНОШНЕКОВОМ ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРЕ

Д.В. Доня, А.М. Попов

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Doniadv@rambler.ru

Аннотация

Проведено исследование инстантированных гранулированных продуктов, получены кривые течения, которые можно описать реологическим уравнением Оствальда-де-Вилля, однако точность их математического описания недостаточная. Применяв для описания кривых течения несколько реологических уравнений, повысили адекватность и надежность построенного уравнения, среднеквадратического отклонения и средней ошибки аппроксимации $\bar{\epsilon}$.

Аннотация

Ключевые слова: реология, кривые течения, экструзия, агломерация.

Течение материала в различных зонах шнекового пресс-гранулятора представляет собой сложный взаимосвязанный процесс, при этом характер течения материала на отдельных его участках будет отличаться [2]. Материал, попадая в зону загрузки, подвергаясь небольшим внешним воздействиям, продвигается к следующей зоне – пластификации, в которой происходит возрастание нагрузки на перерабатываемый материал, который начинает плавиться, превращаясь в единую структуру (как правило пластино-вязкую), свойства которой отличаются от исходного сырья. Затем, в зоне дозирования материал подвергается еще большим внешним воздействиям, после чего он поступает в матрицу, где происходит окончательное агломерирование продукта и превращение его в гранулы. Реологические уравнения течения позволяют понять физику процессов, происходящих с продуктом при воздействии на него внешних сил, т.е. эти уравнения показывают зависимость напряжений от скорости деформации, характера деформации и свойств материала [1]. Таким образом, применение реологических исследований является актуальным при проектировании, усовершенствовании оборудования для любого процесса и для экструзии так же [3].

Теоретической основой для проведения исследований процессов движения продуктов в шнековых пресс-грануляторах являются основные законы механики деформируемых сред [4]. Общие уравнения можно выразить тремя основными законами сохранения массы, импульса и энергии. Задача энергетического анализа процесса переработки продуктов сводится к совместному решению уравнений законов сохранения массы, импульса и энергии. При этом граничными и начальными условиями будут следующие: давление в аппарате должно быть непрерывным, конечным и положительным, скорости потока также должны быть непрерывны и ограничены. Однако имеется затруднение как в общем исследовании вопросов о существовании и единственности решений уравнений сохранения массы, энергии и импульса, так и в фактическом построении решений уравнений для конкретных случаев движения продукта. Это связано с нелинейностью слагаемых, так называемых квадратичных членов инерции, и переменности вязкости продукта.

Реологические уравнения сложных идеальных тел

п/п	Тело	Описывающее уравнение
1	Ньютон	$\tau = \eta \dot{\gamma}$
2	Оствальд-де-Вале	$\tau = \eta \dot{\gamma}^n$
3	Шведов-Бингам	$\tau = \tau_0 + \eta \dot{\gamma}$
4	Гершель-Балкли	$\tau = \tau_0 + \eta \dot{\gamma}^n$
5	Кессон	$\tau = \sqrt{\tau_k^{1/2} + (\eta_k \dot{\gamma})^{1/2}}$
6	Шульман	$\tau = (\tau_k^{1/n} + (\eta_k \dot{\gamma})^{1/n})^n$
7	Ферри	$\tau = \frac{\eta_0 \dot{\gamma}}{1 + c\tau}$
8	Штейнер-Рабинович	$\tau = \frac{\dot{\gamma}}{c + A\tau^2}$
9	Де Хавен	$\tau = \frac{\eta_0 \dot{\gamma}}{1 + c\tau^n}$
10	Эллис	$\tau = (\eta_0 + k\dot{\gamma}^{n-1})\dot{\gamma}$
11	Сиско	$\tau = \eta_\infty \dot{\gamma} + b\dot{\gamma}^n$
12	Хейнц	$\tau = \sqrt[3]{\left(\tau_x^{\frac{2}{3}} + (\eta_x \dot{\gamma})^{\frac{2}{3}}\right)^2}$
13	Вильямс	$\tau = \frac{A\dot{\gamma}}{B + \dot{\gamma}} + \eta_\infty \dot{\gamma}$
14	Рейнер-Филиппов	$\tau = \left[\eta_0 + \frac{\eta_0 - \eta_\infty}{1 + \left(\frac{\tau}{\tau_m}\right)^2} \right] \dot{\gamma}$
15	Рейнер	$\tau = \frac{\eta_\infty \dot{\gamma}}{1 - \frac{\eta_0 - \eta_\infty}{\eta_0} \exp\left(-\frac{\tau^2}{\chi}\right)}$
16	Метер	$\tau = \eta_0 \left[\frac{1 + \left(\frac{\tau}{\tau_m}\right)^{A-1} \left(\frac{\eta_\infty}{\eta_0}\right)}{1 + \left(\frac{\tau}{\tau_m}\right)^{A-1}} \right] \dot{\gamma}$
17	Прандль-Эйринг	$\tau = \frac{\eta_0 \operatorname{arsh}(B\dot{\gamma})}{B}$
18	Повелл-Эйринг	$\tau = \eta_\infty \dot{\gamma} + \frac{(\eta_0 - \eta_\infty) \operatorname{arsh}(B\dot{\gamma})}{B}$
19	Рейнер-Филиппов-Реер	$\tau = \tau_0 + \frac{\eta_0 - \eta_\infty}{1 + \left(\frac{\tau}{\tau_m}\right)^n} \dot{\gamma} + \eta_\infty \dot{\gamma}$
20	Михайлов-Лихтхайм	$\tau = \frac{\tau}{\tau_0} (\eta_0 - \eta_\infty) \dot{\gamma} + \eta_\infty \dot{\gamma}$ $\operatorname{sh}\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)$
21	Пеек-Мак-Леан-Вильямсон	$\tau = \frac{\eta_0 - \eta_\infty}{1 + \frac{\tau}{\tau_m}} \dot{\gamma} + \eta_\infty \dot{\gamma}$

Переменность вязкости объясняется аномально-вязким поведением продукта, причиной которому являются возникающие в нем образования, продолжительность жизни которых зависит от механического воздействия на него. В состоянии покоя в продукте происходит равновесный процесс агрегации и разрушения структуры, наложение на него напряжений сдвига нарушает равновесие и происходит изменение

вязкости. Кроме аномалии вязкости при течении продукты проявляют и другие свойства, такие как пластичность, сдвиговую упругость, эластичность и т.д., которые обусловлены их структурой [3].

К настоящему моменту учеными предложен ряд разнообразных реологических уравнений состояния различных продуктов (таб. 1) [2].

Каждое из этих уравнений содержит некоторое количество эмпирических параметров, которые определяются в зависимости от физических и термодинамических свойств деформационного состояния продукта (скорость сдвига, напряжение, состав и т.д.). Однако каждое реологическое уравнение является идеализацией действительного деформационного поведения продукта.

Несмотря на громоздкость некоторых реологических уравнений, они не в состоянии описать деформационное поведение всего спектра материалов с достаточной степенью точности. Даже при простоте аналитических представлений реологических уравнений общее аналитическое решение этих уравнений весьма сложно. Однако при применении соответствующих граничных условий и допущений возможно получение частных решений [4].

Нами проведены исследования реологического поведения инстантированных гранулированных продуктов полученных из следующих сыпучих компонентов: №1 сахар-песок, картофельный крахмал, мякоть ягоды брусники; №2 сахар-песок, картофельный крахмал, мякоть ягоды брусники и аронии, в качестве связующего вещества использовали концентрированный сок брусники. Исследования проводились в лаборатории «Реологии» кафедры «Машины и аппараты технологических систем» КемГУ. Для определения зависимости скорости сдвига от напряжения сдвига проводились исследования смеси исходных компонентов с различным содержанием связующего раствора на ротационном вискозиметре «Rheotest-2». Обработку экспериментальных данных производили с помощью программы «Виртуальная модель кривых течения» (свидетельство об официальной регистрации № 2008612695) [5]. Результаты исследования представлены на рис. 1 и 2.

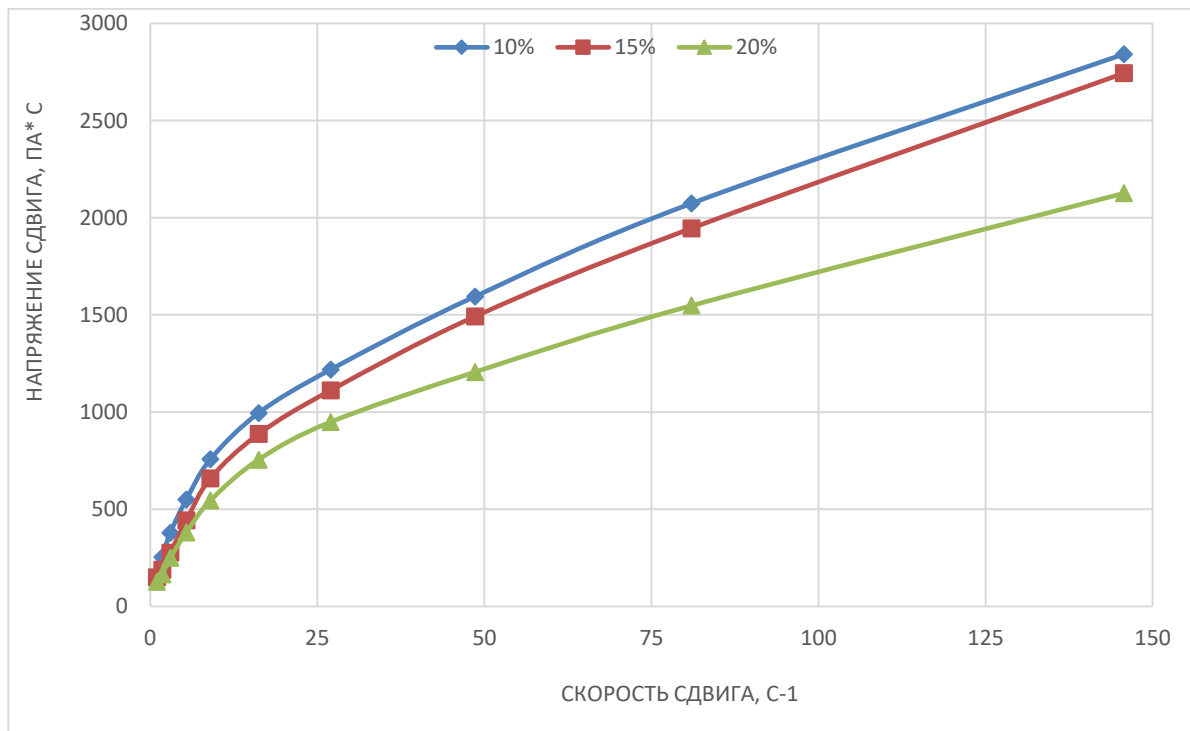


Рис. 1. Кривые течения образца № 1 при влажности W 10, 15, 20%

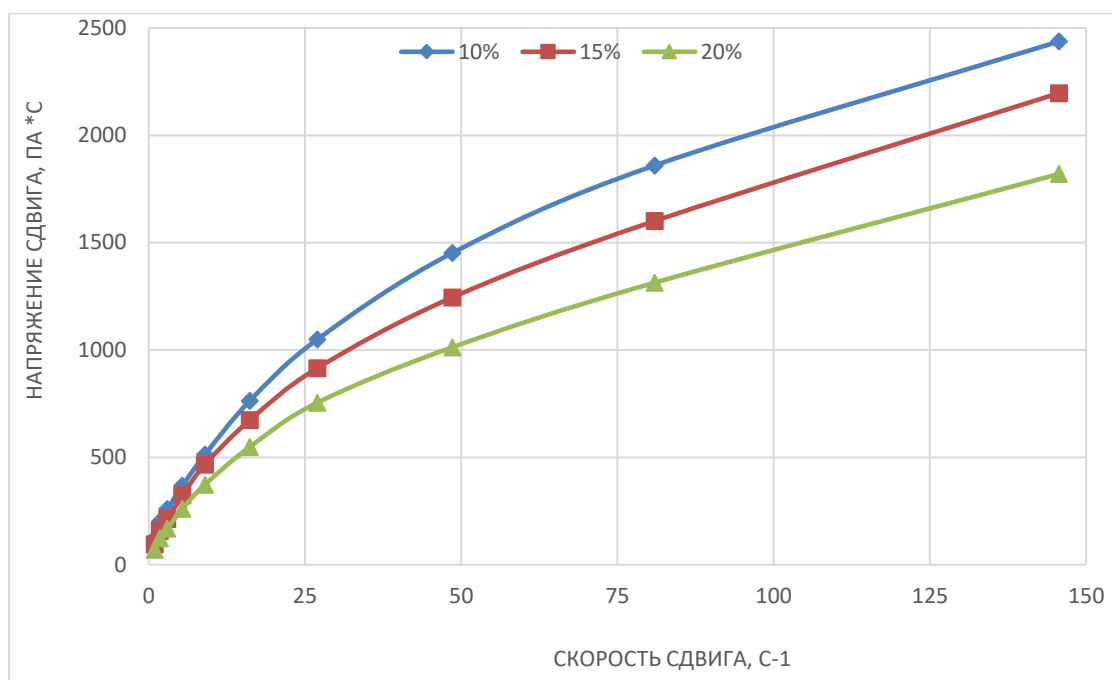


Рис. 2. Кривые течения образца № 2 при влажности W 10, 15, 20%

Обработку кривых течения производили двумя способами, в первом случае описание производилось одним реологическим уравнением (результаты представлены в таб. 1), затем эту же кривую обрабатывали с использованием нескольких реологических уравнений по методу наименьших квадратов (таб. 2). В результате обработки также производилась статистическая оценка адекватности и надежности построенного уравнения на основе среднеквадратического отклонения и средней ошибки аппроксимации $\bar{\epsilon}$.

Таблица 2

Результаты обработки кривых течения по уравнению Оствальда-де-Вале $\tau = \eta \dot{\gamma}^n$

п/п	W, %	η	n	$\bar{\epsilon}$
Образец №1				
1	10	134,95	0,57	8,09
2	15	152,37	0,59	7,19
3	20	190,80	0,56	8,55
Образец №2				
4	10	83,22	0,64	7,23
5	15	108,42	0,63	6,18
6	20	134,67	0,6	4,79

Таблица 3

Результаты обработки кривых течения по методу наименьших квадратов

п/п	W, %	Уравнение из таблицы 1	$\dot{\gamma}, c^{-1}$	τ_0	η	n	$\eta_{пл}$	$\bar{\epsilon}, \%$
Образец №1								
1	10	2	1 – 9		119,52	0,68		2,09
		4	9 – 16,2	282,50	–	–	29,17	
		3	16,2 – 145,7	296,48	81,92	0,62		

п/п	W, %	Уравнение из таблицы 1	$\dot{\gamma}$, с ⁻¹	τ_0	η	n	$\eta_{пл}$	$\bar{\epsilon}$, %
Образец № 1								
2	15	4	1 – 9	82,24	–	–	64,69	1,63
		4	9 – 16,2	374,00	–	–	31,67	
		3	16,2 – 145,7	493,26	44,97	0,79	0,97	
3	20	2	1 – 5,4	–	160,14	0,75	–	2,04
		4	5,4 – 9	239,50	–	–	57,5	
		2	9 – 145,7	–	258,22	0,48	–	
Образец № 2								
4	10	2	1 – 9	–	119,52	0,68	–	2,09
		4	9 – 16,2	282,5	–	–	29,17	
		3	16,2 – 145,7	296,48	81,92	0,62	–	
5	15	4	1 – 1,8	16,25	–	–	78,75	2,22
		2	1,8 – 145,7	–	116,35	0,61	–	
6	20	4	1 – 1,8	22	–	–	100	3,37

Таким образом, исследуемые образцы имеют аномально-вязкий характер течения, для описания которого можно применить одно реологическое уравнение, но при этом получим достаточно неточное описание их деформационного поведения ($\bar{\epsilon} = 4,79 - 8,55$). Снижение ошибки при описании деформационного поведения продуктов возможно при использовании метода наименьших квадратов, это существенно повышает точность результатов ($\bar{\epsilon} = 1,63 - 3,37$). То есть для одной кривой течения получаем два и более уравнения, в достаточной степени адекватно описывающие деформационное поведение продукта, при этом в значительной степени усложняется математический аппарат. Однако, при работе шнекового пресс-гранулятора по длине шнека и в матрице не развиваются такие скорости сдвига, чтобы пришлось применять весь спектр реологических уравнений. Как правило, оно будет ограничено одним, максимум двумя уравнениями при значительном повышении точности описания реологического поведения.

Таким образом, для повышения точности обработки полученных экспериментальным путем кривых течения их можно описывать несколькими реологическими уравнениями, каждое из которых с большей точностью описывает деформационное поведения образца на конкретном участке данной кривой.

Литература

1. Корячкин В.П. Разработка машины для коэкструзии пищевых масс / Корячкин В.П., Гончаровский Д.А., Гончаров Ю.В. – Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов, № 2(19), 2013. – 26–32 с.
2. Марченко В.И. Исследование влияния структурно-механических свойств твердой фракции сброженного птичьего помета на процесс влажного гранулирования / Марченко В.И., Сидельников Д.А., Панасенко А.В. – Научный журнал КубГАУ, № 124(10), 2016. – 14 с.
3. Пятов В.В. Методика проектирования шнековых машин для экструзии пластичных сред / Пятов В.В., Голубев А.Н., Ширяев П.С. – Вестник витебского государственного технологического университета, № 2(33), 2017. – 42–52 с.
4. Popov A.M. Determination of dependence between thermophysical properties and structural-and-phase characteristics of moist materials / Popov A.M., Plotnikov K.B., Donya D.V. Foods and Raw Materials. 2017. T. 5. № 1. С. 137–143.

5. Литвинова И.А. Компьютерные технологии в реологических исследованиях молочных продуктов / Литвинова И.А., автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемерово, 2012.

УДК 621.512.8

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МЕМБРАННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ С ОТВОДОМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО СЛОЯ

Б.А. Лобасенко

Кемеровский Государственный университет, г. Кемерово, Россия

lobasenko@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются типовые методы интенсификации мембранных процессов. Описывается метод интенсификации, основанный на отводе поляризационного слоя. Оцениваются основные группы оборудования, принцип работы которого основан на отводе поляризационного слоя, их достоинства и недостатки. Приводятся схемы и принцип работы мембранных установок, с использованием оборудования на основе отвода поляризационного слоя.

Ключевые слова

Мембранные аппараты, установки, поляризационный слой.

Мембранные технологии нашли широкое распространение в различных отраслях промышленности и, в частности, пищевой. Этому способствуют преимущества, которыми они обладают. Наиболее существенными являются малая инактивация обрабатываемых сред за счет создания щадящих условий обработки продуктов, возможность работы при невысоких температурах, получение продуктов с заданными свойствами, возможность получения малоотходных технологий.

Однако, имеется недостаток, который ограничивает их применение. Наиболее существенным является образование слоя задерживаемых веществ на поверхности мембраны (явление концентрационной поляризации). Это приводит к повышению гидравлического сопротивления и снижению проницаемости мембраны. С ним активно борются, используя различные методы, которые можно разделить на четыре группы: механические; гидродинамические; физические; химические. Однако, они не могут полностью предотвратить это явление и оказывают лишь кратковременное воздействие.

Исходя из этого, для интенсификации процесса было предложено использовать это явление. Это обусловлено тем, что сформировавшийся на поверхности слой имеет более высокую концентрацию, чем в ядре потока. Поэтому отвод и использование его при дальнейшей переработке позволит уменьшить продолжительность концентрирования и увеличит производительность.

Экспериментальные исследования показали, что характер изменения содержания растворенных веществ в отводимом слое зависит от продолжительности обработки и имеет циклический вид. Это связано с тем, что вначале за счет фильтрации происходит накопление задерживаемых веществ на мембране, а затем происходит срыв верхней части осадка за счет тангенциального течения, когда оно превышает силу сцепления. Затем процесс повторяется. При этом пиковые значения, соответствующие максимальной и минимальной значениям концентраций будут значительно отличаться. В этой связи целесообразно производить раздельный отвод каждой из них. С течением времени за счет образования осадка уменьшается проницаемость мембраны, а, следовательно, снижается интенсивность образования слоя и его концентрация.

Амплитуды волн сглаживаются и целесообразность отдельного отвода поляризационного слоя определяется экономическими соображениями.

На основе описанного выше способа, были предложены мембранные аппараты, которые можно разделить на три группы: конструкции, в которых производится отвод слоя; конструкции, в которых производится периодическая очистка мембраны; конструкции, в которых одновременно с отводом слоя осуществляется очистка мембраны [1, 2].

Аппараты первой группы являются наиболее простые в изготовлении и поэтому наиболее дешевые. Но их недостатком является накопления осадка на мембране, что приводит к снижению проницаемости по отводимому фильтрату.

С учетом этого была предложена вторая группа, отличительной стороной которой является возможность проведения периодической очистки мембраны. Это позволяет освободиться от накопившегося на мембране осадка, и увеличить производительность по фильтрату, а также поддерживать концентрацию отводимого поляризационного слоя на достаточно высоком уровне. Однако, при очистке не производится отвод слоя, а значит уменьшается продолжительность основной работы и вместе с ней и производительность.

Наилучшей, с точки зрения высокой производительности, является третья группа мембранных аппаратов, в которых имеется возможность совместной работы по отводу поляризационного слоя и очистки мембраны. Для этого используются различные варианты технических решений. Это позволяет достаточно продолжительное время поддерживать высокую проницаемость по фильтрату, которая благоприятно влияет на концентрацию поляризационного слоя. Недостатком этой группы является более сложная конструкция аппаратов и, как следствие, более высокая стоимость.

На основе экспериментальных образцов было разработано промышленное оборудование, которое состоит из мембранного элемента и присоединенного к нему отводящего устройства [3]. В качестве мембранного элемента могут быть использованы как оригинальные конструктивные решения, так и типовые аппараты, которые изготавливаются промышленностью. Принцип работы такого оборудования заключается в следующем: исходный раствор поступает в аппарат и с помощью мембран разделяется на фильтрат, который выводится из корпуса, обедненный поток и более концентрированный поляризационный слой, получаемые в отводящем устройстве. При концентрировании растворов конечным продуктом является поляризационный слой. Его количество и концентрация зависят от конструкции отводящего устройства. Поэтому его разработке уделялось особое внимание. Имеется несколько подходов при его проектировании:

- изготовление отдельных узлов, деталей и их последующая сборка для получения готового образца;
- использование 3d моделирования для получения готовой модели.

Второй способ наиболее целесообразен, т.к. менее трудоемок. Однако, точность изготовления в этом случае несколько ниже и по качеству исполнения он уступает первому.

С учетом предложенного оборудования было разработано два типа установок: периодического и непрерывного действия [4].

Установка периодического действия выполнена в виде двух однотипных контуров. Каждый контур состоит из мембранных аппаратов, емкостей для перерабатываемого раствора, поляризационного слоя и фильтрата, а также циркуляционных и, питающих насосов. Принцип её работы заключается в циркуляции раствора по одному из контуров, который включает емкость и мембранный аппарат. При этом раствор, поступающий в мембранный аппарат, разделяется на фильтрат, обедненный поток и поляризационный слой. Фильтрат отводится из аппарата,

обедненный слой циркулирует в этом контуре, а поляризационный слой отводится в емкость другого контура. Циркуляция раствора продолжается до тех пор, пока имеется раствор в первой емкости. Если раствор в этой емкости выработан, а концентрация продукта не достигнута, в работу вступает вторая емкость с поляризационным слоем, который будет выступать в качестве исходного раствора. При этом его циркуляция происходит по второму контуру аналогичным образом. Смена емкостей и соответствующих контуров продолжается до получения необходимой концентрации продукта.

Установка непрерывного действия включает несколько ступеней концентрирования, каждая из которых включает емкости, мембранные аппараты, питающие и циркуляционные насосы. В первой ступени на мембранном аппарате происходит разделение исходного раствора на фильтрат, обедненный поток и поляризационный слой. Фильтрат отводится из системы, обедненный поток циркулирует внутри ступени. Поляризационный слой, как более концентрированный, отводится на следующую ступень. В результате этого происходит ступенчатая концентрация на каждой из ступеней. Отвод и использование поляризационного слоя, имеющего бóльшую концентрацию, позволит значительно увеличить производительность процесса концентрирования и уменьшит его продолжительность.

Литература

1. Lobasenko B.A. Intensification of ultrafiltration concentrating by the separation of the concentration boundary layer / Lobasenko B.A., Semenov A.G. // *Food and Raw Materials*. – 2013. – №1. – pp. 74–81.
2. Lobasenko B.A. Membrane apparatus and plants development with polarization layer baffing/ Lobasenko B.A., Kotlyrov R.V. // *materials of the IV international research and practice conference*. – Munich, Germany, 2013, vol.1, pp.106–107.
3. Устройство для отвода поляризационного слоя [Текст]: пат.162804 Рос. Федерации: МПК7 В 01D 63/06/ Лобасенко Б.А.; заявитель и патентообладатель Лобасенко Б.А.-№20141541779/05; заявл. 29.12.14; опубл. 27.06.16, Бюл. № 18.
4. Лобасенко Б.А. Ультрафильтрация: Теория и практика/ Лобасенко Б.А., Семенов А.Г., Захаров Ю.Н. – Новосибирск: Наука, 2015. –204 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ПИЩЕКОНЦЕНТРАТОВ С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ КАЧЕСТВА

А.Л. Майтаков

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

may585417@mail.ru

Аннотация

В статье изложена концепция формирования информационной модели для оптимизации технологических потоков при производстве многокомпонентных гранулированных пищевых концентратов с заданными параметрами качества. Установлены закономерности влияния условий эксплуатации, среды изменения технологических параметров, отклонений выходных параметров (отказов) на задаваемые параметры качества рабочих модулей подсистем, определяющих надёжность формирования структуры и синтеза информационных моделей технологических блоков. Это позволяет обоснованно выбирать методы и средства технологического воздействия, в том числе комбинированных, для достижения необходимых показателей качества.

Ключевые слова

Моделирование, технологические потоки, параметры качества.

Создание научной базы для получения полидисперсных растворимых гранулированных продуктов с заданными параметрами качества возможно на основе формирования воздействия систем окружающей среды, систем технологического воздействия, рабочих модулей, комплексов, процессов и оборудования, а также технологических воздействий, с закономерностями взаимодействия между отдельными системами. Факторы окружающей среды, отклонений выходных параметров (отказов), типы процессоров и операторов процессов, технологические режимы приводят к необходимости структурирования информационной модели объекта процесса, и дальнейшей разработки и осуществления синтеза упомянутой модели технологического потока, создания набора оборудования, средств и материалов, требуемых для осуществления технологического процесса.

Учитывая это, была поставлена задача по разработке задачи разработки теоретических основ, гарантирующих качество функциональных элементов, идея которых заключается в определении моделей воздействия окружающей среды, среды потребителя, среды технологического воздействия и системы отказов на качество функциональных модулей, определяющих надёжность пищевых машин и аппаратов, а также синтез информационных моделей технологических блоков. Этот системный подход к объективному обоснованию методологии обеспечения качества позволил обосновать выбор методов и оборудования для технологического воздействия для достижения требуемых показателей качества.

Исходя из этого, была предложена схема – алгоритм решения задачи обеспечения требуемых показателей качества (рис.1).

На данной схеме:

– «1» – органолептические показатели, пищевая ценность, стоимость, безопасность, структурно-механические свойства и функциональность.

«2» – составляющие «1» органолептические показатели: – вкус, запах, цвет, внешний вид и консистенция; пищевая ценность белки, жиры, углеводы; энергетическая ценность; безопасность, наличие токсичных элементов, радионуклидов, пестицидов и микробиологических элементов; структурно-механические свойства - прочность, насыпную массу, сыпучесть, пористость, время растворения; функциональность - содержание антиоксидантов и содержание биологически активных веществ.

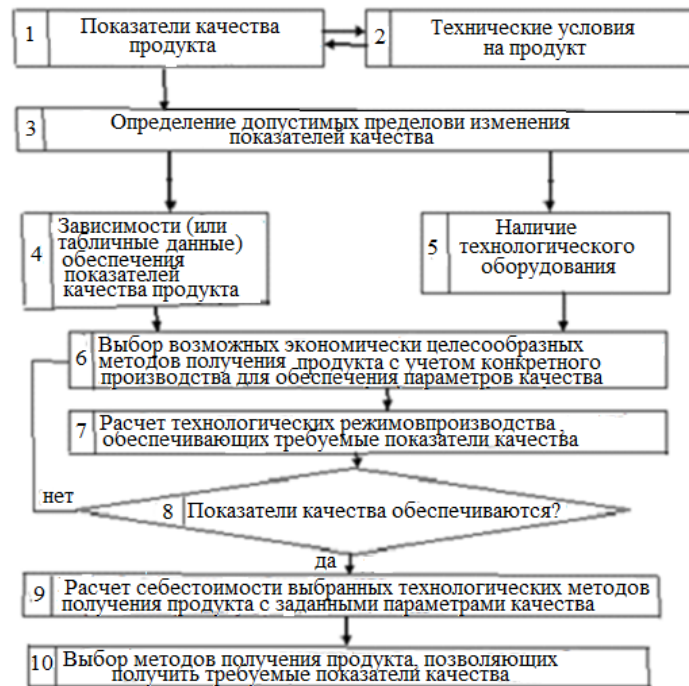


Рис. 1. Структурная схема решения задачи обеспечения требуемых показателей качества

Формирование информационной модели подсистем (технологических блоков) предусматривает использование большого количества исходных данных, характеризующих системы среды эксплуатации, конструктивно–технологических модулей объектов отказов, определение их взаимозависимостей и характера влияния каждого из них на выбор процессоров технологического блока.

В настоящее время большинство пищевых компаний производят продукцию крупными партиями с четко фиксированной технологией и организационной структурой. Они сосредоточены на производстве стабильного ассортимента продуктов, который снижает их конкурентоспособность. Поэтому современные обстоятельства требуют развития небольших универсальных предприятий, обеспечивающих производство широкого ассортимента продуктов питания для удовлетворения растущих потребностей населения.

При разработке многокомпонентного технологического процесса, обеспечивающего большую гамму выпускаемого продукта, необходимо четко определиться с рациональной технологической и организационной структурой процесса и его аппаратного обеспечения. Универсальный технологический поток может быть обеспечен за счет рационального использования многофункциональных устройств. Например, производство, состоящее из типовых технологических линий, должно содержать типовое оборудование, которое можно использовать для обработки новых видов сырья с незначительными изменениями и которое можно использовать в нескольких технологических процессах, включая типичные процессы и другие факторы.

Разработка процесса начинается с поиска аналогов технологических процессов, соответствующих конкретным условиям производства. При создании потоковых диаграмм при выборе варианта учитываются наилучшие предпосылки для использования стандартных, или согласованных технологических процессов. Наибольшая сложность в разработке технологии возникает, когда нет прототипа. Создавая сложный технологический процесс, связанный с производством быстрорастворимых гранулированных продуктов, определяются основные принципы производства, которые охватывают все технологические этапы для всего ассортимента продукции этой группы. Изготовление из одного сырья в одну линейку продукта подразумевает неразветвленный поток.

Разветвленный технологический поток используется при выработке из одной разновидности исходного сырья нескольких видов конечного продукта. Технологический поток с параллельными ветвями формируется в случае одновременного параллельного выполнения ряда идентичных операций из-за недостатка производительности таких операций по отношению к предыдущим, последующим или обеим из них.

Такие исследования проводились на основании методологии, разработанной и развиваемой академиком В.А. Панфиловым [1] – системологии пищевых и перерабатывающих производств. Данная система представляет целостность производственного процесса в технологическом комплексе, который представляет собой систему технологий и процессов, которые последовательно переходят к системе машин и аппаратов. Технологическая система, состоящая из структурных единиц - подсистем, операторов, процессоров и их взаимодействия, обеспечивает целостность всех объектов исследования.

Решение задачи синтеза определяет оптимальные технологические и организационные структуры системы и ее аппаратное оформление. Поэтому синтез систем для небольших перерабатывающих предприятий и предприятий, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, является структурно-параметрическим по своему содержанию и определяется характером их организации в зависимости от ассортимента продукции. Итерационные операции по проведению системного анализа и синтеза, выполняемые многократно, определяют содержание элементов, подсистем и их границ, а также структуру системы.

Технологический процесс получения (технологический поток) инстантированных гранулированных продуктов состоит из отдельных подсистем, состоящих из ряда технологических операций и процессов, различающихся один от другого, но при этом осуществляющие обобщенную функцию (цель) – создание продукта с заданными параметрами качества [2].

Поэтому основой для решения проблем на этом этапе может быть моделирование подсистем как самостоятельных объектов, что позволило бы рассматривать их как системы, предназначенные для исследования физико-химических явлений и процессов, и как один элемент с их связями формирование машинного аппаратного потока. Операционные модули формируются на основе классификации исходного набора технологических этапов по принципу аппаратной аналогии. Каждый блок состоит из основных и вспомогательных операторов и процессоров, которые образуют относительно независимую технологическую систему. В то же время существует возможность объединить их в более сложную систему – технологический процесс, который реализуется либо непосредственно через промежуточные резервуары, либо через установки полу-непрерывного цикла.

Качество конечного продукта зависит от типов этих воздействий и свойств материального потока. Оптимизируя эти параметры на каждой стадии технологического процесса, можно обеспечить конкурентоспособность производства растворимых гранул

Подсистема работы моделей является лишь контролируемой частью технологической системы, а их комбинация, представленная в виде модели, позволяет моделировать технологические процессы, связанные с переработкой сырья растительного и животного происхождения в практически любой тип растворимого гранулята

Имеет смысл организовать технологические подсистемы в виде единых или комбинированных технологических систем, позволяющих использовать устройства без их модернизации. В этом случае технологический поток формируется за счет организации подобных аппаратурных технологических процессов.

В данном случае технологический поток производства растворимых гранул наиболее удобно организован по типам блочных модулей. При моделировании сначала формируется серия типовых подсистем, технологический процесс которых формируется для каждой технологической схемы [3]. Формирование технологической структуры заключается в классификации технологических процессов по аппаратной аналогии. Принцип модульности позволяет моделировать технологии и производственные процессы, разрабатывать независимые подсистемы на основе информационной модели технологических блоков, сгенерированных при синтезе технологического процесса, что значительно упрощает процесс оптимального проектирования

Модель технологической схемы для производства быстрорастворимых гранул является относительно сложной и состоит из более чем 25 операторов, сгруппированных в подсистемы, которые подразделяют технологический поток на функциональные области, которые могут использоваться для выполнения наиболее важных технологических процессов (измельчение, сушки, экстрагирования, сушки, , фильтрации, гранулирования и т.д.)

В случае, когда качество конечного продукта определяется эффективностью каждого отдельного шага, эффективность каждого последующего шага определяется эффективностью предыдущего шага. При решении задач, связанных с эффективностью отдельного технологического этапа, вновь возникают проблемы с оптимизацией режима технологических параметров.

Анализ информационных моделей подсистем и системы в целом состоит в том, что необходимо выбрать параметры, по которым производится систематическая оценка качества, стабильность и управление технологическими процессами на выходе из этих подсистем и отдельных операторов, а также эффективность переработки сырья в полуфабрикаты и готовую продукцию и оценку стабильности осуществляемого процесса.

Допуски по этим параметрам определяются в соответствии с действующей нормативной документацией. Предлагаемые контролируемые параметры, необходимые для диагностики технологического процесса, позволяют определить стабильность показателей качества полуфабрикатов и готовых изделий на различных этапах производства растворимых гранул.

Для увеличения функциональности подсистема оснащается устройствами для автоматического управления осуществляемого процесса, а также вспомогательными устройствами, обеспечивающими стабильность температурных режимов и которые не оказывают неблагоприятного воздействия на термолабильные биологически активные вещества сырья и готового продукта во время осуществления технологического процесса.

Пусуществление такого подхода к моделированию технологий в производственном процессе, разработка информационной модели технологического блока на уровне малых предприятий, позволяет решать многие задачи по обеспечению более широкого ассортимента продукции, ее конкурентоспособности и производительности, а также задачу по обеспечению технологического обеспечения в

условиях нескольких показателей качества сырья, путем формирования оптимального набора (технологии и оборудования) x нагрузок на функциональные технологические процессы. Это позволяет поднять показатели качества выпускаемых продуктов на более высокий уровень, что обеспечивает постоянный спрос на быстрорастворимые гранулированные продукты.

Выбор лучшего варианта определяется сравнением показателей технико-экономического характера и затраты на обработку. Оптимальный показатель соответствует конкретной комбинации кодов элементов технологического блока, которому присвоен интегральный код, а элементам – одинаковый цвет соответствующих граней с кодами. Это «решение» виртуального выпуклого многогранника и есть информационная модель технологического блока. Примеры таких виртуальных блоков показаны на рис. 2.

На основании проведенного анализа разрабатывается технико-экономическое задание построения оптимальной технологической схемы.

Определение стабильности подсистем и степени целостности технологической системы проводилось на научно-производственном объединении «Здоровое питание» (Кемерово), специализирующимся на производстве быстрорастворимых гранулированных продуктов, сравнивая и диагностируя существующие технологии и рецептуры с вновь разработанными.

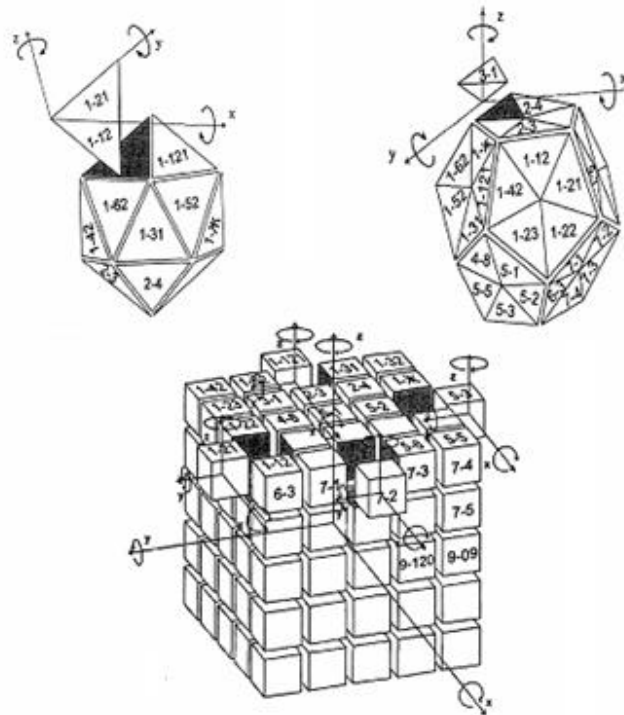


Рис. 2. Информационная модель технологического блока в виде виртуальных выпуклых многогранников

Подбор оборудования, преобразование в мехатронные модули с использованием программируемых элементов управления, установка датчиков с обратной связью и регулировкой частоты вращения двигателя, изменение рецептов компонентов, формирующих и увлажняющих компонентов, а также выбор технологических параметров процессов, которые допускают сдвиг скорости. технологическая система в области плохо организованных систем суммирования в области высокоорганизованных целостных систем практически в каждой подсистеме технологического логического потока гранулированных полидисперсных инстанцированных многокомпонентных напитков и завтраков

Это привело к стабильности качества продукта, увеличению производительности и уменьшению себестоимости.

Заключение

Таким образом были разработаны теоретические основы для обеспечения качества функциональных элементов технологического потока полидисперсных гранулированных (формованных) пищевых продуктов, идея которых заключается в установлении закономерностей влияния рабочей среды, технологических воздействий, системы отказов, на формирование качественных параметров функциональных модулей подсистем. определить достоверность структурообразования и синтеза информационных моделей технологических блоков.

Системный подход к обоснованию методологии обеспечения качества позволяет обосновать выбор методов и устройств, технологических воздействий, в том числе комбинированных, для достижения требуемых показателей качества.

Литература

1. Антипов С.Т., Панфилов В.А., Ураков О.А., Шахов С.В. Системное развитие техники пищевых технологий; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. М.: Колос С., 2010. 762 с.
2. Лотов В.А., Гурин В.В., Попов А.М. Основы управления процессами структурообразования во влажных дисперсных системах. Кемерово; М.: Издательское объединение «Российские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТШ, 2006. 295 с.
3. Майтаков А.Л. Моделирование и многокритериальный синтез производства гранулированных пищевых концентратов. Кемерово, 2017. 223 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

А.В. Федоров¹, И.В. Баранов¹, А.Г. Новоселов¹, Е.В. Тамбулатова¹, В.А. Крылов¹,
А.А. Федоров¹, А.Н. Лисицын², С.М. Волков²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Всероссийский научно-исследовательский институт жиров,
Санкт-Петербург, Россия

afedorov@itmo.ru

Аннотация

В работе исследованы реологические и теплофизические свойства нерафинированного и рафинированного оливкового масла. По данным реологических исследований было показано, что образцы оливкового масла в измерительной ячейке ротационного вискозиметра при повышении градиента скорости сдвига (или напряжения сдвига) с последующим их снижением изменяют своё структурное состояние. В статическом состоянии перед измерениями жидкая фаза оливкового масла имела коэффициент динамической вязкости почти на 65% меньше, чем после измерений. Причём численные значения реологических свойств оливкового масла были приблизительно равны аналогичным значениям для высокоолеинового подсолнечного масла. Температурные зависимости удельной теплоёмкости оливковых масел так же были приблизительно одинаковы с аналогичными данными для высокоолеиновых подсолнечных масел. Для описания процесса изменения состояний жидкой фазы ПРМ в процессе реологических исследований было предложено использовать модели конформеров молекул триглицеридов с «заслонённой» и «скошенной» пространственной структурой, имеющих различную потенциальную энергию.

Ключевые слова

Оливковое масло, неньютоновская жидкость, реологические свойства, теплофизические свойства, структурные состояния растительных масел.

Пищевые растительные масла (ПРМ) почти на 95 % состоят из сложных эфиров глицерина и жирных кислот различного состава, которые образуют так называемую «жировую фракцию» ПРМ. Оставшаяся часть приходится на долю стероидов, токоферолов, восков, фосфатидов и других компонентов, которые растворены в жировой фракции. При этом углеводородные радикалы насыщенных жирных кислот (НЖК), мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК), а также полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) различного состава могут занимать различные положения относительно каждого из трёх атомов углерода в молекуле глицерина [1, 2].

В работах [3, 4] методом ротационной вискозиметрии были исследованы как отдельно реологические свойства ПРМ, так и их реологические свойства параллельно с теплофизическими свойствами тех же образцов растительных масел. Причём измерения реологических зависимостей напряжения сдвига от изменения скорости сдвига проводились при помощи ротационного вискозиметра по стандартной методике, согласно которой в порядке возрастания задавались определённые численные значения градиента скорости сдвига $\dot{\gamma}$ из интервала приблизительно от 1 до 70 с⁻¹, а затем измерялось напряжение сдвига τ . Представленные в работах [3, 4] экспериментальные данные указывали на то, что при проведении реодинамических исследований для ПРМ

различных видов имело место нелинейное снижение коэффициентов динамической вязкости при увеличении градиента скорости сдвига (или напряжения сдвига). При этом численные значения коэффициентов динамической вязкости на фоне их общего снижения скачкообразно увеличивались в одном и том же интервале численных значений градиента скорости сдвига $\dot{\gamma}$ приблизительно от 5 до 15 c^{-1} (или напряжения сдвига τ от 0,25 до 1,0 Па), что могло свидетельствовать о формировании нового структурного состояния жидких ПРМ. Однако, не смотря на эти феномены, авторы данных статей предложили для описания жидкого состояния ПРМ модель «ньютоновской жидкости», которая не может адекватно описать полученные результаты.

В работах [5,6] на примере образцов высокоолеинового подсолнечного масла и подсолнечного масла линолевого типа, а также их мисцелл методом ротационной вискозиметрии нами были исследованы зависимости напряжения сдвига τ от изменения градиента скорости сдвига $\dot{\gamma}$ в значительно более широком интервале численных значений градиента скорости сдвига $\dot{\gamma}$, а именно, от 1 до 1500 c^{-1} . При этом были определены функции $\tau = f(\dot{\gamma})$, $\mu = f(\dot{\gamma})$ и $\tau = f(\dot{\gamma})$.

На основании экспериментальных данных для жидкого подсолнечного масла нами была предложена модель «псевдопластичной жидкости», обладающей реопектическими свойствами. Согласно этой модели по мере увеличения градиента скорости сдвига $\dot{\gamma}$ происходит постепенное разрушение начального структурного состояния жидкой фазы и одновременное формирование нового структурного состояния жидкой фазы подсолнечных масел, вызывающее нелинейное уменьшение коэффициентов динамической вязкости μ подсолнечных масел и их мисцелл. При значениях градиента скорости сдвига $\dot{\gamma} \geq 10 \text{ c}^{-1}$ жидкая фаза подсолнечных масел переходит в новое структурное состояние.

Одновременно с изучением реодинамических свойств образцов подсолнечного масла для них были исследованы зависимости удельных теплоёмкостей c от температуры T , представленные в [7]. Согласно полученным данным удельная теплоёмкость высокоолеиновых подсолнечных масел примерно на 3 % больше, чем удельная теплоёмкость подсолнечных масел линолевого типа (низкоолеиновых). При этом коэффициенты динамической вязкости высокоолеиновых подсолнечных масел примерно на 10 % больше, чем коэффициенты динамической вязкости подсолнечных масел линолевого типа (низкоолеиновых).

Поскольку подсолнечные масла изучались в качестве модельных образцов, то дальнейшие аналогичные реологические и теплофизические исследования были проведены с образцами других видов ПРМ. На примере нерафинированного и рафинированного оливкового масла, которое имеет сходный жирнокислотный состав с высокоолеиновым подсолнечным маслом, представленным в таблице, с использованием методики исследования гистерезиса были получены зависимости коэффициента динамической вязкости μ от напряжения сдвига τ , представленные на рис. 1, и удельной теплоёмкости c от температуры T , представленные на рис. 2.

Согласно [8] внутреннее строение жидкостей при температурах, не очень сильно отличающихся от их температур кристаллизации, в большей степени напоминает внутреннее строение твёрдого состояния данного вещества, чем его газообразное. В твёрдом состоянии ПРМ имеют несколько полиморфных форм с различной пространственной ориентацией молекул триглицеридов, описываемых «камертонной» моделью [2]. Динамическая вязкость μ ПРМ при повышении температуры снижается, а при снижении температуры T до температуры кристаллизации соответственно повышается. Таким образом можно сделать вывод, что жидкая фаза ПРМ вблизи температуры кристаллизации должна состоять преимущественно из молекул

триглицеридов, описываемых «камертонной моделью». Причём динамическая вязкость μ такой жидкой фазы должна иметь максимальную вязкость.

Таблица

Жирнокислотный состав оливковых масел (относительные %)

Название жирной кислоты	Условное обозначение	Нерафинированное оливковое масло (относ. %)	Рафинированное оливковое масло (относ. %)
Пальмитиновая	C16:0	10,7	11,1
Пальмитолеиновая	C16:1	0,2	0,9
Стеариновая	C18:0	2,5	3,3
Олеиновая	C18:1	74,8	72,3
Линолевая	C18:2	10,1	10,1
Линоленовая	C18:3	0,7	0,7
Арахидиновая	C20:0	0,6	0,5
Гондоиновая	C20:1	0,4	0,4
Бегеновая	C22:0	0,1	0,2

В соответствии с [9] органические соединения вследствие внутреннего вращения вокруг формально простой связи в молекуле могут иметь несколько пространственных положений – конформаций, обладающих различными потенциальными энергиями относительно друг друга. Пространственная конфигурация с наибольшей потенциальной энергией называется эклиптической (заслонённой) конформацией, а пространственная конфигурация с наименьшей энергией называется анти-перипланарной конформацией. Кроме того, имеются гош-, син-клиальные конформеры (скошенные), потенциальные энергии которых имеют промежуточные численные значения по отношению к вышеуказанным конформерам. При этом некоторые вещества в жидком состоянии могут состоять одновременно из молекул с различной конформацией.

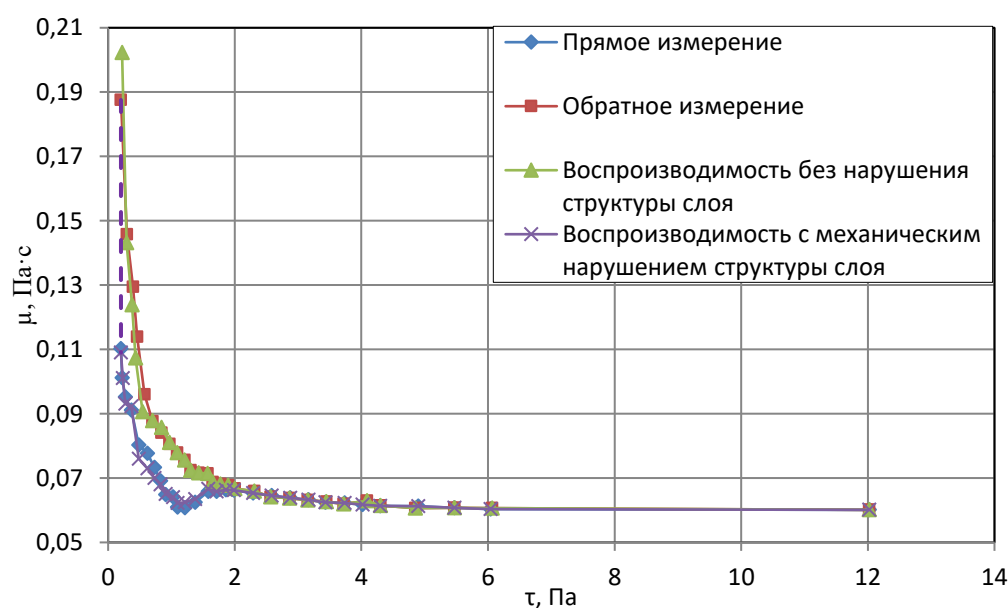


Рис. 1. Зависимость коэффициента динамической вязкости от напряжения сдвига для рафинированного оливкового масла

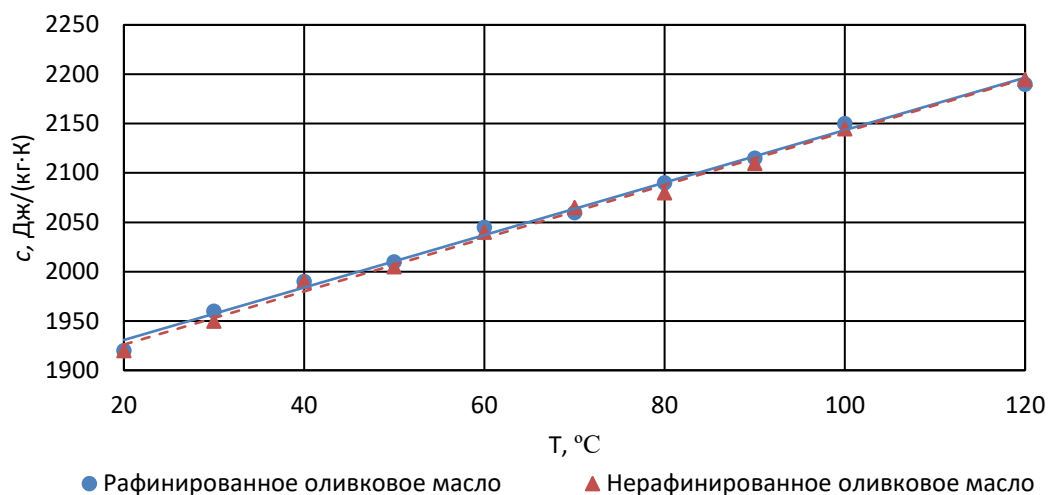


Рис. 2. Зависимость удельной теплоёмкости оливковых масел от температуры

Согласно данной классификации «камертонная модель» триглицеридов жирных кислот ПРМ, представленная в [2] для описания твёрдого состояния ПРМ, должна соответствовать анти-анти-перипланарной конформации. При низких температурах энергия ванн-дер-ваальсового взаимодействия между соседними молекулами жидкой фазы ПРМ, а тем более – в кристаллическом состоянии, очевидно, стабилизирует анти-перипланарную конформацию триглицеридов, что может обуславливать её повышенную вязкость по сравнению с вязкостью скошенной конформации. Однако крайние кислотные радикалы в молекуле триглицеридов оказываются в заслонённом положении и испытывают взаимное отталкивание, которое при определённых условиях в том числе при повышении температуры может приводить к образованию скошенной конформации триглицеридов. Таким образом в определенном интервале температур жидкие ПРМ могут находиться одновременно по меньшей мере в двух пространственных конформациях. Данные рассуждения относятся к жидкой фазе ПРМ, находящейся в состоянии покоя.

В потоке жидкости, например, растворов высокомолекулярных веществ (ВМВ) по сведениям [10] может происходить изменение динамической вязкости, во-первых, за счёт изменения пространственной конфигурации этих молекул, а во-вторых, за счёт изменения расположения ВМВ молекул относительно оси потока. Поэтому на основании данных, представленных на рис. 1, можно предположить, что в процессе проведения реологических исследований в жидкой фазе ПРМ под действием возрастающего градиента скорости сдвига некоторые молекулы триглицеридов, находящиеся в «скошенной» конформации переходят в «заслонённую» конформацию. При этом возникает состояние жидкой фазы ПРМ с повышенным коэффициентом динамической вязкости μ . В статическом состоянии наблюдается самопроизвольный обратный переход этого состояния в первоначальное с понижением коэффициента динамической вязкости μ . Это происходит за счёт обратного перехода молекул триглицеридов из «заслонённой» конформации, имеющей большую потенциальную энергию в скошенную, которая имеет меньшую потенциальную энергию. Как следует из рис. 1. То же самое происходит, если образец исследуемого ПРМ после снятия напряжения сдвига перемешать.

Поскольку измерения удельной теплоёмкости c происходит с использованием образцов ПРМ, жидкая фаза которых находится в статическом состоянии, то её структура представляет собой смесь конформеров с преобладанием «скошенной» пространственной конфигурации.

Литература

1. О,Брайен Р. Жиры и масла. Производство. Состав и свойства. Применение. – СПб.; «Профессия», 2007. – 752 с.
2. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности. Под редакцией Ржехина В.П. и Сергеева А.Г. – Л.: 1967. – Т.1. – кн. 1. – 366 с.
3. Santos J.C.O., Santos I.M.G., Souza A.G. Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils // Journal of Food Engineering. – 2005. – № 67. – p. 401-405.
4. J.C.O. Santos, M.G.O. Santos, J.P. Dantas, Marta M. Conceicao, P.F. Athaide-Filho and A. G. Souza. Comparative study of specific heat capacities of some vegetable oils obtained by dsc and microwave oven, // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2005. – № 79 – p. 283–287.
5. Волков С.М., Новосёлов А.Г., Федоров А.В., Федоров А.А., Кулишов Б.А. Моделирование структурно-реологических свойств пищевых растительных масел // Ползуновский Вестник. – 2017. – №3. – С. 19-26.
6. Волков С.М., Новосёлов А.Г., Федоров А.В., Федоров А.А., Ковальский И.С. Моделирование структурно-реологических свойств мисцелл подсолнечного масла. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2018. № 2 (36). С. 12–26.
7. Федоров А.В., Баранов И.В., Тамбулатова Е.В., Волков С.М., Прохорова Л.Т., Крылов В.А. Исследование температурных зависимостей удельной теплоёмкости рафинированных подсолнечных масел от их состава методом дифференциальной сканирующей калориметрии. // Вестник Международной академии холода. 2019. №1. С. 52–63.
8. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М.: «Химия», 1970. – 421 с.
9. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. Органическая химия. – М: «Химия», 1979. – 831 с.
10. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 488 с.

РАЗРАБОТКА НОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИФФУЗИИ И РАСТВОРИМОСТИ ГАЗОВ В ЖИДКОСТЯХ

Е.Г. Селиверстова¹, А.Г. Новоселов¹
А.Б. Дужий²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – АО ВНИИ Галургии, Санкт-Петербург, Россия

egseliverstova@itmo.ru, dekrosh@mail.ru, Aleksey.Duzhiy@uralkali.com

Аннотация

Изучение механизма молекулярной диффузии и растворимости газов в жидкостях представляет большой научный и практический интерес как для инженеров, занимающихся разработкой и созданием перспективных конструкций массообменного оборудования для различных отраслей промышленности, так и для ученых изучающих молекулярную структуру жидкого состояния вещества.

Ключевые слова

Коэффициент молекулярной диффузии, растворимость газов в жидкостях при изменении давления в газовой фазе, исследования процессов диффузии.

На современном этапе просматриваются два основных направления изучения этого вопроса: феноменологический и молекулярный подходы. Феноменологический подход, построенный на экспериментальных данных, как правило, лишь констатирует наличие того или иного результата, в зависимости от внешних факторов и количественного и качественного состава взаимодействующих между собой фаз. Молекулярный подход базируется на попытках получить закономерности, количественно описывающие процесс переноса массы, на основе свойств молекулярной структуры обеих взаимодействующих фаз. Эти оба подхода к изучению вопроса процесса диффузии тесно связаны друг с другом. Исследуя экспериментально, получают данные по коэффициентам молекулярной диффузии на основе макроскопическими измеряемыми величинами и затем интерпретируют их с позиций молекулярных параметров. Таким образом, феноменологический подход является предварительным этапом в исследованиях процессов переноса массы и важной информацией для дальнейшего изучения этого явления молекулярными подходами [1, 2, 3].

На основе анализа научно-технической литературы, касающейся экспериментальных методов определения коэффициентов молекулярной диффузии сжатых газов в жидкостях, были сделаны следующие выводы:

- все известные методы обладают определенными недостатками, снижающими точность получаемых конечных результатов;
- в большинстве методов исключена возможность одновременного определения коэффициента молекулярной диффузии и растворимости.

В этой связи нами предложен способ исследования коэффициента молекулярной диффузии и растворимости газов в жидкостях по изменению давления в газовой фазе. В настоящее время ведутся работы по созданию стенда и полной его компьютеризации. Стенд позволит проводить исследования процесса диффузии и получать

экспериментальные значения коэффициентов молекулярной диффузии и растворимости при давлениях до 10 атм и температуре в диапазоне от 10°C до 90°C. Коэффициент молекулярной диффузии D_{AB} определяется из уравнения

$$D_{AB} = \frac{l^2(\ln h_1 - \ln h_2)}{\pi^2 \Delta \tau}, \quad (1)$$

где l – высота слоя исследуемой жидкости, м; h – показания дифференциального манометра, Па; $\Delta \tau$ – время, с.

Литература

1. Островский Г.М., Лунев В.Д., Дюжий А.Б., Новоселов А.Г., Тишин В.Б., Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II – СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – 916., ил.
2. Li-Chung Chang, Tong-I Lin and Meng-Hui Li Mutual diffusion coefficients of some aqueous alkanolamines solutions // J. Chem. Eng. Data 2005, V 50, P 77-84.
3. Pawan K., Simant R. Experimental determination of composition-dependent diffusivity of carbon dioxide in polypropylene // J. Chem. Eng. Data 2011, V 56, P 21–26.

ПИЩЕВЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 637.144.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НИЗКОЛАКТОЗНОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

М.А. Анцыперова, Т.П. Арсеньева, О.В. Волкова, Н.В. Яковченко

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

anciperovamaria@mail.ru

Аннотация

Молоко и молочные продукты являются необходимой составляющей ежедневного рациона питания населения. В связи с возрастающим распространением ферментопатии, в частности, лактазной недостаточности, значительная часть людей не может потреблять молочные продукты. Наиболее часто встречающаяся патология тонкой кишки с синдромом нарушенного всасывания, связанная с отсутствием или недостаточной активностью фермента лактазы. По данным Всемирной Организации здравоохранения лактазной недостаточностью страдает 65% населения Земли среди различных групп населения.

Согласно данным научно-технической и патентной литературы проводились исследования ферментативного гидролиза лактозы в молоке. Для гидролиза лактозы наибольшее распространение получили ферментные препараты β -галактозидазы, выделенные из бактерий, плесневых грибов и дрожжей.

В статье рассмотрены различные ферментные препараты. Приведены результаты исследования продолжительности ферментирования, необходимой для получения низколактозного молока. Для этого адаптирован энзиматический колориметрический метод определения концентрации глюкозы в крови. Выявлена зависимость изменения массовой доли лактозы в молоке от времени проведения ферментативного гидролиза.

Результаты работы являются социально значимыми, так как низколактозная продукция предназначена для людей, страдающих лактазной недостаточностью. На основании проведенных анализов, установлена доза препаратов и условия ферментирования, необходимые для получения низколактозной продукции.

Ключевые слова

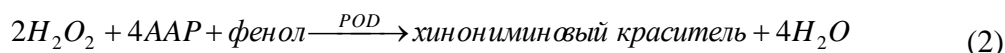
Ммолочная промышленность, низколактозная продукция, низколактозное молоко, молоко, лактаза, β -галактозидаза, ферментные препараты.

Принцип метода

β -D-глюкоза под действием фермента глюкозооксидазы окисляется до D-глюконолактона. Образующаяся в данной реакции перекись водорода при участии фермента пероксидазы способствует окислительному азосочетанию 4-аминоантипирина и фенола с образованием окрашенного соединения

(хинониминный краситель). Интенсивность окраски реакционной среды пропорциональна содержанию глюкозы в исследуемом материале и определяется фотометрически [1].

Схема реакции



Исследуемый материал

Безбелковая сыворотка, полученная способом термокислотной коагуляции, из молока козьего, ферментированного препаратами:

1. Lactase Baby (National Enzyme Company);
2. Lacta-Free (Laktoferm ECO);
3. Лактазис 6500К (Каприна).

Оборудование, материалы, реагенты

1. Спектрофотометр Shimadzu UV-1800, длина волны 500 нм, кювета с длиной оптического пути 1.0 см.
2. Термостат, поддерживающий температуру $37 \pm 1^\circ\text{C}$.
3. Таймер.
4. Пипетки, позволяющие отбирать объёмы жидкости 0.01 мл, 1.0 мл, 2.0 мл, 9.0 мл.
5. Пробирки стеклянные вместимостью 5.0–10 мл.
6. Вода дистиллированная.
7. Монореагент.
8. Калибратор – раствор глюкозы 10 ммоль/л.

Процедура анализа

Приготовить пробы в соответствии с таб. 1. Реакционную смесь тщательно перемешать и инкубировать в течение 20 минут при температуре 37°C . После окончания инкубации измерить оптическую плотность опытной и калибровочной проб против контрольной (холостой) пробы при длине волны 500 нм (490–540 нм) в кювете с длиной оптического пути 1.0 см.

Таблица 1

Состав проб

Компоненты реакционной среды	Опытная проба	Калибровочная проба	Контрольная (холостая) проба
Монореагент, мл	2,00	2,00	2,00
Сыворотка ¹ , мл	0,01	–	–
Калибратор, мл	–	0,01	–
Сыворотка ² , мл	–	–	0,01
1 – безбелковая сыворотка, полученная из ферментированного козьего молока, разбавленная в соотношении 1:9 дистиллированной водой.			
2 – безбелковая сыворотка, полученная из цельного козьего молока.			

Окраска растворов стабильна не менее 1 часа после окончания инкубации при хранении проб в защищенном от света месте при 18–25 °С. Объемы исследуемого образца и монореагента можно изменить, соблюдая соотношение 1:200.

Расчёт

Концентрацию глюкозы в исследуемом образце (C , ммоль/л) рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{E_{\text{пробы}}}{E_{\text{калибр}}} \cdot 10, \quad (3)$$

где: $E_{\text{пробы}}$ – оптическая плотность исследуемой пробы; $E_{\text{калибр}}$ – оптическая плотность калибровочной пробы; 10 – концентрация глюкозы в калибраторе, ммоль/л.

Прирост содержания глюкозы в исследуемых образцах эквивалентен содержанию прореагировавшей лактозы.

Проведение исследования

На первом этапе исследованию подлежали три образца безбелковой сыворотки, полученные способом термокислотной коагуляции соответствующих образцов, ферментированных различными препаратами (см. таб. 2) при температуре 40°C в течение 240 минут, а также образец сыворотки из смеси, не подвергнутой ферментации.

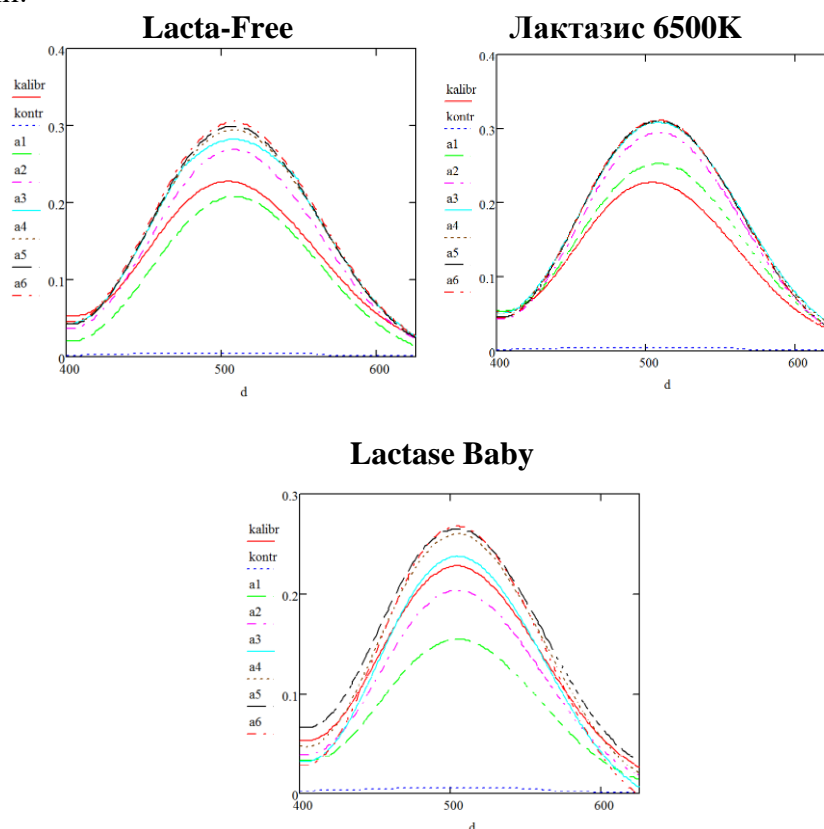


Рис. 1. Зависимость оптической плотности от длины волны. Lacta-Free, Лактазис 6500К, Lactase Baby при температуре 40°C// Условные обозначения: kalibr – калибровочная проба; kontr – контрольная проба; a1–a6 – опытные пробы; d – длина волны, нм

Опытные образцы

№ образца	Вносимый препарат	Дозировка препарата, %
1	Lacta-Free (Laktoferm ECO)	0,70
2	Лактазис 6500К (Каприна)	0,08
3	Lactase Baby (National Enzyme Company)	1,10

Полученные данные измерения оптической плотности проб при длине волны 400-625 нм с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-1800 представлены на рис. 1.

В результате расчёта по экспериментальным данным, определено количество прореагировавшей лактозы и степень гидролиза лактозы (таб. 3). Построен график, наглядно демонстрирующий различие используемых препаратов, выражающееся в количестве содержания лактозы в молоке, подвергнутом гидролизу (рис. 2).

Сравнение содержания лактозы при ферментировании различными препаратами при температуре 40°C.

Образец	Прореагировало лактозы во время гидролиза, ммоль/л	Прореагировало лактозы, г/л	Содержание лактозы, г/л	Гидролиз, %	Содержание лактозы, %
Контроль					
Контроль	–	0,00	47,60	0	4,63
Лактазис					
a1	110,84	37,94	9,66	79,71	0,94
a2	128,82	44,09	3,50	92,64	0,34
a3	135,43	46,36	1,24	97,40	0,12
a4	135,91	46,52	1,08	97,74	0,10
a5	136,38	46,68	0,91	98,08	0,09
a6	136,45	46,71	0,89	98,13	0,09
Lacta Free					
a1	91,04	31,16	16,43	65,47	1,60
a2	117,75	40,31	7,29	84,68	0,71
a3	123,32	42,21	5,39	88,69	0,52
a4	128,88	44,12	3,48	92,69	0,34
a5	131,11	44,88	2,72	94,29	0,26
a6	133,78	45,79	1,80	96,21	0,18
Lactase Baby					
a1	67,32	23,05	24,55	48,42	2,39
a2	89,16	30,52	17,08	64,12	1,66
a3	104,17	35,66	11,94	74,91	1,16
a4	113,82	38,96	8,64	81,85	0,84
a5	116,01	39,71	7,89	83,43	0,77
a6	117,32	40,16	7,44	84,38	0,72

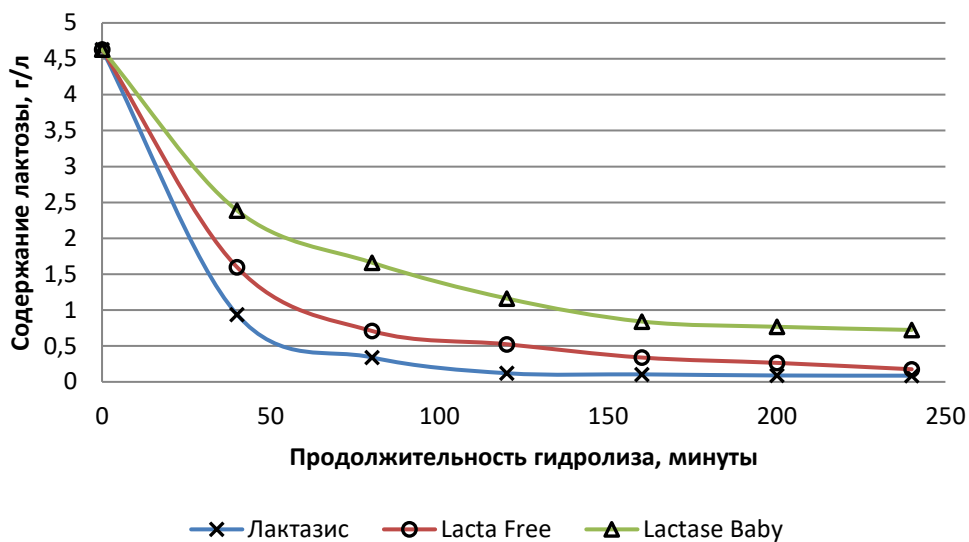


Рис. 2. Зависимость содержания лактозы от продолжительности гидролиза различными препаратами при температуре 40°C/

Литература

1. Trinder P., Ann. clin. Biochem., 1969, vol. 6, p. 24.

УДК 577.612.017.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ НА КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

А.Б. Арыкбаева², Н.Т. Жилинская³, Н.Н. Скворцова¹, А.Г. Шлейкин¹

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова,
г. Алматы, Респ. Казахстан

3 – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

shleikin@yandex.ru

Аннотация

Сохранность, жизнеспособность и технологические свойства клеток дрожжей после низкотемпературного хранения недостаточно изучены и представляют научный и технологический интерес. Целью данной работы являлось изучение клеточного состава и подъёмной силы сухих и прессованных хлебопекарных дрожжей при низкотемпературном хранении ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 15 и 35 суток, соответственно. В условиях опыта количество мёртвых клеток увеличивалось в сухих и прессованных дрожжах на 22,6 и 12,8%, соответственно, а подъёмная сила снижалась на 66% и в 5 раз, соответственно. Обсуждаются причины и значение выявленных изменений.

Ключевые слова

Сухие и прессованные хлебопекарные дрожжи, низкотемпературное хранение, клеточный состав, подъёмная сила.

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* относятся к эукариотам. Они обладают особенностями строения и состава, характерными как для растительных, так и для животных клеток. В дрожжевых клетках имеются клеточные стенки как в растениях и накапливается гликоген как в тканях животных. В цитоплазме содержатся белки, РНК, липиды, углеводы и другие вещества. В органоидах цитоплазмы (вакуолях, митохондриях, лизосомах) происходят ферментативные процессы метаболизма, характерные для эукариотических клеток. Дрожжи богаты ферментами, содержащимися в клеточных стенках, цитозоле и органоидах; в зависимости от условий среды они могут переключаться с анаэробного брожения на аэробный дыхательный метаболизм и обратно [1].

В дрожжах происходит синтез белка и других биополимеров, активно протекают реакции, катализируемые представителями всех шести классов ферментов. Для хлебопекарного производства определяющей является мальтазная (α -глюкозидазная) активность. Дрожжи *S. cerevisiae* способны сбрасывать моносахариды – гексозы, которые образуются из дисахаридов – сахарозы и мальтозы под действием ферментов зимазного (β -фруктофуранозидазы) и мальтазного (α -глюкозидазы) комплексов, соответственно.

Метаболической особенностью дрожжей является их способность накапливать в стрессовых условиях тиоловый трипептид глутатион [2]. Внутриклеточный глутатион выполняет широкий спектр биологических функций. В частности, он является эффективным водорастворимым внутриклеточным антиоксидантом, активатором

тиоловых ферментов, участвует в процессах адаптации [3]. Получаемый из дрожжей глутатион находит применение в биологии и медицине. Ранее нами было установлено увеличение содержания глутатиона в дрожжах при хранении в течение 35 суток ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$): в сухих дрожжах на 30% и в прессованных – в 5 раз. В тех же условиях протеолитическая активность снижалась в сухих дрожжах в 3 раза, а в прессованных – в 8,5 раз [4]. Известно, что при замораживании дрожжевые клетки впадают в состояние анабиоза с замедлением метаболических процессов. Хранение дрожжей при низких температурах является привлекательным с технологической точки зрения. В связи с этим представляет интерес сравнительное исследование изменений клеточного состава и подъёмной силы в сухих и прессованных хлебопекарных дрожжах при длительном замораживании.

Материал и методы

Объектом исследования служили товарные образцы сушеных [5] и прессованных [6] хлебопекарных дрожжей производства ООО «Саф-Нева» и ОАО «Комбинат пищевых продуктов», соответственно. Навески образцов ($5,0\pm 0,1\text{ г}$) закладывали на хранение в морозильную камеру при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Опытные образцы размораживали при комнатной температуре ($20\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) и анализировали показатели через 10, 15, 25 и 35 дней хранения. Клеточный состав определяли в разведениях дрожжей путём микроскопирования методом «раздавленной капли» в присутствии метиленового синего [7]. В препаратах подсчитывали количество живых, мёртвых и почкующихся клеток и выражали их содержание в %. Подъёмную силу дрожжей определяли ускоренным методом по ГОСТ «Дрожжи хлебопекарные прессованные» (метод всплывающего шарика) [6].

Результаты и обсуждение

Данные микроскопии препаратов сухих и прессованных дрожжей, при хранении до 15 суток, при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, представленные в таблице, показывают увеличение мёртвых клеток и снижение живых в исследованных образцах.

Таблица

Соотношение клеток в образцах сухих и прессованных дрожжей при низкотемпературном хранении (-20°C)

Содержание клеток, %	Прессованные дрожжи				Сухие дрожжи			
	Срок хранения (сутки)				Срок хранения (сутки)			
	0	5	10	15	0	5	10	15
Мёртвые клетки	17,2	22,0	30,4	30,0	15,8	33,7	34,0	38,4
Живые клетки	82,8	68,0	69,6	70,0	84,2	66,3	66,0	61,6
Почкующиеся клетки	13,0	8,6	9,7	7,4	12,9	10,3	7,8	10,4

Более заметные изменения соотношения живых и мёртвых клеток наблюдаются в сухих дрожжах (22,6%) по сравнению с прессованными (12,8%). Процентное содержание почкующихся клеток снижается несколько в большей степени в прессованных дрожжах (5,4%), по сравнению с сухими (2,5%). Однако эти различия несущественны. Можно заключить, что жизнеспособность живых клеток, оставшихся после низкотемпературного хранения, в сухих и прессованных дрожжах не

различается. Из данных приведённых в таблице, также следует, что наиболее существенные изменения соотношения живых и мёртвых клеток происходят в течение первых пяти суток низкотемпературного хранения. В рамках концепции формирования долговременной адаптации, предложенной Ф.З. Меерсоном (1993), этот факт можно объяснить тем, что в начальный период низкотемпературного воздействия в клетках дрожжей под действием стресса формируется защитный механизм, повышающий устойчивость клеток к дальнейшему действию повреждающего фактора. Механизм адаптации живых систем к действию холода, включающий мобилизацию тиоловых антиоксидантных веществ, и имеющий общебиологическое значение, более подробно рассматривался ранее [8 – 10].

Показателем активности дрожжевой микрофлоры в полуфабрикатах служит подъемная сила и бродильная активность. Для определения подъемной силы дрожжей применяются в основном два способа: по методике ГОСТ 17Г-69 и методу всплывающего шарика. На рисунке показана динамика подъёмной силы сухих и прессованных дрожжей методом всплывающего шарика.

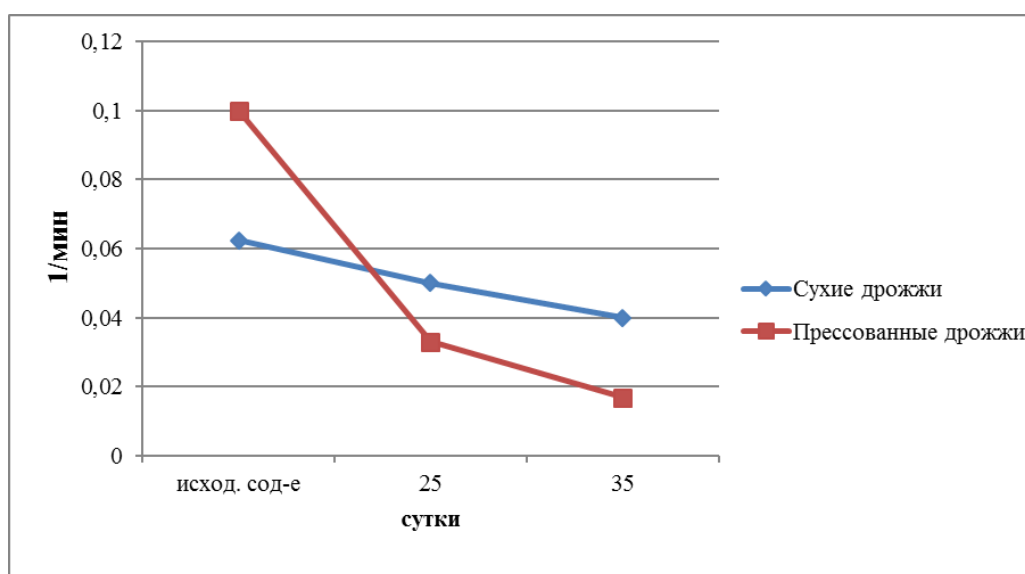


Рисунок. Подъёмная сила сухих и прессованных хлебопекарных дрожжей в исходном состоянии и при хранении в течение 25 и 35 суток. По оси абсцисс отложено срок хранения, по оси ординат – величина, обратная времени в минутах от момента помещения стакана с шариком в термостат до момента всплывания шарика (время подъема)

Представленные на рисунке данные показывают, что исходная величина подъёмной силы у прессованных дрожжей была выше, чем у сухих. В сухих дрожжах она снижалась равномерно и через 35 суток хранения уменьшилась на 35%. В прессованных дрожжах снижение подъёмной силы было более интенсивным в течение первых 25 суток и составило 64 ед. (2,56/сутки). В последующие 10 суток подъёмная сила снизилась ещё на 18 ед. (1,8/сутки). Суммарное снижение подъёмной силы через 35 суток хранения прессованных дрожжей при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ составило 82%. Наблюдаемые изменения положительно коррелируют со снижением протеолитической активности и обратно – с увеличением восстановленного глутатиона в дрожжевых клетках.

Заключение. Полученные результаты показывают, что длительное хранение дрожжей при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению содержания живых клеток в сухих и прессованных дрожжах на 22 и 12%, соответственно, при этом способность к почкообразованию в оставшихся клетках существенно не меняется. При этом

происходит снижение подъёмной силы, наиболее выраженное в прессованных дрожжах (на 82%), и в сухих – на 35%. Можно сделать вывод, при замораживании дрожжей происходит адаптивное переключение физиологического состояния клеток, приводящее к замедлению метаболизма и к повышению резистентности к действию повреждающих факторов.

Литература

1. Бабьева И.П., Чернов И.Ю., Биология дрожжей. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 239 с.
2. Шлейкин А.Г., Жилинская Н.Т., Кабанов А.В., Изучение тиоловых веществ в хлебопекарных дрожжах // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 1(13). С. 55.
3. Shleikin A., Zhilinskaia N., Skvortsova N. Morphometric and biochemical analysis of yeast cells under low temperature storage // 11th Baltic conference on food science and technology: Food science and technology in a changing world, FOODBALT-2017, IET – 2017. – P. 23-26.
4. Скворцова Н.Н., Шлейкин А.Г., Арыкбаева А.Б., Влияние длительного замораживания на содержание тиоловых веществ и протеолитическую активность хлебопекарных дрожжей // Вестник Международной академии холода. 2018. №3(68). С. 62–66.
5. Национальный стандарт РФ дрожжи хлебопекарные сушеные. ГОСТ Р 54731. Технические условия. Baker's dried yeast. Specifications. – М.: Стандартинформ, 2012.
6. Национальный стандарт РФ дрожжи хлебопекарные прессованные. ГОСТ Р 54845-2011 и ТУ 10-033-4585-90. Технические условия. Pressed bakery yeast. Specifications. – М.: Стандартинформ, 2012.
7. Еремина И.А., Кригер О.В., Лабораторный практикум по микробиологии: Учебное пособие. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005. – 112с.
8. Смирнова Г.В., Закирова О.Н., Октябрьский О.Н., Роль антиоксидантных систем в отклике бактерий *Escherichia coli* на холодовой стресс // Микробиология. – 2001. – Т.70(1). – С. 55-60.
9. Шлейкин А.Г. Адаптация организма к воздействию низких температур // Вестник МАХ. –2004. – №1(14). – С. 26-29.
10. Октябрьский О.Н., Музыка Н.Г., Ушаков В.Ю., Смирнова Г.В. Роль тиоловых редокс-систем в отклике бактерий *Escherichia coli* на пероксидный стресс // Микробиология. – 2007. – Т.76(6). – С. 759-765.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

М.С. Ашихмина, Л.А. Забодалова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

masha_ashikhmina@mail.ru

Аннотация

Получена культура микроорганизма, штамм которой не образует углекислоту, ацетон и диацетил, а также каталазу; обладает довольно высокой активностью свертывания, предельная титруемая кислотность находится в пределах (110-120)°Т, а активная кислотность – (4,6-4,4); проявляет устойчивость к средам с фенолом, хлоридом натрия и желчью, не растет в среде, содержащей раствор метиленового голубого и чувствителен к среде с антибиотиками.

Ключевые слова

Выделение микроорганизмов, молочная промышленность, устойчивость микроорганизмов к ингибирующим веществам, выделение чистой культуры.

Кисломолочные продукты пользуются большим спросом у населения из-за своих профилактических и лечебных свойств, положительного воздействия на желудочно-кишечного тракт, а также благодаря наличию живых полезных микроорганизмов.

Закваски, или стартовые культуры, представляют собой отдельные штаммы или комбинации штаммов микроорганизмов, которые используются для производства кисломолочных продуктов. От качества заквасок во многом зависит качество получаемых кисломолочных продуктов. Молочнокислые бактерии – это специфическая группа микроорганизмов, составляющая основную часть заквасочной микрофлоры.

Молочнокислые бактерии встречаются в почве, на растениях, в кишечнике человека и животных. Их применяют не только в молочной промышленности, но и в других отраслях хозяйственной деятельности человека. Для повышения качества продукции, а также теоретического и практического уровня разработок применения микроорганизмов необходимо вести выделения молочнокислых бактерий в следующих направлениях: селекция микроорганизмов, имеющих необходимые полезные биотехнологические свойства, высокую биологическую ценность и обладающих лечебно-профилактическими свойствами, а также необходимо разработка новых уровней контроля и систем оценки сырья и готового продукта, что приведет к созданию продуктов нового поколения [1].

При длительном хранении и культивировании микроорганизмов происходят изменения их биохимических свойств, и как следствие потеря производственной ценности.

На первоначальном этапе объектами исследования были шесть растительных компонентов (зелень укропа, петрушки, кинзы, сельдерея, лепесток розы и гвоздики). Предполагалось, что работа будет связана с мезофильными микроорганизмами, но

данные пробы имели пороки в виде низкой активности свертывания, не прочного и вспученного сгустка.

Пробы с лепестками розы и гвоздики имели окрас несвойственный для заквасок, применяемых в кисломолочной промышленности, что является не желательным свойством, а также давали сгусток с большим количеством углекислоты.

Проба с зеленью кинзы имела специфический запах данного растения, который не исчезал в результате пересадок, происходило вспучивание сгустка.

Работа продолжилась с термофильными микроорганизмами, выделенными из зелени петрушки, укропа и сельдерея.

При проведении дегустационного анализа, пробы с укропом и сельдереем имели горький вкус и тягучую консистенцию, что являлось отрицательным показателем, а также слабую активность свертывания, то есть более 19 часов.

В дальнейшем работа продолжилась со сгустком, полученным при помощи зелени петрушки при термостатировании на 40°C.

Выделенный штамм обладает довольно высокой активностью свертывания, так как время полного свертывания 100 мл обезжиренного молока с 1 петлей исследуемых микроорганизмов составило 6 часов.

Наиболее интенсивное нарастание кислотности наблюдалось в течение 6 ч (до 110°Т). В течение двух последующих часов выдержки прирост титруемой кислотности составил лишь 5°Т.

Перед сквашиванием титруемая кислотность молока составляла 16°Т, а рН 6,5.

В течение первого часа кислотность возрастает медленно, затем быстро увеличивается до 5 часа, именно здесь наблюдается образование сгустка, а затем темп накопления кислоты уменьшается.

В конце термостатирования (7–8 часов), когда сгусток имеет однородную структуру с небольшим выделением сыворотки, титруемая кислотность имеет значения равные 112-116°Т, а рН 4,6-4,4.

Для выделения чистой культуры были произведены посеы на плотную питательную среду МРС-4 (среда для выделения и культивирования *Lactob-cillus* spp.) [5].

После соответствующего выдерживания чашек Петри с питательной средой в термостате, были выбраны мелкие колонии, округлой формы, влажной консистенцией темного цвета.

На рисунке представлена микроскопическая картина микроорганизмов после образования сгустка в стерильном обезжиренном молоке, в полях зрения четко видно цепочки из кокков, а также диплококки.

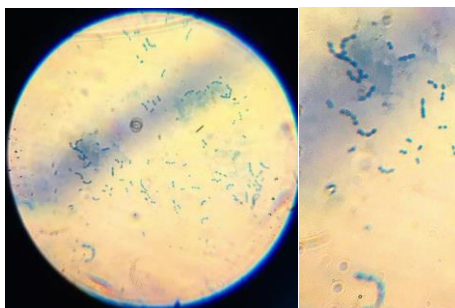


Рисунок. Микроскопическая картина чистой культуры

После получения чистой культуры проводились биохимические исследования.

Одним из важных критериев отбора штаммов является их устойчивость к неблагоприятным условиям и ингибирующим веществам. Выделяемая культура должна проявлять свою стабильность в исследованиях определения терморезистентности, а также проявлять устойчивость к метиленовому голубому и фенолу, при этом культура может не проявлять свою устойчивость к антибиотикам [3, 4].

Рост культуры не наблюдался в пробах содержащих бициллин (антибиотик пенициллинового ряда), стрептомицин и левомецетин. В пробе с гентамицином наблюдалось неполное образование сгустка.

Терморезистентность один из важных критериев отбора штамма для заквасочной микрофлоры. Он показывает степень выживания культуры в неблагоприятных (экстремальных) условиях при повышенных или пониженных температурах [1].

Выделенный штамм обладает относительно высокой терморезистентностью. Он выдерживает температуру 60°C в течение 60 мин и 65°C в течение 30 мин, вследствие чего может составлять часть остаточной микрофлоры в молоке после пастеризации.

Для выявления перспектив использования выделенной культуры были произведены исследования *in vitro*, воспроизводящие некоторые условия желудочно-кишечного тракта человека [1, 2, 3].

В пробах, содержащих 2 и 4%-ый раствор хлорида натрия, выделенный штамм проявляет рост, не отстающий от контрольной пробы. Культура не проявляет рост в среде, содержащей более 4% NaCl.

Выделенная культура проявляет рост в пробах с гидролизованным молоком и содержанием желчи 20 и 30%, но не растет при 40% содержании желчи.

Несмотря на достигнутые результаты, исследования по данной теме не закончены, так как некоторые тесты занимают большое количество времени и требуют более детального рассмотрения. Для полной идентификации выделенных микроорганизмов необходимо применить метод ПЦР, сущность которого заключается многократном избирательном копировании определённого гена (участка ДНК) при помощи специальных ферментов в условиях *in vitro*. Это позволит сравнить полученные результаты с уже имеющимися последовательностями в банке данных ДНК, после чего можно приступить к разработке технологии кисломолочного продукта с заквасочной микрофлорой выделенного штамма.

Литература

1. Банникова Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности. –М.: Пищ. Пром., 1975. – 255 с.
2. Дунаева С.Е., Оследкин Ю.С. Статья «Бактериальные микроорганизмы, ассоциированные с тканями растений в культуре *in vitro*: идентификация и возможная роль».
3. Артюхова С.И., Доцинская И.В., Бондарева Г.И. Исследование устойчивости молочнокислых стрептококков к антибиотикам // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 2–1. – С. 92–93.
4. Китаевская С.В. Современные тенденции отбора и идентификации пробиотических штаммов молочнокислых бактерий // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 17. с. 184–188.
5. Харитонов Д.В. ВНИМИ в области производства заквасок и бактериальных концентратов / Д.В. Харитонов // Материалы Международной научно-практической конференции «Молочная индустрия мира и РФ». – М., 2011 – с. 45 – 55.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЛОДОВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

П.Е. Баланов¹, И.В. Смотрева¹, А.В. Федоров¹, О.Б. Иванченко²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

**balanov@yandex.ru, irinasmotraeva@yandex.ru, alval58@yandex.ru,
obivanchenko@yandex.ru**

Аннотация

Солод является очень важным компонентом для многих отраслей пищевой промышленности: пивоваренной, хлебопекарной, кондитерской и др. При его производстве образуются ценные вторичные материальные ресурсы – солодовые ростки. Они являются ценным источником для использования в разных областях народного хозяйства. Путям их рационального использования посвящена эта работа.

Ключевые слова

Солод, солодовые ростки, ресурсосберегающие технологии, пищевая промышленность.

Современная пищевая промышленность представлена большим количеством отраслей. Важнейшую роль в ней играет переработка сырья растительного происхождения. К таковому сырью относится и солод – продукт переработки злаков. Солод используется в пищевой индустрии для производства различных продуктов питания: пиво, безалкогольные напитки, спирт, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия и т.д.

При производстве солода можно выделить три ресурса, которыми можно и нужно грамотно управлять:

1. Материальные ресурсы: зерно, вода, воздух, вспомогательные материалы, отходы производства.

2. Энергетические ресурсы: электрическая энергия, тепловая энергия, холодильные мощности.

3. Временные ресурсы: время, затрачиваемое на технологические и вспомогательные операции.

Все эти ресурсы поддаются контролю, и накопление и интерпретация знаний в этой области является очень важной задачей народного хозяйства, так как позволяет решать следующие задачи:

1. Повышать рентабельность производства за счет сбалансированного использования всех материальных и энергетических потоков [1].

2. Поддерживать экологический баланс за счет рециклинга отходов производства [2].

3. Получать дополнительные продукты из отходов солодовенного производства, которые могут представлять коммерческий интерес.

В данной работе приводится краткий обзор возможных путей использования такого отхода солодовенного производства, как ростки. Они образуются при проращивании солода, сушатся вместе с ним, а затем отделяются на специальных машинах.

Производимое количество ростков существенно зависит от технологии, но усреднено можно считать, что их количество равно 4–5% от массы готового солода. Учитывая огромное количество солода производимого для нужд пищевой индустрии, эти объемы можно рассматривать и как ценный вторичный ресурс и как проблему, которая насущна для производителей солода. Так как их необходимо хранить, утилизировать и это достаточно затратная деятельность.

Солодовые ростки образуются при производстве любых злаков, при этом их химический состав будет отличаться в зависимости от природы используемого сырья.

Например, при сравнении по содержанию такого важного компонента ростков, как аминный азот были получены данные представленные в таблице 1.

Таблица 1

Содержание аминного азота в исследованных образцах ростков, мг/100 г экстракта

Режим обработки	Ростки тритикалевого солода	Ростки ячменного солода
Короткое подвяливание и короткая отсушка	1156	818
Длительное подвяливание и длительная отсушка	1390	945
Длительное подвяливание и длительная отсушка с большой термической нагрузкой	1410	962

В данном конкретном случае сравнивались образцы «классического» светлого солода и солода полученного из тритикале (гибрид пшеницы и ржи). Результаты исследования показали наличие существенного содержания аминного азота в обоих образцах. Заметное воздействие также оказывала технология производства.

Богатство исследуемого сырья аминным азотом, позволяет прогнозировать использование солодовых ростков в продуктах, где наблюдается недостаток этого компонента или в специализированных и функциональных продуктах. Например, питание для спортсменов и людей с повышенной физической нагрузкой.

Также проводились исследования посвященные оценке антиоксидантной активности солодовых ростков различных злаков. В таб. 2 представлены данные по исследованию солодовых ростков из ржи.

Таблица 2

Окислительно-восстановительный потенциал раствора ржаных солодовых ростков в воде

Длительность ращения	Сушка	Концентрация водного раствора солодовых ростков, %	Значение окислительно-восстановительного потенциала, мВ
3 суток	До	10	35
	После		72
5 суток	До		30
	После		60
7 суток	До		27
	После		55

В результате измерений было установлено, что окислительно-восстановительный потенциал растворов полученных с использованием ростков весьма низок, например у водопроводной воды окислительно-восстановительный потенциал равен приблизительно 200 мВ, что говорит о хорошем антиоксидантном потенциале компонентов солодовых ростков. Также было установлено, что сушка снижает антиоксидантную активность растворов.

Полученные знания позволяют говорить о том, что солодовые ростки различных злаков обладают рядом полезных компонентов и свойств. Они могут успешно применяться для производства различных продуктов питания.

Литература

1. Баланов П.Е., Смотрева И.В., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э. Снижение выбросов углекислого газа в атмосферу биотехнологическими предприятиями. // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18. № 13. – С. 205-208.
2. Баланов П.Е., Смотрева И.В., Иванченко О.Б., Хабибуллин Р.Э. Утилизация органических отходов бродильных производств // Вестник Казанского технологического университета – 2016. – Т.19, № 1. – С. 131-134.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ГИНГЕРОЛА

А.А. Валишев, С.В. Мурашев

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

andrey_valishev@mail.ru, s.murashev@mail.ru

Аннотация

В настоящее время производители мясных продуктов обеспокоены низким сроком хранения и высокой микробиологической обсемененностью сырья. Поэтому для решения данных проблем мы провели исследование по разработке рецептур вареных колбасных изделий с добавлением веществ, выделенных из сырья растительного происхождения. Для исследования мы взяли вещество гингерол, выделяемое из имбиря и приготовили вареные колбасные изделия из куриного фарша, согласно разработанной рецептуре с различным содержанием данного вещества. Мы изготовили контрольный образец без гингерола и опытные образцы с добавлением гингерола 1, 1,5 и 2% к массе фарша. Готовые образцы вареных колбасных изделий оставили на хранение в холодильной камере на 14 суток при температуре 4°C. Мы провели анализ влияния вещества гингерола на микробиологическую стабильность колбасных изделий. Нами было доказано с помощью микробиологического исследования, что гингерол ингибирует рост бактерий группы кишечной палочки (БГКП), уменьшает количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Кроме того, вареные колбасные изделия, с добавлением гингерола оказались менее подвержены окислению жиров, благодаря антиоксидантным свойствам гингерола. Также были проведены органолептические и физико-химические исследования. Образцы с 1,5 и 2% гингерола были подвержены наименьшему окислению липидов. Что подтвердили измерения перекисного числа.

Ключевые слова: гингерол, имбирь, бактерии группы кишечной палочки, КМАФАнМ, антиоксидантные свойства, микробиологическая стабильность, вареные колбасные изделия, перекисное число.

Гингерол – химическое соединение растительного происхождения, которое содержится в корне и в надземной части растения имбиря (*Zingiber officinale*). Гингерол придает имбирю специфический мятно-горьковатый привкус.

Гингерол имеет антибактериальное, антиканцерогенное, антисептическое, антиоксидантное свойства.

Эксперименты по влиянию гингерола на качественные показатели мясного сырья, полуфабрикатов и продуктов проводились в Пизанском университете [1], университете Махатмы Ганди [2], университете Лиссабона [3], Пекинском университете [4]. Также эфирное масло имбиря можно использовать в качестве наноэмульсионного покрытия куриного филе [5].

Объектами исследований являлись вареные колбасные изделия, изготовленные из куриного фарша, согласно разработанной рецептуре в соответствии с ГОСТ Р 52196-2011. Мы изготовили контрольный образец без гингерола и образцы с содержанием гингерола 1, 1,5 и 2%. Образцы оставили на хранение в холодильной камере на 14 дней

при температуре 4°C. В качестве метода исследования было использовано микробиологическое исследование с применением десятикратных разведений, посевом на жидкие и плотные селективные агаризированные среды и посевом на биохимические среды. Антиоксидантные свойства гингерола проверяли с помощью метода измерения перекисного числа, метод измерения которого приведен в ГОСТ 34118-2017.

Эксперименты были проведены согласно схеме, которая представлена на рис. 1:

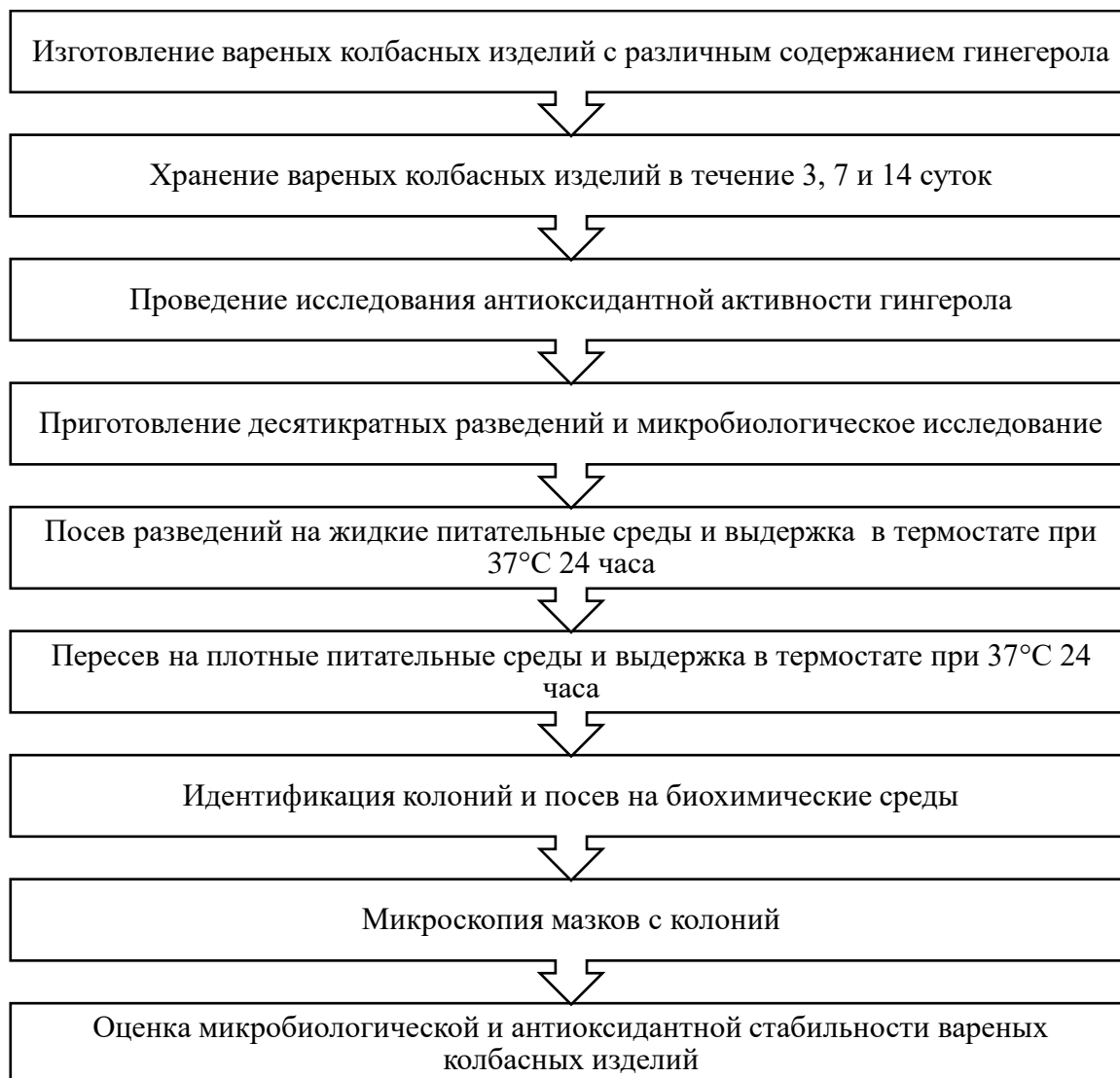


Рис. 1. Схема проведения экспериментов

Микробиологическое исследование было проведено сразу после изготовления вареных колбасных изделий с целью проверки качества проведенной термической обработки. Термическая обработка была проведена согласно технологическим инструкциям и поэтому её качество было на должном уровне. Дальнейшие результаты микробиологических исследований считаются достоверными.

Количество колоний микроорганизмов измеряли путем прямого подсчета. Результаты представлены в таблицах 1 и 2, по данным которых были построены графики изменения количества колоний микроорганизмов в зависимости от содержания гингерола, представленные на рис. 2.

Изменение количества БГКП (КОЕ) в вареных колбасных изделиях в зависимости от концентрации гингерола и длительности хранения

Продолжительность хранения, сут.	Содержание гингерола, %			
	Контроль	1 %	1,5 %	2 %
0	0	0	0	0
3	50	20	0	0
7	100	40	0	0
14	10 ³	100	70	50

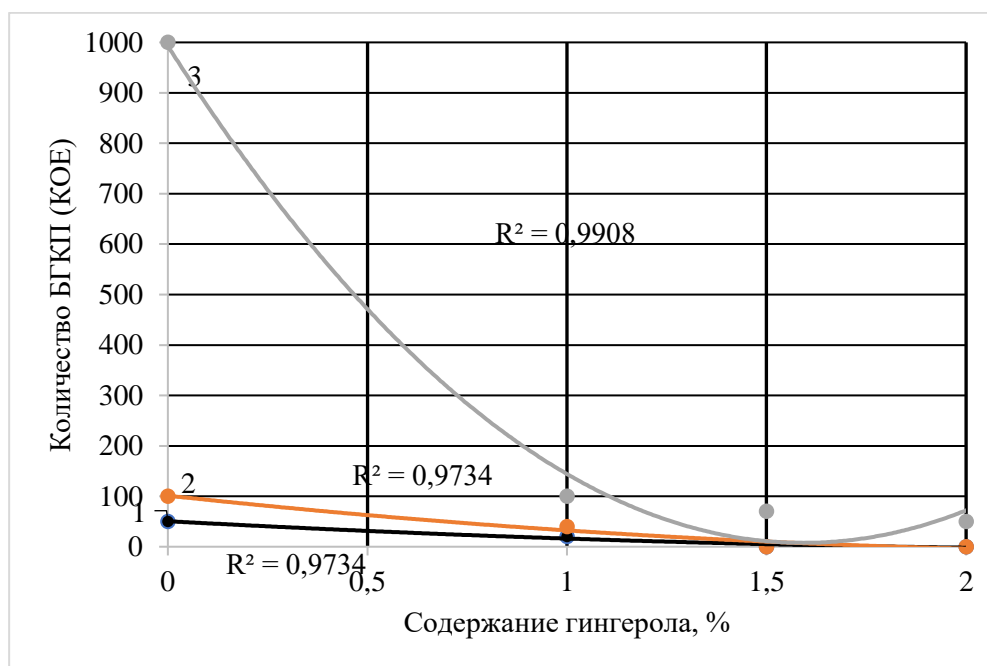


Рис. 2. Изменение количества БГКП в зависимости от содержания гингерола и длительности хранения: 1 – 3 суток; 2 – 7 суток; 3 – 14 суток

Также было проведено исследование антиоксидантных свойств гингерола. Окислительные и гидролитические превращения липидов неизбежны при хранении. Процесс окисления липидов в вареных колбасах изделий начинается с образования перекисей. Они приводят к значительному ухудшению органолептических свойств вареных колбас, снижают их пищевую ценность. Одновременно происходит разрушение жирных кислот, образуются карбонильные соединения, влияющих на запах продукта [6].

В процессе хранения вареных колбасных изделий при температуре 4°C в течение 14 сут. хранения в них увеличивалось перекисное число. Данные представлены в таблице 2. В вареных колбасных изделиях (сосисках) без гингерола содержание перекисей возросло в 3,6 раза, а в образцах с содержанием 1% гингерола в 2,2 раза, 1,5% гингерола в 1,8, 2% гингерола в 1,6 по сравнению с начальным этапом хранения (0 сут). В опытных образцах через 7сут. хранения образовалась перекисей в 1,5 раза меньше, чем в образце без гингерола.. После 7 сут. хранения среднее перекисное число в образцах вареных колбасных изделий с гингеролом оказалось в 2,85 раза меньше, чем в контрольном образце без добавления гингерола. График изменения перекисного числа в зависимости от содержания гингерола представлен на рис. 3.

**Изменение значений перекисного числа вареных колбасных изделий (сосисок)
в процессе хранения при температуре 4°C**

Содержание гингерола в вареных колбасных изделиях, %	Изменение перекисного числа в процессе хранения, микромоль активного O ₂ /кг			
	0 сут.	3 сут.	7 сут.	14 сут.
0	0,80	0,90	1,20	2,85
1	0,65	0,70	1,05	1,45
1,5	0,50	0,63	0,81	0,90
2	0,40	0,55	0,60	0,65

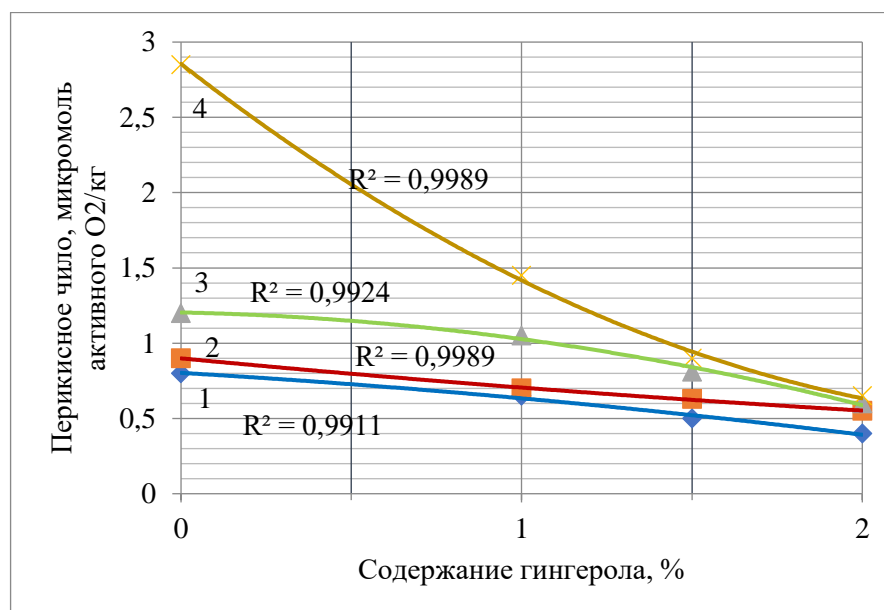


Рис. 3. Изменение перекисного числа в зависимости от содержания гингерола и длительности хранения: 1 – 0 сутки; 2 – 3 сутки; 3 – 7 сутки; 4 – 14 сутки

Как видно из данных таблицы и графика число КОЕ всех исследованных микроорганизмов уменьшается при увеличении содержания гингерола в образцах вареных колбасных изделий. Антиоксидантные свойства проявились во всех образцах вареных колбасных изделий с добавлением гингерола. Наибольшая антиоксидантная активность отмечена в образце с 2% гингерола.

Проведенные исследования позволяют выявить следующее:

1. Гингерол оказывает благоприятное воздействие на микробиологическую стабильность вареных колбасных изделий;
2. Гингерол позволяет увеличить сроки хранения вареных колбасных изделий до 7–10 суток в зависимости от концентрации;
3. Образец с содержанием 2% гингерола обладает наилучшим антимикробным действием;
4. Степень окисления жиров было наименьшим в образце с содержанием гингерола 2%;
5. Гингерол можно использовать в качестве функциональной добавки для улучшения показателей качества вареных колбасных изделий и продления их срока годности.

Литература

1. Simone Mancini, Gisella Paci, Filippo Fratini and others Improving pork burgers quality using *Zingiber officinale* Roscoe powder (ginger). *Meat Science*. 2017, no. 129, pp. 161–168.
2. Shiji Mathew, Snigdha S, Jyothis Mathew, Radhakrishnan E.K. Biodegradable and active nanocomposite pouches reinforced with silver nanoparticles for improved packaging of chicken sausages. *Food Packaging and Shelf Life*. 2019, no. 19, pp. 155–166.
3. João Ricardo Afonso Pires, Victor Gomes Lauriano de Souza, Ana Luísa Fernando Chitosan/montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary and ginger essential oil as packaging for fresh poultry meat. *Food Packaging and Shelf Life*. 2018, no. 17, pp. 142–149.
4. Yumin Cao, Weigang Gu, Jinjie Zhang, Yin Chu, Xingqian Ye, Yaqin Hu, Jianchu Chen Effects of chitosan, aqueous extract of ginger, onion and garlic on quality and shelf life of stewed-pork during refrigerated storage. *Food Chemistry*. 2013, no. 141, pp. 1655–1660.
5. Soheila Noori, Fariba Zeynali, Hadi Almasi Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (*Zingiber officinale*) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets. *Food Control*. 2018, no. 84, pp. 312–320.
6. Гоноцкий В. А., Гоноцкая В. А., Красюков Ю.Н., Филиппова Г.В. Обеспечение химической стабильности рубленых полуфабрикатов из мяса индейки// Птица и птицепродукты. 2016. № 3. С. 22–24.

УДК 663.674

РАЗРАБОТКА СОСТАВА МОРОЖЕНОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Н.Ю. Гинетулина, Т.Н. Евстигнеева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

ginetulina@mail.ru

Аннотация

Политика нашей страны в сфере питания направлена на создание пищевых продуктов функционального назначения. Одним из направлений является разработка различных видов мороженого. Задача исследования состояла в выборе овощного наполнителя, способа его тепловой обработки и рациональной дозы в составе смеси мороженого. Анализ литературных источников показал, что перспективным наполнителем является свекольное пюре. Выяснили, что рекомендуемым способом тепловой обработки является микроволновая обработка в течение 9 минут при мощности 800 Вт, рациональная доза наполнителя составила – 20%.

Ключевые слова

Продукты питания, беталаины, тепловая обработка, обогащенные продукты.

Последнее время здоровому питанию населения уделяется всё большее внимание. Политика Российской Федерации в сфере питания обозначила главную проблему, такую как развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище. Повсеместно потребители проявляют интерес к продуктам питания, обладающим полезными свойствами, улучшающим пищеварение, поддерживающим иммунитет, регулирующим вес и т.д. Среди многих продуктов питания особым спросом пользуется мороженое. Сладкий замороженный десерт изготавливается из молочного сырья (молока, сливок, масла и других молочных продуктов) с добавлением разного рода ингредиентов. Однако мороженое – довольно калорийный продукт за счет повышенного содержания жира и сахара, что понижает биологическую значимость десерта одновременно с увеличением его себестоимости. Последнее время проводятся исследования в направлении расширения ассортимента за счет добавления в смеси для мороженого различных растительных ингредиентов [1, 2].

Целью настоящей работы являлся подбор растительного наполнителя и способа его тепловой обработки, обеспечивающего максимальное сохранение в нем исходных биологически ценных веществ и высокие органолептические показатели готового мороженого.

Исходя из цели работы необходимо решить следующие задачи:

1. Обосновать выбор овощного наполнителя для мороженого.
2. Изучить влияние различных способов обработки наполнителя на содержание биологически ценных элементов в нем.
3. Разработать рецептуру мороженого с выбранным наполнителем.
4. Исследовать влияние компонентного состава смеси на формирование качества мороженого.

5. Оценить органолептические и физико-химические показатели готового продукта.

На основе изучения литературных источников в качестве растительного компонента выбрана красная свёкла (*Beta vulgaris*). В корнеплодах свёклы обыкновенной содержится множество полезных неорганических и органических веществ, например, углеводы, белки, органические кислоты, минеральные соли (магний, кальций, калий, железо, йод и др.), беталаины, витамины, фолиевая кислота, бетаин. Яркий цвет свёклы обеспечивают красящие вещества беталаины. Беталаины относятся к классу водорастворимых азотсодержащих пигментов. Естественные красители свёклы обеспечивают не только окраску, но и выполняют полезные для здоровья функции. Установлено, что при добавлении свёклы в постоянный рацион питания увеличивается доступность оксида азота. Оксид азота играет важную роль в регулировании нормального сосудистого тонуса в качестве медиатора расширения сосудов кровеносной системы. Также пигмент бетанин и его разновидности (изобетанин и пребетанин) могут замедлять работу циклооксигеназы. Циклооксигеназа отвечает за сообщение о воспалении в клетках, однако при хронических заболеваниях чрезмерная выработка данного фермента ухудшает самочувствие человека. Такая способность бетанина используется для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, имеются сведения о том, что бетанин участвует в нейтрализации токсинов в организме человека [3, 4].

Исследования проводились в соответствии с поставленными задачами. Предварительно предположили, что наполнитель будет вводиться в приготовленную смесь мороженого в виде пюре перед фризированием. Необходимо было определить способ тепловой обработки корнеплода, чтобы обеспечить безопасность продукта.

Была проведена сравнительная оценка образцов пюре, полученных из корнеплодов одной партии, одинаковых по массе, которые были подвергнуты тепловой обработке различными способами. Тепловую обработку проводили до достижения одинаковой степени готовности корнеплодов. Применяли следующие способы теплового воздействия: варка в кипящей воде в течение 1 ч; запекание в духовом шкафу при температуре 150 °С в течение 1,5 ч; обработка в микроволновой печи при мощности 800 Вт в течение 3–12 мин с шагом 3 мин. Обработанные корнеплоды измельчали на лабораторном измельчителе до пюреобразной консистенции. Оценку приготовленного пюре проводили по органолептическим показателям согласно разработанной балльной шкале, где балл «5» характеризует хорошо выраженный вкус и запах без посторонних привкусов и запахов и однородную пюреобразную консистенцию.

Результаты проведенного органолептического анализа отражены на рисунке.

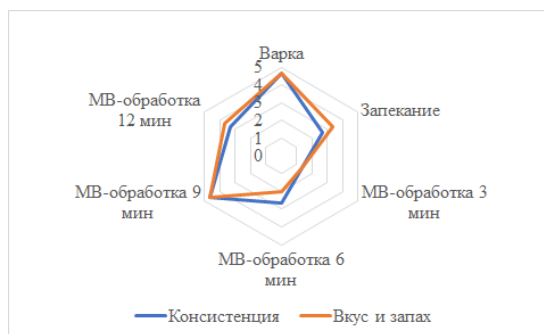


Рисунок. Органолептические показатели свеклового пюре при различной тепловой обработке корнеплодов

Хорошо выраженный свекольный вкус и запах характерен для корнеплодов, обработанных варкой и в микроволновой печи в течение 9 мин, а наилучшая консистенция достигнута – при МВ-обработке в течение 9 мин.

Другим критерием выбора способа тепловой обработки являлась массовая доля (м.д) бетанина. Определение содержания бетанина в образцах проводили методом, основанным на экстракции бетанина свёклы в кислой среде, измерении оптической плотности экстрактов и сравнении полученных значений с оптической плотностью стандартного раствора, в качестве которого использовали 1 %-й водный раствор сернокислого кобальта.

В результате проведенного опыта было выяснено, что минимальные потери бетанина отмечены в случае тепловой обработки в микроволновой печи в течение 3-9 мин. Более длительная обработка значительно понижает содержание бетанина из-за перегрева корнеплодов и частичной их усушки. При варке часть красящих веществ переходит в воду, о чем свидетельствует интенсивная окраска отвара. Воздействие высоких температур при длительном запекании в духовом шкафу значительно снижает содержание бетанина в красной свёкле.

Содержание сухих веществ определяли методом высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 105°C.

Анализ полученных данных показал, что большая масса СВ теряется при варке (до 30 % по сравнению с контрольным образцом), что связано с экстракцией их в воду. При запекании и МВ-обработке массовая доля СВ в пюре повышается за счет испарения влаги. Отмечено, что потери влаги при обработке в микроволновой печи несколько меньше, чем при запекании, так как короче продолжительность воздействия и ниже температура нагрева.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее щадящим способом обработки корнеплодов красной свёклы является МВ-обработка в течение 9 минут, при которой достигается их кулинарная готовность с минимальными потерями сухих веществ, в том числе бетанина.

Следующим этапом исследования был выбор рациональной дозы свекольного наполнителя. Разработаны рецептуры мороженого с разной м.д пюре. Во всех образцах массовая доля жира составила 3,0%, СОМО – 11,5%, сахарозы – 15,5% в соответствии с ГОСТ 31457-2012 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия». Доза пюре составила 15, 20 и 25%. Пример рецептуры с 20% наполнителя представлен в таблице.

Таблица

Рецептура мороженого на 1000 г смеси

Сырье	Масса, г
Цельное молоко: Ж=3,2 %; СОМО=8,2 %	547,1
Сухое обезжиренное молоко: СОМО=96 %	70,8
Сливки: Ж=35 %; СОМО=6,12 %	35,7
Пюре: САХ=6,8 %; СВ=17,4 %	200,0
Сахар-песок: САХ=100 %	141,4
Стабилизатор	5,0
ИТОГО:	1000,0

Изучали влияние дозы наполнителя на физико-химические показатели готового мороженого с пюре. Отмечено, что увеличение массовой доли свекольного пюре сопровождается повышением условной вязкости смеси, уменьшением взбитости

мороженого, возрастанием размера воздушных пузырьков, снижением сопротивления таянию. Однозначного ухудшения или улучшения характеристик не наблюдается.

Решающим критерием в определении рациональной дозы пюре являются органолептические показатели готового продукта. Наивысший балл получил образец мороженого с массовой долей пюре 20%. Для мороженого с массовой долей пюре 15% характерен менее выраженный цвет, вкус и запах свекольного пюре практически не ощущались. В мороженом с 25% пюре отмечена излишне плотная консистенция, свекольный привкус и запах были излишне выражены.

По результатам проведенного исследования сделали следующие выводы:

1. Анализ литературных данных показал, что красная свёкла является биологически ценным продуктом, добавление которого обогатит мороженое полезными ингредиентами корнеплодов свёклы.

2. Рекомендован способ тепловой обработки корнеплодов – обработка в микроволновой печи в течение 9 минут при мощности 800 Вт. Этот метод теплового воздействия обеспечит кулинарную готовность овощного сырья при сохранении в нем в наибольшей степени сухих веществ, в том числе бетанина.

3. Исследовано влияние дозы наполнителя на формирование качества мороженого, по результатам которого определена рациональная доза пюре свёклы – 20%.

Литература

1. Серова О.П. Расширение ассортимента мороженого функционального назначения / Серова О.П., Скачков Д.А., Подхватилина С.В. // Товаровед продовольственных товаров. – 2016. – № 9. – С. 27–32.
2. Титова О.О. Перспективы расширения ассортимента мороженого как продукта питания с функциональными свойствами // Безопасность и качество товаров: Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 99–103.
3. Frank T. Urinary pharmacokinetics of betalains following consumption of red beet juice in healthy humans / Frank T., Stintzing F.C., Carle R., Bitsch I., Stras G., Quaas D., Bitsch R., Netzel M. // Pharmacological Research. – 2005. – Vol.52, N.1. – 290–297 p.
4. Lee C.-H. Betalains, phase II enzyme-inducing components from red beetroot (*beta vulgaris* L.) extracts / C.-H. Lee, M. Wettasinghe, B.W. Bolling, K.L Parkin // Nutrition and cancer. – 2005. – Vol. 53, N.1. – 91–103 p.

УДК 663.05

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

В.В. Евелева¹, Н.А. Коршунова¹, Н.В. Баракова²

1 – Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал
«ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Санкт-Петербург, Россия

2 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

v.eveleva@yandex.ru

Аннотация

Проведен анализ сырьевых источников и обоснована перспективность применения молочной сыворотки и соевой мелассы для биосинтеза молочной кислоты.

Ключевые слова

Молочная кислота, вторичные сырьевые ресурсы, молочная сыворотка, соевая меласса.

Производство основных групп пищевых продуктов массового, функционального, детского и диетического питания не обходится без применения пищевых ингредиентов, которые в настоящее время относятся к высоко импортозависимым продуктам. В настоящее время доля импорта пищевых ингредиентов в России в целом составляет около 90%, а по молочной кислоте – 100%. Импорт молочной кислоты в 2018 г. составил свыше 7 тыс. т.

Спектр применения молочной кислоты достаточно широк: пищевая, косметическая и фармацевтическая промышленности, сельское хозяйство, производство биоразлагаемых полимеров. Спрос на молочную кислоту на мировом рынке производства в настоящее время оценивается в (130-150) тыс. т в год.

Пищевая молочная кислота производится многими предприятиями биотехнологическим путем, преимущественно, из дорогостоящего сахара. Крупнейшие из них: в США – NatureWorks LLC, лидер в технологии PLA; в Нидерландах – Corbion Purac Biochem B.V. [1]; в Бельгии – Galactic S.A. [2]; в Китае – Musashino Chemical Laboratory, Ltd. [3], Henan Jindan Lactic Acid Co., Ltd. [4].

Для повышения технико-экономических показателей производства решаются задачи совершенствования технологии, в том числе в направлении использования других видов сырья. Так, предприятие компании NatureWorks LLC вырабатывает молочную кислоту из крахмала кукурузы, маниоки, сахарного тростника, свеклы [5]; нидерландская компания Corbion использует для получения молочной кислоты наряду с тростниковым сахаром лигноцеллюлозную биомассу и сельскохозяйственное сырье [6].

Перспективным направлением совершенствования технологий производства продуктов микробного синтеза, в том числе молочной кислоты, является использование вторичных сырьевых ресурсов. Так, компания Cellulac производит D-молочную кислоту ферментацией молочной сыворотки, что по данным компании на 40% экономичнее по сравнению с ранее использованной технологией [7].

В России по разным информационным источникам, общее количество

сельскохозяйственных отходов составляет 650 млн. т в год; отходов пищевых и перерабатывающих производств агропромышленного комплекса – до 30 млн. т в год. Приведенные показатели свидетельствуют о необходимости использования в современных пищевых технологиях вторичного сырья взамен традиционных видов первичного сырья.

Для микробного синтеза молочной кислоты в России имеется отечественное возобновляемое сырье, в частности отходы производства молочных продуктов и концентратов и изолятов соевого белка.

В последние годы в России наблюдается значительное увеличение объема производства большинства видов молочных продуктов. С ростом производства молочных продуктов увеличивается и объем молочной сыворотки (рисунок) [8, 9].

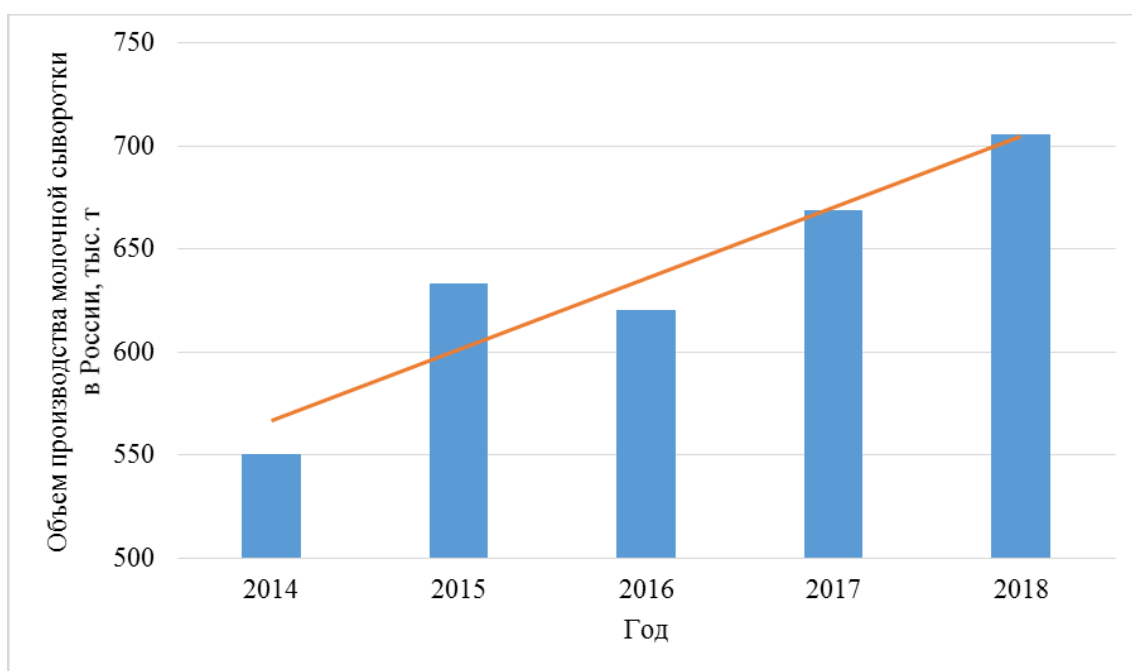


Рисунок. Объем производства молочной сыворотки в России, тыс. тонн

Из большого объема получаемой сыворотки только 21% идет на переработку, 59% используется в сельском хозяйстве на корм животным, оставшиеся 20% не используются и сливаются в сточные воды или в поля [10]. При этом, считается установленным, что в этот большеобъемный, скоропортящийся и несущий экологическую нагрузку отход переходят ценнейшие пищевые компоненты – лактоза и сывороточный белок [11]. Проблема полноценного использования пищевых компонентов молочной сыворотки по-прежнему актуальна.

Наиболее часто упоминаемыми продуктами переработки сыворотки являются концентрированная сыворотка, сухая сыворотка, сухая модифицированная сыворотка и лактоза. В соответствии с тенденциями рынка в последние годы уделяется большое внимание повышению конкурентоспособности выпускаемых новых видов продуктов из сыворотки. Интересную группу продуктов можно получить с использованием микроорганизмов, утилизирующих лактозу. Особое место в группе продуктов микробного синтеза занимает молочная кислота, получаемая сбраживанием лактозы молочнокислыми бактериями рода *Lactobacillus*. Предпочтительность биосинтеза молочной кислоты обусловлена тем, что молочнокислые бактерии почти

количественно превращают лактозу в молочную кислоту, поскольку их конструктивный обмен базируется на готовых аминокислотах субстрата. Этот процесс может быть осуществлен прямой микробной трансформацией с использованием погруженных в среду продуцентов [12, 13] или с использованием иммобилизованных микробных клеток [14]. Установлено, что для биотрансформации лактозы подсырной сыворотки в лактатсодержащие ингредиенты с успехом могут быть использованы молочнокислые бактерии *L. acidophilus*, отличающиеся наибольшей продуктивностью и устойчивостью к присутствию поваренной соли [15]. Использование молочной сыворотки для получения молочной кислоты обеспечит повышение эффективности основного производства, выпуск более ценного ингредиента по сравнению с исходным сырьем и экономичность его производства и снижение вредного воздействия сыворотки на окружающую среду.

Отечественное растениеводство также увеличивает объемы производства, в частности, сои. За последние годы объемы производства сои в России существенно выросли с 0,5 до 3,5 млн. т [16]. В связи с увеличением масштабов производства продуктов из сои увеличивается и количество отходов, образующихся при ее переработке.

При организации производства концентрированных белковых продуктов из сои образуются отходы: соевая сыворотка, соевый шрот и соевая меласса [17]. Считается перспективным использование соевого шрота для получения белковых концентратов, объем производства которых за период с 2015 г. по 2018 г. вырос в 74,6 раз [8, 9]. При переработке соевого шрота в концентрат белка образуется соевая меласса, количество которой также увеличивается. Достаточно отметить, что одно только предприятие по глубокой переработке семян масличных культур Калининградский производственный комплекс ГК «Содружество» перерабатывает до 2,8 млн. т сои в год. При этом вырабатывает 17 тыс. т соевой мелассы в год [18].

Основными составляющими сухих веществ соевой мелассы являются углеводы (от 75% до 80%) [19], которые включают олигосахариды (стахиоза и рафиноза), дисахариды (сахароза) и незначительные количества моносахаридов (фруктоза и глюкоза). Соевая меласса богата не только углеводами, но и содержит белки, аминокислоты и минералы [20], что определяет перспективность её использования в качестве сырьевого источника для производства молочной кислоты [21].

Ранее проведенными исследованиями по использованию соевой мелассы для получения молочной кислоты было показано, что молочнокислые бактерии *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* KLDS1.8501, *L. acidophilus* KLDS1.0327, *L. acidophilus* ATCC11975, *L. plantarum subsp. Plantarum* CICC23168, *L. casei* ATCC393 и *L. plantarum* NAU2 могут продуцировать её из соевой мелассы [22]. При этом отмечено, что *L. plantarum subsp. Plantarum* CICC23168 обладает очевидным преимуществом: более высокой скоростью ферментации и большим коэффициентом биоконверсии потребляемых сахаров в целевой продукт. В работе [23] показана возможность использования *Lactobacillus salivarius* в качестве продуцента для биосинтеза молочной кислоты из соевой мелассы. По данным [24] наиболее активными из испытанных индивидуальных штаммов молочнокислых бактерий являются *L. acidophilus* AT-1 и *L. helveticus* 305₁₀.

Таким образом, при решении вопроса импортозамещения молочной кислоты и создания технологии её производства целесообразно рассматривать использование в качестве углеводсодержащих сырьевых источников молочную сыворотку и соевую мелассу.

Литература

1. General terms and conditions sales [Электронный ресурс]: Corbion. URL: <https://www.corbion.com/about-corbion/general-terms-and-conditions-sales> (дата обращения 27.06.2019).
2. Galactic [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lactic.com> (дата обращения 26.06.2019).
3. Company overview [Электронный ресурс]: Musashino Chemical Laboratory, Ltd. URL: <https://www.musashino.com/english/company/outline/> (дата обращения 26.06.2019).
4. Home [Электронный ресурс]: Henan Jindan Lactic Acid Technology Co., Ltd. URL: <http://jindanlactic.diytrade.com/> (дата обращения 26.06.2019).
5. How Ingeo is Made [Электронный ресурс]: Nature Works LLC. URL: <https://www.natureworksllc.com/What-is-Ingeo/How-Ingeo-is-Made> (дата обращения 21.06.2019).
6. Alternative feedstock [Электронный ресурс]. URL: <https://www.corbion.com/about-corbion/innovation/alternative-feedstock> (дата обращения 21.06.2019).
7. Lactic Acid from Lactose Whey in World First Continuous Production runs [Электронный ресурс]. URL: <http://cellulac.com/sf/lactic-acid-from-lactose-whey-in-world-first-continuous-production-runs/> (дата обращения 21.06.2019).
8. Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2010 по 2016 г.г. (в соответствии с ОКПД) [Электронный ресурс]: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: (дата обращения 21.06.2019).
9. Производство основных видов продукции в натуральном выражении с 2017 г. (оперативные данные в соответствии с ОКПД2) [Электронный ресурс]: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57783> (дата обращения 21.06.2019).
10. 10 графиков о состоянии рынка молочной сыворотки [Электронный ресурс]: Milknews - Новости молочного рынка. URL: <https://milknews.ru/analitika-rinka-moloka/rinok-moloka-v-Rossii/grafiki-syvorotka-rt.html> (дата обращения 21.06.2019).
11. Володин Д.Н., Золоторёва М.С., Топалов В.К., Евдокимов И.А., Чаблин Б.В., Особенности переработки творожной сыворотки // Переработка молока. – 2017. – № 3. – С. 6–9.
12. Alvarez M.M., Aguirre-Ezkauriatza E.J., Ramírez-Medrano A., Rodríguez- Sánchez Á., Kinetic analysis and mathematical modeling of growth and lactic acid production of *Lactobacillus casei* var. *rahanosus* in milk whey // J Dairy Sci. – 2010. – № 93. – С. 5552–5560.
13. Panesar P.S., Kennedy J.F., Knill C.J., Kosseva M., Production of L(+)Lactic Acid using *Lactobacillus casei* from Whey // Brazilian Arch Biol Technol. – 2010. – № 53. – С. 219–226.
14. Kosseva M.R., Webb C. Food Industry Wastes. – Academic Press, 2013. – 338 с.
15. Евелева В.В., Черпалова Т.М., Шиповская А.А. Исследование биотрансформации молочной сыворотки в лактатсодержащие продукты // Молочная промышленность. – 2018. – № 7. – С. 40–42.
16. Васильева Н.К., Васильев В.П. Экономическая устойчивость сельскохозяйственных организаций. – М.: Научная библиотека, 2016. – 164 с.

17. Смирнова В.Д., Кузницова Т.В., Карпов П.А. Биоконверсия отходов предприятий, перерабатывающих сою // Успехи химии и химической технологии. – 2009. – Том XXIII. – № 10 (103). – С. 99 – 103.
18. Производственный логистический комплекс [Электронный ресурс]. URL: https://sodrugestvo.ru/upload/iblock/8fc/sodru_plk_rus.pdf (дата обращения 26.06.2019).
19. Хабибулина Н.В., Красноштанова А.А., Бикбов Т.М., Пономарев В.В., Получение фракций олигосахаридов и изофлавоноидов из соевой мелассы // Химия растительного сырья. – 2014. – № 3. – С. 115–124.
20. Silva F.D., Romão V.B., Cardoso V.L., Filho U.C., Ribeiro E.J. Production of ethanol from enzymatically hydrolyzed soybean molasses // Biochemical Engineering Journal. – 2012. – № 69 (2). – С. 61–68.
21. Патент 2010093037 США, C12N1/20; C12P13/04; C12P21/02, Growth of microorganisms in media containing soy components / Jarrell K.; Reznik G.; Pynn M., опубл. 15.04.2010.
22. J. Yangjuan, X. Li, C. Meisi, Z. Xiaomin, H. Cuiping, W. Song, Lactic Acid Production by Fermentation of Soybean Molasses with Lactic Acid Bacteria and Carbohydrate Metabolism // Food science. – 2018. – Т. 39. – № 6. – С. 130–134.
23. L. Jiang, Y. Hua, The Utilization of Soy Molasses // Cereals and Oils. – 2006. – № 8. – С. 12–14.
24. Евелева В.В., Шиповская Е.А., Черпалова Т.М., Хабибулина Н.В. Исследование биотрансформации углеводов соевой мелассы молочнокислыми бактериями // Пищевая промышленность. – 2019. – № 3. – С. 50–53.

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ТЕТРАЗОЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ХИТОЗАНА И ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

А.Р. Егоров¹, А.С. Критченков^{1,2}, Е.П. Сучкова¹

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Университет РУДН, Москва, Россия

sab.icex@mail.ru

Аннотация

Тетразол получали с использованием нового подхода, то есть металл-катализируемого 1,3-диполярного цикло-присоединения к цианоэтилхитозану. При ионном гелеобразовании этих производных тетразола с триполифосфатом натрия образуются наночастицы. Полученные наночастицы имели гидродинамический диаметр 100-800 нм и ζ -потенциал 22–57 мВ. Производные тетразола и его наночастицы были испытаны в качестве антибактериальных агентов: *in vitro* антибактериальная активность тетразол-хитозана в отношении *S. aureus* и *E. coli* значительно превысила активность антибиотиков (ампициллина и гентамицина).

Ключевые слова

Хитозан, тетразол, биотехнология, антибактериальная активность.

Введение

Реакция 1,3-диполярного циклоприсоединения является наиболее мощным инструментом для генерации гетероциклических систем различных размеров с различными гетероатомами [1]. Использование реакций 1,3-диполярного циклоприсоединения в химии хитозана [2] позволило получить новые производные хитозана с выдающимися физико-химическими и биологическими свойствами (например, фунгицидные полимеры [3], биосовместимые гидрогели [4, 5], антибактериальные полимеры [6], сорбенты [7], системы доставки лекарств [8] и полимеры с улучшенными механическими свойствами [9]).

Хитозан очень интенсивно исследовали в качестве антимикробного материала против широкого спектра бактерий в экспериментах *in vivo* и *in vitro* [10]. Однако антибактериальное применение хитозана по-прежнему ограничено плохой растворимостью хитозана в воде и его умеренными антимикробными свойствами. Мы были вдохновлены улучшенными антибактериальными свойствами тетразола и его производных против широкого спектра грамположительных и грамотрицательных бактерий [11 – 13], и мы предположили, что введение тетразольного фрагмента в основную часть хитозана может улучшить антибактериальные свойства хитозана. По этой причине мы оценили антибактериальную активность *in vitro* полученных новых производных тетразола и хитозана и их наночастиц.

Экспериментальная часть

В исследовании использовали низкомолекулярный крабовый хитозан (ЗАО «Биопрогресс», Щелково) со средневязкостной молекулярной массой 37000,20 степенью ацетилирования SA=0.26 (из данных спектроскопии ЯМР ¹H), влажностью 8.0% (определено гравиметрически), акрилонитрил, ацетон, азид натрия, триметиламин, ампициллин, гентамицин, хлорид цинка. Другие химические вещества и

растворители были получены из коммерческих источников и использовались без дополнительной очистки.

Спектры ЯМР ^1H снимали на спектрометре Bruker Avance II+ 400 MHz в растворе $\text{D}_2\text{O}/\text{CF}_3\text{COOH}$ (50/1) при 70 °С. ИК-спектры снимали на ИК-Фурье спектрометре Bruker Vertex 70 с использованием микроприставки Pike нарушенного полного внутреннего отражения.

Синтез (2-цианоэтил)хитозана (с ЦЭХ) в ДМСО

Хитозан (0,5 г) диспергировали в ДМСО (15 мл) при интенсивном перемешивании в течение 24 часов, и затем к суспензии хитозана добавляли 1, 2, 3 или 5 эквивалентов акрилонитрила (на мономерную единицу хитозана). Реакционный сосуд закрывали резиновой перегородкой и барботировали азотом, используя иглы для ввода и вывода шприца. Дегазированную реакционную смесь перемешивали при 25, 35, 45 или 70 °С в течение 3, 10, 24 или 150 часов. Реакцию гасили добавлением 50 мл ацетона. Полученный осадок отфильтровывают, промывают ацетоном и этанолом и сушат на воздухе при комнатной температуре. Чтобы оценить влияние Et_3N , в реакционную пробирку с суспензией хитозан-ДМСО (0,5 г в 15 мл) загружали 1 эквивалент акрилонитрила и 0,1 эквивалента Et_3N , герметично закрывали, барботировали азотом и перемешивали при 25 °С в течение 3 часов. час Продукт очищали, как описано выше.

Образцы CNC-19, CNC-32 и CNC-66 (число указывает на степень замещения, DS) были подготовлены с использованием вышеуказанной процедуры с 1 (для CNC-19 и CNC-32) или 5 (для CNC-66) эквиваленты акрилонитрила (на мономерную единицу хитозана) при 25 °С в течение 3 ч (CNC-19 и CNC-66) или 10 ч (CNC-32).

Синтез [3-(1H-тетразол-5-ил)этил] хитозана (ТС)

ЦЭХ (0,5 г) диспергировали в течение 3 ч в воде, а затем добавляли азид натрия (1,2 эквивалента на замещенную единицу) и катализатор Zn^{2+} . Реакционную смесь перемешивали при 70 °С, и реакцию контролировали с помощью ИК-спектроскопии. После исчезновения полосы вибрации при 2120 см^{-1} в ИК-спектре к реакционной смеси добавляли ЭДТА (5 г) и перемешивали в течение 3 часов. Затем реакционную смесь центрифугировали и раствор диализовали против воды и лиофилизировали. Таким образом, образцы ТС-19, ТС-32 и ТС-66 были изготовлены из CNC-19, CNC-32 и CNC-66 соответственно.

Приготовление наночастиц ТС (NPTC)

Наночастицы были приготовлены по методике, слегка измененной по сравнению с [14], путем растворения 20 мг образцов ТС (ТС-19, ТС-32 и ТС-66) в 20 мл дистиллированной воды. После 3 ч перемешивания быстро добавляли 0,2% водный триполифосфат натрия (TPP). Полученную суспензию наночастиц центрифугировали при 17000 об/мин и 2 °С в течение 40 минут в центрифуге Optima MAX-XP (Beckman Coulter). Осажденные наночастицы повторно диспергировали в 20 мл воды и лиофилизировали. Согласно этому методу были подготовлены образцы NPTC-19, NPTC-32 и NPTC-66.

Результаты и их обсуждение

ЦЭХ можно синтезировать как в гомогенных (водная уксусная кислота), так и гетерогенных (водный NaOH) условиях в соответствии с опубликованными методиками [15]. В обоих случаях нами были получены цианоэтильные производные хитозана с $\text{DS} = 0,62$ (CNC-62). Чтобы избежать побочного введения карбоксиэтильной группы, вызванного гидролизом нитрильного фрагмента, мы провели цианоэтилирование хитозана в ДМСО. Гетерогенная реакция хитозана и акрилонитрила в ДМСО привела к образованию производных хитозана, содержащих только цианоэтильные фрагменты (рис. 1).

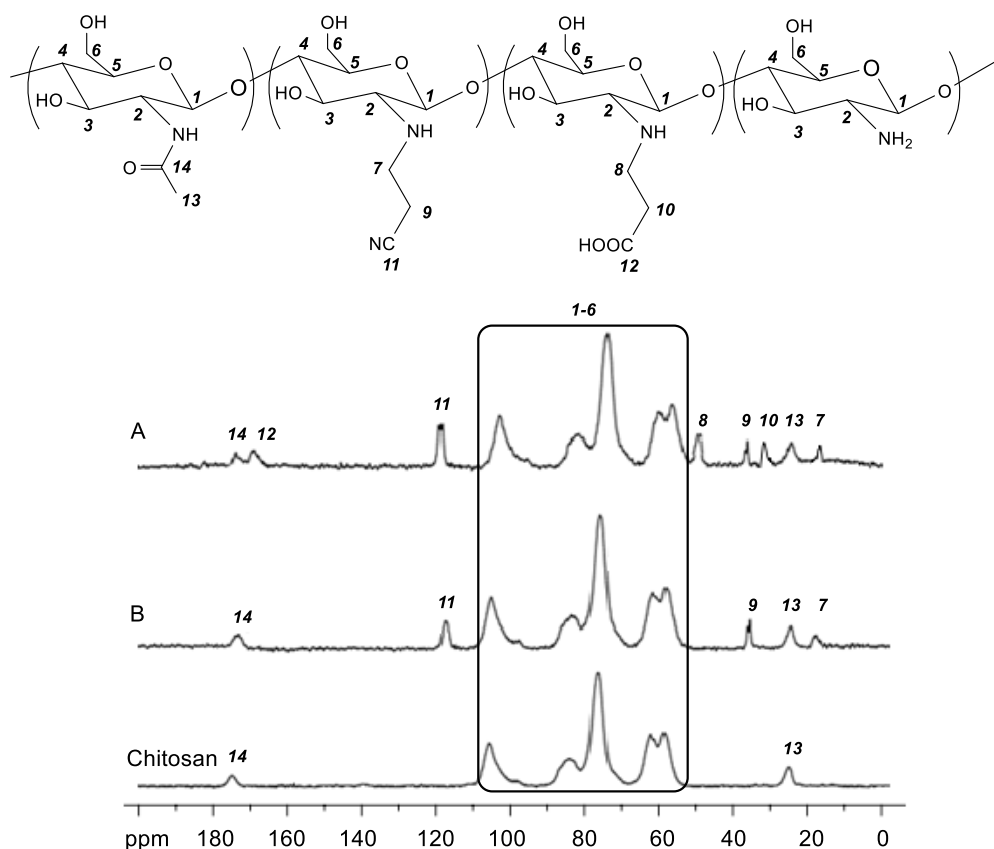


Рис. 1. ^{13}C ЯМР-спектры исходного хитозана и (2-цианоэтил) хитозанов CNC-62, приготовленных в водном NaOH (A) и CNC-66, приготовленных в ДМСО (B)

Реакция акрилонитрила с хитозаном может протекать по двум нуклеофильным центрам, то есть группе OH хитозана и группе NH_2 . В настоящей работе мы оценили степени N- и O-замещения (DS_N и DS_O соответственно) реакции хитозана с акрилонитрилом в ДМСО из спектров ЯМР ^1H .

Мы изучили влияние различных факторов, в том числе молярного соотношения реагентов, времени реакции, температуры и присутствия Et_3N в качестве основного катализатора, на хемоселективность реакции и DS полученного ЦЭХ.

Увеличение молярного отношения акрилонитрила к хитозану приводит к увеличению DS ЦЭХ (рис. 2A). Когда реакция протекает при 25°C в течение 3 ч, молярное соотношение акрилонитрил: хитозан 1:1 приводит к ЦЭХ с DS 0,19, тогда как молярное соотношение 1:5 дает высокозамещенный продукт (DS 0,68). В отличие от этого, реакция при 25°C приводит к появлению только N-замещенных ЦЭХ, что подтверждается ^1H ЯМР-спектроскопией (DS_N равен DS).

Время реакции также влияет на DS ЦЭХ (рис. 2B). При молярном соотношении реагентов 1:1 реакция, проводимая в течение 3 ч при комнатной температуре, дает малозамещенный CNC-19 (DS 0,19), в то время как получение высокозамещенного CNC-66 (DS 0,66) в тех же условиях требует гораздо более длительное время реакции (150 ч).

Реакция акрилонитрила с хитозаном также демонстрирует сильную температурную зависимость в отношении его селективности (рис. 2C). При комнатной температуре реакция селективно дает N-замещенный ЦЭХ, тогда как при высоких температурах она протекает в обоих реакционных центрах. Доля O-замещенных единиц в ЦЭХ также растет с ростом температуры (рис. 2C).

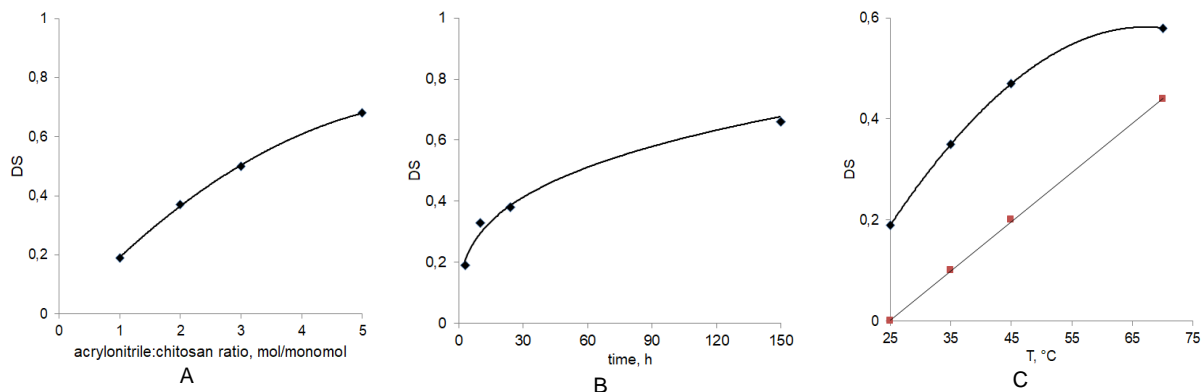


Рис. 2. (А) Влияние соотношения реагентов на DS (2-цианоэтил) хитозана (CNC) (25 °С, 3 часа, N-замещение); (Б) Влияние времени реакции на СЗ (DS) ЦЭХ (25 °С, молярное соотношение акрилонитрил:хитозан 1:1, N-замещение); (С) Влияние температуры на общее DS (черные точки) и DSO (красные точки) ЦЭХ (молярное соотношение акрилонитрил:хитозан 1:1, 3 ч)

Цианоэтированию могут способствовать базовые катализаторы, которые усиливают нуклеофильность гидроксильных групп путем депротонирования. Действительно, присутствие Et_3N значительно ускоряет реакцию. Кроме того, присутствие Et_3N существенно влияет на селективность реакции. Как упомянуто выше, в отсутствие катализатора при 25 °С реакция селективно дает N-замещенный ЦЭХ.

Азид натрия реагирует с нитрилами даже в воде, и этот процесс катализируется Zn^{2+} . Молярное соотношение нитрил: азид: Zn^{2+} для этой реакции обычно составляет 1:1,1:1 [16]. Координация нитрила с центром Zn^{2+} является доминирующим фактором, влияющим на катализ, и эта координация существенно снижает барьер для воздействия азид-иона. Реакция азид-ионов с нитрильными функциональными группами ЦЭХ также протекает в виде опосредованного металлом 1,3-диполярного циклоприсоединения и дает производные хитозана 1Н-тетразола.

Для завершения реакции требуется около 10 часов, используя катализаторы кислотного типа Льюиса на основе Zn^{2+} (70 °С, с соотношением катализатор:ЦЭХ 1:1 и соотношением азид:ЦЭХ 1:3). Каталитический эффект не зависит от аниона в соли Zn^{2+} .

Приготовление наночастиц включало добавление водного раствора ТРР к энергично перемешиваемому водному раствору ТС-19, ТС-32 или ТС-66. Используя каждое производное тетразола хитозана, мы приготовили наночастицы NPTC-19, NPTC-32 или NPTC-66 с кажущимися гидродинамическими диаметрами около 100, 200, 300, 500 и 800 нм (для размера, ζ -потенциала и индекса полидисперсности).

Антибактериальная активность *in vitro* водорастворимых производных тетразола хитозана ТС-19, ТС-32 и ТС-66 в отношении грамположительных *S. aureus* и грамотрицательных кишечных палочек была оценена методом диффузии в агаре. Антибактериальные свойства полученных полимеров (таблице) сравнивали с таковыми для исходного хитозана и коммерчески доступных антибиотиков ампициллина и гентамицина. Антибактериальная активность производных тетразола и хитозана гораздо более очевидна по сравнению с соответствующей активностью исходного хитозана, и она возрастает с увеличением DS по отношению к *S. aureus* и *E. coli* (таб. 1). Более того, все полученные производные обладали более выраженной антибактериальной активностью в отношении *S. aureus*, чем в отношении *E. coli*.

**Антибактериальная активность [3-(1H-тетразол-5-ил)этил] хитозанов (ТХ)
и их наночастиц**

Образец	Зона ингибирования (диаметр), мм*	
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
Хитозан	13.5±0.3	10.4±0.2
ТС-19	26.7±0.2	15.4±0.4
ТС-32	27.9±0.2	16.2±0.2
ТС-66	29.1±0.2	17.4±0.2
NPTC-66; 105 нм, +53 мВ	37.7±0.4	25.8±0.1
NPTC-66; 203 нм, +42 мВ	36.2±0.3	23.4±0.4
NPTC-66; 300 нм, +22 мВ	29.4±0.2	19.7±0.2
NPTC-66; 507 нм, +45 мВ	34.4±0.2	22.1±0.1
NPTC-66; 800 нм, +57 мВ	33.7±0.1	21.6±0.2
Ампицилин	30.2±0.2	—
Гентамицин	—	22.1±0.3

Это наблюдение можно объяснить различными структурами клеточной стенки грамположительных (*S. aureus*) и грамотрицательных (*E. coli*) бактерий. Клеточные стенки грамположительных бактерий состоят исключительно из пептидогликана. Слой пептидогликана состоит из сетей с множеством пор, которые обеспечивают быстрое проникновение экзогенных молекул в клетку. Напротив, клеточные стенки грамотрицательных бактерий состоят из внутренней пептидогликановой мембраны и внешней мембраны, которая состоит из липополисахарида, липопротеинов и фосфолипидов. Эта сложная двухслойная структура клеточной стенки с внешней и внутренней мембраной образует мощный барьер против чужеродных молекул с высокой молекулярной массой [17]. Таким образом, производные ТС по-разному влияют на грамположительные и грамотрицательные бактерии.

Антибактериальные свойства наночастиц NPTC-66 были значительно более выраженными, чем активность исходного хитозана, и были выше, чем антибактериальный эффект ТС-66. Более того, антибактериальная активность наночастиц NPTC-66 была даже выше, чем у ампицилина или гентамицина.

Литература

1. Padwa A., Bur S., Recent Advances of 1,3-Dipolar Cycloaddition Chemistry for Alkaloid Synthesis // E.F.V. Scriven, C.A. Ramsden (Eds.) Heterocyclic Chemistry in the 21st Century: A Tribute to Alan Katritzky. – 2016. – pp. 241–305.
2. Kritchenkov A.S., Skorik Y.A. // Russian Chemical Bulletin. – 2017. – № 66. – pp. 769–781.

3. Li B., Shan C.L., Ge M.Y., Wang L., Fang Y., Wang Y.L., Xie G.L., Sun G.C., *Asian Journal of Chemistry*, 25 (2013) 10033-10036.
4. Montiel-Herrera M., Gandini A., Goycoolea F.M., Jacobsen N.E., Lizardi-Mendoza J., Recillas-Mota M.T., Arguelles-Monal W.M. // *Iranian Polymer Journal*. – 2015. – № 24. – pp. 349–357.
5. Tirino P., Laurino R., Maglio G., Malinconico M., d'Ayala G.G., Laurienzo P. // *Carbohydrate Polymers*. – 2014. – № 112. – pp. 736–745.
6. Chen Y., Wang F.J., Yun D.R., Guo Y.W., Ye Y.C., Wang Y.X., Tan H.M. // *Journal of Applied Polymer Science*. – 2013. – № 129. – pp. 3185–3191.
7. Zare E.N., Lakouraj M.M. // *Iranian Polymer Journal*. – 2014. – № 23. – С. 257–266.
8. Puvvada N., Rajput S., Kumar B.N.P., Sarkar S., Konar S., Brunt K.R., Rao R.R., Mazumdar A., Das S.K., Basu R., Fisher P.B., Mandal M., Pathak A. // *Scientific Reports*– 2015. – № 5.
9. Ryu H.J., Mahapatra S.S., Yadav S.K., Cho J.W. // *European Polymer Journal*. – 2013. – № 49. – pp. 2627–2634.
10. Verlee A., Mincke S., Stevens C.V. // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – № 164. – pp. 268–283.
11. Salehi R., Mahkam M. // *Drug Development and Industrial Pharmacy*. – 2017. – № 43. – pp. 1963–1977.
12. Dudley J., Feinn L., DeFrancesco H., Lindsay E., Coca A., Roberts E.L. // *Medicinal Chemistry*, – 2018. – № 14. – pp. 550–555.
13. Ahamed A., Arif I.A., Moydeen M., Kumar R.S., Idhayadhulla A. // *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2018. – № 9. – pp. 3322–3327.
14. Skorik Y.A., Golyshev A.A., Kritchenkov A.S., Gasilova E.R., Poshina D.N., Sivaram A.J., Jayakumar R. // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – № 162. – pp. 49–55.
15. Nudga L.A., Plisko E.A., Danilov S.N. // *Zhurnal Obshchei Khimii*. – 1975. – № 45. – pp. 1145–1149.
16. Demko Z.P., Sharpless K.B. // *The Journal of Organic Chemistry*. – 2001. – № 66. – pp. 7945–7950.
17. Feng Q.L., Wu J., Chen G.Q., Cui F.Z., Kim T.N., Kim J.O. // *J Biomed Mater Res*. – 2000. – № 52. – pp. 662–668.

ОЦЕНКА МОЛОКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СЫРЬЕВОГО РЕСУРСА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СМЕСИ МОРОЖЕНОГО

А.Е. Карл, А. Оразов, Л.А. Надточий

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

karl_asel@mail.ru

Аннотация

Проведен сравнительный анализ коровьего, верблюжьего, козьего молока в качестве сырьевого ингредиента для изготовления сливочного мороженого. Представлены рецептуры смеси мороженого на основе молока различных видов сельскохозяйственных животных, рассчитанные с помощью уравнения баланса по жиру. Доказана возможность использования молока козьего и верблюжьего в качестве альтернативного сырьевого источника при производстве мороженого сливочного.

Ключевые слова

Коровье молоко, верблюжье молоко, козье молоко, мороженое, аллергия.

Коровье молоко является одним из важных продуктов в питании населения мира. Еще в древности, Гиппократ отмечал, что «молоко является почти совершенным продуктом питания». В специальной литературе под молоком понимается многокомпонентная сбалансированная жидкость, обладающая высокими питательными и бактерицидными свойствами [1].

Из молока сельскохозяйственных животных изготавливают различные молочные продукты с использованием технологических приемов, таких как:

- 1) сепарирование (сливки, сливочное масло);
- 2) сквашивание (кефир, йогурт, творог, сыр, простокваша, ацидофилин, и т.д.);
- 3) концентрирование (сухое молоко, сгущенное молоко);
- 4) составление многокомпонентной смеси (мороженое, продукты детского питания, глазированные сырки, плавленые сыры и пр.)

Рассмотрим продукт сложного сырьевого состава – мороженое на молочной основе. Мороженое – это питательный замороженный молочный десерт, широко употребляемый во многих странах мира. Мороженое благодаря своему основному компоненту коровьему молоку, обладает питательными свойствами и высокими вкусовыми характеристиками [2].

Происхождение мороженого восходит ко второму веку до нашей эры, хотя конкретная дата открытия продукта и авторство этого изобретения не известны. Известно, что Александр Великий (356–323 гг. до н.э.) наслаждался снегом и льдом, приправленным медом и нектаром. Существуют информация, что в XIV веке путешественник Марко Поло, вернувшись в Италию с Дальнего Востока, принес с собой рецепт блюда похожего на шербет. И именно тогда мороженое оказалось в центре внимания, но лишь в 1660 году мороженое стало доступно широкой группе населения [3].

На сегодняшний день существует большой выбор сырьевых ингредиентов, которые широко применяются в производстве мороженого. Благодаря развитию

пищевой отрасли производство ряда продуктов питания, в том числе мороженого, стало более технологичным. Для изготовления мороженого в основном используются продукты переработки коровьего молока с внесением различных пищевых добавок и наполнителей [4].

Как известно, коровье молоко имеет большую распространенность в мире по сравнению с молоком других сельскохозяйственных животных (к примеру, верблюжьем и козьим молоком). Однако, доказано, что молоко верблюжье и козье не уступает молоку коровьему по показателям химического состава, а не некоторым – превосходит его. Согласно справочным данным, представленным в таб. 1, верблюжье и козье молоко отличаются более высоким содержанием сухих веществ, белка и жира по сравнению с коровьим молоком. Содержание макронутриентов является важным показателем при расчете рецептур многокомпонентных продуктов питания, таким образом молоко верблюжье и козье могут рассматриваться как альтернативный сырьевой ресурс при производстве мороженого [5].

Таблица 1

Физико-химический состав молока различных видов животных

Показатель	Молоко – сырье		
	Верблюжье	Коровье	Козье
Сухое вещество, % не менее	14,28±0,36	11,53±0,10	12,20±0,07
Жир, %, не менее	4,67±0,33	3,10±0,1	3,50±0,25
Белок, %, не менее	4,45±0,004	3,05±0,02	3,45±0,15
Сывороточные белки	1,44±0,09	0,79±0,01	0,99±0,03
Лактоза	3,99±0,11	4,72±0,33	4,59±0,41
Содержание Са, мг/%	132,92±0,69	118,09±0,26	124,58±0,42
Плотность, кг/м ³	1030,5±0,35	1028,4±0,30	1028,7±0,25
Кислотность, °Т	22,0±0,60	15,4±0,04	16,5±0,03
Калорийность, ккал/100г	78,03±3,22	60,67±2,34	65,11±1,32

Из данных в таб. 1 [5] можно увидеть, что содержание сухих веществ в верблюжьем молоке выше на 2,08 и 2,75 % по сравнению с козьим и коровьим молоком соответственно. Массовая доля жира в верблюжьем молоке выше чем в коровьем на 1,57 % и выше чем в козьем молоке на 1.17%. Кроме того, верблюжье молоко преобладает по уровню общего белка, сывороточных белков и кальция ($P>0,99$), показателям плотности и калорийности ($P>0,95$) как и коровье, так и козье молоко. Но все же массовая доля лактозы в верблюжьем молоке значительно ниже, чем в коровьем и козьем. Высокое содержание лактозы отмечается в коровьем молоке, что превышает данный показатель в верблюжьем молоке на 0,73 %.

В данной работе исследована возможность составления смеси для производства сливочного мороженого на основе молока коровьего, козьего и верблюжьего. Расчет многокомпонентных рецептур смеси для производства продукта проводили на примере

мороженого сливочного. Для изготовления смеси мороженого применяли традиционную технологию производства продукта на молочной основе. Рецептурный состав смеси мороженого трех видов представлен в таблице 2.

Таблица 2

**Рецептурный состав смеси мороженого из различных видов молока на 1000 кг
(без учета потерь)**

Сырьевые ингредиенты	Рецептурный состав (кг на 1000 кг смеси) на основе		
	коровьего молока	козьего молока	верблюжьего молока
Молоко	501,5	501,5	515,5
Сливки (м. д. ж. 30%)	266	269	252,5
Сгущенное молоко (м. д. ж. 8,5%)	50	50	50
Сахар	127,5	127,5	127,5
СОМ	50	50	50
Стабилизатор (кремодан SE)	5	5	5
Итого, кг	1000	1000	1000

При производстве мороженого смесь готовили согласно рецептуре таб. 2, которая рассчитывалась, учитывая химический состав готового продукта и согласно уравнению материального баланса по жиру. Смесь нагревали до 35-40 °С, что необходимо для наиболее полного и быстрого растворения сухих продуктов, которые увеличивая вязкость и снижая теплопроводность смесей, оказывают защитное действие на микроорганизмы. Затем смесь гомогенизировали при температуре, близкой к температуре пастеризации (85°С с выдержкой 2-3 мин) при одноступенчатой гомогенизации для сливочной смеси 12 МПа. Сразу же после гомогенизации смесь охладил до 4 °С с целью создания неблагоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, это также необходимо для физического созревания на сутки, которая является обязательной стадией технологического процесса. В процессе созревания смеси должно быть строго соблюдены санитарно-гигиенические режимы чтобы не допустить резкого увеличения бактериальной обсемененности. После созревания смеси следующий процесс одновременного взбивания и замораживания смеси до мороженого – фризирование. От правильности проведения данного процесса зависят структура и консистенция готового продукта. Выходящее из фризера мягкое мороженое быстро фасуют или как в нашем случае отправили на закалывания для дальнейшего хранения (при температуре – 25°С) и исследования [6].

В результате данного исследования были получены 3 образца мороженого на основе молока коровьего, козьего и верблюжьего с титруемой кислотностью 12, 13, 12 °Т соответственно. Качество мороженого и его функциональная направленность зависят от в первую очередь от химического состава. Оценивали физико-химические показатели исследуемых образцов по показателю таяния мороженого весом 30 г. в течение 150 мин при температуре окружающей среды 25±1 °С. Скорость таяния исследуемых образцов измеряли на электронных весах (с точностью до 0,01 г) путем взвешивания расплавленных капель мороженого на протяжении 60 мин с шагом эксперимента в 1 минуту. Данное исследование показало, что скорость таяния мороженого из козьего молока по сравнению с другими медленнее и мороженое лучше сохраняет форму и плотную консистенцию ($M_{150}=13,44$). Скорость таяния мороженого из верблюжьего ($M_{150}=21,97$) и коровьего молока ($M_{150}=25,42$) оценили, как удовлетворительное, так как при таянии они также сохранили форму и плотную консистенцию, но масса растаявшего остатка была больше чем в мороженом из козьего молока.

Таким образом, молоко различных видов сельскохозяйственных животных может рассматриваться в качестве альтернативного сырьевого ресурса при изготовлении смеси мороженого, что подтверждается высокими органолептическими и физико-химическими свойствами образцов сливочного мороженого на основе молока козьего и верблюжьего.

Литература

1. Боровик Т.Э., Семёнова Н.Н., Лукоянова О.Л., Звонкова Н.Г., Скворцова В.А., Захарова И.Н. Степанова Т.Н. К вопросу о возможности использования козьего молока и адаптированных смесей на его основе в детском питании // Вопросы современной педиатрии. Изд-во: Педиатр (Москва). – С. 60-68.
2. Закревский В.В. Молоко и молочные продукты / В.В. Закревский. – СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2010. – 48 с.
3. Кожаметова Т.К., Агедилова М.Т., Калдыбаева А.К. Аллергия и верблюжье молоко / Т.К. Кожаметова, М.Т. Агедилова, А.К. Калдыбаева // Актуальные проблемы современности. Изд-во: Частное учреждение «Академия Болашак» (Караганда). – С. 186-189.
4. Русинова М.О. Improvements in ice cream production through centuries: composition and manufacturing process / М.О. Русинова // Молодежь и наука. Изд-во: Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург). – С. 1-4.
5. Шувариков А.С., Пастух О.Н. Состав и технологические свойства верблюжьего, коровьего и козьего молока-сырья // Интенсивные технологии производства продукции животноводства, Пенза. 2015. – С. 102-106.
6. Забодалова Л.А., Евстигнеева Т.Н. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: Учеб. пособие. СПб: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. 304 с.

УДК 579.8

ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИЗОЛЯТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Н.А. Башкирцева, А.В. Позднякова, И.С. Милентьева, Н.С. Величкович

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

nadya.bashckirtseva@mail.ru

Аннотация

В статье приводятся результаты исследования культурально-морфологических свойств штаммов, выделенных из почв, донных отложений водоемов, ризосферы растений и отходов растениеводческих предприятий различных районов Кемеровской области.

Ключевые слова

Изолят, культурально-морфологические свойства, микроорганизмы.

Многие виды бактерий распространены в почвах и, что особенно важно, в ризосфере растений. К настоящему времени в литературе описано множество штаммов различных бактерий, обладающих антагонистическими свойствами в отношении различных микроорганизмов, в том числе фитопатогенных. Ряд исследователей обнаружили положительное влияние на рост и развитие растений со стороны молочнокислых бактерий [6, 7, 8].

Микроорганизмы почвы очень многочисленны и разнообразны. Среди них имеются бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы и водоросли, протозоа и близкие к этим группам живые существа. Биологический круговорот в почве осуществляется с участием разных групп микроорганизмов. В зависимости от типа почвы содержание микроорганизмов колеблется [1, 4].

Наибольшее число микроорганизмов содержится в верхнем слое почвы толщиной до 10 см. По мере углубления в почву количество микроорганизмов уменьшается и на глубине 3-4 м они практически отсутствуют. На поверхности почвы микроорганизмов относительно мало, так как на них губительно действуют УФ-лучи, высушивание и т. д. [2].

Материалом для выделения микроорганизмов послужили почва, донные отложения водоемов, ризосфера растений и отходы растениеводческих предприятий различных муниципальных районов Кемеровской области: Кемеровского, Прокопьевского, Мариинского, Яйского, Гурьевского.

Выделение штаммов микроорганизмов из образцов почв, ризосферы растений, растительных отходов и донных отложений водоемов проводили по стандартным методикам, описанным в «Методах микробиологического контроля почвы».

Культурально-морфологические свойства полученных изолятов изучали с помощью общепринятых микробиологических методов – фиксировали цвет, форму, консистенцию колоний на плотной среде, проводили окрашивание мазков по Граму, оценивали подвижность клеток в препарате «раздавленная капля» [5]. Изучение культуральных и морфологических свойств микроорганизмов проводили методом микроскопирования.

В результате проведенных исследований из почв, водоемов и растительных объектов Кемеровской области выделено 20 изолятов, различных по культурально-морфологическим свойствам (таблица).

Таблица

Культурально-морфологические свойства изолятов, выделенных из почв, водоемов и растительных объектов Кемеровской области

Изолят	Показатель				Морфология колоний				
	спорообразование	подвижность	форма	окраска по Граму	поверхность	характер контура края	цвет	профиль	консистенция
Почва Кемеровского района (д. Пещерка)									
Изолят №1	–	+	Палочкообразная	–	гладкая	ровный	светло-желтый	плоский	плотная
Изолят №2	–	+	дрожжеподобные грибки	–	мелко-морщинистая	ровный	белый	волнистый	плотная
Почва Прокопьевского района (поселок Кара-Чумыш)									
Изолят №3	+	–	Дрожжеподобные грибки	+	ворсинистая	неровный	от белого до бурозеленого	выпуклый	плотная
Изолят №4	+	+	палочкообразная	+	гладкая	неровный	серовато-белый	выпуклый	вязкая
Ризосфера растений Мариинского района (с. Суислово)									
Изолят №5	–	–	дрожжеподобные грибки	–	бороздчатая	ровный	серовато-белый	волнистый	плотная
Ризосфера растений Яйского района (с. Вознесенка)									
Изолят №6	+	–	сферическая	+	мелко-морщинистая	неровный	от белого до креммового	волнистый	плотная
Изолят №7	+	+	палочкообразная	+	гладкая	неровный	серовато-белый	плоский	Вязкая
Изолят №8	–	–	сферическая	+	гладкая	ровный	серый	выпуклый	мягкая
Ризосфера растений Гурьевского района (поселок Урск)									
Изолят №9	+	+	сферическая	+	гладкая	неровный	белый	выпуклый	мягкая

Продолжение таблицы

Изолят	Показатель				Морфология колоний				
	спорообразование	подвижность	форма	окраска по Граму	поверхность	характер контура края	цвет	профиль	консистенция
Растительные отходы ОАО «Суховский» (г. Кемерово)									
Изолят №11	–	–	сферическая	+	шероховатая	ровный	телесный	выпуклый	плотная
Изолят №12	–	–	палочкообразная	+	гладкая	ровный	белый	плоский	плотная
Растительные отходы ООО «Нива» (Гурьевский район, с. Горскино)									
Изолят №13	–	–	палочкообразная	+	гладкая	ровный	белый	плоский	плотная
Изолят №14	–	+	палочкообразная	+	шероховатая	ровный	серобелый	Выпуклый	Плотная
Растительные отходы ООО «Велес» (Яйский район, п.г.т. Яя)									
Изолят №15	–	+	палочкообразная	–	складчатая	ровный	серобелый	выпуклый	мягкая
Изолят №16	–	–	сферическая	–	шероховатая	неровный	телесный	выпуклый	мягкая
Донные отложения Урского озера (Гурьевский район)									
Изолят №17	–	+	палочкообразная	–	мелкозернистая	ровный	желтоватый	плоский	плотная
Изолят №18	+	–	палочкообразная	–	блестящая	ровный	кремовый	плоский	мягкая
Донные отложения Кара-Чумышского водохранилища (Прокопьевский район)									
Изолят №19	+	+	палочкообразная	+	блестящая	ровный	белый	выпуклый	пастообразная
Донные отложения озера Удай (Мариинский район)									
Изолят №20	+	+	палочкообразная	+	блестящая	ровный	белый	плоский	мягкая

В результате анализа данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что бактерии имеют разнообразную форму и довольно сложную структуру, определяющую многообразие их функциональной деятельности [3]. Большинство выделенных бактерий – грамположительные, палочкообразные клетки.

Большая часть бактерий не имеют спор и являются подвижными. Колонии, выросшие на поверхности среды, отличаются разнообразием, они видоспецифичны и их изучение используется для определения видовой принадлежности исследуемой культуры. Цвет колоний различный, от белого до телесного.

Предварительный анализ по морфологическим признакам позволяет предположить наличие в анализируемых образцах микроорганизмов следующих родов: *Bacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Bacteroides*.

Финансовая поддержка исследования была предоставлена Минобрнауки России в рамках выполнения работ ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», соглашение о предоставлении субсидии от 20.12.2018 г. № 075-02-2018-1934 (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57418X0207).

Литература

1. Абдуллаева Н.Ф. Микробиологические и биохимические характеристики молочно-кислых бактерий и области их применения (обзор) / Н.Ф. Абдуллаева, З.А. Тагизаде, Р.С. Мустафаева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 3-3. – С. 31-35.
2. Баранова И.П. Некоторые данные о культурально-морфологических особенностях форм диссоциации низинообразующего стрептококка / И.П. Баранова, П.Л. Заславская, Н.С. Егоров // Антибиотики и химиотерапия. – 2016. – Т. 40. – № 4. – С. 3–7.
3. Стоянова Л.Г. Выделение и идентификация молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* с антимикробным действием / Стоянова Л.Г. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 5. – С. 41–61.
4. Шишин М.В. Исследование морфологических и антимикробных свойств микроорганизмов кишечного тракта / М.В. Шишин, А.Ю. Просеков // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 131–137.
5. Bacteriocin production and different strategies for their recovery and purification / Garsa A.K., Kumariya R., Sood S.K., Kumar A., Kapila S. // Probiotics Antimicrob Proteins. – 2014. – Vol. 6(1). – pp. 47–58.
6. Nandan P.K. Isolation and identification of bacteriocin producing microbes using biochemical and molecular tools and analysis of its biopreservation potential / Nandan P.K., Nagar A. // Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. – 2016. – Vol. 9. – pp. 278–282.
7. Surovtsev V.I. Purification of bacteriocins by chromatographic methods / Surovtsev V.I., Borzenkov V.M., Levchuk V.P. // Applied Biochemistry and Microbiology. – 2015. – Vol. 51 (9). – pp. 881–886.
8. The expanding structural variety among bacteriocins from Gram-positive bacteria / Acedo J.Z., Chiorean S., Vederas J.C., et. al. // Journal of bioscience and bioengineering. – 2018. – Vol. 42. – № 6. – pp. 805–828.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАЛОИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА *CAPSICEAE* В ТЕХНОЛОГИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОВОЩЕЙ

Е.А. Вечтомова, Т.Ф. Киселева, И.Ю. Сергеева

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

vechtomowa.lena@yandex.ru

Аннотация

Представлены результаты исследования о применении алкалоидов растений рода *Capsiceae* в процессе естественной ферментации овощей. Обобщены данные о действии подобных алкалоидов на метаболические процессы. Разработана технология квашения капусты с добавлением перечной пасты, определено количественное содержание капсаицина в плодах различных видов перцев, приведены данные о степени жгучести перцев по шкале Сколвилла.

Ключевые слова

Алкалоиды, ферментация, капсаицин, бисульфит натрия, овощи.

Интерес к растительным алкалоидам обусловлен, прежде всего, их практическим применением. Многие из них оказывают специфическое действие на организм, благодаря чему широко используется в медицинской практике в качестве эффективных лекарственных средств при лечении различных заболеваний. Однако алкалоидоносные растения находят применение и в других отраслях хозяйства. Так, например, использование различных тонизирующих веществ, действие которых зависит от содержащихся в них алкалоидов способствовало созданию промышленных отраслей производства чая, кофе, табака. Алкалоиды широко применяются в ветеринарии, в сельском хозяйстве в качестве стимуляторов роста и средств борьбы с вредителями и болезнями растений.

Стручковый перец рода *Capsicum* во всем своем разнообразии окраски, форм, размеров, а так же степени жгучести, является одной из самых распространенных специй во всем мире и одним из основных источников алкалоида капсаицина, которым и обусловлена его жгучесть.

В настоящее время установлено, что **капсаицин** изменяет состав кишечной флоры, улучшает кровообращение, стимулирует кардиоваскулярную систему, расслабляет кровеносные сосуды, а так же снижает уровень холестерина в крови, предотвращает атеросклероз и эмболию, снижает риск возникновения инсультов, разжижает мокроту и способствует выведению ее из легких, укрепляет ткани легких и помогает предотвращать и лечить эмфизему, непосредственным образом влияет на элиминацию *Helicobacter pylori*, в значительной степени уменьшает проявления функциональной диспепсии [2, 3].

В исследовании *Alimentary Pharmacology and Therapeutics* 2002-2008 г. подтверждено, что при длительном использовании капсаицина боли и симптомы, сопровождающие диспепсию, уменьшаются в значительной мере. **Капсаицин** избирательно действует на каналы передающие болевые сигналы, имеет способность поглощать нейропептид под названием субстанция P (substance P), который, собственно, и является передатчиком болевых сигналов от нервных окончаний в мозг. Влияя на уменьшение количества субстанции P, ослабляя тем самым болевой сигнал,

капсаицин увеличивает выработку простагландина и коллагеназы, которые снимают воспаление и влияют на общий обезболивающий эффект [2, 3].

Так же **капсаицин** действует как нейропептид, напрямую связываясь с рецепторами TRPV1 (Transient Receptor Potential Vanilloid), что приводит к более эффективному блокированию конкретных «болевого» нейронов, не затрагивая остальных, отвечающих за прочие чувства, двигательные функции и т.д.

Более того, исследованиями New York University Langone Medical Center доказано, что капсаицин оказывает защитное действие на слизистую желудка, он способствует предотвращению повреждения слизистой желудка от таких раздражителей, как нестероидные противовоспалительные препараты и алкоголь [2, 3].

Под воздействием капсаицина печень вырабатывает больше желчи, что обуславливает лучшее и более полное переваривание пищи.

Известно, что от количества капсаицина зависит и степень жгучести перца [1, 3]:

- не острые (0-700 SHU);
- слабо острые (700-3000 SHU);
- умеренно острые (3000-25000 SHU);
- острые (25000–70000 SHU);
- очень острые (более 80000 SHU).

Концентрацию капсаицина преобразуют в единицы SHU путем умножения содержания капсаицина в перце (мг/кг) на коэффициент значения жгучести.

Основываясь на результатах вышеприведенных исследований, разработана технология естественной ферментации овощей с использованием алкалоидов растительного происхождения.

На первом этапе эксперимента изучили физико-химический состав острого перца, который представлен водой (90%) пищевыми волокнами (2,2%), глюкозой (0,85%) крахмалом (0,81%), фруктозой (0,75%), пектином (0,73%) витаминами и алкалоидами.

Установлено, что больше всего желез, продуцирующих капсаицин, на конце стручка со стороны плодоножки. Капсаицин содержится в светлых тканях околоплодника, окружающих семена, в связи с чем удаление семяноса или средней жилки приводит к снижению жгучести. В красных видах перца было выявлено значительное содержание капсаицина (40,8%) и дигидрокапсаицина (35,0%), тогда как в зеленых плодах капсаицин присутствует в следовых количествах (1,46%).

В ходе тепловой обработка перца выявили, что содержание капсаицина снижается — его потери составляют от 18 до 36%.

На следующем этапе эксперимента разработали технологию получения перечной пасты из красного и зеленого стручкового перца путем смешения перца, чеснока, соли и ферментации этой смеси в течение 12 месяцев. Результаты физико-химических показателей готовой пасты представлены в таб. 1.

С использованием, разработанной перечной пастой, были предложены различные варианты капусты квашенной острой:

- квашеная капуста острая с перечной пастой из зеленого острого перца;
- квашеная капуста острая с перечной пастой из красного острого перца;
- квашеная капуста острая с перечной пастой из красного подвяленного острого перца;

Квашение капусты осуществляли путем естественной ферментации по сухому и способу посола с использованием классической рецептуры (капуста 93%, морковь 5%, соль 2%).

Физико-химические показатели анализируемых перечных паст

Наименование показателя	Перечная паста из зеленого перца	Перечная паста из красного перца	Перечная паста из подвяленного красного перца	Норма согласно ГОСТ Р 50903-96
Массовая доля сухих веществ, %	20	20	25	17,0
pH	5,18	5,20	5,0	–
Определение титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту, %	0,8	0,9	0,8	0,7–1,2
Количество капсаицина, %	1,035	0,585	0,408	–

В каждый образец внесение перечной пасты предлагается в следующем соотношении:

1 образец - капусты 80% перца 20%;

2 образец - капусты 90% перца 10%;

3 образец - капусты 95% перца 5%;

Данные образцы были исследованы по органолептическим показателям и наличию капсаицина. Данные исследования представлены в таб. 2.

Рецептура квашеной капусты с перечной пастой

Массовая доля капусты, %	Массовая доля перечной пасты, %	Массовая доля содержания капсаицина в продукте, %
из зеленого острого перца		
80	20	0,2
90	10	0,1
95	5	0,05
из красного острого перца		
80	20	0,1
90	10	0,05
95	5	0,03
из красного подвяленного острого перца		
80	20	0,08
90	10	0,04
95	5	0,02

На заключительном этапе эксперимента провели дегустацию. Вкус всех образцов капусты с перечной пастой острый, пикантный, ярко-выраженный, аромат чистый, свойственный сырью, из которого изготовлены данные образцы. При использовании перечной пасты, изготовленной из зеленого острого перца, наибольшее

количество баллов набрал образец с содержанием пасты 20%, для капусты с внесением пасты из красного перца соответственно – 10%. Количество пасты в рецептуре капусты напрямую зависит от вида перца и количества в ней капсаицина. Так более жгучим, по приведенным выше данным, стал красный перец, однако, при термической обработке, в данном случае подвяливании, количество капсаицина снижается, что подтверждено результатами органолептического анализа.

Литература

1. Кекина Е.Г. Мамедов М.И. Надежкин С.М./ Сравнительная оценка уровня остроты плодов перца органолептическим и инструментальными методами/ Кекина Е.Г., Мамедов М.И. // Научно-практический журнал. №1(26). 2015. 43–47 с.
2. Синха Н.К., Хью И.Г. Настольная книга производителя и переработчика плодовоовощной продукции / Синха Н.К., Хью И.Г. (ред.) – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2013. – 896с.
3. Ju S., Tsa J., Feng Lo H. Vegetables: types and biology // Handbook of Vegetable Preservation and Processing/ Hui Y. H., Ghazala S., Graham D. M., Murrell K. D., Nip W. K. (eds). – NY. Marcel Dekker, 2004. – P. 17.

ДИФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РАСТВОРОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Л.С. Дышлюк, С.А. Иванова, Л.К. Асякина

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

soldatovals1984@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена получению наночастиц серебра с использованием различных методов получения. А также полученные наночастицы подтверждали с использованием дифракционного анализа.

Ключевые слова

Серебро, наночастицы, дифрактограмма.

В последние годы увеличивается число исследований, посвященных получению и изучению свойств наночастиц серебра. Синтез наночастиц серебра является одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений коллоидной химии [1, 7].

Основным методом получения наночастиц серебра является химическое восстановление из раствора, что не требует сложного оборудования и позволяет контролировать размер и морфологию образующихся частиц [3, 5].

Рентгеновская дифрактометрия позволяет получить информацию о структуре и размерах наносистем вплоть до атомного уровня, а с другой стороны, обеспечивает возможность относительно быстрого исследования в промышленном масштабе усредненных параметров (размера, объема) частиц непосредственно в растворах [6].

Научный интерес к наночастицам серебра определяется их высокой реакционной способностью, которая используется для производства антимикробных препаратов на фоне повышающейся резистентности бактерий к антибиотикам. Композиты, включающие в свой состав нанодисперсное серебро, выступают как антигипоксические, адаптогенные и иммуностимулирующие агенты [2]. Как правило, для восстановления ионов серебра используются токсичные восстановители, такие как гидрат гидразина или борогидрид натрия [4].

Синтез наночастиц серебра проводился путем восстановления ионов серебра, находящихся в растворе, с использованием четырех различных методов:

- метод 1 – модифицированный боргидридный метод с использованием кислотной желатины в качестве стабилизатора;
- метод 2 – модифицированный боргидридный метод с использованием поливинилового спирта в качестве стабилизатора;
- метод 3 – модифицированный цитратный метод;
- метод 4 – модифицированный метод, основанный на реакции Толленса.

Природу полученных наночастиц подтверждали также с использованием дифракционного анализа [8]. Определение фазового состава продуктов восстановления серебра проводился методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на дифрактометре. Дифрактограммы, продуктов восстановления серебра показаны на рис. 1.

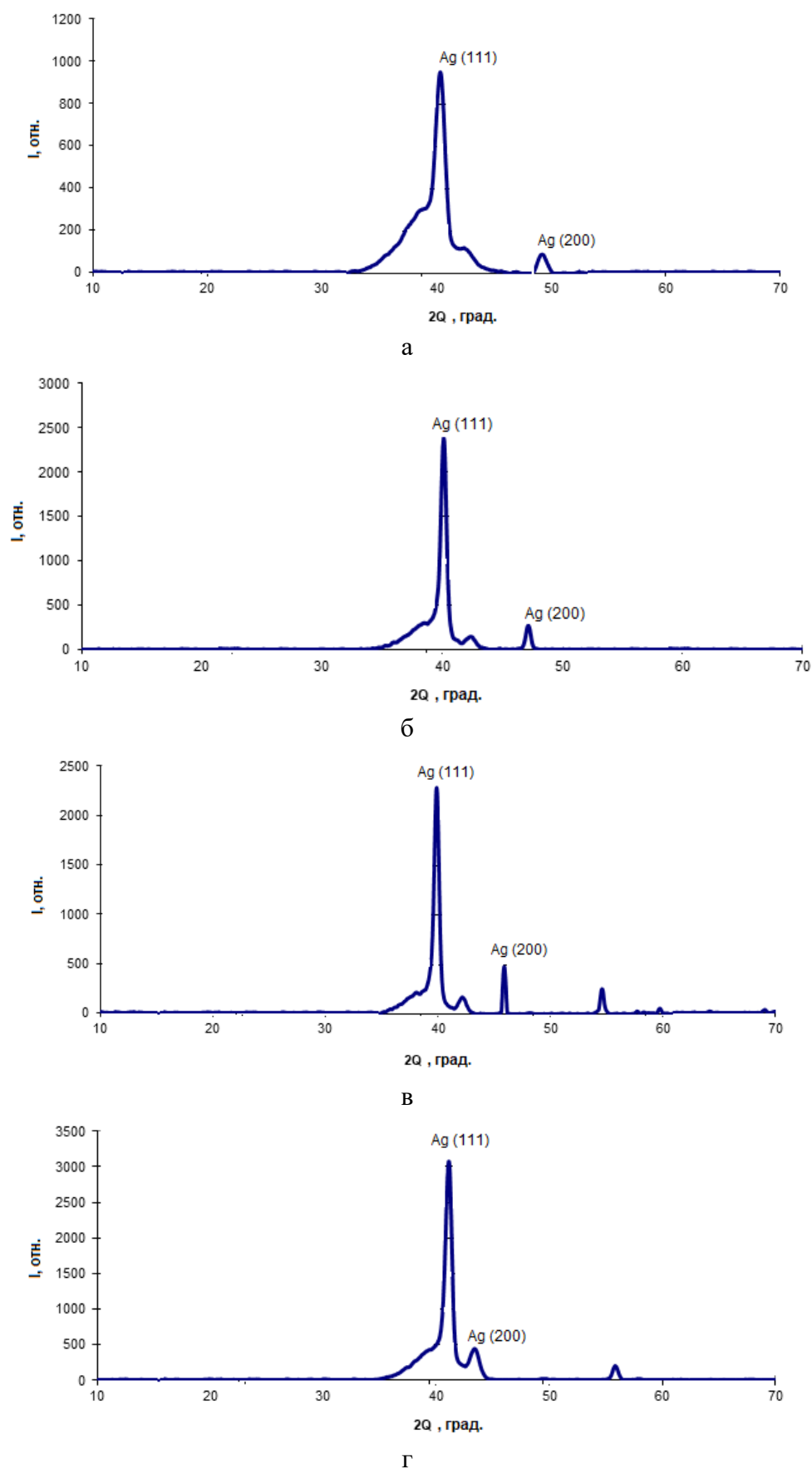


Рис. 1. Дифрактограммы растворов наночастиц серебра, полученных разными методами: а – метод 1, б – метод 2, в – метод 3, г – метод 4

Анализ дифрактограмм продуктов восстановления серебра показывает, что независимо от состава реакционной среды, состоят из одной фазы, которая представляет собой металлическое серебро с гранцентрированной кристаллической решеткой.

Финансовая поддержка исследования была предоставлена Минобрнауки России в рамках выполнения государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проектной части государственного задания №11.1597.2017/4.6.

Литература

1. Анализ и подбор концентраций ионного и кластерного серебра для микроорганизмов-деструкторов *Bacillus Fastidiosus*, *Lactobacillus Sp*, *Microbacterium Terregens* / Пискаева А.И., Дышлюк Л.С., Сидорин Ю.Ю., Зимина М.И. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 9. – С. 53-55.
2. Вегера А.В. Синтез и физико-химические свойства наночастиц серебра, стабилизированных желатином / А.В. Вегера, А.Д. Зимон // Известия Томского политехнического университета. – 2016. – Т. 309. – № 5. – С. 60-64.
3. Игнатов И. Методы получения мелкодисперстных наночастиц коллоидного серебра / И. Игнатов, О.В. Мосин // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – Вып. 3. – С. 54-62.
4. Коляда Л.Г. Синтез и исследования наночастиц серебра / Л.Г. Коляда, О.В. Ершова, Ефимова Ю.Ю., Тарасюк Е.В. // Альманах современной науки и образования. – 2013. – №10. – С. 79-82.
5. Klaus T. Silver-based crystalline nanoparticles, microbially fabricated / Klaus T., R. Joerger, E. Olsson, C.G. Granqvist // Proc. Natl. Acad. Sci. – 2014. – № 96. – pp.13611-13614.
6. Pyatenco A. Synthesis of silver nanoparticles by laser ablation in pure water / Pyatenco A., Shimokawa K., Yamagichi M., Nishimiura O., Suzuki M. // Appl. Phys. A. – 2014. – №79. – P. 803.
7. A.V. Simakin Nanoparticles produced by laser ablation of solids in liquid environment / Simakin A.V., Voronov V.V., Kirichenko N.A., Shafeev G.A. // Appl. Phys. A. – 2014. – №79. – pp. 1127–1132.
8. Xie, Y. Synthesis of silver nanoparticles in reverse micelles stabilized by natural biosurfactant / Y. Xie, R. Ye, H. Liu // Colloids Surf. A. – 2016. – №279. – pp. 175–178.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДЕФРОСТАЦИИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ЧАСТИЧНО ВЫПЕЧЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.С. Марков, А.С. Романов, Е.В. Назимова

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

asm3226@yandex.ru

Аннотация

Одним из способов гибко реагировать на потребность в хлебобулочных изделиях в местах продаж является организация производства на основе частично выпеченных полуфабрикатов. При использовании замороженных полуфабрикатов существенное время технологического цикла занимает их дефростация. В работе исследованы различные условия дефростации и допекания замороженных полуфабрикатов с применением пароконвектомата. Анализируя свойства получаемых хлебобулочных изделий, показана возможность сокращения периода дефростации за счёт использования для этой цели особенностей режимов работы пароконвектомата.

Ключевые слова

хлебобулочные изделия, частичная выпечка, замороженные полуфабрикаты, дефростация.

В настоящий момент в определённых сегментах рынка распространена технология быстрого замораживания, и её применяют для приготовления различных видов теста: различных сортов хлеба, пиццы, слоёных изделий, сдобы и др.

Рост рынка замороженных хлебобулочных изделий связан с активным развитием сферы розничной торговли. Основными преимуществами использования замороженных полуфабрикатов при приготовлении изделий на их основе является простота аппаратных и технологических решений, быстрота производства и реализации изделий в условиях локальных доготовочных предприятий при магазинах.

Одной из разновидностей технологии замороженных хлебобулочных полуфабрикатов является технология частичной выпечки, которая позволяет получать полуфабрикаты с большей частью сформированных свойств на заготовочном предприятии. В местах использования этих полуфабрикатов осуществляется лишь допекание заготовок, которые могут быть охлаждёнными или замороженными. При использовании замороженных заготовок большое внимание уделяется стадии их дефростации, которая занимает значительную часть времени получения готовых изделий из заготовок.

В работе было исследовано влияние условий приготовления хлебобулочных изделий из замороженных частично выпеченных полуфабрикатов (ЧВП) с использованием пароконвектомата. Пароконвектомат, в настоящее время распространённое тепловое оборудование, позволяет создавать высокую влажность воздуха в пекарной камере. Эта особенность позволила предложить использовать его в исследовании способа сокращения периода дефростации замороженных изделий.

В работе изготавливали хлебобулочные изделия из муки пшеничной высшего сорта ускоренным способом с массой тестовой заготовки 100 г. Окончательная расстойка и выпечка изделий осуществлялась в пароконвектомате с использованием

соответствующих режимов. Изменение температуры в пекарной камере пароконвектомата представлено на рисунке. Для проведения окончательной расстойки использовался режим «низкотемпературный пар» с установленной температурой 40 °С, несмотря на это температура колебалась в диапазоне 47 – 52 °С, что вызвано работой парогенератора бойлерного типа, осуществляющего подачу горячего пара. После запуска режима конвективной выпечки происходило плавное увеличение температуры в пекарной камере до заданных 180°С в течение 5 минут, после чего она колебалась в пределах 177 – 187 °С из-за особенностей работы автоматики оборудования.

При изготовлении контрольного образца было установлено время полной выпечки, которое составило 18 мин от времени включения режима конвективной выпечки. На основе известных данных [1] выбрано время частичной выпечки 60%. В дальнейшей работе проводили частичную выпечку в течении указанного времени, охлаждали изделие и подвергали заморозке при минус 18 °С. После хранения в течении 1 суток заготовки дефростируют и допекают в различных условиях непрерывно регистрируя температуру в центре мякиша. Критерием окончания допекания, согласно [2], являлось достижение определённой температуры. У полученных образцов анализировались органолептические показатели и деформация мякиша.



Рисунок. Изменение температуры в пекарной камере пароконвектомата

Проводили оценку влияния времени дефростации ЧВП перед допеканием при температуре 20±2 °С. Изделие помещалось в пекарную камеру пароконвектомата после достижения в центре ЧВП определённой температуры. Запускался режим конвективной выпечки с температурой 180°С и подачей пара. Время дефростации образцов составило 60, 90 и 120 минут при конечной температуре в центре мякиша минус 4 °С, плюс 5 °С и плюс 20 °С соответственно. Время допекания варьировалось от 16 до 10 минут. Образец изделия №1 характеризовался хорошими структурно-механическими свойствами мякиша, а образец №3 имел лучший внешний вид и состояние корки.

Ранее была выявлена возможность изготовления хлебобулочных изделий небольшой массы из замороженных ЧВП без проведения предварительной дефростации, при условии, что замороженные полуфабрикаты помещаются в пароконвектомат до запуска режима выпечки, а так же используется пароувлажнение. Время допекания устанавливали по формированию необходимого цвета корки, т.к. дальнейшая выпечка становилась не целесообразной. Температура в центре выпекаемого полуфабриката увеличивалась почти линейно и за 12 минут выпечки возросла с минус 15 °С до 35 °С. Это позволяет предположить, что температура

прогрева мякиша была не достаточна для обеспечения завершения формирования мякиша. Отношение упругой деформации к пластической составило 0,70, что свидетельствует о повышенной заминаемости мякиша.

С целью сокращения времени дефростации, её проводили в камере пароконвектомата в режиме «низкотемпературный пар» при температуре 40°C с подачей пара. Повышение температуры в центре заготовки с минус 15 до плюс 20°C произошло за 25 минут, после чего осуществлена выпечка в течении 10 мин до достижения температуры в центре мякиша 90°C. Полученное изделие имело достаточно эластичный мякиш с лёгкими признаками заминаемости, отношение упругой деформации к пластической составило 1,20. Поверхность изделия имела незначительные трещины и в целом, имело хорошее состояние, не уступающее изделиям подвергнутым дефростации при нормальных условиях.

Таким образом, по органолептическим и физико-химическим показателям было установлено, что образец хлебобулочных изделий на основе замороженных ЧВП с дефростацией при 40°C в пароконвектомате, не уступает по состоянию мякиша образцам хлебобулочных изделий допечённым после более продолжительной дефростации в нормальных условиях. При этом время дефростации сокращено более чем в 2 раза.

Литература

1. Богер В.Ю. Технология производства мелкоштучных булочных изделий на основе частично выпеченных полуфабрикатов / Богер В.Ю., Романов А.С., Мартыненко Н.С. // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – № 1. С. 14–19.
2. Мартыненко Н.С. Определение прибором "Структурометр 1" физико-механических свойств формирующегося при выпечке мякиша сдобных булочных изделий / Мартыненко Н.С., Романов А.С., Богер В.Ю., Беккер М.А. // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 2. С. 16–21.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Е.Н. Неверов, П.С. Коротких, А.Н. Гринюк

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

neverov42@mail.ru

Аннотация.

Применение диоксида углерода при транспортировке мяса позволяет значительно уменьшить потери массы продукта, вызванные усушкой. Воздушно-газовая среда, образующаяся при сублимации снегообразного CO₂ практически полностью предотвращает ухудшение качества мяса в период транспортировки. При транспортировке продуктов повышение температуры окружающей среды на 5 °С увеличивает значение теплопритоков через ограждающие конструкции внешнего теплоизолированного контура, что приводит к увеличению скорости сублимации снегообразного диоксида углерода, соответственно происходит уменьшение длительности транспортировки, а также снижение интенсивности процесса охлаждения тушки кролика.

Ключевые слова.

Диоксид углерода, транспортировка, мясо, сублимация, температура.

Транспортировка пищевых продуктов один из наиболее сложных и важных процессов в холодильной обработке пищевой промышленности. Это связано с тем, что в процессе транспортировки в мясе протекает целый ряд физико-биологических процессов, начинающихся после убоя. Данные процессы способствуют снижению качества мяса вследствие потери свежести мяса и ухудшения товарно вида, а значит и стоимости конечного продукта. С целью минимизации данных факторов, в период транспортировки мяса необходимым условием является холодильная обработка.

На сегодняшний день при транспортировке различных пищевых продуктов применяют специально оборудованный автомобильный, железнодорожный и водный транспорт. Наиболее востребованным на предприятиях розничной и оптовой торговли, осуществляющих перевозку мяса, являются авторефрижераторы. Грузовой отсек таких автомобилей теплоизолирован и дополнительно охлаждается, также используются контейнеры, оснащенные холодильной установкой. В таких установках реализован одноступенчатый холодильный цикл, обеспечивающий поддержание необходимого температурного режима в охлаждаемом объеме. Преимуществом такого вида транспортировки является увеличенный срок доставки мяса, так как работа холодильной установки практически не имеет ограничений по продолжительности. Однако необходимо учитывать, что такая холодильная машина нуждается в постоянном энергоснабжении, как привода компрессора, так и вспомогательных элементов. Холодильная обработка в грузовом отсеке чаще всего осуществляется воздушным способом с применением вынужденной конвекции, то в период транспортировки наблюдается значительная усушка мяса, приводящая к потере товарного вида.

Транспортировка ряда пищевых продуктов осуществляется транспортом в грузовом отсеке, которого размещают временный источник холода, чаще всего водный

лед. Такой вид перевозки не нуждается в дополнительных энергозатратах, а значит экономически более выгоден, так как теплоотвод от продукта производится временным источником холода. Благоприятен данный вид транспортировки и с точки зрения экологии.

Однако, если говорить про водный лед, как про источник холода, то нельзя не отметить ряд недостатков, основным из них является значительное уменьшение полезного объема грузового отсека автомобиля, которое заполняет лед. Необходимо наличие ледогенератора, который потребляет немало электроэнергии и воды, а также отмечают сложности с обеспечением санитарных норм в грузовом объеме [1, 6, 7].

Транспортировка мяса основанная на применении снегообразного CO_2 отличается минимальной усушкой мяса, а образующаяся в процессе сублимации снегообразного диоксида углерода воздушно-газовая среда обеспечивает минимальное ухудшение качества транспортируемого продукта [3,4].

При применении твердофазного диоксида углерода появляется возможность перевозки мяса на значительные расстояния, так как температурный режим внутри грузового отсека с продуктом в период транспортировки обеспечивается низкой температурой сублимации снегообразного диоксида углерода и воздушно-газовой средой образованной после сублимации CO_2 .

На рис. 1 и 2 представлен макет теплоизолированного кузова для холодильной обработки и транспортировки тушек кролика в среде CO_2 .

Обшивка корпуса выполнена из листовой нержавеющей стали в его внутренней части и листового алюминия снаружи. Между наружной и внутренней обшивками уложен слой теплоизоляции (1). Внутренняя часть кузова разделена на отсеки (2), в которые происходит подача снегообразной углекислоты через форсунки (3). Подача CO_2 осуществляется через вентиль (4). По периметру кузова расположены роликовые направляющие (5) с целью обеспечения перемещения стальных ящиков (6) с теплоизолированными днищами, в которые предварительно загружена крольчатина (7). С целью предотвращения поступления теплопритоков внутренняя полость двери (9) кузова автомобиля также заполнена теплоизолированным материалом.

Для подачи снегообразного диоксида углерода в каждую из полостей отсеков внутри последних установлены ряды форсунок, расположенные по всей длине кузова. Распределение диоксида углерода по рядам форсунок в отсеках происходит по распределительной трубе (8).

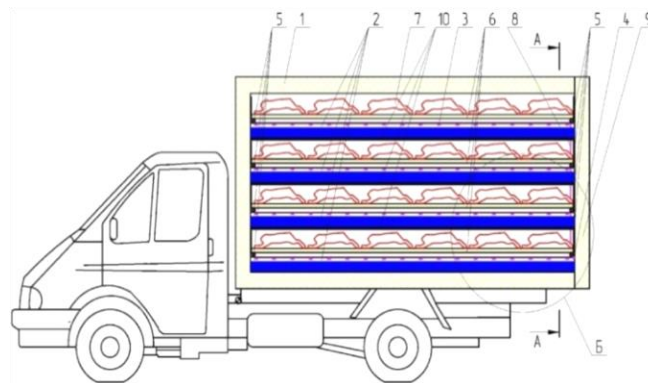


Рис. 1. Макет кузова автомобиля для холодильной обработки тушек кролика снегообразным диоксидом углерода

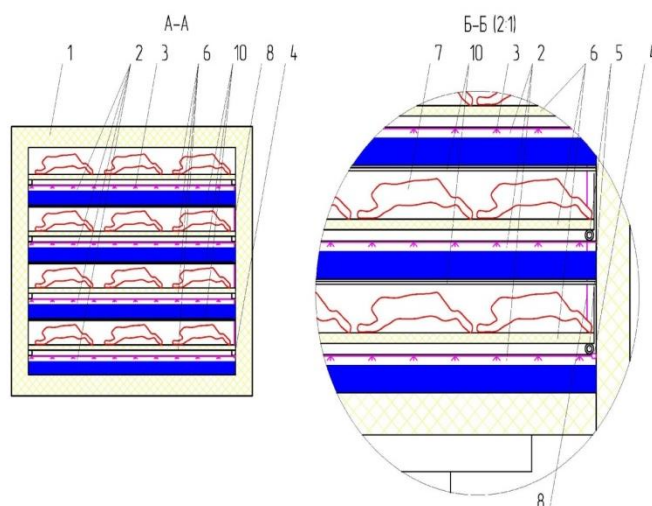


Рис. 2. Разрез А–А теплоизолированного кузова автомобиля для холодильной обработки тушек кролика диоксидом углерода

Благодаря перегородкам (10) теплоизолированный кузов имеет четыре автономных секции на случай, если требуется частичная загрузка продуктом.

Для реализации в промышленности предложенной технологии были проведены исследования по транспортировке мяса кролика в разработанном кузове.

Основной целью проведения экспериментального исследования было определение и изучение зависимости изменения температурного поля тушки кролика, как по времени, так и по толщине. Также в процессе эксперимента было необходимо установить продолжительность транспортировки при условии поддержания нормируемой температуры и возможные изменения температуры в охлаждаемом объеме.

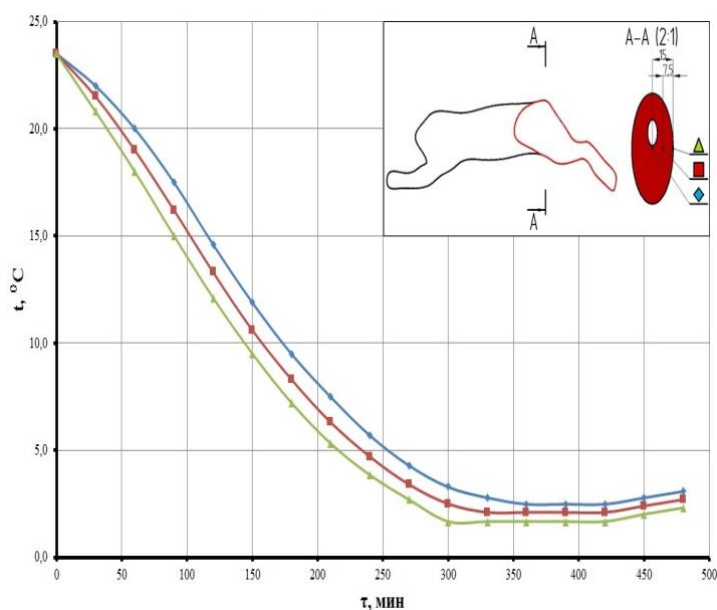


Рис. 3. Термограмма процесса охлаждения тушки кролика массой 1,3 кг при температуре окружающей среды 35°C

В качестве объекта для транспортировки использовали тушки кроликов массой 1,3 кг загружаемые в теплоизолированный кузов автомобиля.

Измерения осуществлялись в области бедра тушки кролика при помощи четырех термопар. Термопары были установлены в бедре кролика: во внутреннем слое (15 мм); в

толще мяса (7 мм); на наружной поверхности (1 мм). При помощи четвертой термопары осуществлялся контроль температуры в теплоизолированном кузове (7).

Количество подаваемого в контейнер снегообразного диоксида углерода составило 3,5 кг. Температура окружающей среды в первой группе экспериментов составила 35°C.

Термограмма процесса охлаждения тушки кролика массой 1,3 кг при температуре окружающей среды 35°C и схема установки термопар представлена на рисунке 3.

Продолжительность эксперимента 7 часов, что соответствует полной сублимации твердого диоксида углерода, а значит и возможному времени транспортировки мяса при данных условиях.

При этом, время достижения нормируемой температуры охлаждаемой тушки кролика составило около 4,6 часа.

Из анализа термограммы рисунок 3 можно сделать, вывод, что в течение первых 5 часов процесс охлаждения всех слоев мяса тушки происходит интенсивно в связи с тем, что разница температур газовой среды диоксида углерода и тушки кролика максимальна относительно разницы температур в течение оставшегося периода охлаждения.

Через 5 часов температура наружного поверхностного слоя бедра тушки становится постоянной и сохраняется до 7 часов. Это связано с тем, что основная часть диоксида углерода находящаяся в кузове к моменту начала данного процесса уже сублимировала, отведя теплоту, поступающую от окружающей среды, через ограждающие конструкции внешнего теплоизолированного контура кузова, снижая теплоотвод от тушки кролика.

Температура в толще мышц бедра в среднем сечении сопровождается аналогичной динамикой, но стадия стабилизации температуры начинается с 5,5 часа и продолжается до 7 часов.

Процесс охлаждения в толще мышц бедра у кости проходит аналогично процессам охлаждения в толще мышц в среднем сечении и на наружном поверхностном слое бедра тушки. Время перехода процесса интенсивного охлаждения в стадию неизменного состояния достигается на 6 часе.

В конце сублимации диоксида углерода, температура в толще мышц бедра у костей составила 2,5°C, при этом температура в толще мышц бедра в среднем сечении устанавливается в пределах 2,1°C, а температура наружного слоя зафиксировалась на значении 1,7°C. При данной температуре окружающей среды достигается нормируемая температура в тушке кролика [2].

Далее были проведены исследования при снижении температуры окружающего воздуха до 10°C, динамика процесса охлаждения соответствует приведенной выше. Результаты исследований объединены в номограмму, которая позволяет установить объем снегообразного диоксида углерода необходимый для охлаждения тушек кролика в условиях транспортировки (рис. 4).

Применяя разработанную номограмму по оси абсцисс определяют масса снегообразного CO₂ (кг). На оси ординат необходимо выбрать необходимое значение соответствующее массе транспортируемых тушек кролика (кг). В рабочем поле диаграммы расположены изотермы соответствующие различным температурам

окружающей среды: от 10 до 35 °С. Максимальное время транспортировки мяса составляет 18,5 часов. Принцип работы с номограммой заключается в следующем: на линии массы тушки находим точку пересечения с требуемой изотермой окружающей среды, из полученной точки опускаем перпендикуляр на ось абсцисс и определяем необходимую массу снегообразного диоксида углерода. Также для более удобной практической работы на основании полученных экспериментальных данных была разработана программа позволяющая определять продолжительность транспортировки и массу снегообразного диоксида углерода при различных температурах окружающей среды.

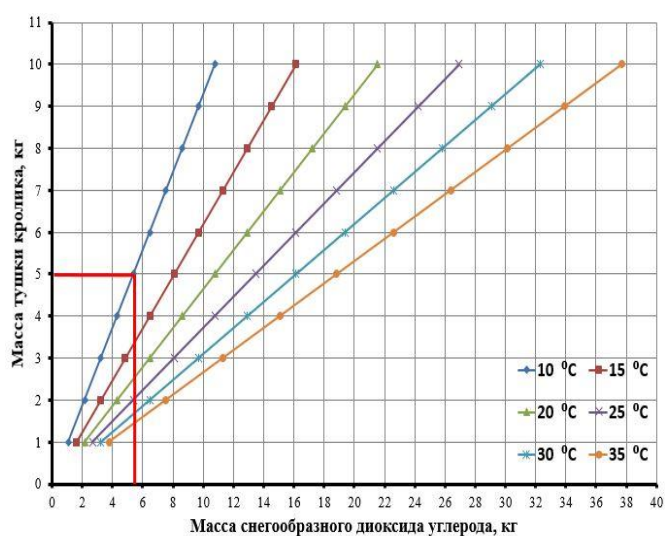


Рис. 4. Номограмма для определения массы снегообразного диоксида углерода подаваемого в контейнеры для транспортировки тушек кролика

Таким образом, можно сделать вывод, что при повышении температуры окружающей среды на 5 °С увеличивается значение теплопритоков через ограждающие конструкции внешнего теплоизолированного контура, что приводит к увеличению скорости сублимации снегообразного диоксида углерода, соответственно происходит уменьшение длительности транспортировки продукта, а также снижение интенсивности процесса охлаждения тушки кролика.

Литературы

1. Анализ рынка мяса кроликов и зайцев в России в 2011–2015 гг: прогноз на 2016–2020 гг / Businesstat - Москва: Магазин исследований; 2016. – 93 с.
2. ГОСТ 27747-2016. Мясо кроликов (тушки кроликов, кроликов-бройлеров и их части). Технические условия. Введ. 2018.01.01. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 9 с.
3. Гринюк А.Н. Влияние диоксида углерода на качество охлаждаемого мяса кролика / Гринюк А.Н., Неверов Е.Н. // Вестник Красноярского Государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 107-112.
4. Неверов Е.Н. Применение диоксида углерода для охлаждения тушек кролика / Неверов Е.Н.; Гринюк А.Н.; Третьякова Н.Г. // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2; URL: <http://www.science-education.ru/129-22318>.
5. Нехайчук Ю., Песчинский И. Минприроды и Минэкономразвития готовятся собрать деньги за углекислый газ. Песчинский И. – Ведомости – Москва: 2015. –

Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2015/11/17/617269-dengi-uglekislui-gaz>. свободный.

6. Пат. 2145406 Германия. МПК F25D1 1/02, B65D88/74, B65D19/38. Способ транспортировки, хранения или подготовки к транспортировке или хранению скоропортящихся продуктов / Бошер П.Р. Барнз Р.; заявитель и патентообладатель Трансфир Системз Лимитед заявл. 17.02.1995; опубл. 10.02.2000-11 с.
7. Пат. 2235254 Российская Федерация. МПК B60H1/32, B60P3/20, F25B27/02. Автомобильный рефрижератор [Текст] / Рыбкин А.П.; заявитель и патентообладатель Рыбкин Анатолий Петрович заявл. 10.01.2006; опубл. 10.01.2006-3 с.

БИОМОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ КУРИНЫХ ЖЕЛУДКОВ В ТЕХНОЛОГИИ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕТЧИН

В.В. Полятинчук, М.В. Патшина

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

Vladusha2013@bk.ru, m.patshina@yandex.ru

Аннотация

В данной статье приводится обоснование использования предварительной обработки куриных желудков ферментным препаратом растительного происхождения для изготовления реструктурированных изделий. Данный прием направлен на облагораживание органолептических свойств и модификацию функционально-технологических свойств сырья, расширение сырьевой базы с целью вовлечения в производство высококачественных мясных продуктов и ускорения технологических процессов.

Ключевые слова

Субпродукты, ферментный препарат, ветчина, активность фермента, вторичное сырье, биомодификация, реструктурированные продукты.

Емкость рынка мяса в России в 2018 году составила 10,7 млн т, то есть на каждого россиянина в год пришлось по 73 кг мяса. Доля мяса птицы в этом объеме самая крупная – 46%: оно стоит дешевле, легче готовится и является диетическим, а ассортимент на полках магазинов огромен. Если говядина и баранина существенно не меняют своих позиций, то доля птичьего мяса в общем объеме потребления растет каждый год. Для сравнения: три года назад, в 2016 году, потребление мяса в среднем составляло 70,8 кг в год, из которых 21,5% приходилось на говядину и 45% – на мясо птицы [1].

В настоящее время уровень развития мясной отрасли требует комплексного подхода к проблеме использования всех видов продукции. В процессе уоя, разделки крупного, мелкого рогатого скота свиней и птицы, обработки продуктов уоя и производства мясных изделий, предприятия отрасли получают не только основной товар, но и до 40% вторичных материалов. Крупным и перспективным направлением является переработка вторичных продуктов птицеводческих предприятий. Одним из таких сырьевых источников являются куриные желудки. В настоящее время их применение ограничивается приготовлением кулинарных изделий, таких как супы, паштеты, шашлыки, плов и т.д. и для получения продукции длительного срока хранения, например, консервов [2].

Существует множество научных работ, посвященных исследованию применения куриных субпродуктов в различных рецептурах. Большинство исследований посвящено разработке способов производства консервов [6]. Но в процессе стерилизации происходят значительные изменения в составе продукта: разрушение витаминов и белков. Наиболее чувствителен к тепловому нагреву витамин В3. При стерилизации его потери составляют 56–86%. Таким образом, нагревание выше 100°C снижает биологическую ценность куриных желудков.

Согласно химическому составу куриные желудки можно отнести к высокобелковому и маложирному сырью. Исследования аминокислотного состава

показали, что белки куриных желудков содержат все незаменимые аминокислоты, но содержание некоторых из них ниже эталонного, а сумма пролина и оксипролина значительно выше, чем в другом мясном сырье. Богатый запас фосфора, калия, железа, цинка, фолиевой кислоты, витаминов (группы В и Е), полиненасыщенных жирных кислот позволяет определить данное сырье, как перспективное для создания продуктов здорового питания [4, 7].

Компенсация нехватки некоторых незаменимых аминокислот возможна за счет оптимизации рецептурного состава с учетом принципа комплиментарности [5]. Однако необходимо учитывать, что большое содержание коллагена в куриных желудках определяет их повышенную жесткость. В связи с чем, для широкого использования данного сырья требуется его предварительная подготовка.

Модификацию свойств коллагена можно осуществлять несколькими способами. Например, механическое или тепловое воздействие, обработка химическими препаратами и использование методов биотехнологии. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки.

В связи с вышесказанным принято решение об исследовании и определении наилучшего способа предварительной подготовки куриных желудков с целью их дальнейшего использования при производстве ветчинных продуктов:

1. Предварительная варка.
2. Инъектирование комплексным шприцовочным рассолом с последующим массажем.
3. Обработка органическими кислотами.
4. Обработка ферментным препаратом с коллагеназной активностью.

Предварительная варка в воде позволила значительно снизить жесткость сырья. Однако в результате такой обработки наблюдалось появление специфического запаха. Кроме того, большие потери полезных веществ и значительные энергозатраты.

Использование шприцовочного рассола в комбинации с обработкой в массажере дало положительный эффект в дезодорировании сырья, но не значительно улучшило его структурно-механические свойства.

Обработка органическими кислотами не дало желаемого результата.

Для биотехнологического воздействия использовали ферментный препарат растительного происхождения с коллагеназной активностью (папаин). Фермент получают из незрелых плодов папайи или дынного дерева. Папаин воздействует, преимущественно на белки соединительной ткани, такие как коллаген и эластин, что, безусловно является положительным фактом. Он способен расщеплять не только белки, но и пептиды. Температурный оптимум фермента приходится на интервал 60–80 °С [3].

Для определения оптимальных условий обработки изучали различную концентрацию фермента в течение 3-х суток. Учитывая специфику мясного сырья, температура выдержки поддерживалась на уровне 0–4 °С. Эффект воздействия оценивали по накоплению небелкового азота. Изменения жесткости оценивали после варки обработанных образцов. Результаты эксперимента приведены на рисунке.

Анализ полученных данных говорит о том, что максимальная скорость накопления небелкового азота наблюдается в первые 24 часа, впоследствии скорость накопления снижается. Разница между образцами, обработанными препаратом разной концентрацией незначительна, следовательно для снижения затрат на подготовку сырья можно предложить использовать минимальную концентрацию препарата, т.е 35 ПЕ в течение 24 часов. Известно, что оптимум действия папаина наблюдается при достаточно высоких температурах 60–70 °С, можно предположить, что его воздействие

на сырье продолжится и при тепловой обработке, таким образом обработка сырья более 24 часов не целесообразна.

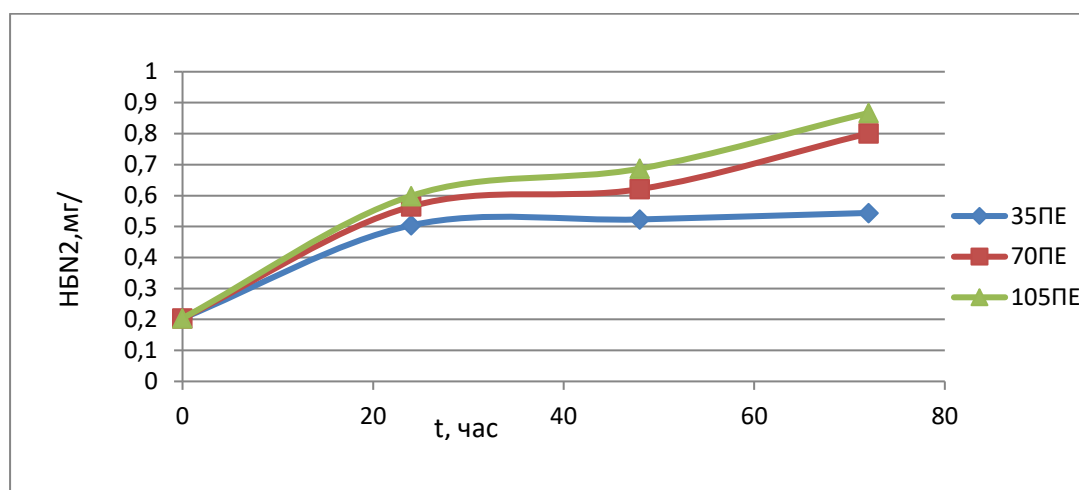


Рисунок. Динамика накопления небелкового азота

Обработка ферментным препаратом по сравнению с физическими методами воздействия на сырье значительно лучше снижает жесткость. Об этом свидетельствуют показатели усилия резания, которые указывают на то, что при обработке сырья препаратом с концентрацией 35ПЕ в течение 24 часов консистенция и жесткость сырья оптимальна для технологии реструктурированных изделий, а при обработке препаратом с концентрацией 105ПЕ в течение 24,48 и 72 часов консистенция становится мажеобразной, что полностью исключает возможность использование такого сырья.

В ходе исследования доказана целесообразность использования ферментного препарата, а также определены оптимальные условия обработки куриных желудков папаином с целью дальнейшего использования их в производстве реструктурированных изделий.

Литература

1. Савкина Л.Н Рынок мяса России в 2018 году // Сфера: Мясная промышленность – 2019 – №2. – с. 125.
2. Производство без отходов: возможности переработки побочного мясного сырья //АгроБизнес: Интернет ресурс. Режим доступа [http://www.agbz.ru/articles/proizvodstvo-bez-othodov--vozmojnosti-pererabotki-robochnogo-myasnogo-syirya]
3. Гуринович Г.В. Биотехнологические способы производства продуктов повышенной ценности: Монография; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2002. 135с.
4. Файвишевский М.Л. О рациональном использовании ресурсов вторичного мясного сырья / Файвишевский М.Л. //Мясные технологии, 2016 – №5. – с. 50–53.
5. Стефанова И.Л. Продукты на основе мяса птицы для функционального питания / Стефанова И.Л., Шахназарова Л.В., Тимошенко Н.В., Дьяченко Р.А., Ниманихин О.В. // Мясная индустрия. – 2008. – № 6 – С. 11–14.

6. Рощина А.Д., Шульгина Л.В. Использование куриных субпродуктов в технологии консервов функционального назначения: Автореф...дис. кан. наук. – Владивосток: 2018. – 24 с.
7. Курилов Р.И., Разработка технологии ветчинных мясных продуктов из низкосортного сырья с использованием активированного раствора коллагеназы: Автореф...дис.кан.наук. – Ставрополь: 2006. – 24с.

УДК: 664:628.1

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПРОФИЛАКТИКИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

И.В. Тимошук, А.К. Горелкина, Н.В. Гора

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

ecolog1528@yandex.ru

Аннотация

В настоящее время в пищевой промышленности преимущественно используется вода из системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, которая периодически не соответствует требованиям к питьевой воде и снижает качество продуктов на ее основе. В поверхностных источниках водоснабжения всегда содержатся гумусовые вещества. Применение в качестве обеззараживающего агента хлора в процессе водоподготовки приводит к образованию таких побочных продуктов, как хлороформ и трихлорэтилен. Данные вещества обладают токсическим и канцерогенным действием на организм человека и, следовательно, снижают качество питьевой воды и продуктов на ее основе. В последние годы обнаружена прямая связь между потреблением хлорированной воды и увеличением риска возникновения онкологических заболеваний (прямой кишки, мочевого пузыря, мочевыводящих путей, головного мозга). На основе комплекса исследований по равновесию, кинетике и динамике адсорбции хлороформа и трихлорэтилена при их совместном присутствии из водных растворов на АУ и инженерных расчетов разработана технология сорбционной доочистки питьевой воды, используемой для производства продуктов питания.

Ключевые слова

Хлороформ, трихлорэтилен, адсорбция, питьевая вода, безалкогольные напитки, нектары.

Проблема появления злокачественных новообразований в современном мире стала одной из главных, разрешить которую пытаются ученые разных стран, в том числе и в России. Ежегодно во всем мире регистрируется более 10 млн. новых случаев рака и более 6 млн. случаев смерти от него. Смертность от онкологических заболеваний занимает 2 место после сердечно-сосудистых заболеваний. Одним из направлений профилактики рака является предупреждение возникновения злокачественных новообразований за счет устранения из пищевых продуктов опасных контаминантов.

Основным компонентом, входящим в состав многих пищевых продуктов (восстановленной молочной продукции, газированных напитков, нектаров, мясных и хлебобулочных изделий), является вода из системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. По данным Роспотребнадзора и нашим многолетним исследованиям установлено, что в весенне-летний период в природной воде увеличивается содержание хлороформа и трихлорэтилена. Кроме того, галогенорганические соединения образуются как побочные продукты после обработки воды из природных водоемов хлорагентами. Согласно Гигиеническим нормативам ГН

2.1.5.2280-07 ПДК хлороформа в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляет 0.060 мг/дм^3 , трихлорэтилена – 0.005 мг/дм^3 .

Трихлорэтилен (первый класс опасности) и хлороформ (второй класс опасности) обладают аллергенным, токсическим и канцерогенным действием на организм человека, повышая риск заболевания раком печени, почек, пищевода, желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря, шейки матки [1].

Кроме того, установлено, что приоритетные органические контаминанты оказывают значительное влияние на стойкость рецептурных компонентов безалкогольных напитков и нектаров (сахарозы, лимонной кислоты, бензоата натрия, красителей, витаминов сокодержательной основы), вступая с ними в химическое взаимодействие и ухудшая качество готовых продуктов [2,3]. В связи с этим, исследования, направленные на разработку эффективной технологии доочистки воды, используемой при производстве безалкогольных напитков и нектаров с целью профилактики онкологических заболеваний, являются актуальными и своевременными.

К ведущему и наиболее перспективному направлению в технологии извлечения малых количеств органических веществ из водных растворов относится сорбционный способ с использованием активных углей (АУ). Для создания адсорбционной технологии очистки природных вод от органических соединений необходимо провести комплексное исследование процесса адсорбции хлороформа и трихлорэтилена углеродными сорбентами, включающее изучение равновесия, кинетики и динамики адсорбционного процесса [4].

Объектами исследования являлись промышленные активные угли на основе каменного угля марок СКД-515, АГ-3, АГ-ОВ-1, древесного угля – БАУ, на основе абрикосовых косточек – КАУ (производитель ОАО «Сорбент», г. Пермь), полукокс марки АБГ (производитель ЗАО «Карбоника – Ф», г. Красноярск), отличающиеся природой, способом получения, пористой структурой и химическим состоянием поверхности [5].

Определение трихлорэтилена и хлороформа в водных растворах проводили согласно стандартной методике методом газовой хроматографии с детектором электронного захвата [6]. Равновесие адсорбции трихлорэтилена углеродными адсорбентами исследовалось в диапазоне концентраций $0.0020 - 2.00 \text{ ммоль/дм}^3$, хлороформа в диапазоне концентраций 0.0020 до 25.00 ммоль/дм^3 . Время достижения адсорбционного равновесия было определено в статических условиях отдельной серией опытов и не превышало 24 часов.

Одним из основных критериев оценки адсорбционных свойств сорбентов являются изотермы адсорбции, которые позволяют определять зависимость активности сорбента (сорбционной емкости) от концентрации адсорбата в условиях равновесия и установить особенности и механизм адсорбции на основе формы изотерм. По экспериментальным данным построены изотермы адсорбции хлороформа и трихлорэтилена из водных растворов, которые представлены на рис. 1.

Установлено, что адсорбционная емкость изученных адсорбентов по отношению к хлороформу уменьшается в ряду $\text{КАУ} > \text{СКД-515} > \text{БАУ} > \text{АГ-3} > \text{АГ-ОВ-1} > \text{АБГ}$, по отношению к трихлорэтилену уменьшается в ряду $\text{АГ-3} \geq \text{КАУ} \geq \text{СКД-515} > \text{АБГ} > \text{АГ-ОВ-1} > \text{БАУ}$. Начальный участок изотермы адсорбции хлороформа для всех изученных сорбентов имеет линейный характер и описывается уравнением Генри. В области высоких концентраций хлороформа изотерма адсорбции имеет L-форму по классификации Гильса [7]. Анализ начальных участков полученных изотерм адсорбции трихлорэтилена позволил их отнести по классификации Гильса к изотермам S- типа.

Такая форма изотерм подразумевает, что взаимодействие между молекулами трихлорэтилена превышает по силе взаимодействие трихлорэтилен – поверхность АУ.

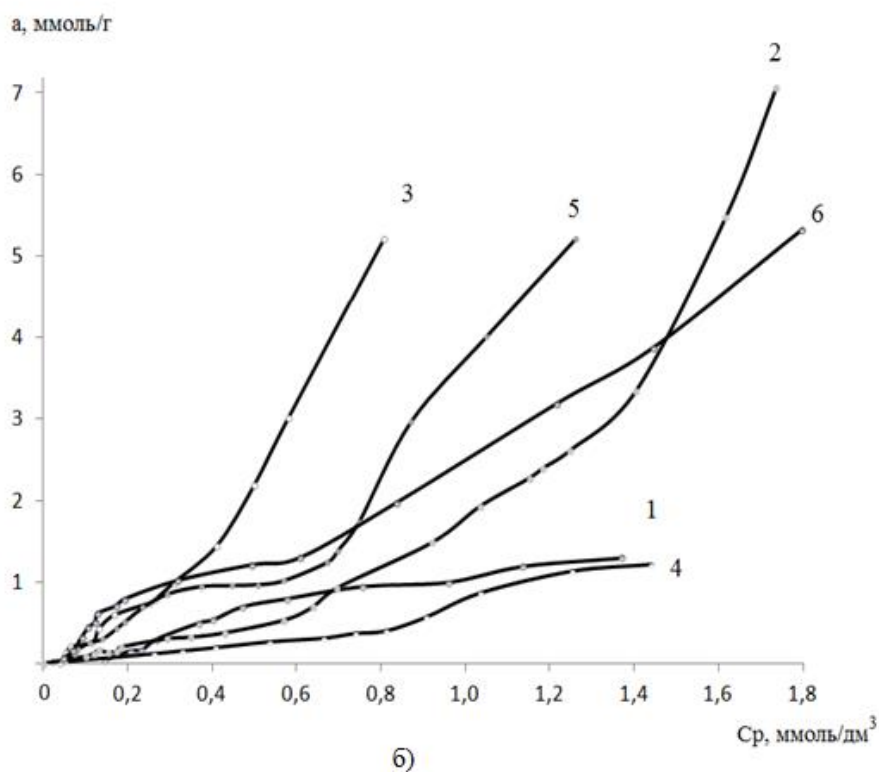
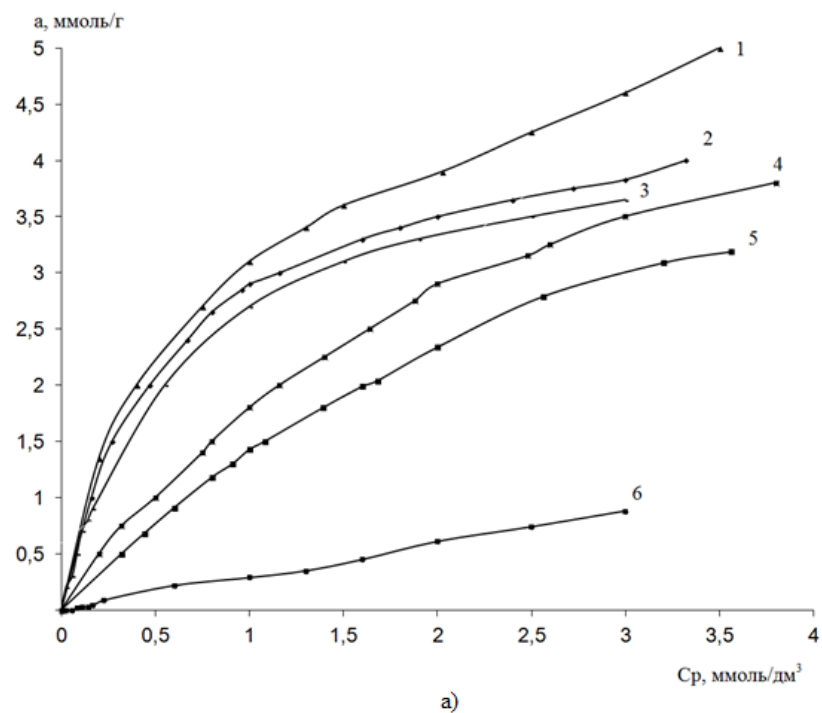


Рис. 1. Изотермы адсорбции хлороформа (а) и трихлорэтилена (б) из водных растворов на сорбентах: 1 – АБГ, 2 – КАУ, 3 – СКД-515, 4 – БАУ, 5 – АГ-3, 6 – АГ-ОВ-1

Для характеристики углеродных материалов и расчета адсорбционных параметров использованы теории мономолекулярной адсорбции (уравнения

Фрейндлиха и Ленгмюра), теория объемного заполнения микропор (уравнение Дубинина-Радушкевича, модифицированное для случая адсорбции из водного раствора) и обобщенная теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра, Эммета и Теллера (БЭТ). Все изотермы адсорбции проанализированы в соответствующих координатах линеаризации данных уравнений. Сравнительный анализ экспериментальных и теоретических изотерм адсорбции хлороформа показал, что все используемые уравнения хорошо описывают экспериментально полученные изотермы адсорбции на АУ, следовательно, могут быть использованы для описания процесса адсорбции хлороформа на данных сорбентах. Адсорбционное поведение трихлорэтилена описывается моделями Фрейндлиха и ТОЗМ на всех исследованных АУ. Остальные модели для описания адсорбции трихлорэтилена не применимы. Рассчитанные значения адсорбционных параметров при адсорбции хлороформа и трихлорэтилена, необходимые для инженерных расчетов, приведены в таблице.

Таблица

Параметры адсорбции хлороформа и трихлорэтилена из водных растворов АУ в статических условиях

Марка сорбента	Параметры адсорбции, рассчитанные по уравнению									
	БЭТ			Фрейндлиха		Ленгмюра		Дубинина-Радушкевича		
	a_{\max} , ммоль/г	K	Q, кДж/моль	β , ммоль/г	1/n	a_{\max} , ммоль/г	K	a_{\max} , ммоль/г	E_0 , кДж/ммоль	W, см ³ /г
	<i>хлороформ</i>									
АГ-3	4.6	58.75	10.13	2.63	0.82	5.27	1.07	6.85	10.49	0.640
АГ-ОВ-1	-	-	8.23	2.27	0.81	-	-	6.54	10.1	0.189
СКД-515	5.53	33.49	8.77	0.52	0.85	6.26	0.67	7.22	8.5	0.860
КАУ	-	-	-	-	-	-	-	7.96	10.4	0.850
АБГ	3.22	9.86	5.91	0.7	0.35	4.99	0.14	3.54	7.03	0.380
БАУ	-	-	14.15	0.62	0.82	-	-	5.63	10.0	0.322
	<i>трихлорэтилен</i>									
АГ-3	2.96	1.79	2.50	10.35	1.16	-9.45	-267.7	2.27	5.10	0.200
АГ-ОВ-1	1.10	1.66	2.38	38.19	1.44	-1.79	-469.2	0.66	5.17	0.060
СКД-515	2.73	1.44	2.17	8.20	1.16	-5.28	-358.0	1.82	4.92	0.160
КАУ	0.96	10.8	6.02	18820	2.18	2.51	1852	1.90	4.13	0.710
АБГ	0.55	6.69	4.97	8.20	1.16	-58.9	-17.73	1.55	3.53	0.140
БАУ	0.66	1.23	1.95	13.48	1.63	-1.00	-399.9	0.51	3.97	0.040

Величины предельного адсорбционного объема W для всех углеродных сорбентов находятся в пределах 0.189–0.860 см³/г и позволяют предположить, что адсорбция хлороформа подчиняется объемному механизму заполнения микропор. Значения характеристической энергии находящиеся в пределах 7.03–10.49 кДж/ммоль и, свидетельствуют о том, что адсорбция идет в основном в микропорах.

О механизме взаимодействия сорбтива с поверхностью сорбента можно сделать предположение на основании формы изотермы и значений теплот адсорбции. Изотермы L типа показывают, что взаимодействие между адсорбированными молекулами мало, а энергия активации не зависит от степени заполнения поверхности сорбента. Изотермы класса L и рассчитанные величины теплот адсорбции (5.91–14.15 кДж/моль) позволяют сделать вывод о том, что адсорбция хлороформа имеет физическую природу и обусловлена Ван-дер-Ваальсовыми силами (неспецифическое взаимодействие).

Сопоставление рассчитанной величины предельного адсорбционного объема, занятого трихлорэтиленом (w_0), с характеристиками пористой структуры адсорбентов, позволяет предположить адсорбцию трихлорэтилена в доступных по размеру макро- и мезопорах для всех АУ за счет его взаимодействия с локальными активными центрами на сколах, ребрах, возвышенностях, т.к. поверхность угля в порах неоднородна.

Адсорбция трихлорэтилена является результирующей совокупности нескольких факторов: неспецифического взаимодействия с доступным графеновым слоем, отталкивания между молекулами трихлорэтилена (имеющими в своем составе отрицательные группы Cl⁻) и полярными КФГ углеродной поверхности, несущими частично отрицательный заряд, а так же притяжения молекул трихлорэтилена к структурам несущим частично положительный заряд, что проявляется и в форме изотерм адсорбции. Электростатическое отталкивание от КФГ и адсорбированных молекул воды, вероятно, также мешает проникать молекулам трихлорэтилена в доступные по размеру супермикропоры (с радиусом более 0,70 нм).

Равновесие адсорбции смеси хлороформа и трихлорэтилена изучено в соотношении 70:1 (ммоль/дм³), которое является среднегодовым значением соотношения концентраций органических веществ в воде системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Полученные результаты показывают, что трихлорэтилен из смеси адсорбируется полностью, а адсорбция хлороформа незначительно уменьшается по сравнению с адсорбцией из водного раствора индивидуального компонента. Эта закономерность сохраняется для всех сорбентов. Механизм при совместной адсорбции хлороформа и трихлорэтилена из водного раствора их смеси не меняется. Имеет место физическая адсорбция.

По данным кинетических исследований установлено, что лимитирующей стадией процесса извлечения трихлорэтилена и хлороформа из воды является внешний массоперенос. Рассчитаны коэффициенты внешнего массопереноса, необходимые для инженерного расчета промышленной адсорбционной колонны.

Изучение динамики адсорбции системы хлороформ – трихлорэтилен – вода – АУ проводили на модельном водном растворе с максимально возможным реальным содержанием компонентов в летний период в воде с концентрацией хлороформа 0,54 мг/дм³, трихлорэтилена – 0.010 мг/дм³. В качестве адсорбентов использованы активные угли марок СКД-515 и АГ-3. Установлено достаточно хорошее совпадение экспериментальных и теоретически рассчитанных на основе фундаментального уравнения внешнедиффузионной динамики адсорбции выходных кривых хлороформа в присутствии трихлорэтилена для неподвижного слоя АУ, что позволяет сделать заключение о возможности определения динамических характеристик адсорбции без дополнительного проведения экспериментальных исследований.

При существующем в воде системы хозяйственно-питьевого водоснабжения соотношении компонентов во время проскока трихлорэтилен выходит с концентрацией значительно меньше ПДК, что позволяет моделировать процесс адсорбции в динамических условиях для доминирующего компонента – хлороформа.

По результатам моделирования получены динамические характеристики процесса адсорбции: длина рабочего слоя, длина неиспользованного слоя, коэффициент защитного действия, продолжительность работы колонны и количество очищаемой воды в зависимости от параметров колонны и режима очистки. Проведенные исследования позволяют рекомендовать аппаратное оформление адсорбционной доочистки воды из системы хозяйственно-питьевого водоснабжения.

На основании теоретических и экспериментальных исследований процесса адсорбции разработана технология доочистки водопроводной воды, содержащей смесь хлороформа и трихлорэтилена, которая может быть рекомендована к использованию при производстве продуктов питания.

Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания «Инициативные научные проекты» 19.4713. 2017/БЧ.

Литература

1. Куценко С.А., Основы токсикологии. – М.: ФОЛИАНТ, 2004. – 570 с.
2. Krasnova T.A., Timoschuk I.V., Gorelkina A.K., Belyaeva O.V. Effect of priority drinking water contaminants on the quality indicators of beverages during their production and storage // Foods and Raw materials. – 2018. – №1. pp. 230-241.
3. Краснова Т.А., Горелкина А.К., Тимощук И.В., Гора Н.В., Голубева Н.С. К вопросу о формировании качества напитков // Пиво и напитки. – 2018. – №4. – С.32-35.
4. Краснова Т.А., Тимощук И.В., Горелкина А.К., Гора Н.В., Адсорбционные технологии очистки воды при производстве фруктово-сывороточных напитков // Экология и промышленность России. – 2018. – Т.22. – № 10. – С. 4-10.
5. Krasnova T.A., Timoschuk I.V., Gorelkina A.K., Dugarjav J. The choice of sorbent for adsorption extraction of chloroform from drinking water // Foods and Raw materials. – 2017. – №2. – pp.189 - 196.
6. ГОСТ Р31951-2012. Вода питьевая. Определение содержания летучих галогенорганических соединений газожидкостной хроматографией. М.: Стандартиформ, 2013. – 20 с.
7. Парфит Г., Рочестер К. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел. М.: МИР, 1996. – С. 488.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ АНТИОКСИДАНТНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ МОРОЖЕНОГО И СПОСОБ ЕГО ПОДГОТОВКИ

Е.А. Комова, Т.Н. Евстигнеева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Katya-Komova@yandex.ru

Аннотация

Ключевой задачей современной биотехнологии является разработка продуктов с заданными свойствами. Обогащение молочных продуктов функциональными ингредиентами является перспективной сферой для исследования. Цель настоящей работы состояла в подборе растительного наполнителя с функциональными свойствами и выборе способа его подготовки при производстве мороженого. В качестве источника растительных антиоксидантов предложено использовать овощное пюре из томатов, подвергнутое тепловой обработке. В ходе исследования было установлено, что наиболее рациональным способом обработки томатов является запекание при температуре 200 °С в течение 30 мин.

Ключевые слова

Функциональные продукты, антиоксиданты, высокотемпературная обработка.

В современном мире, который постоянно развивается, введение инноваций является неотъемлемой частью развития общества. Питание, являющееся одной из самых важных потребностей человека, нуждается в совершенствовании и создании продуктов нового поколения – функциональных продуктов, которые содержат в своем составе способствующие поддержанию здоровья человека витамины, антиоксиданты, минеральные вещества, пищевые волокна и другие ценные ингредиенты.

Представляется возможным разрабатывать необычные пищевые продукты, отличающиеся не только разнообразными вкусоароматическими показателями, но и оказывающими профилактическое влияние на здоровье потребителей [1].

Среди функциональных ингредиентов в последние годы интерес исследователей обращен к антиоксидантам. В течение жизни в организме каждого человека непрерывно осуществляются окислительно-восстановительные реакции. Системы жизнедеятельности работают в нормальном режиме, только если эти реакции находятся в равновесии. С того момента, когда теряется баланс в пользу окислительных реакций, происходят всевозможные нарушения функций организма.

Из многообразия созданных природой растений можно получать всевозможные комплексы функциональных продуктов. Растительные напитки и пищевые продукты, содержащие такие группы соединений, как витамины, протеины, карбоновые и аминокислоты, а также фенольные соединения, являются источниками антиоксидантов для человека [7].

Помимо благотворного влияния на организм человека, введение в состав продуктов компонентов, богатых антиоксидантами, положительно влияет на хранимоспособность продуктов, замедляя в них окислительные реакции.

Наиболее перспективной областью для разработки и внедрения функциональных продуктов является молочная индустрия. Мороженое, обладающее

особым спросом у населения, идеально подходит для создания функционального продукта с заданными свойствами [6].

Целью данной работы являлась разработка состава и отработка параметров технологического процесса производства мороженого с повышенным содержанием антиоксидантов.

Известно, что состав многих фруктов и овощей богат витаминами, фенольными веществами и флавоноидами [3], поэтому использование плодовоовощных пюре в смеси мороженого является одним из путей решением данной проблемы.

В ходе изучения научной литературы сделан вывод о том, что довольно перспективной для дальнейшего исследования является овощная культура – томат, который не только широко доступен на российском рынке овощной продукции, но и обладает высокой антиоксидантной активностью [2], а также интересен с точки зрения вкусовой совместимости с мороженым [6].

В связи с тем, что томат изначально имеет низкое значение рН, представлялось целесообразным, что овощной наполнитель будет вводиться в состав смеси мороженого после ее тепловой обработки в виде предварительно подготовленного пюре. Вполне очевидна необходимость предварительной тепловой обработки томатов [5]. Первостепенной задачей являлся выбор способа подготовки наполнителя.

Были проведены сравнительные исследования различных способов подготовки овощного наполнителя, критерием оценки было выбрано содержание антиоксидантов в нем после обработки.

Первый способ – запекание, которое проводилось при температуре 200 °С в духовом шкафу в течение 30 мин. Второй способ – приготовление на пару при температуре 120 °С в бытовой пароварке также в течение получаса.

Продолжительность высокотемпературной обработки томатов была выбрана не случайно. Первоначально было установлено, что в течение 30 мин как при запекании, так и при обработке на пару томат приобретал мягкую консистенцию, пригодную для получения пюре.

Контрольными служили образцы сырых томатов. В работе исследовали томаты как с кожурой, так и без нее. Опытные образцы после тепловой обработки и контрольные тщательно измельчали до пюреобразного состояния.

Сущность метода определения содержания антиоксидантов в томатном пюре заключалась в определении оптической плотности окрашенного раствора, содержащего антиоксиданты, с помощью фотоэлектроколориметра при длине волны 505 нм. Предварительно был построен калибровочный график по значениям оптической плотности в растворах с заведомо известной концентрацией аскорбиновой кислоты, эквивалентной концентрации антиоксидантов. Зависимость оптической плотности от концентрации аскорбиновой кислоты представлена на рис. 1.

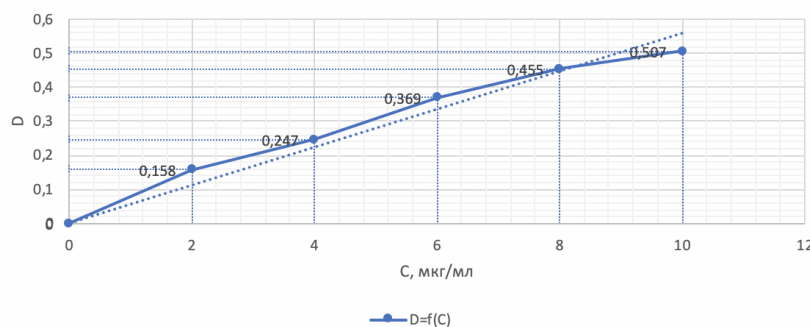


Рис. 1. Калибровочный график зависимости оптической плотности (D) от концентрации аскорбиновой кислоты в растворе (C, мкг/мл)

В последующих опытах по данному калибровочному графику определяли концентрацию антиоксидантов в растворах, содержащих экстракт томатов. В ходе исследования стандартный метод экстрагирования, подразумевающий экстракцию из сухого растительного сырья [4], был модифицирован. Модификация была обусловлена необходимостью экстрагирования компонентов из жидкого томатного пюре во избежание потери антиоксидантов при высушивании.

В предварительном исследовании в качестве растворителя для выделения составляющих томатов был использован этиловый спирт с объемной долей спирта 50, 70 и 96 %. Экстрагирование проводили при температуре 4 °С в течение 24 ч, после чего смесь спирта и пюре подвергали центрифугированию в течение 15 мин при скорости вращения 1500 об/мин, а затем фильтрованию через бумажный фильтр. По результатам визуальной оценки отфильтрованных образцов в качестве растворителя для дальнейших исследований был выбран 96 %-й спирт. При использовании растворителя с такой объемной долей спирта полученный экстракт имел более насыщенную окраску по сравнению с другими образцами, что свидетельствовало о наибольшей концентрации перешедших в него компонентов из томатного пюре.

Экстрагирование было необходимым этапом определения антиоксидантной активности томатов. Результаты определения содержания антиоксидантов, представлены в таблице.

Таблица

Результаты определения содержания антиоксидантов в томатном пюре

Образец				Сорт томатов	
				Бакинские	Розовые
Способ подготовки	T, °С	t, мин		Содержание антиоксидантов, мг/100г	
				Запекание	200
Без кожуры	45,6	18,4			
Обработка на пару	120	30	С кожурой	40,0	16,8
			Без кожуры	37,6	16,0
Контроль (сырые)	–	–	С кожурой	11,2	7,20
			Без кожуры	8,00	5,60

По результатам исследования было выявлено, что содержание антиоксидантов в запеченных томатах является максимальным, а в сырых минимальным. Отмечено, что содержание антиоксидантов в запеченных томатах возросло на 77 % по сравнению с сырыми томатами.

В образцах томатного пюре, приготовленного различными способами, определяли высушиванием массовую долю сухих веществ. Установлено, что она изменялась незначительно, в пределах от 5 % (сырые томаты) до 5,4 % (запеченные томаты). Отмеченное увеличение содержания антиоксидантов в запеченных томатах по сравнению с контролем не может быть объяснено повышением массовой доли сухих веществ в пюре в процессе тепловой обработки и требует дальнейшего исследования.

Содержание антиоксидантов в различных сортах томатов оказалось не одинаковым. Для данного исследования были выбраны сорта томатов, обладающие наилучшими вкусовыми характеристиками и доступностью. Для большей наглядности на рис. 2 в виде диаграммы представлено содержание антиоксидантов в различных сортах томатов.



Рис. 2. Содержание антиоксидантов в томатах с кожурой, мг/100г

Заключение

На основании результатов исследования в качестве способа подготовки наполнителя выбрано запекание, так как именно при запекании томатов содержание антиоксидантов в пюре оказалось максимальным. Также было установлено, что содержание антиоксидантов в образцах с кожурой ненамного превосходит содержание антиоксидантов в томатах без кожуры, поэтому в последующем исследовании целесообразно использовать для приготовления наполнителя только мякоть томата во избежание появления частиц кожуры в мороженом в виде жестких включений.

Литература

1. Афонин В. Функциональные продукты питания – новое направление пищевых технологий / В. Афонин // Наука и инновации. – 2009. – № 6. – С. 2–7.
2. Кондратьева И.Ю. Скороспелые, холодостойкие сорта томата для открытого грунта / И.Ю. Кондратьева – Москва, 2016. – 109 с.
3. Кондратьева И.Ю. Ликопин и β – каротин томата / И.Ю. Кондратьева, Голубкина Н.А. // Овощи России. – 2016. – № 4. – С. 80–83.
4. Рогожин В.В. Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции / Рогожин В.В., Рогожина Т.В. – Санкт-Петербург: ГИОРД. – 2016 – С. 111–113.
5. Чаплыгина Т.В. Влияние методов обработки на антиоксидантную активность плодов и овощей: Пищевые инновации и биотехнологии: 25.04.2017 / Чаплыгина Т.В., Бородина Е.С., Антошкина М.В., Григус О.Н. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – 2017. – С. 134–135.
6. Пономарев А.Н. Перспективы использования антиоксидантов / Пономарев А.Н., Мерзликина А.А., Гладнева А.А., Лукин А.Л. // Молочная промышленность. – 2008. – № 6. – С. 27–30.
7. Драгун Т. Технологии здорового питания / Драгун Т., Броунс Ф. // Пищевая промышленность. – 2005. – № 5. С. – 11–15.

ПРИМЕНЕНИЕ ХИТОЗАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕСЕРТНЫХ ПРОДУКТОВ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ

С.А. Костюгин, Е.П. Сучкова, В.В. Марченко

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

kostyug@gmail.com, silena07@bk.ru

Аннотация

Разрабатывались десертные продукты зефир и суфле на основе топленого молока. В качестве компонента стабилизационной системы использовался кислото- и водорастворимый хитозан. В качестве функционального ингредиента в рецептуры зефира добавляли витаминную добавку В3 в количестве, обеспечивающем 31% от суточной нормы потребления витамина В3. Разработано четыре рецептуры зефира с функциональными ингредиентами, которые отличаются количеством и видом вносимого хитозана. Применение хитозана в производстве суфле оказало значительное влияние на степень взбитости и формирование структурных свойств продукта. Таким образом, используя водорастворимый и кислоторастворимый хитозаны, мы можем улучшать процесс пенообразования и поддержание взбитой структуры продукта длительное время. На основании проведенных исследований была разработана рецептура суфле на основе топленого молока с применением хитозана и фруктовым наполнителем.

Ключевые слова

Хитозан, суфле, молоко, зефир.

Введение

Суфле и зефир относятся к группе десертов, которые пользуются большой популярностью у всех групп населения, особенно их любят женщины и дети. Также данные десерты, помимо того, что обладают интересными органолептическими свойствами, также содержат различные полезные вещества, благотворно влияющие на организм человека. Кроме того, использование различных наполнителей позволяет обогатить продукт макро- и микронутриентами, а также минеральными веществами. В результате получается вкусный, доступный и полезный продукт [1, 2, 3].

Рацион питания населения России характеризуется низким уровнем потребления биологически полноценных продуктов. В этих условиях целесообразно уделить особое внимание производству продуктов, обогащающих рацион биологически активными веществами, бифидогенными добавками, растительными волокнами и пр., благоприятно влияющими на общее состояние и обмен веществ организма [4, 5]. Поэтому в наше время стоит вопрос о создании продуктов, которые будут доступны и не будут требовать много времени на приготовление, но в то же время будут содержать большое количество полезных веществ.

Актуальность создания функциональных продуктов с целью профилактики заболеваний и улучшения состояния организма, будет высока до тех пор, пока здоровье людей не потерпит качественных изменений в лучшую сторону, поэтому именно это направление было выбрано в данной работе.

Основным направлением в выборе пищевых добавок и ингредиентов, включаемых в состав рецептур функциональных продуктов, является использование

веществ природного происхождения, влияющих не только на функционально-технологические свойства, но и обладающие высокой биологической и физиологической активностью для организма человека.

Одним из таких ингредиентов является уникальный природный полисахарид – хитин и его производные, которые, не токсичны и эффективны в качестве пищевых добавок, лечебно-профилактических препаратов, сорбентов тяжелых металлов и радионуклидов [6].

Так же следует отметить витамин В3 (ниацин, никотиновая кислота), он положительно влияет на работу сердечно-сосудистой системы, улучшает обменные процессы, способствует снижению уровня холестерина. Суточная потребность в витамине В3 зависит от пола, возраста и других особенностей организма, в среднем она составляет 10-20 мг в сутки [7, 8, 9].

Хитозан – результат обработки хитина в жестких условиях раствором щелочи, что позволяет замена ацетильной группы в хитине с аминогруппами. Обладает высокими сорбционными свойствами. Он нетоксичен, обладает ранозаживляющим действием, антикоагулянтной, антитромбогенной, бактерицидной и противоопухолевой способностью. Связывает соли тяжелых металлов, способен выводить токсины из организма. Ингибирует секрецию соляной кислоты. Снижает уровень холестерина в крови. Повышает иммунитет и оказывает противоаллергическое действие. Будучи натуральным продуктом, он абсолютно безопасен и совместим с тканями человеческого организма [10,12].

Он также используется в качестве стабилизатора пищевых продуктов, что открывает широкие возможности для его использования в качестве консерванта и структурообразующего агента. Как активный естественный полисахарид, хитозан может сформировать устойчивые гели, в том числе в молочном сырье. Это свойство хитозана может быть основой для производства пудингов, муссов, желе с различными натуральными или идентичными природными компонентами. Применение хитозана позволяет получать продукцию с увеличенным сроком хранения [13, 14, 15].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что существует перспективность применения хитозана и витамина В3 в продуктах массового потребления, например, таких как кондитерские изделия.

Рынок кондитерских изделий очень популярен у современного потребителя, ведь ничто так не поднимает настроение как сладкое, да и ни один праздничный стол не обходится без него.

Но, к сожалению, кондитерский рынок не может похвастаться своим разнообразием полезных продуктов, поэтому создание функциональных продуктов питания в этой отрасли является актуальным на сегодняшний день и именно это направление было выбрано для исследования.

Экспериментальная часть. Результаты и их обсуждение

При разработке зефира и суфле для придания продукту функциональных и улучшению органолептических свойств, в состав зефирной массы и массы для суфле вносился водорастворимый и кислоторастворимый хитозан производства компании ООО «Биопрогресс» в количестве 0,6; 0,8; и 1%. Хитозан в зефирную массу добавляли на этапе подготовки сахарного сиропа в смеси со структурообразователем, затем полученную массу вносили в смесь яичного белка с яблочным пюре из двух сортов яблок и сахаром, после чего массу взбивали и отсаживали для застывания.

Органолептические показатели зефира на пектине, желатине и агар-агаре с водорастворимым и кислоторастворимым хитозаном представлены в таблице 1.

Органолептические показатели с водорастворимым хитозаном

Органолептические показатели зефира на пектине и желатине с водорастворимым хитозаном			
Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Вкус и запах	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса
Цвет	Белый, равномерный	Светло бежевый, равномерный	Бежевый, равномерный
Консистенция	Мягкая	Упругая	Плотная
Структура	Воздушная, равномерная	Менее воздушная, равномерная	Не воздушная, равномерная
Органолептические показатели зефира на пектине и желатине с кислоторастворимым хитозаном			
Наименование показателя	Образец 4	Образец 5	Образец 6
Вкус и запах	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, следы постороннего привкуса
Цвет	Белый, равномерный	Белый, равномерный	Белый, равномерный
Консистенция	Мягкая	Мягкая	Мягкая
Структура	Воздушная, равномерная	Более воздушная, равномерная	Более воздушная, равномерная
Органолептические показатели зефира на агар-агаре и желатине с водорастворимым хитозаном			
Наименование показателя	Образец 7	Образец 8	Образец 9
Вкус и запах	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса
Цвет	Белый, равномерный	Светло бежевый, равномерный	Бежевый, равномерный
Консистенция	Упругая	Более упругая	Плотная
Структура	Воздушная, равномерная	Менее воздушная, равномерная	Менее воздушная, равномерная
Органолептические показатели зефира на агар-агаре и желатине с кислоторастворимым хитозаном			
Наименование показателя	Образец 10	Образец 11	Образец 12
Вкус и запах	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, без постороннего привкуса	Легкий запах яблока, сладкий вкус, следы постороннего привкуса
Цвет	Белый, равномерный	Светло бежевый, равномерный	Бежевый, равномерный
Консистенция	Упругая	Мягкая	Мягкая

Продолжение таблицы

Органолептические показатели зефира на агар-агаре и желатине с кислоторастворимым хитозаном			
Наименование показателя	Образец 10	Образец 11	Образец 12
Структура	Воздушная, равномерная	Воздушная, равномерная	Воздушная, равномерная

Показатели плотности зефира на пектине, желатине и агар-агаре с хитозаном представлены в таб. 2.

Таблица 2

Плотность зефира с хитозаном

Плотность зефира с хитозаном на пектине и желатине, г/см ³						
№ образца	1	2	3	4	5	6
Плотность	0,70	0,80	0,85	0,65	0,6	0,55
Плотность зефира на агар-агаре и желатине с хитозаном, г/см ³						
№ образца	13	14	15	16	17	18
Плотность	0,60	0,65	0,70	0,55	0,55	0,50

На основании полученных результатов установлено, что образец 1, 5, 13, 18 обладают наилучшими органолептическими свойствами и показателями плотности.

В эти образцы на этапе смешивания ингредиентов с хитозано-сахарным сиропом вносили витаминную добавку В3 фирмы ООО «Грейн Ингредиент» в виде пудры с содержанием витамина 99%, в количестве 5 мг на 100 г зефирной массы, что обеспечивает 31,3% от суточной нормы потребления для среднестатистического взрослого человека [4].

Органолептические показатели полученных образцов после внесения витаминной добавки не изменились.

На основании проведенных исследований были разработаны 4 рецептуры зефира с хитозаном и обогащенного витамином В3.

Суфле на основе молока встречается довольно редко, несмотря на большое разнообразие видов этого продукта. Введение компонентов на основе молока придаст суфле дополнительные свойства и повысит его пищевую и биологическую ценность. При добавлении различных наполнителей в суфле можно сформировать оригинальные органолептические и функциональные свойства, что сделает этот продукт очень привлекательным для разных групп потребителей и полезным. Однако введение в состав различных ингредиентов требует определенного подбора, чтобы применяемые компоненты не нарушали структурообразование и формирование нежной и взбитой консистенции суфле. В связи с этим интерес представляет использование топленого молока в качестве основы для изготовления суфле, так как оно имеет специфические особенности, такие как оригинальный вкус, приятный цвет и однородную консистенцию. При выборе основы наиболее подходящим для нашей работы оказалось топленое молоко марки «Простоквашино» жирностью 3.2%, т.к в нем наиболее полно выражен специфический вкус и запах топленого молока, органолептические показатели и оценка спроса потребителей на этот продукт была выше, чем на молоко других производителей.

В качестве стабилизатора был выбран пищевой желатин и подбиралась его доза. Подготавливались образцы молочного суфле на основе топленого молока и желатина, доза внесения которого варьировалась от 2,8% до 3,2% с шагом 0,2 %.

В топленое молоко с температурой (10 ± 2) °С вносили подготовленный пищевой желатин в рассчитанном количестве (количество вносимого желатина было выбрано в соответствии с нормами внесения по рекомендации производителя) и выдерживали 10 минут. Затем смесь нагревали до 60°С до полного растворения желатина. При нагревании смесь перемешивали для распределения желатина по всей массе топленого молока. Затем смесь охлаждали до температуры (10 ± 2) °С. После охлаждения взбивали до крепких пиков. Полученные образцы исследовали.

На основании результатов органолептической оценки выбрана доза пищевого желатина в количестве 3,0%. Однако было выявлено, что суфле быстро оседает и уже через день теряет свои свойства. Для предотвращения оседания встала необходимость подобрать и внести молочный компонент, который улучшит потребительские свойства продукта и помимо этого повысит его биологическую полноценность.

При разработке суфле в его состав в качестве молочного компонента вносили пахту, которая является ценным побочным продуктом, получаемым при производстве сливочного масла и содержит в своем составе фосфолипиды, которые обладают эмульгирующим действием и способствуют формированию однородной нежной консистенции десертов. Пахта вносилась в сухом виде в количестве 0,8%; 1,0%; 1,5%.

В холодное топленое молоко вносилась пахта. Смесь нагревали до температуры 40°С при непрерывном перемешивании для равномерного распределения компонента по всей массе топленого молока. Затем смесь охлаждали до температуры (10 ± 2) °С, вносили пищевой желатин в количестве 3,0% и выдерживали 10 минут. Смесь нагревали до 60°С до полного растворения желатина. Затем смесь охлаждали до температуры (10 ± 2) °С. После охлаждения взбивали до крепких пиков. Полученные образцы исследовали.

На основании полученных результатов, была определена доза пахты в количестве 1,0% от массы топленого молока.

Для улучшения вкусовых характеристик и создания нежной консистенции суфле в качестве фруктового наполнителя была выбрана хурма благодаря своему необычному вкусу и повышенному содержанию пектиновых веществ. Хурму вносили в свежем виде в количестве 10 и 20%. Результаты органолептической оценки на рисунке.

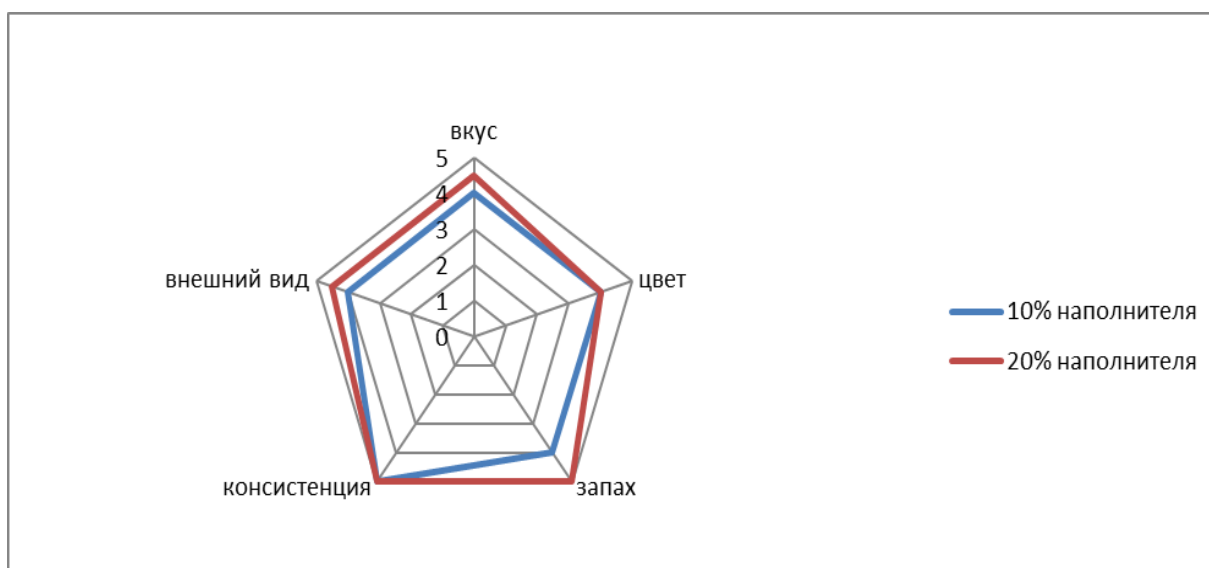


Рисунок. Органолептические показатели образцов с хурмой

По результатам органолептической оценки была выбрана доза фруктового наполнителя 20% от массы топленого молока.

В качестве компонента состава суфле, улучшающего его структурные свойства и хранимоспособность был выбран хитозан. Использовали хитозан двух видов - водорастворимый и кислоторастворимый, производства компании ООО «Биопрогресс».

Важным технологическим процессом, определяющим потребительские свойства суфле, является взбивание смеси. Взбитость является важной составляющей, характеризующей качество готового продукта, в связи с чем исследовалось влияние хитозана на этот показатель.

В массу для суфле хитозан вносили перед взбиванием. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели взбитости готового продукта

	Образцы с хитозаном	
	С водорастворимым	С кислоторастворимым
Объем до взбивания, см ³	315,4	315,4
Объем после взбивания, см ³	788,5	1261,6
Взбитость, %	250	400

Образец с водорастворимым хитозаном имел незначительную взбитость по сравнению с другими образцами, но приобретал отличную консистенцию и хорошие потребительские свойства. Образец с кислоторастворимым хитозаном имел повышенную взбитость. Консистенция приобретала губчатую структуру и в продукте ослабевали его оригинальные вкусовые характеристики, вкус становился менее выраженным. Однако стабильность пены наблюдалась достаточно высокой в течение длительного времени.

На основе экспериментальных исследований была разработана рецептура суфле на основе топленого молока без наполнителя и с наполнителем в расчете на 1000 кг готового продукта (таб. 4).

Таблица 4

Рецептура суфле на основе топленого молока

Компонент	Норма расхода сырья, кг			
	Без наполнителей	С наполнителем хурма		С хитозаном (водорастворимым)
		10%	20%	
Вариант рецептуры	№1	№2	№3	№4
Топленое молоко (ГОСТ 31450-2013)	961,5	877,2	806,5	954,2
Пахта (ГОСТ Р 53513-2009)	9,65	8,8	8,0	9,6

Продолжение таблицы

Компонент	Норма расхода сырья, кг			
	Без наполнителей	С наполнителем хурма		С хитозаном (водорастворимым)
		10%	20%	
Желатин (ГОСТ 11293-89)	28,85	26,3	24,2	28,5
Хурма (ГОСТ Р 54682-2011)	–	87,7	161,3	–
Хитозан (ТУ 9289-067-00472124-03)	–	–	–	7,7
Итого	1000	1000	1000	1000

На основе разработанной рецептуры был выполнен расчет пищевой, биологической и энергетической ценности продукта. Пищевая и энергетическая ценность компонентов суфле и готового продукта, выработанного по вариантам рецептуры №1, №2, №3 представлены в таблице 5.

Таблица 5

Пищевая и энергетическая ценность суфле

Пищевая и энергетическая ценность компонентов суфле				
Компонент	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Топленое молоко	3,0	3,2	4,7	59,6
Желатин	87,2	0,4	0,7	354,4
Пахта сухая	34,3	5,8	49,0	385,2
Хурма	0,8	0,4	15,3	68,4
Пищевая и энергетическая ценность готового продукта				
№ 1	5,4	3,09	4,68	71,08
№2	5	2,85	7,21	77,8
№ 3	4,7	2,68	9,4	84,17

Показателем полноценности белка пищевого продукта является значение аминокислотного сора по каждой незаменимой аминокислоте, входящей в его состав. На основании результатов расчета можно сделать вывод, что ценность белковой составляющей, рассчитанная методом аминокислотного сора всех образцов, является достаточно высокой, в их составе не содержатся лимитирующих аминокислот и, следовательно, белки продукта являются биологически полноценными.

Заключение

Таким образом в результате проведенных комплексных исследований обоснован состав и разработаны рецептуры зефира с хитозаном, обогащенного витамином В3 и суфле на основе топленого молока с фруктовым наполнителем. Подобраны компоненты, обеспечивающие формирование вкусовых и структурных характеристик взбитых смесей с применением хитозана. Также учитывая антимикробные свойства

хитозана, можно предположить его положительное влияние на продление сроков годности готового продукта. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния хитозана на сохранение исходных показателей взбитых кондитерских изделий на молочной основе. Это направление представляет несомненный интерес для промышленности.

Литература

1. Обзор российского рынка сахаристых кондитерских изделий [Электронный ресурс] URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2152> (Дата обращения: 21.03.19)
2. Польза и вред зефира для организма человека [Электронный ресурс] URL: <http://www.poleznenko.ru/zefir-polza-vred.html> (Дата обращения: 11.06.18)
3. Производство зефира [Электронный ресурс] URL: <http://fermer.zol.ru/a/15996/> (Дата обращения: 11.04.19)
4. Маев И.В. Витамины / Маев И.В., Казюлин А.Н., Белый П.А. // – М.: МЕДпрессинформ, 2011. с. 544.
5. Донченко Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение / Г.Г. Фирсов // – М.: ДеЛи принт, 2007. – с. 200-276.
6. Alan Davidson. The Oxford Companion to Food // Oxford: OUP Oxford, 2014 – с. 960.
7. Вейс А. Макромолекулярная химия желатина // – М.: Пищевая промышленность, 2007 – с. 66-67.
8. Михайлов, В.М. Энциклопедия питания // Технология кулинарной продукции // – М.: КноРус, 2018. – том 7. С.119
9. Горбачев, В.В. Витамины. Макро- и микроэлементы: справочник / Горбачев В. В., Горбачева В. Н. // – М.: Медицинская книга, 2011. – с. 424–428
10. Гальбрайт, Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение // Химия соровский образовательный журнал. – 2001. – Вып. 1 – Том 7 — с. 47–58.
11. Иванушко Л.А. Антибактериальные и антиоксидантные свойства хитозана и его производных / Соловьева Т.Ф., Запорожец Т.С., Сомова Л.М., Горбач В.И. – Изд.: НИИ эпидемиологии и микробиологии СО РАМН, Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН, 2010.
12. Михайлов С.Н. Получение и использование хитина и хитозана / Тихонов В.Е., Варламов В.П. // Хитозан: сб. статей; под ред. Скрыбина К.Г., Михайлов С.Н., Варламова В.П. – Изд.: Центр Биоинженерия РАН, 2013. – с.7 – 9.
13. Гришин А.А. Применение хитина и хитозана, биотехнология модификации хитина // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 12.
14. Забелина Н.А. Перспективы использования хитин-глюканового комплекса в производстве мясных продуктов // Процессы и аппараты пищевых производств. – 2008. – Вып. 1. – с. 8 – 12.
15. Степанова Е.В. Биологически активные амфифильные производные хитозана / Тихонов В.В., Бабак В. И. // Химические волокна. – 2005. – Т. 6. – с. 57–58.

ПРОБЛЕМА СТАБИЛЬНОСТИ БЕТА-КАРОТИНА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Б.А. Кулишов¹, К.Е. Кулишова^{1,2}, Н.В. Рудометова^{1,2}, А.В. Федоров¹,
А.Г. Новоселов¹

1 – Университет ИТМО, Санкт-петербург, Россия

2 – ВНИИ пищевых добавок – филиал «ФНЦ пищевых систем
им. В.М. Горбатова» РАН, Санкт-Петербург, Россия

b_kulishov@itmo.ru

Аннотация

В работе приведены результаты исследования сохранности бета-каротина в хлебе при его выпечке конвективным и электроконтактным способом. Для анализа была проведена серия экспериментов, в которой варьировали содержание бета-каротина в исходном тесте. Содержание бета-каротина проводили спектрофотометрическим методом. По результатам экспериментов выявлено, что электроконтактная выпечка позволяет обеспечить большую сохранность бета-каротина во образцах с высокой исходной концентрацией каротина.

Ключевые слова

Пищевые красители, бета-каротин, электроконтактная выпечка.

Бета-каротин является пищевой добавкой E160a, используется в пищевой промышленности как краситель, а также входит в перечень функциональных пищевых ингредиентов в соответствии с ГОСТ [1]. Бета-каротин обладает большим потенциалом применения в функциональных пищевых продуктах. Однако существенным недостатком бета-каротина является его низкая устойчивость к воздействию света, кислорода, высоких температур. В связи с этим, поиск способов, обеспечивающих сохранность данного компонента в пищевых продуктах, является важной научной задачей.

Одной из возможностей уменьшения потерь бета-каротина является использование щадящих температурных режимов при обработке продуктов. В хлебопечении одним из таких способов является выпечка хлеба электроконтактным (ЭК) способом взамен традиционного – конвективного. ЭК-выпечка отличается высокой скоростью нагрева и меньшей максимальной температурой процесса, которая не превышает 100 °С, в то время как выпечка конвективным способом ведется при температуре
воздуха
180



Выпуск № 1
2017

Научный журнал

ЭПВ

ЭКОНОМИКА

Право

ИННОВАЦИИ

240 °С [2]. Таким образом, можно предположить, что сокращение длительности и уменьшение температуры процесса потенциально приведет к снижению потерь бета-каротина.

Целью данной работы являлось изучения влияния способа выпечки хлеба: конвективного или электроконтактного, на уровень потерь бета-каротина.

Был использован однофазный способ приготовления теста. Технология осуществлялась в следующей последовательности:

1. Взвешивание компонентов;
2. Смешивание дрожжей с мукой, растворение соли в части воды, диспергирование суспензии бета-каротина в воде;
3. Дозирование компонентов в дежу тестомесильной машины;
4. Замес теста в тестомесильной машине (Bear Varimixer Teddy);
5. Брожение теста в течение 2 ч, при 35 °С, с обминкой по истечении 1 ч и 20 минут (расстойный шкаф Miwe Aero, model AE 6.06.04, Germany);
6. Разделка теста и формование тестовых заготовок;
7. Расстойка теста в расстоечном шкафу при температуре 40°С и относительной влажности 80% в течение 1 ч (Miwe Klima, type MGT, Germany)
8. Выпечка теста двумя способами – конвективным в печи (Miwe Aero, model AE 6.06.04, Germany) и электроконтактным – в лабораторной ЭК-печи;
9. Охлаждение хлеба, заморозка и хранение образцов.

Рецептура теста приведена в таб. 1.

Таблица 1

Рецептура теста

	Масса компонента, г				
	Мука пшеничная I сорт	Соль	Дрожжи инстантные	Вода	Аквабетин бета-каротин 0151 М
Рецептура 1,	500±0,5	5±0,1	5±0,1	315±5	0,23±0,01
Рецептура 2,					0,30±0,01
Рецептура 3					0,41±0,01
Рецептура 4					0,82±0,01
Рецептура 5					1,62±0,01

В качестве источника бета-каротина в экспериментах использовалась вододиспергируемая суспензия «Аквабетин Бета-каротин 0151 М» производства компании «ЭкоРесурс». Содержание красящих веществ бета-каротина в суспензии по данным производителя составляет 1,6 %.

Для анализа содержания бета-каротина отбирались образцы теста и выпеченного электроконтактным или конвективным способом хлеба. Образцы упаковывали в контейнер и замораживали при температуре -18 °С до момента анализа.

Выпечку тестовых заготовок электроконтактным способом проводили при напряжении 220 В, частота 50 Гц. Одновременно производилась выпечка двух тестовых заготовок. В лабораторной установке для ЭК-выпечки электроды устанавливались таким образом, чтобы выпекать заготовку шириной 50 мм, длиной 100 мм и высотой до 100 мм. Масса одной тестовой заготовки составляла 155±5 г.

В ходе проведения электроконтактной выпечки производилось измерение температуры теста посредством термопар типа хромель-алюмель ДТПК011-07/1,5. Термопары подключались к аналоговому модулю ввода, которые соединялись с

персональным компьютером посредством интерфейса RS-485 – USB. Данные с модуля ввода обрабатывались в программе MasterScada в режиме реального времени.

Параллельно с ЭК-выпечкой производилась выпечка образца хлеба из того же теста в конвективной печи.

У образцов готовых изделий определяли упек, влажность и содержание бета-каротина спектрофотометрическим методом на двулучевом сканирующем спектрофотометре «SHIMADZU UV-1800» после экстракции хлороформом.

С целью оценки длительности и величины температурного воздействия на тесто во время ЭК-выпечки производилось измерение температуры теста. Результаты измерений приведены на рисунке.

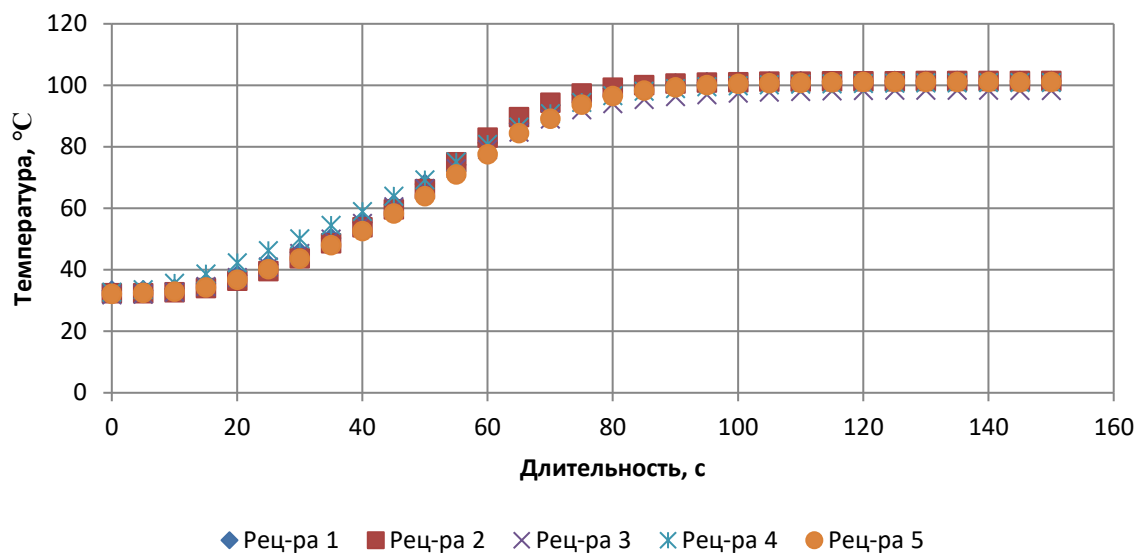


Рисунок. Изменение температуры теста во время ЭК-выпечки

Как видно из данных, приведенных на рисунке, различия в динамике изменения температуры теста между экспериментами минимальны, равно как и время достижения максимальной температуры, которая составляет 100 °С. Различия между точками можно объяснить погрешностью измерения температур посредством термодпар. Также можно оценить длительность выпечки, которая составляет порядка 100–120 с.

Результаты измерений содержания бета-каротина в образцах теста, хлеба ЭК-выпечки и хлеба конвективной выпечки приведены в таб. 2.

Таблица 2

Содержание бета-каротина в образцах теста и хлеба

№ рецептуры, образца	Расчетная концентрация бета-каротина в тесте, мг/кг	Тип образца	Концентрация бета-каротина в готовых изделиях, мг/кг
Рецептура 1	4,5	Тесто	0,9±0,1
		ЭК-выпечка	1,0±0,1
		Конвективная выпечка	1,5±0,1
Рецептура 2	5,9	Тесто	1,1±0,1
		ЭК-выпечка	1,1±0,1
		Конвективная выпечка	1,2±0,1

Рецептура 3	12,0	Тесто	1,7±0,1
		ЭК-выпечка	2,3±0,1
		Конвективная выпечка	2,3±0,1
Рецептура 4	15,9	Тесто	6,0±0,3
		ЭК-выпечка	5,7±0,3
		Конвективная выпечка	4,2±0,2
Рецептура 5	31,3	Тесто	14,1±0,7
		ЭК-выпечка	13,5±0,7
		Конвективная выпечка	6,0±0,3

В соответствии с данными [3, 4] максимальная суточная потребность в бета-каротине составляет 5 мг, а суточное потребление хлеба – порядка 250 г. Таким образом, даже максимальная концентрация бета-каротина в хлебе при его потреблении в пределах рекомендаций не превышает суточную норму.

Следует отметить следующие особенности измерения содержания бета-каротина. У образцов по рецептурам 1–3 наблюдается небольшая разница между содержанием бета-каротина в тесте и хлебе двух способов выпечки. Предположительно, невысокие концентрации бета-каротина, такие как в рецептурах 1–3, приводят к тому, что погрешности эксперимента нивелируют различия между способами выпечки.

В связи с вышеперечисленными фактами и для получения более точных данных, было поставлено дополнительно два эксперимента с более высокими концентрациями бета-каротина в тесте – по рецептурам 4 и 5. Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод о том, что содержание бета-каротина в данных образцах лучше согласуются с результатами других исследователей [5, 6].

Важным фактом является то, что содержание бета-каротина в образцах хлеба по рецептурам 4 и 5, полученных ЭК-выпечкой, значительно выше, чем в образцах, полученных традиционной выпечкой. Данный факт является свидетельством в пользу гипотезы о том, что электроконтактная выпечка позволяет в большей степени сохранить полезные вещества хлеба в силу менее интенсивных температурных воздействий на тесто.

Литература

1. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения (с Изменением N 1). – введ. 2006-07-01. – М.: Стандартинформ, 2005. – 11 с.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. – 9-е изд.; перераб. и доп. / Под общ. ред. Л. И. Пучковой. – СПб: Профессия, 2005. – 416 с., ил.
3. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – введ. 2008–12–18. – М., 2009. – 36 с.
4. Рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов Электронное издание [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2016/08/26/3128-prikazom-minzdrava-rossii-utverzhdenu-rekomendatsii-po-ratsionalnym-normam-potrebleniya-pischevyh-produktov>. (дата обращения 10.05.2019).

5. Rogers D.E. Stability and nutrient contribution of β -carotene added to selected bakery products / D.E. Rogers, R.B. Malouf, J. Langemeier, J.A. Gelroth, G.S. Ranhotra // Cereal Chemistry. – 1993. №70 (5). – pp. 558–561.
6. Ranhotra G. S. Stability and Contribution of Beta Carotene Added to Whole Wheat Bread and Crackers / Ranhotra G.S., Gelroth J. A., Langemeier J., Rogers D. E. // Cereal Chemistry. –1995. №2, Т.72. – pp. 193–141.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ НАНОКОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ БЕТА-КАРОТИНА

К.Е. Кулишова^{1,2}, Н.В. Рудометова^{1,2}, И.С. Ким²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – ВНИИПД – филиал «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатого» РАН,
Санкт-Петербург, Россия

natrudjob@mail.ru

Аннотация

В работе проведено исследование физико-химических свойств бета-каротина, модифицированного путем образования супрамолекулярных комплексов с бета-циклодекстрином. Полученные наноконплексы являются малорастворимыми веществами. Установлено оптимальное время контакта компонентов при получении комплексов – от трех до четырех часов. Светостойкость растворов комплексов в 8 раз выше светостойкости водного раствора эмульсии бета-каротина.

Ключевые слова

Бета-каротин, супрамолекулярная химия, бета-циклодекстрин, альфа-циклодекстрин.

Введение

Спрос на продукцию, обогащенную различными добавками, функциональными ингредиентами, в том числе из нетрадиционных видов сырья является основной тенденцией пищевого рынка. Создание новых и отвечающих требованиям потребителей продуктов позволяет предприятием сохранять конкурентоспособность и занимать новые сегменты рынка.

Разработка технологий и рецептов обогащенных изделий возможна с использованием различных пищевых добавок, в том числе каротиноидов, и в частности, бета-каротина.

Бета-каротин – жирорастворимый краситель красно-оранжевого цвета. Благодаря своему строению (два концевых фрагмента молекулы бета-каротина структурно идентичны) является наиболее эффективным предшественником витамина А [1]. Бета-каротин не оказывает тератогенного и цитогенного эффектов. Также, в отличие от витамина А, его передозировка не оказывает токсического эффекта, но может вызывать гиперкаротинимию.

Бета-каротин, как в сухом виде, так и в растворе очень чувствителен к свету и теплу, а также подвержен окислительному обесцвечиванию кислородом воздуха. Бета-каротин в кристаллической форме обладает плохой растворимостью: не растворяется в воде и частично растворим в растительном масле [2].

Для улучшения физико-химических свойств бета-каротина возможно применение методов супрамолекулярной химии. Один из типов супрамолекулярного комплексообразования – межмолекулярное взаимодействие, при котором молекулы вещества – «гостя» и молекулы вещества – «хозяина» образуют так называемые комплексы включения [3]. В качестве молекулы – «хозяина» используются циклодекстрины – тороподобные макрокольца, построенные из 6, 7 и 8 глюкопиранозных звеньев. Молекулы циклодекстринов имеют гидрофильную внешнюю поверхность и сквозную гидрофобную полость, по своим размерам

сопоставимую с величиной многих органических и неорганических соединений. Благодаря этому они обладают способностью образовывать супрамолекулярные наноконплексы [4].

Супрамолекулярные наноконплексы на основе циклодекстрина получают для усиления или изменения каких-либо исходных свойств. Так, например, можно усилить антиоксидантные свойства веществ [5], увеличить биодоступность [6], повысить стабильность «гостя» [7]. В частности, можно повысить растворимость в воде исходного вещества - «гостя» [8].

Цель данной работы – изучение образования супрамолекулярных структур на основе циклодекстринов и бета-каротина.

Экспериментальная часть

В данной работе использовали β-каротин E160a (i) кристаллический производства КНР и эмульсию β-каротина в воде производства ООО «ОНА». В качестве носителей-модификаторов использовали β- и α-циклодекстрины производства фирмы «Roquette», Франция.

Комплексы получали твердофазным способом при интенсивном перемешивании компонентов в пастообразном состоянии.

Определение массовой доли красящих веществ бета-каротина проводили по методике [9].

Спектры ЯМР ^1H регистрировали на спектрометре Bruker AVANCE III HD с рабочей частотой 400 МГц в лаборатории СПбГТИ (ТУ). Обработку спектров осуществляли с помощью программы SpinWorks 4.

Обсуждение результатов

Ранее нами было показано, что:

- полученные комплексы на основе циклодекстринов относятся к малорастворимым веществам [10];
- светостойкость бета-каротина в водных растворах комплексов в 7 раз превышает светостойкость красителя в эмульсионной форме [11];
- стабильность красящих веществ в водных растворах комплексов в 30 раз превышает стабильность водного раствора эмульсии бета-каротина [12];
- интенсивность окраски водных растворов комплексов на основе альфа-циклодекстринов меньше по сравнению с комплексами на основе бета-циклодекстрина [11].

При этом наилучшие показатели были отмечены у комплексов на основе бета-циклодекстрина.

Анализ ЯМР-спектров комплексов на основе альфа-циклодекстринов показал, что наибольшее смещение в сторону сильного поля характерно для сигналов протонов при 2 и 4 атомах углерода альфа-циклодекстрина. В то же время в комплексах на основе бета-циклодекстрина характерно смещение в сторону слабого поля для сигналов протонов при 3 и 5 атомах углерода бета-циклодекстрина. Подобная разница может быть связана с размерами полости молекул циклодекстринов: образование комплекса включения с альфа-циклодекстрином может быть стерически затруднено, так как диаметр внутренней полости молекулы альфа-циклодекстрина соизмерим с поперечным размером молекулы бета-каротина. Одинаковое смещение сигналов 3 и 5 протонов бета-циклодекстрина связано с частичным проникновением молекулы бета-каротина в полость циклодекстрина, причем, равновероятно, с узкого и широкого концов его циклической молекулы.

Проведено исследование влияния времени контакта (от 0,5 до 5 часов) бета-каротина с бета-циклодекстрином при получении комплекса на растворимость и светостойкость красителя.

Анализ растворимости полученных комплексов в воде показал, что все образцы, вне зависимости от времени контакта, приобретают гидрофильные свойства, их растворимость составляет от 65 до 75 мг/100 см³. Однако при этом наблюдались различия в интенсивности цвета растворов (рис. 1).

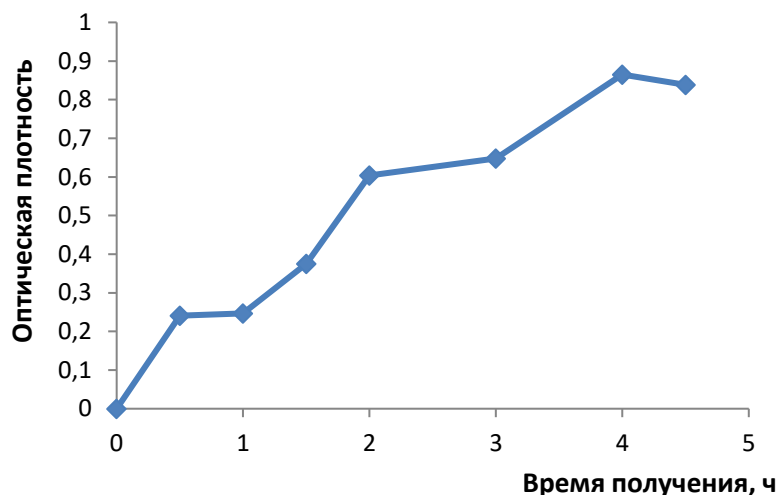


Рис. 1. Влияние времени контакта компонентов на интенсивность цвета растворов комплексов

В целом, можно сказать, что оптическая плотность растворов комплексов возрастает по мере увеличения времени контакта компонентов при получении комплексов.

На рис. 2 приведены результаты исследования влияния ультрафиолетовых лучей на светостойкость бета-каротина в полученных комплексах.

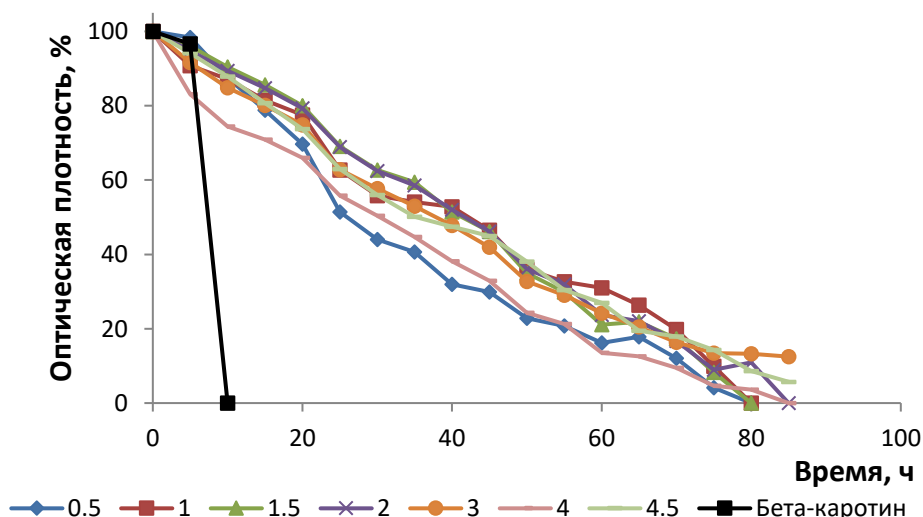


Рис. 2. Влияние времени контакта компонентов на светостойкость бета-каротина при УФ-облучении растворов комплексов

Полученные результаты показали, что время контакта компонентов при получении комплексов несущественно сказывается на светостойкости бета-каротина в растворах комплексов.

Выводы

Таким образом, по предварительным результатам, рекомендованное время контакта компонентов при получении комплексов бета-каротина с бета-циклодекстрином должно составлять от трех до четырех часов. Полученные комплексы растворяются в воде и их можно отнести к малорастворимым веществам. Светостойкость растворов комплексов в 8 раз выше светостойкости водного раствора эмульсии бета-каротина.

Окончательный выбор времени контакта компонентов при получении комплексов на основе бета-каротина и бета-циклодекстрина предполагается сделать после проведения исследований полученных образцов методом ЯМР-спектроскопии, а также изучения стабильности бета-каротина при хранении образцов и их растворов.

Литература

1. Ross R. Nutrition and Functional Foods for Healthy // Academic Press Release, 2017. – 386 p.
2. Wrolstad R.E. Alternatives to Those Artificial FD&C Food Colorants / Wrolstad R.E., Culver C.A. // Annual Review of Food Science and Technology. – Vol. 3. – 2012. – P. 59–78.
3. Кулишова К.Е., Рудометова Н.В. Образование супрамолекулярных комплексов на основе циклодекстринов как способ модификации свойств веществ [Электронный ресурс] // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. URL: http://old.kmu.itmo.ru/collections_article/6763/obrazovanie_supramolekulyarnyh_kompleksov_na_osnove_ciklodekstrinov_kak_sposob_modifikacii_svoystv_veschestv.htm (дата обращения 18.05.2019).
4. Zheng-Yu Jin. Cyclodextrin Chemistry: Preparation and Application / Jin Zheng-Yu. – World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2013. – 290 p.
5. Mercader-Ros M.рТ. Effect of HP- β -cyclodextrins complexation on the antioxidant activity of flavonols / M. T. Mercader-Ros, C. Lucas-Abellan, M. I. Fortea and others // Food Chem. – 2010. – № 3. – pp. 769–773.
6. Popescu C. Enhanced Dissolution Efficiency of Zaleplon Solid Dispersions via Modified β -Cyclodextrin Molecular Inclusion Complexes / C. Popescu, P. Manda, A. Juluri and others // Journal of Pharma and Pharmaceutical Sciences. – 2015. – №1 (1). – pp. 1–10.
7. Рудометова Н.В. Получение супрамолекулярных комплексов индигокармина с бета-циклодекстрином / Рудометова Н.В., Никифорова Т.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – №3. – С.13-16.
8. Patel Haresh R. Cyclodextrin as solubility enhancer for Levosimendan Lyophilized injection / Haresh R. Patel, Amit A. Patel // Der Pharmacia Lettre. – 2013. – № 5. – P. 206-212.
9. Combined Compendium of Food Additive Specifications FAO JECFA Электронное издание [Электронный ресурс]. URL: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograph11/additive-113-m11.pdf (дата обращения 21.04.2019).
10. Кулишова К.Е., Ким И.С. Исследование физико-химических свойств комплексов на основе бета-каротина // Сборник научных трудов XII международной научно-

- практической конференции молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук «Интенсификация пищевых производств: от идеи к практике». – Красково. – 2018. – С. 178–182.
11. Рудометова Н.В., Кулишова К.Е., Ким И.С. Исследование влияния циклодекстринов и модифицированных крахмалов на светостойкость бета-каротина в инклюзионных комплексах // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2018. № 3. С. 3–11.
 12. Рудометова Н.В., Кулишова К.Е. Стабилизация красящих веществ в составе инклюзионных наноконплексов на основе продуктов переработки крахмала // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2018. № 4. С. 15–21.

БИФИДОБАКТЕРИИ И ЛАКТОБАКТЕРИИ – КОМПОНЕНТЫ ПРОДУКТОВ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ

В.И. Ганина, А.Н. Пахомова

Московский государственный университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», Москва, Россия

vigan5428@yandex.ru

Аннотация

В статье кратко изложены вопросы связи состояния здоровья человека и питания; представления о влиянии пробиотических микроорганизмов, населяющих желудочно-кишечный тракт (ЖКТ), на здоровье человека; о новом этапе в питании – персонализированных продуктах с применением бифидобактерий и лактобактерий.

Ключевые слова

Питание, здоровье, микробиота, персонализированные продукты питания, пробиотические микроорганизмы, бифидобактерии, лактобактерии, аутоштаммы.

В последние десятилетия у населения разных стран, включая Россию, ВОЗ фиксирует увеличение возникновения неинфекционных болезней, которые представляют глобальную угрозу человечеству. Наибольшее число жизней продолжают уносить заболевания сердечно-сосудистой системы, онкологические заболевания, диабет и другие. Развитие неинфекционных заболеваний обусловлено главным образом такими факторами, как гиподинамия, неправильное питание, загрязнение атмосферы и окружающей среды, вредными привычками (курение, употребление алкогольных напитков) и др.

Известно, что важную роль в формировании и поддержании здоровья человека играет питание. Продукты питания должны удовлетворять потребности организма в питательных веществах и быть сбалансированными по белкам, жирам, углеводам, незаменимым аминокислотам, витаминам, незаменимым жирным кислотам и неорганическим элементам [1]. Современные условия жизни человечества таковы, что ежедневный рацион каждого человека должен состоять не только из традиционных продуктов питания, но и продуктов диетического профилактического назначения, которые дополнительно содержат функциональные пищевые ингредиенты, в частности, пробиотические бактерии. Правительство нашей страны постоянно уделяет внимание решению проблем, связанных с поддержанием здоровья населения и увеличения продолжительности его активной жизни [2].

Человеческий организм является не только сложнейшим комплексом органов и систем, функционирующих в строгом взаимодействии, но и одновременно служит средой обитания для более 500 различных видов микроорганизмов. Наиболее представительной и значимой для человека является микробиота желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). В тонком кишечнике обитают и должны в основном присутствовать представители полезных лактобактерий: *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. Fermentum* и др. Исследования показывают эффективность пробиотических бактерий и подтвердили тесную связь между здоровьем человека,

состоянием его кишечной микрофлоры и иммунитетом. Толстый кишечник – главный резервуар микрофлоры, в котором обитают и должны присутствовать бифидобактерии: *B. Longum*, *B. Bifidum*, *B. adolescentis*, *B. Infantis* *B. Breve* и другие виды, составляя 60%–90% от общего количества всех микроорганизмов, и участвующих в выполнении многих функций в организме человека. В толстом кишечнике также присутствуют *Eubacterium* и *Bacteroides*, которым отводится менее важная роль. Бифидофлоре принадлежит ведущая роль в поддержании и нормализации микробиоценоза кишечника, сохранении неспецифической резистентности организма. Бифидобактерии принимают активное участие в пищеварении, способствуя процессу ферментативного переваривания пищи, так как усиливают гидролиз белков, сбраживают углеводы, омыляют жиры, растворяют клетчатку и стимулируют перистальтику кишечника. Бифидобактерии несут витаминообразующую функцию. Они участвуют в синтезе и всасывании витаминов группы В, витамина К, фолиевой и никотиновой кислот, способствуют синтезу незаменимых аминокислот, лучшему усвоению солей кальция, витамина D. Кроме того, эти бактерии обладают антианемическим и антиаллергическим действием. Важной функцией также является их участие в формировании иммунологической реактивности организма. Бифидобактерии стимулируют лимфоидный аппарат, синтез иммуноглобулинов, повышают активность лизоцима и способствуют уменьшению проницаемости сосудистых тканевых барьеров для токсических продуктов патогенных и условно-патогенных организмов, синтезируют природные антибиотикоподобные вещества, ингибирующие рост патогенных и условно-патогенных организмов [3,4,5,6].

Каждый человек и все население в целом постоянно подвергается действию неблагоприятных факторов, что приводит к нарушению внутренней микрофлоры организма. В первую очередь снижается количество полезных микроорганизмов, бифидо- и лактобактерий. Изменение состава нормофлоры приводит к дисбалансу внутренней среды. Одним из безопасных способов регулирования и поддержания микробиоты в норме является употребление продуктов здорового питания с пробиотическими бактериями, пребиотиками [7,8,9].

Впервые использование полезных для человека живых микроорганизмов для нормального функционирования пищеварительного тракта предложил И.И. Мечников. Еще в начале XX века началось практическое использование микробных культур - антагонистов для борьбы с болезнетворными бактериями, причем способ применения был очень прост — употреблять простоквашу, содержащую культуру *Lactobacillus bulgaricus*, для профилактики различных заболеваний [7,8].

В качестве пробиотических микроорганизмов преимущественно используют штаммы, относящиеся к роду *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* с доказанными желательными клиническими эффектами. Результаты исследований учёных показывают, что разные штаммы пробиотиков, используемые в составе заквасок для кисломолочных продуктов и биотерапевтических препаратов, могут положительно влиять не только на состав, но и функции микробиоты желудочно-кишечного тракта. Доказано регулирующее влияние штаммов бифидо-и лактофлоры на водно-солевой обмен, метаболизм углеводов, белков, липидов, нуклеиновых кислот, стероидов и других физиологически активных соединений [3,4,6,7,12,13].

На современном этапе определилась тенденция создания продуктов для персонализированного питания, употребление которых направлено на поддержание и восстановление микрофлоры желудочно-кишечного тракта конкретного человека. На конгрессе Федерации европейских микробиологических обществ (FEMS) в 2015 году предложена концепция о включении в состав продуктов питания поликомпонентных пробиотических консорциумов, которая может лечь в основу комплексной профилактики различных заболеваний. Эффективность поликомпонентных

пробиотических консорциумов зависит от многих факторов, в том числе физиологических особенностей человека, наличия хронических и острых заболеваний и др. Всё это обуславливает создание и производство продуктов персонализированного питания. Основной принцип проектирования персонализированного питания можно сформулировать следующим тезисом: «Персональный рацион питания должен содержать макро- и микронутриенты (в том числе минорные), создающие благоприятные условия гомеостаза органов и систем, подверженных угрозе различных заболеваний». Таким образом, глобализация и индустриальный подход к продовольственному обеспечению населения делают необходимым переход на продукты, предназначенные для индивидуального (персонального) рациона питания [10,11,14].

Для расширения ассортимента пробиотических продуктов, способствующих профилактике различных заболеваний, необходимо проводить направленное выделение и отбор аутоштаммов пробиотических микроорганизмов с применением генетических методов исследований, что позволит проектировать новые биологически активные добавки и продукты с направленным составом микрофлоры. И такая работа начата в нашем университете. От нескольких респондентов выделены и идентифицированы аутоштаммы пробиотических микроорганизмов. Изучение характеристик выделенных штаммов микроорганизмов показало, что они обладают не только комплексом пробиотических и технологических свойств, но и способны в определенных условиях синтезировать нейромедиаторы (биогеенных аминов, аминокислот, пептидов, оксида азота). Важная роль нейромедиаторов как во внутри- и межвидовой микробной коммуникации, так и в двустороннем диалоге микробиота-хозяин, в настоящее время продолжает исследоваться учёными разных стран мира. Всё это свидетельствует о необходимости продолжения исследований по использованию аутоштаммов пробиотических бактерий в продукции персонализированного питания. В этой связи разработку новых биологически активных добавок и продуктов с применением аутоштаммов пробиотических микроорганизмов следует отнести к одной из актуальных задач в сфере оздоровления населения.

Литература

1. Научные основы здорового питания /под ред. Тутельяна В.А. //М.: Издательский дом «Панорама», 2010. –816 с.
2. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года”.
3. Шендеров Б.А. Микробная экология человека и ее роль в поддержании здоровья. Метаморфозы / Шендеров Б.А. // Вестник восстановительной медицины. 2014. №5. – С. 72–80.
4. Blum, H.E. The human microbiome. //Advance in Medical Sciences, 2017: 62:414–20.<http://dx.doi.org/01.10.19>
5. Андреева, И.В. Доказательства обоснованности профилактического применения пробиотиков // Фарматека. – 2006. – № 6.
6. Захарова, И.Н. Кишечная микробиота и применение пробиотиков с позиции доказательной медицины /И.Н. Захарова, Ю.А. Дмитриева// Consilium Medicum. Педиатрия (Прил.). 2016. 4. –С. 24–28.
7. Синбиотики в технологии продуктов питания: монография / А.И. Рогов [и др.]. – М.: МГУПБ, 2006. – 218 с.

8. Шендеров Б.А. Функциональное и персональное питание. современное состояние и перспективы/ Шендеров Б.А. //Гастроэнтерология Санкт-Петербург. 2010. №2-3. С. 2–5.
9. Shreiner A.B. The gut microbiome in health and in disease / Shreiner A.B., Kao J.Y., Young V.B. //Curr Opin Gastroenterol 2015; 31 (1): 69–75.
10. Материалы Первого международного саммита по персонализированному здоровью и питанию «NEWTRITION» 2016 /М.: Сколково, 15-16 апреля 2016 г.
11. Вигель Н.Л. Персонализированное питание как феномен пищевой культуры //Гуманитарные научные исследования, 2015, № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2015/12/13573> (дата обращения: 07.02.2019).
12. Захарова Ю.В. Факторы адгезии бифидобактерий / Захарова Ю.В. //Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2016. – № 5. – С. 80–87.
13. Romano C. Lactobacillus reuteri in children with functional abdominal pain (FAP) / Romano C., Ferrau V., Cavataio F. // J. Paediatr Child Health 2014; 50 (10): E68-71.
14. Кунакова Р.В. Здоровое питание XXI века: функциональные продукты и нутригеномика / Кунакова Р.В., Зайнуллин Р.А., Хуснутдинова Э.К., Ялаев Б.И. //Вестник академии наук РБ. 2016. т.21. №13 (83). С. 5–14.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ЗАКВАСКИ БИФИДОБАКТЕРИЙ, ОБОГАЩЕННОГО ЛИПОСОМАЛЬНОЙ ФОРМОЙ КОЭНЗИМА Q10

О.В. Морозова, Л.А. Забодалова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Olcheckboch@gmail.com

Аннотация

В настоящей работе описываются проведённые исследования относительно получения липосомальной формы коэнзима Q10 с последующим обогащением кисломолочного продукта на закваске с пробиотическими свойствами. Полученный продукт был исследован в отношении физико-химических, реологических и органолептических свойств, по полученным показателям установлено, что вносимая добавка не оказывает негативного влияния на качество готового продукта.

Ключевые слова

Липосомы, пищевая биотехнология, бифидобактерии, кисломолочный продукт.

Липосомальные технологии широко применяются в области фармации для создания препаратов с высоким терапевтическим индексом и низким побочным эффектом. Впервые липосомы были обнаружены в начале 19 столетия Паулем Эрихом и описаны как «необычные» частицы, переносящие химические вещества и способные избирательно разрушать аномальные клетки организма без урона здоровым.

Липосомы представляют собой замкнутые моно- или мультиламеллярные структуры, образованные фосфолипидами, состоящими как из одной фракции, так и из нескольких, в присутствии химически чистой воды или буферного раствора при соблюдении ряда условий, соответствующих выбранному методу получения. Липосомальные частицы могут быть различны по размерам и находиться в диапазоне от 20 нм до 0,2 мкм. Форма варьируется от сферической до овальной с различной степенью схождения к осевой плоскости. Липосомальные частицы используются в качестве переносчиков лекарственных средств. Это объясняется протекторными свойствами липосом по отношению к инкапсуляту, а также их способностью к пассивному транспорту, т.е. к избирательной интеграции в клетки-мишени.

Получение липосом основано на амфифильных свойствах липидной фракции.

В данном эксперименте применялся метод гидратации липидной плёнки по Бенгаму. Данный метод был использован для создания первых липосомальных препаратов и используется до сих пор. Смесь фосфолипидов и холестерина растворяли в органическом растворителе (н-гексан, хлороформ), который в последующем удаляли в ротационном испарителе. Образованную на внутренней стенке колбы липидную плёнку гидролизовали буферным раствором при постоянном встряхивании при соблюдении температуры выше температуры фазового перехода используемых липидов [1, 2].

Данный метод широко применим в виду своей простоты, однако образованные липосомы являются, как правило, мультиламеллярными и гетерогенными по размерам и форме, что требует дополнительной обработки для уменьшения размеров частиц. К

подобным методам относятся диспергирование, обработка ультразвуком или экструзия через поликарбонатные фильтры.

В качестве сравнения так же использовался тепловой метод получения липосом.

Главное преимущество данного метода – отсутствие использования агрессивных химикатов. Метод включает гидратацию липидной фракции в воде с последующим нагреванием в присутствии глицерина (3%) до 120°C. Глицерин способствует стабилизации липидов и не требует дальнейшего удаления из готового продукта в виду своей безопасности. Воздействие высокой температуры и механического перемешивания обеспечивают образование липосомальных частиц однородных по размерам и форме.

Выбор метода основан на данных, которые были полученные при оценке фракционно-дисперсного состава на лазерном корреляционном спектрометре ЛКС-03, а также на оценке потенциального риска для потребителя. Учитывая преимущества теплового метода предпочтения были отданы образцу, полученному данным методом.

В настоящее время существенно участились случаи заболеваемости сердечно-сосудистой системы среди населения. Данное обстоятельство подтверждается статистическими материалами Министерства Здравоохранения РФ о заболеваемости взрослого населения в 2017 году в сравнении с 2016 годом диагнозом, установленным впервые в жизни по всей территории РФ. Абсолютные числа в отношении всех болезней за 2016 и 2017 года составляют, соответственно, 64825963 и 63894320. Из которых, соответственно, 4406514 и 4467212 – случаи болезни систем кровообращения [3]. Данное обстоятельство невозможно оставить без внимания, что актуализирует проблему массовой профилактики населения. Решение поставленному вопросу может предложить пищевая промышленность – использование липосомальных технологий для обогащения продуктов функционального назначения биологически активными веществами. В качестве инкапсулята был выбран коэнзим Q10, поскольку это вещество положительно влияет на ряд систем органов: сердечно-сосудистую, нервную, иммунную, - участвуя в качестве катализатора при образовании молекул АТФ, а также являясь мощным антиокислителем, способствующим инактивации свободных радикалов.

Нормализация кишечной микрофлоры и профилактика возможных заболеваний ЖКТ так же является важной задачей. Учитывая свойства пробиотических культур с их сродство к человеческому организму в качестве закваски были выбраны бифидобактерии *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium bifidum* в составе препарата Нормофлорин-Б, производства Биφιлюкс (Россия).

Бифидобактерии являются хемотрофными организмами. Поэтому очень важно обеспечить для их культивирования наличие высокопитательного субстрата, богатого питательными и легкоусвояемыми бифидобактериями веществами, в качестве которых могут выступать дисахариды (сахароза, лактоза), моносахариды (галактоза, фруктоза, мальтоза и т.д). Бифидобактерии не проявляют активности в отношении сбраживания молока. Основные ферментативные процессы активируются только через 24–36 часов. Повысить их биохимические свойства и ускорить процесс сквашивания позволяет внесение пригодного для их жизнедеятельности субстрата в количестве 5–10%. В качестве ростовой добавки использовался пастеризованный морковный сок.

Приготовление молочной основы проводилось следующим образом. В качестве основных компонентов использовали пахту сухую и сухое обезжиренное молоко в соотношении 1:1 по массе. Восстановление смеси проводили из расчёта 4,5 г СОМ и 4,5 г пахты на 100 г восстановленного продукта. К навеске приливали дистиллированную воду, подогретую до 40–45°C. Смесь тщательно перемешивали на мешалке лопастного типа RZR 2020 при скорости вращения 1050об/мин в течение 7

мин. Затем смесь выдерживали в течении 40мин для набухания белков и пастеризовали при $t=85\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 10 мин. Молочная смесь охлаждали до $t=4\pm 2^{\circ}\text{C}$. К восстановленной смеси приливался пастеризованный морковный сок в количестве 5% от массы смеси в качестве субстрата для бифидобактерий.

Препарат «Нормофлорин–Б» вносили в количестве 5% от массы смеси, подогретой до 35°C . Заквашенную смесь аккуратно перемешивали и оставляли в термостате на 6 часов при температуре $37\text{--}41^{\circ}\text{C}$ для сквашивания. Окончание сквашивания определяли по образованию однородного плотного сгустка, равномерного по структуре, с умеренным отделением сыворотки по краям ёмкости. Сквашенный продукт имел характерный кисломолочный запах, персиковый цвет (приобретённый в результате добавления морковного сока) и однородную консистенцию. Кислотность продукта измеряли посредством титрования.

Таблица 1

Органолептическая оценка продукта при внесении 5% липосомальной эмульсии, полученной тепловым методом

Оцениваемый параметр	Продолжительность хранения		
	1 сутки	3 сутки	7 сутки
Вкус	Присущий кисломолочным продуктам, с привкусом пастеризации и незначительным привкусом лецитина	Присущий кисломолочным продуктам, с привкусом пастеризации и незначительным привкусом лецитина	Присущий кисломолочным продуктам, с привкусом пастеризации и незначительным привкусом лецитина
Цвет	Однородный, персиковый	Однородный, персиковый	Однородный, персиковый
Запах	Кисломолочный, без посторонних неприятных запахов. Запах лецитина не улавливается.	Кисломолочный, без посторонних неприятных запахов. Запах лецитина не улавливается.	Кисломолочный, без посторонних неприятных запахов. Запах лецитина не улавливается.
Консистенция	Однородная, равномерная, без комочков и признаков синерезиса.	Однородная, без комочков, наблюдается незначительное отделение сыворотки на поверхности сгустка, на внешний вид продукта не влияет.	Однородность сохраняется, наблюдается выделение прозрачной сыворотки, на вкусовые качества продукта, данное обстоятельство не оказывает значительного влияния.

Изменение титруемой кислотности и влаг удерживающей способности продукта при хранении

Продолжительность хранения, сут.	Титруемая кислотность, °Т		Количество отделяемой сыворотки, после 30 мин. центрифугирования*, %	
	Кисломолочная основа	Готовый продукт	Кисломолочная основа	Готовый продукт
1	63	63	68,2	49,1
3	65	66	72,6	52,4
7	66	68	74,1	53,2

Доза внесения липосомальной добавки определяли с таким расчётом чтобы вносимый компонент не влиял на конечную структуру продукта и не придавал водянистый вкус. Вносимое количество было принято 5% от массы продукта. Изменения в органолептических и физико-химических показателях продукта с внесённой добавкой при хранении показаны в таб. 1 и 2.

По данным таб. 1 и 2 видно, что вносимая добавка липосомальной формы коэнзима Q10 не влияет на кислотность продукта при хранении, а также не оказывает негативного влияния на органолептические свойства продукта.

Липосомальная добавка также не оказывает значительно влияния на тиксотропные свойства продукта (рисунок). Тенденция сгустка к восстановлению не ухудшается. Вероятно, в виду наличия в липосомальной эмульсии глицерина и несвязанных молекул фосфолипидов, которые выступают в роли стабилизатора.

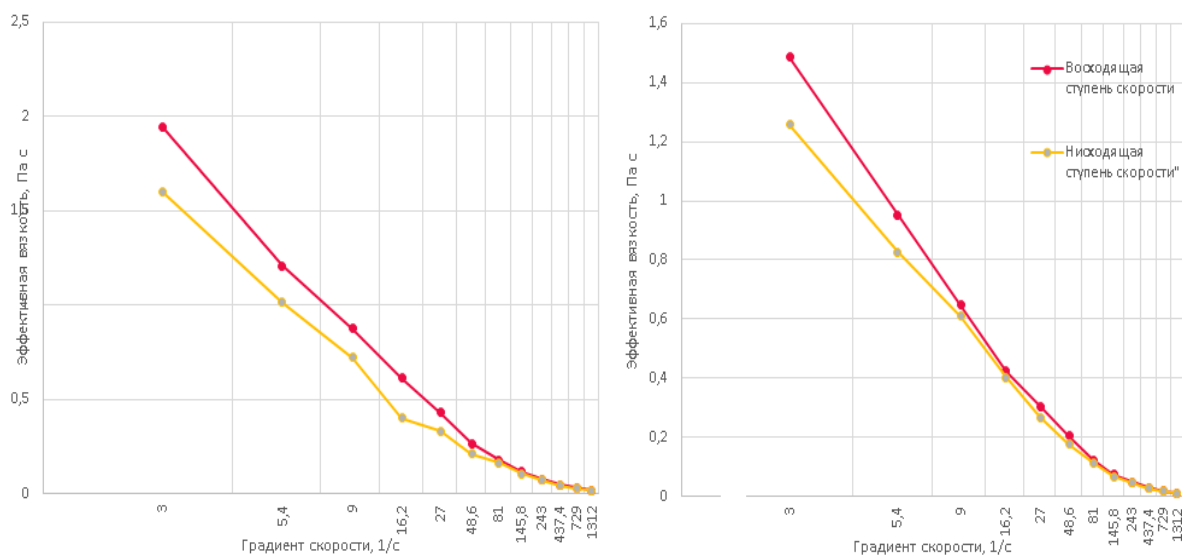


Рисунок. График зависимости эффективной вязкости кисломолочной основы от градиента скорости и график зависимости эффективной вязкости готового продукта от градиента скорости

По результатам проведённых исследований можно сделать вывод, что липосомальная добавка не влияет на свойства кисломолочного продукта негативно.

Литература

1. Григорьева А.С. Современная нанофармакология: липосомные технологии в клинике / Григорьева А.С., Конахович Н.Ф., Краснопольский Ю.М. // Международное общество липосом. – 2009/ Достижения липосом: прогресс в области доставки лекарств и вакцин 12-15 декабря 2009 года. Лондон. – С. 70–71.
2. Липосомы: практический подход. Второе издание. / Под редакцией Торчилин В.П., Вайсиг В. / Оксфорд: издательство Оксфордского университета. – 2003. – 396 с.
3. Статистический сборник «Заболеваемость взрослого населения России в 2017г. Статистические материалы. Часть 3»/.

УДК 633.8

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ И ЗЕЛЕННОЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЯ КАК ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Л.А. Надточий, Д.В. Кузнецова, А.В. Проскура, М.Б. Мурадова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

dv_kuznetcova@itmo.ru; pav060695@mail.ru

Аннотация

Сегодня микрозелень и зеленая часть растения рассматривается в качестве сырьевого источника биологически активных веществ, в том числе при производстве функциональных продуктов питания. В ряде исследований выявлено, что проростки аккумулируют полезные вещества растения. Согласно проведенным расчетам относительно норм потребления ряда витаминов, для удовлетворения рекомендованной суточной потребности у взрослого человека достаточно употребление всего нескольких граммов микрозелени. Кроме того, использование молодых побегов растений и их зеленой массы перспективно в случае невызревания некоторых культур в связи с особенностями климата в Российской Федерации.

Ключевые слова

Микрозелень, проростки, функциональные продукты, биологически активные вещества.

Микрозелень или микрогрины сегодня повсеместно рассматриваются в качестве источника биологически активных веществ. Проростки растений часто используются для улучшения текстуры и вкуса салатов либо как приправа к готовым блюдам, так как имеют высокий питательный потенциал, богатый вкус и аромат, приятную палитру цвета, а на рынке считаются «функциональным компонентом». В настоящее время для выращивания микрогринов используется до 100 видов растений [1–5].

Данные по составу микрозелени на сегодняшний день ограничены. По мнению некоторых ученых, ее включение в пищу позволяет обогатить рацион питания ферментами, антиоксидантами и полисахаридами и пр. [6]. Анализ содержания витаминов (витамин С, Е и К) и каротиноидов (β -каротин, лютеин и зеаксантин) в двадцати пяти разновидностях микрозелени показал, что по сравнению с листьями и овощами, собранными в стадии коммерческой спелости, содержание данных соединений в микрогрингах оказалось в несколько раз выше (в зависимости от сорта растения и исследуемого вещества) [2–4]. По результатам данного исследования выявлено, что красная капуста в сравнении с микрозеленью содержит в шесть раз меньше витамина С (23,5 мг в зрелой капусте и 147,0 мг в микрозелени), в четыреста раз витамина Е (0,06 мг и 24,1 мг соответственно) и в шестьдесят раз витамина К (0,04 мкг и 2,4 мкг соответственно) [3, 4].

Следует отметить, что количество витаминов и каротиноидов в разных видах микрозелени значительно варьируется. Согласно исследованию, общее содержание аскорбиновой кислоты составило от 20,4 до 147,0 мг/100 г свежей массы (СМ), в то время как содержание бета-каротина, лютеина/зеаксантина и виолаксантина варьировалось от 0,6 до 12,1; от 1,3 до 10,1 и от 0,9 до 7,7 мг/100 г СМ, соответственно.

Количество филлохинона составило от 0,6 до 4,1 мг/г СМ; в то время как содержание а-токоферола и g-токоферола находилось в диапазоне от 4,9 до 87,4 и от 3,0 до 39,4 мг/100 г СМ, соответственно [2, 3].

Учитывая ежедневную норму потребления витамина С (90 мг), витамина Е (15 мг) и витамина К (120 мкг), рекомендованную для взрослого человека [7], а также анализ данных по содержанию витамина С, Е и К, проведенный в исследовании [3], определено, что даже незначительное количество микрозелени может полностью удовлетворить рекомендуемую суточную потребность в данных витаминах (таблица). Например, для удовлетворения рекомендованной суточной потребности витамина С у взрослого человека достаточно употребление около 61 г микрозелени красной капусты; 17 г микрогринов зеленой редьки необходимо для покрытия потребности в витамине Е и 3 мг микрозелени гранатового амаранта – в витамине К.

Таблица

Количество микрозелени, необходимое для покрытия рекомендуемой суточной потребности (РСП) взрослого человека в аскорбиновой кислоте (витамин С), а-токофероле (витамин Е) и филлохиноне (витамин К)^{1,2}

Растение	Латинское название растения	Содержание витаминов, мг/100 г микрозелени*			Количество микрозелени, необходимое для удовлетворения РСП, г**		
		Вит. С	Вит. Е	Вит. К	Вит. С	Вит. Е	Вит. К
Гранатовый амарант	<i>Amaranthus hypochondriacus L.</i>	131,6	17,1	4,1	68,4	87,7	2,9
Базилик	<i>Ocinum basilicum L.</i>	90,8	24,0	3,2	99,1	62,5	3,8
Красная свекла	<i>Beta vulgaris L.</i>	46,4	34,5	2,0	194,0	43,5	6,0
Красная капуста	<i>Brassica oleracea L. var. capitata</i>	147,0	24,1	2,8	61,2	62,2	4,3
Кориандр	<i>Coriandum sativum L.</i>	40,6	53,0	2,5	221,7	28,3	4,8
Клоповик полевой	<i>Lepidium banariense L.</i>	57,2	41,2	2,4	157,3	36,4	5,0
Гороховые усики	<i>Pisum sativum L.</i>	50,5	35,0	3,1	178,2	42,9	3,9
Зеленая редька	<i>Raphanus sativus L.</i>	70,7	87,4	1,9	127,3	17,2	6,3
Руккола	<i>Eruca sativa Mill.</i>	45,8	19,1	1,6	196,5	78,5	7,5
Сельдерей	<i>Apium graveolens L.</i>	45,8	18,7	2,2	196,5	80,2	5,5

* для витамина К используется мкг

**для витамина К используется мг микрозелени

1 Литературные данные по содержанию витаминов С, Е и К [3,4]

2 Ежедневная суточная потребность, рекомендованная для взрослых [7] составляет: 90 мг витамина С, 15 мг витамина Е и 120 мкг витамина К.

Кроме того, по сравнению с обычными овощами, которые часто используются в приготовлении, потребление сырых микрогринов исключает потери питательных веществ или деградацию термолабильных витаминов [4]. Использование микрозелени в технологии функциональных продуктов питания позволяет говорить о ней как о

наиболее перспективном источнике природных нутриентов в связи с более высокой концентрацией биологически активных веществ.

Другие исследования микрозелени и зрелых листьев растений также показали, что микрозелень содержит большее количество витаминов, минералов и других полезных веществ. Сообщается, что содержание витаминов С, В9, К и каротиноидов (лютеин, виолаксантин, зеаксантин и β -каротин) значительно выше в молодых ростках шпината (*Spinacia oleracea* L.), чем в зрелых листьях растения [8]. Также было отмечено, что продолжительность проращивания оказывает влияние на состав зеленой массы [9]: к примеру, микрогрины молодого салата (*Lactuca sativa*) имели максимальную общую фенольную концентрацию и антиоксидантную активность на 7 день прорастания [10].

Микрозелень также является перспективным источником минеральных веществ. При анализе содержания минералов в нескольких видах микрозелени выявлено, что зеленая масса представляет собой хороший источник калия и кальция [4].

В дополнение к этому, интересны исследования и сравнение состава семян растений с их проростками и зеленой частью. Данное направление исследований позволит решить проблему невызревания некоторых культур, в случае когда растение способно производить микрозелень и листья, однако не может давать семена, например, как растение чиа на территории России [11,12].

Таким образом, микрозелень растений содержит более высокую концентрацию активных соединений, чем зрелые растения, семена или плоды [5]. В настоящее время в России и в мире существует значительный потенциал для выращивания микрозелени различных культур, а также высокий потребительский спрос. Использование микрозелени и зеленой части растения как источника биологически активных веществ в рационе питания является перспективным направлением для исследований, в том числе с точки зрения разработки продуктов питания функционального назначения. Исследование терапевтического воздействия проростков растений в составе продуктов функционального назначения на состояние организма также представляет собой научный интерес.

Благодарность: Работа финансово поддержана Министерством образования и науки в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», Мероприятие 1.4., уникальный идентификатор соглашения: RFMEFI58117X0020.

Литература

1. Treadwell D.D., Hochmuth R., Landrum L., Laughlin W. Microgreens: A new specialty crop. University of Florida, IFAS, EDIS publ. HS1164. – 2015. – Режим доступа: <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1164>. Accessed 7 Jul 2015.
2. Иванова М.И., Литнецкий А., Литнецкая О., Кашлева А.И., Разин А.Ф.. Микрозелень (Microgreens) и сеянцы (Baby leafs)-новые категории органической овощной продукции //Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – №. 12. – С. 406–415.
3. Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q. Assessment of vitamin and carotenoid concentrations of emerging food products: edible microgreens //Journal of agricultural and Food Chemistry. – 2012. – Т. 60. – №. 31. – pp. 7644–7651.
4. Di Gioia F., Santamaria P. The nutritional properties of microgreens Las propiedades nutricionales de las micro-hortalizas //1. Micro-ortaggi, agro-biodiversità e sicurezza alimentare. – pp. 41 – 50.

5. Mir S.A., Shah M.A., Mir M.M. Microgreens: Production, shelf life, and bioactive components //Critical reviews in food science and nutrition. – 2017. – Т. 57. – №. 12. – pp. 2730–2736.
6. Gómez-Favela M.A., Gutiérrez-Dorado R., Cuevas-Rodríguez E.O., Canizalez-Román V.A., del Rosario León-Sicairos C., Milán-Carrillo J., Reyes-Moreno C. Improvement of chia seeds with antioxidant activity, GABA, essential amino acids, and dietary fiber by controlled germination bioprocess //Plant foods for human nutrition. – 2017. – Т. 72. – №. 4. – pp. 345–352.
7. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432 от 18 декабря 2008 г., утв. главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Онищенко Г.Г.
8. Lester G.E., Hallman G.J., Pérez J.A. γ -Irradiation dose: effects on baby-leaf spinach ascorbic acid, carotenoids, folate, α -tocopherol, and phylloquinone concentrations //Journal of agricultural and food chemistry. – 2010. – Т. 58. – №. 8. – С. 4901-4906.
9. Pająk P., Socha R., Broniek J., Królikowska K., Fortuna T. Antioxidant properties, phenolic and mineral composition of germinated chia, golden flax, evening primrose, phacelia and fenugreek //Food chemistry. – 2019. – Т. 275. – pp. 69–76.
10. Oh M. M., Carey E. E., Rajashekar C. B. Regulated water deficits improve phytochemical concentration in lettuce //Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2010. – Т. 135. – №. 3. – pp. 223–229.
11. Zayova E., Nikolova M., Dimitrova L., Petrova M. Comparative study of in vitro, ex vitro and in vivo propagated *Salvia Hispanica* (Chia) plants: morphometric analysis and antioxidant activity //AgroLife Scientific Journal. – 2016. – Т. 5. – №. 2. – pp. 166–174.
12. Nadtochii L.A., Kuznetcova D.V., Proskura A.V., Apalko A.D., Nazarova V.V., Srinivasan M. Investigation of various factors on the germination of chia seeds sprouts (*Salvia hispanica* L.) // Agronomy Research. – 2019. – Т. 17. – №. Special Issue II. – pp. 1390-1400.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ СЪЕДОБНЫХ ПИЩЕВЫХ ПЛЕНОК И ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СЫРОВ

С.В. Нифонтова, Е.П. Сучкова, А.С. Критченков, А.В. Фомина

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

sofyanifontova@mail.ru

Аннотация

В статье представлен анализ современного состояния разработок в области создания пищевых съедобных пленок и покрытий для сыров. Рассмотрены основные и дополнительные компоненты, входящие в состав пищевых пленок и покрытий, а также критерии их подбора. Обозначены используемые на данный момент способы получения и нанесения пищевых пленок и покрытий на продукт. Проанализированы современные методы определения механических, барьерных и оптических свойств съедобных пищевых пленок и покрытий для сыров. Разработка «идеального состава» съедобной упаковки для сыра, подбор методов определения физико-механических свойств пленки или покрытия и выявление оптимальных критериев для их лучшего проявления являются перспективными направлениями для дальнейших исследований.

Ключевые слова

Съедобное покрытие, биополимер, пластификатор, хитозан, сыр.

В течение последнего десятилетия инженерами пищевой промышленности ведутся активные исследования пищевых пленок и покрытий с целью увеличения сроков годности и улучшения качества продуктов, а также разработки экологически чистой упаковки. Использование пищевых пленок и покрытий может быть полезно и иметь коммерческое значение для молочной промышленности с точки зрения сохранения массы сыра, улучшения его органолептических показателей и предотвращения микробной контаминации в процессе хранения [1, 2].

В настоящее время основными пленкообразующими компонентами для получения съедобных упаковок являются: полисахариды (крахмалы, эфиры целлюлозы, хитозан, пуллулан, декстрины, альгинаты, каррагинаны, пектины, камеди), белки (коллаген, желатин, зеин, глютен, соевые изоляты, казеин), липиды (воски: пчелиный, карнаубский и другие; ацетоглицериды, глицериды) или их комбинации [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Съедобные пленки и покрытия, полученные на основе этих классов химических соединений, различаются по свойствам. Пленки и покрытия полисахаридов гидрофильны и позволяют получить широкий спектр композиционных упаковочных материалов, поскольку можно ввести различные водорастворимые добавки, например ароматизаторы и красители. Эти пленки и покрытия являются хорошим барьером для кислорода, но плохим для влаги. Белковые пленки и покрытия также гидрофильны, поэтому, как и полисахаридные хорошо пропускают пары воды. Липидные пленки и покрытия, напротив, обладают хорошими барьерными свойствами по отношению к влаге, но характеризуются невысокой механической прочностью. Поэтому при получении съедобных пленок и покрытий с заданными свойствами целесообразно использовать композиции, составленные для решения конкретной задачи [4, 5, 9, 10, 11, 12].

Помимо основных компонентов в состав композиции для получения покрытия или пленки должны входить пластификаторы (глицерин, пропиленгликоль, сорбитол, сахароза, полиэтиленгликоль, кукурузный сироп, вода), при необходимости – эмульгаторы (лецитин, твины, спаны); эмульсии липидов (съедобных восков, жирных кислот); вкусовые, антиоксидантные, антимикробные добавки, витамины, красители и другие. Иногда в композицию дополнительно вводят сшивающие агенты [4, 10, 11, 12].

В большинстве случаев добавление пластификаторов требуется для получения пленки или покрытия на основе белков и полисахаридов, так как они являются хрупкими из-за взаимодействия между полимерными цепями. Пластификаторы улучшают механические свойства, уменьшают напряжение деформации, твердость, плотность и вязкость и увеличивают гибкость полимерной цепи, а также устойчивость к разрушению. Однако их добавление может вызвать значительные изменения барьерных свойств, например, увеличить проницаемость для газов или уменьшить способность притягивать воду [1, 4, 7, 12].

Добавление в систему эмульгатора приводит к уменьшению поверхностного натяжения жидкости и увеличению значения коэффициента растекания, таким образом улучшается совместимость раствора и поверхности сыра [7].

Антимикробные съедобные пленки и покрытия разрабатываются для того, чтобы ингибировать рост микроорганизмов на поверхности продуктов. Использование таких упаковочных материалов не может заменить соблюдение необходимых санитарных требований, однако может повысить безопасность продуктов [3, 4, 10]. Наиболее часто используемыми биоконсервантами для противомикробных препаратов являются низин, натамицин, лизоцим, лактицин и педиоцин, хитиназа и глюкозооксидаза, а также эфирные масла и органические кислоты [1, 3, 5, 9].

Обычно пищевые пленки и покрытия включают липиды с целью снижения переноса водяного пара. Поэтому включение антиоксидантов в съедобные пленкообразующие препараты для увеличения срока годности продукта за счет защиты продуктов от прогорклости, деградации и обесцвечивания становится очень популярным. Широко используются природные антиоксиданты – фенольные соединения, витамины Е и С.

Пищевые пленки и покрытия могут использоваться для переноса основных питательных веществ и/или нутрицевтиков, которые отсутствуют или присутствуют только в небольшом количестве в обрабатываемом продукте. Для улучшения сенсорных качеств пищевых продуктов к съедобным покрытиям могут также добавляться ароматизаторы и пигменты. Однако в литературе недостаточно информации об этих приложениях [1, 3, 8].

Большинство исследователей считает, что тонкий слой, нанесенный непосредственно на продукт, следует называть съедобным покрытием, а предварительно полученную пленку, в которую затем упаковывают продукт, – съедобной пленкой.

Съедобные пленки и покрытия из пищевых полимеров, как правило, получают формированием из их растворов в воде, ее смеси с этиловым спиртом, в чистом этиловом спирте или в разбавленной уксусной кислоте. Покрытия наносятся путем погружения, глазирования, распыления, электростатического распыления и смазывания щетками; пленки применяются как индивидуальная упаковка методом обертывания ими продукта.

Погружение – наиболее распространенный метод в лабораторных условиях, отличается простотой, низкой стоимостью и хорошим покрытием неровных поверхностей. Однако он имеет существенные недостатки, например, имеет большие потери и часто приводит к росту микроорганизмов в погружной емкости. Кроме того,

основными проблемами применения этого метода являются управление технологическим процессом и его автоматизация. Во время процесса глазирования раствор липкого покрытия течет вертикально к обработанным пищевым продуктам, а продукты покрываются им благодаря вязкости и гравитационной силе. Метод распыления обеспечивает равномерное покрытие, возможность контролировать толщину и наносить раствор последовательно, без загрязнения. С помощью электростатического метода можно контролировать размер капель, увеличивать поверхность покрытия и осаждения капель, обеспечивать однородное распределение и уменьшать потери. Покрытие распылением обычно используется, когда образующий покрытие раствор не очень вязкий [1, 5].

В таблице представлены полисахариды, белки и липиды, используемые в качестве покрытий для разных типов сыра, состав пленки или покрытия и метод нанесения [5].

Таблица

Примеры полисахаридов, белков и восков, использующихся для формирования съедобного покрытия для нанесения на различные виды сыра

Материал	Тип сыра	Состав пленки/покрытия	Метод нанесения
Альгинат натрия	Моцарелла	Вода и хлорид кальция	Погружение
		Вода и глицерин	Погружение Глазирование Распыление
Хитозан		Вода, уксусная кислота и глицерин	Погружение Глазирование Распыление
	Салойо	Вода, молочная кислота, твин 80, глицерин, сорбитол и кукурузное масло	Смазывание щетками
	Рикотта	Вода и хлороводород	Погружение
	Чеддер	Вода, уксусная кислота, глицерин, низин-кремниевые липосомы или низиновые липосомы	Погружение
	Сыр из козьего молока	Вода, уксусная кислота, эфирное масло розмарина и орегано	Погружение
	Эмменталь	Раствор аквакислоты	Погружение
	Египетский мягкий белый сыр	Вода, уксусная кислота, карбоксиметилцеллюлоза, наночастицы оксида цинка	Обертывание
Галактоманнаны	Салойо	Вода, глицерин, сорбитол и кукурузное масло	Смазывание щетками
	Рикотта	Вода, глицерин и кукурузное масло	Погружение
	Пор-Салю	Вода, глицерин, низин, натамицин	Распыление
Казеинат натрия	Кашар	Вода и глицерин	Погружение Обертывание
Кислотный казеин		Вода, глицерин, хлорид кальция, натамицин	Погружение
Зеин		Этанол, глицерин, лизоцим, катехин и галловая кислота	Обертывание

Продолжение таблицы

Материал	Тип сыра	Состав пленки/покрытия	Метод нанесения
Сывороточные белки	Рикотта	Вода, хлороводород, хитозан	Погружение
Яичный белок	Лор	Вода, сорбитол, эфирное масло шалфея и Melissa	Погружение
Концентрат сывороточного белка (из овечьего молока)	Полутвердые сыры	Вода, глицерин, гуаровая камедь, подсолнечное масло, твин 20, молочная кислота, натамицин	Смазывание щетками
Изолят сывороточного белка	Кашар	Вода, сорбитол, альгинат, эфирное имбирное масло	Погружение
	Лор	Вода, сорбитол, альгинат, эфирное мятное масло, твин 20	Погружение
Пчелиный воск	Кашар	–	Погружение

При выборе упаковочного материала следует обращать внимание на такие факторы, как проницаемость для газов и влаги, физические, механические и оптические свойства [5].

Эффективность пищевой пленки или покрытия сильно зависит от их барьерных свойств для газа, водяного пара и ароматических соединений, что, в свою очередь, зависит от химического состава и структуры входящих в состав полимеров, характеристик продукта и условий хранения [1]. Измерение проницаемости водяного пара проводят гравиметрически по адаптированному к съедобным пленкам и покрытиям стандартному методу ASTM E96-80. Проницаемость по кислороду и диоксиду углерода определяют на основе метода ASTM D 3985-02 или манометрическим методом в соответствии со стандартом ISO 15105-1 [8, 13, 14].

Толщина съедобных пленок и покрытий является важным параметром, поскольку он влияет на морфологию, непрозрачность, механические свойства и барьерные свойства получаемых пленок, что сказывается на биологических свойствах и сроке годности продуктов с покрытием. Для измерения толщины пленок используют микрометр - контактный метод, или сканирующий электронный микроскоп, Раман-спектрометр, Фурье-Раман спектрометр – бесконтактный метод [1, 7, 13, 14]. Некоторыми исследователями разрабатываются альтернативные методы, например, в статье [15] показана возможность использования свойства флуоресценции для простого визуального определения толщины пленки.

Эффективность съедобных пленок зависит в первую очередь от контроля свойств смачиваемости, то есть угла контакта, поверхностной энергии, поверхностного натяжения, а также сил адгезии и когезии [13]. Краевой угол смачивания определяют методом сидячей капли [7, 13, 14, 15]. Для оценки адгезии пленки или покрытия к сыру в некоторых случаях проводят испытание на отслаивание путем определения силы, необходимой для отслаивания [2]. Поверхностное натяжение измеряют методом сидячей капли с приближением Лапласа-Юнга. Критическое поверхностное натяжение оценивается путем экстраполяции графиков Зисмана [7, 13, 15].

Механические свойства зависят от состава пленки и от природы компонентов. Измерение этих свойств позволяет прогнозировать, как материал будет вести себя в различных условиях обработки пищевых продуктов и сравнивать полученные

результаты с коммерческими полимерами. Механическое сопротивление пленок изучают по трем параметрам: предел прочности при растяжении, модуль Юнга и процент удлинения при разрыве [1]. Для определения предела прочности на растяжение, процент удлинения при разрыве и модуль упругости Юнга материала упаковки можно использовать метод ASTM D882-12. Альтернативой является тест на прокол, когда нет зондов или приспособлений для испытаний на растяжение [1, 11, 13, 14].

Оптические свойства влияют на такие важные аспекты качества продукта как придание эстетического вида и улучшение сохраняемости в процессе хранения. Цвет съедобных пленок оценивают колориметром или спектрофотометром [1, 13, 14]. Глянец покрытия измеряют в соответствии со стандартом ASTM D-523 под углами 20, 60 и 85° от нормали к поверхности покрытия с помощью блескомера [2, 15]. Непрозрачность образцов определяют в соответствии с лабораторным методом Хантера с колориметром или по спектрам поверхностного отражения в спектроколориметре [7, 15].

Таким образом, на данный момент имеется большой объем исследований и предложений, но очень мало видов реально выпускаемой продукции. Это связано с отсутствием систематических исследований, позволяющих установить взаимосвязь между структурой и свойствами, особенностями межфазной совместимости, составом и условиями получения, а также их влиянием на механические, термические характеристики и газопроницаемость композиций биополимеров.

Исследовательские работы в области создания съедобных пленок и покрытий надо расширить и разнообразить. Разработка «идеального состава» съедобной упаковки для сыра, подбор методов определения физико-механических свойств растворов для пленок и покрытий и выявление оптимальных критериев для их лучшего проявления являются перспективными направлениями научной деятельности [1,4].

Литература

1. Skurtys O., Acevedo C., Pedreschi F., Enrione J., Osorio F., Aguilera J.M. Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. New York: Nova Science Publishers, 2010. – 66 p.
2. N. Kampf A. Nussinovitch Hydrocolloid coating of cheeses // Food Hydrocolloids. – 2000. – V. 14. – P. 531–537.
3. Elahe Divsalar, Hossein Tajik, Mehran Moradi, Mehrdad Forough, Mohamad Lotfi, Bambang Kuswandi Characterization of cellulosic paper coated with chitosan-zinc oxidenanocomposite containing nisin and its application in packaging of UFcheese // International Journal of Biological Macromolecules. – 2018. – V. 109. – P. 1311–1318.
4. Савицкая Т.А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т.2. – № 2. – С. 6–36.
5. Maria J. Costa, Luís C. Maciel, José A. Teixeira, António A.Vicente, Migue A. Cerqueira Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges // Food Research International. – 2018. – V. 107. – P. 84–92.
6. Кудрякова Г.Х., Кузнецова Л. С., Шевченко Е.Г., Иванова Т.В. Биоразлагаемая упаковка в пищевой промышленности // Пищевая промышленность. – 2006. – № 7. – С. 52–54.
7. Miguel A. Ceroqueira, Alvaro M. Lima, Bartolomeu W.S. Souza, Jose A. Teixeira, Renato A. Moreira, Antonio A. Vicente Functional Polysaccharides as Edible

- Coatings for Cheese // *Journal of agricultural and food chemistry*. – 2009. – V. 57. – P. 1456–1462.
8. Кудрякова Г.Х., Кузнецова Л.С., Нагула М.Н., Михеева Н.В., Казакова Е.В. Съедобная упаковка: состояние и перспективы // *Пищевая промышленность*. – 2007. – № 6. – С. 24–25.
 9. Maher Z. Elsabee, Entsar S. Abdou Chitosan based edible films and coatings: A review // *Materials Science and Engineering*. – 2013. – С.33. – P. 1819–1841.
 10. Нагула М.Н., Кузнецова Л.С. Защитные покрытия на основе биополимеров для пищевой индустрии // *Пищевая промышленность*. – 2009. – № 6. – С. 22–24.
 11. Patricia Cazón, Gonzalo Velazquez, José A. Ramírez, Manuel Vázquez Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review // *Food Hydrocolloids*. – 2016. – V. 68. – P. 136–148.
 12. Monique Lacroix, Khanh Dang Vu Edible Coating and Film Materials: Proteins // *Innovations in Food Packaging*. – 2014. – P. 277–304.
 13. Ewelina Basiak, Andrzej Lenart, Fr'ed'eric Debeaufort Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2017. – V. 98. – P. 348–356.
 14. Mia Kurek, Sabina Galus, Fr'ed'eric Debeaufort Surface, mechanical and barrier properties of bio-based composite films based on chitosan and whey protein // *Food packaging and shelf life*. – 2014. – V. 1. – P. 56–67.
 15. Yu Zhong, George Cavender, Yanyun Zhao Investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on Mozzarella cheese // *LWT - Food Science and Technology*. – 2014. – № 56. – pp. 1–8.

ПОДБОР ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

М.О. Степанова, Л.А. Силантьева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

mashulya_stepanova_2k17@mail.ru

Аннотация

Представлены сведения, подтверждающие, что при создании новых кисломолочных продуктов одним из перспективных направлений является разработка многокомпонентных десертов на молочной основе функционального назначения с высокой пищевой и биологической ценностью. Предложено для обогащения кисломолочного десерта использовать препарат «Витафлор», содержащий живые клетки ацидофильных бактерий, а также пюре из тыквы и кленовый сироп.

Ключевые слова

Ацидофильная палочка, кленовый сироп, молочные десерты, кисломолочные продукты.

Сегодня ведущим мировым трендом в молочной отрасли является производство продуктов для здорового питания. На продовольственном рынке большим спросом пользуются оригинальные молочные десерты для людей различного возраста, характер потребительских свойств которых формируется в зависимости от вида используемого сырья. Следует увеличить ассортимент таких продуктов за счёт применения разнообразных наполнителей, в том числе растительных компонентов, содержащих в своём составе важнейшие для организма человека вещества (макро- и микроэлементы, витамины, клетчатку, белки). Также необходимо вносить такие закваски, которые отличаются своими пробиотическими свойствами [2].

В настоящее время при производстве молочных десертов применяются различные пищевые стабилизаторы. Благодаря их использованию улучшаются структура и органолептические показатели продукта, повышается стабильность продукта в условиях перепада температур, увеличивается его срок годности, предотвращается отделение влаги и экономится сырьё. Известно большое количество стабилизаторов: желатин, агар-агар, яблочный пектин, кора рожкового дерева и другие [1]. При выполнении данной научно-исследовательской работы планируется подбор стабилизатора и его дозы.

Большой популярностью пользуются молочные десерты с ягодными и фруктовыми наполнителями. Для расширения их ассортиментного состава производители всё чаще готовят десерты с добавлением компонентов из нетрадиционного сырья. В данном исследовании будет предложено использовать в качестве наполнителя для десерта тыквенное пюре. Добавление этого наполнителя обогатит продукт ценными компонентами тыквы. Тыква превосходит многие овощи по своему богатому химическому составу, содержанию минеральных веществ, макро- и микроэлементов, аминокислот, витаминов, таких как А, С, D, Е, РР, группы В. Среди полезных элементов также выделяют железо, калий, кальций, магний. Богата тыква

клетчаткой, белками, натуральными сахарами, а оболочка её семян обладает уникальными фармакологическими свойствами [5].

В пищевой промышленности изучается возможность использования в качестве вкусового и ароматического наполнителя кленового сиропа. В любых кондитерских изделиях он может заменить традиционный сахар. К тому же кленовый сироп обладает рядом полезных свойств. Он содержит множество эссенциальных нутриентов, в том числе антиоксидантов. Например, в его состав входят полифенолы, действие которых направлено на борьбу с онкологическими и сердечно-сосудистыми заболеваниями. Сироп богат и такими минералами, как кальций, цинк, железо, фосфор и калий. В нём присутствуют все витамины группы В, включая и достаточно редкий витамин – тиамин. Важным достоинством кленового сиропа является то, что он содержит крайне малое количество оксалатов и пуринов и не вызывает пищевую аллергию. Также в процессе термической обработки этот продукт не становится вредным для здоровья.

Для дополнительного биологического обогащения продуктов изучается возможность сквашивания молочной основы различными пробиотическими культурами. В производстве кисломолочных продуктов большое внимание исследователей обращено на применение ацидофильной палочки.

Она может применяться для получения продуктов с фармакологическими свойствами. Преимуществом этой культуры является её устойчивость к разрушающему действию желудочного сока, желчных кислот и панкреатических ферментов, так как она является нормальным представителем кишечной микрофлоры человека и теплокровных животных. Кроме того, ацидофильная палочка имеет большую резистентность к антибиотикам и поэтому может быть использована на фоне антибиотикотерапии.

Ацидофильная палочка обладает высокой антагонистической активностью по отношению к гнилостной, условно-патогенной и патогенной микрофлоре. Она подавляет рост сальмонелл, шигелл, золотистого стафилококка, эшерихий и других микроорганизмов. Объясняется это тем, что ацидофильная палочка синтезирует несколько бактериоцинов: ацидофилин, лактоцидин, ацидоцин В, лактоцины В и F. Благодаря этому *Lactobacillus acidophilus* относят к ценным пробиотическим культурам.

Молочные палочки данного вида применяют для приготовления ацидофилина, ацидофильного молока, детских кисломолочных продуктов [3].

Ацидофильная палочка является составной частью микрофлоры препарата «Витафлор». Этот препарат разработан сотрудниками Государственного научно-исследовательского института особо чистых биопрепаратов. Его основой являются жизнеспособные клетки ацидофильных лактобацилл (*Lactobacillus acidophilus*, штаммы Д-75 и Д-76, в количестве не менее 1×10^9 КОЕ/см³), образующие симбиотический комплекс. Симбиоз этих штаммов сохраняется на протяжении всего срока хранения. В состав препарата также входят аскорбиновая кислота, молоко сухое обезжиренное, сахароза, желатин пищевой, автолизат пекарских дрожжей, лукаротин (Р-каротин). «Витафлор» безопасен, относится к биологически активным добавкам.

Он оказывает комплексное действие на организм: восстанавливает качественный и количественный состав микрофлоры слизистых, иммунный и нейроэндокринный статусы, обладает противомикробным и противоаллергическим действием, а также проявляет иммуностимулирующее действие [4]. Анализ литературных данных показывает, что «Витафлор» можно принимать внутрь в виде водной суспензии или кисломолочной формы (так называемого, ацидофильного молока), которая представляет собой хорошо сформированный вязкий сгусток, напоминающий по консистенции сметану. Представляет интерес исследование возможности использования данного препарата при производстве различных кисломолочных продуктов, в том числе десертов.

Таким образом, целью данной научно-исследовательской работы будет являться разработка рецептуры и технологии нового многокомпонентного десерта на молочной основе функционального назначения, в состав которого будут входить пюре из тыквы и кленовый сироп. В качестве заквасочного компонента будет использован препарат «Витафлор», обладающий пробиотическими свойствами.

Литература

1. Аймесон А., Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи. – Санкт-Петербург: Изд-во Профессия, 2012. – 407 с.
2. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А., Функциональное питание. – М.: Грантъ, 2002. – 296 с.
3. Красникова Л.В., Гунькова П.И., Савкина О.А., Общая и пищевая микробиология. Часть 2: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2016. – 127 с.
4. Мельникова И.Ю., Клинические исследования терапевтической и профилактической эффективности пробиотика Витафлор производства ГосНИИ особо чистых биопрепаратов Минздрава РФ. Отчёт // ГОУ ДПО МАПО. – Санкт-Петербург, 2004. – 37 с.
5. Храмова Е.Ю., Целебные свойства фруктов и овощей. – ОЛМА Медиа Групп, 2012. – 180 с.

УДК 631.07

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ДЕСЕРТА БЛАНМАНЖЕ

О.М. Устьянцева, Т.П. Арсеньева, Н.В. Яковченко, Н.Н. Скворцова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

covadonga@mail.ru

Аннотация

Функциональные продукты полезны для здоровья и безопасны с позиций сбалансированности питания и питательной ценности продуктов. Продукты здорового питания, не являясь лекарствами и не излечивая, способствуют предупреждению болезней и старения организма в сложившейся среде обитания современного человека. Предложен новый трехслойный десерт «Бланманже»: первый слой – винно-облепиховый жележный, второй – чайно-облепиховый жележный, третий – творожно-облепиховый. Входящие в состав жележных слоев пектин, способствуют выведению радионуклидов из организма человека. Из четырех образцов, по связывающей способности при $pH=7,5$ был выбран низкоэтерифицированный яблочный пектин. В данной статье подтвердили радиопротекторные свойства творожно-железного десерта «Бланманже».

Ключевые слова

Радиопротекторные свойства, десерт, красное сухое вино, низкоэтерифицированный пектин.

Ухудшение экологических условий во многих регионах СНГ (после Чернобыльской катастрофы, из-за транспорта, ТЭЦ, объектов жилищно-коммунального и сельского хозяйства, добычи бурого угля, золота и т.д), химизация быта и сферы услуг, приводит мировое сообщество к необходимости более широко использовать в питании человека природные детоксиканты и радиопротекторы, к которым относят пектиновые вещества (пектин, пектиновая кислота), фенольные и фитиновые соединения, галлаты, серотанин, этиловый спирт, некоторые жирные кислоты, микроэлементы, витамины, ферменты и гормоны. Пектиносодержащие вещества обладают высокой способностью в течение 1 - 3 часов связывать стронций, цезий, цирконий, рутений, иттрий, ионы свинца, лантана, ниобия и эвакуировать из организма до половины этих элементов [1]. Кроме пектина радиозащитным действием обладают и другие полисахариды типа декстрина, а также липополисахариды, находящиеся в листьях винограда и чая.

Токсичность радионуклидов и тяжелых металлов имеет широкий диапазон воздействия. Как их повышенная концентрация, так и следовые количества могут привести к сердечно-сосудистым расстройствам и тяжелым формам аллергии.

Кроме того они обладают канцерогенными свойствами и, являясь генетическими ядами, аккумулируются в организме с отдаленным эффектом действия, проявляясь в наследственных заболеваниях, умственных расстройствах и т.д. В связи с этим остро стоит вопрос о разработке новых функциональных продуктах, способных обеспечить профилактику здоровья и продолжительности жизни населения.

Когда человек получает с питанием недостаточное количество веществ, способных образовывать нерастворимые комплексы с радионуклидами, это приводит к снижению сопротивления организма к воздействию окружающей среды. И это особенно заметно в нынешнее время, когда экология и безопасность пищевых продуктов так тесно связаны.

Сотни миллионов людей во всем мире страдают от различных заболеваний, вызванных загрязненными продуктами питания. Поэтому ключевым звеном агропромышленного комплекса является экологически чистая продукция. До 70% токсинов поступают в человеческий организм через продукты питания (болезни пищевого происхождения). В промышленно-развитых странах таких заболеваний насчитывается около 350, что обуславливает остроту проблемы в современном обществе.

Выведение этих веществ из организма человека является одним из приоритетных направлений разработки функциональных продуктов питания.

Творожный десерт «Бланманже» состоит из трех слоев. Первый – представляет собой творожный мусс. А второй и третий слои – это желе, состоящее из красного сухого вина, экстракта зеленого чая с облепиховым сиропом соответственно, стабилизированные натуральным желирующим агентом, пектином.

Пектин, стабилизирующий продукт, хорошо повышает радиоустойчивость организмов[5]. В процессе усвоения пищи пектин превращается в полигалактуроновую кислоту, которая соединяется с радионуклидами и токсичными тяжелыми металлами. Образуются нерастворимые соли, не всасывающиеся через слизистую желудочно - кишечного тракта и выделяющиеся из организма вещества с калом. Таким образом, пектины могут быть отнесены к одним из важнейших компонентов профилактического и лечебного питания. Влагодерживающая и комплексообразующая способности, эмульгирующие свойства пектиновых веществ обуславливают возможность их применения в составе молочных изделий.

Пектин обладает хорошим вкусом и ароматом, высокими технологическими свойствами и он стабилен при низких значениях pH [6].

В состав творожно-желейного десерта входит безалкогольный сироп на плодово-ягодном сырье «Алтайская облепиха», изготовленный из облепихи, собранной в предгорьях Алтая, бийского производителя ЗАО «Сижан», выполненный по ГОСТ 28499-90.

По литературным данным компоненты, входящие в состав «Бланманже», такие как пектин, красное вино, зеленый чай, облепиха, обладают антиоксидантными свойствами [7]. Антиоксиданты, являясь регуляторами окислительных процессов и ингибиторами свободно-радикальных реакций, оказывают радиозащитное действие.

Данная работа посвящена определению радиопротекторных свойств творожно-желейного продукта «Бланманже». Пектин способен образовывать нерастворимые комплексы с радионуклидами, тяжелыми металлами (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть) и другими токсичными веществами.

В ходе исследования были подобраны такие компоненты как экстракт зеленого чая Greenfield, красное сухое вино Каберне Савиньон урожая 2016 г, произведенное в Ростовской области в г. Миллерово, облепиховый сироп «Алтайская облепиха», малиновый сироп «Пиканта» и пектин. На основании экспериментальных исследований подобрана концентрация зеленого чая 5 г / 100 мл воды, концентрация сиропа с облепихой в количестве 44% от экстракта зеленого чая, концентрация сиропа с малиной в количестве 38% от экстракта зеленого чая. Концентрация пектина в количестве 25%, позволяет получить чайно-облепиховое желе в меру плотной консистенцией с нежной мелкопористой структурой и глянцевым блеском.

Введение в рацион пектин содержащих продуктов наиболее актуально для рабочих производств с вредными условиями труда. Механизм лечебно-профилактического действия пектина как в составе пищевых продуктов, так и принимаемого отдельно, до конца не изучен. В процессе пищеварения он включает как химические, физико-химические преобразования, так и взаимодействие их с другими компонентами пищи и иными веществами, присутствующими в желудочно-кишечном тракте. В процессе усвоения пищи демеоксилирование пектина способствует превращению его в полигалактуроновую кислоту, которая соединяясь с тяжелыми металлами и радионуклидами, образует нерастворимые комплексы, не всасывающиеся через слизистую оболочку желудочно-кишечного тракта и выделяющиеся из организма вместе со стулом. Защитное действие пектинов объясняется также их способностью вместе с другими пищевыми волокнами улучшать перистальтику кишечника, способствуя более быстрому выводу всех токсичных веществ.

Комплексообразующая способность пектиновых веществ зависит от множества параметров, в том числе от количества свободных карбоксильных групп и степени этерификации. В таблице приведены данные экспериментальных исследований, выполненные по методикам [3], по двум исследуемым образцам яблочного и двум образцам цитрусового пектинов.

В тройку мировых лидеров по производству пектина входит немецкая компания «Herbstreith & Fox KG». Они производят широкий спектр наиболее распространённых яблочных и цитрусовых пектинов, комбинированных пектинов и пищевых волокон [2]. Поэтому для проведения экспериментальных исследований были выбраны 2 образца яблочного (№ 1 и № 2) и 2 образца цитрусового (№ 3 и № 4) пектинов этой марки. Для экспериментального подтверждения наличия взаимосвязи между связывающей способностью и физико-химическими показателями были взяты пектины двух типов высоко- и низкоэтерифицированные.

Таблица

Физико-химические характеристики пектинов

Характеристики	Наименование пектинов			
	Яблочный		Цитрусовый	
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Балластные вещества, %	12,9	22,1	9,8	21,3
Свободные карбоксильные группы, %	4,7	8,9	4,8	7,5
Этерифицированные карбоксильные группы, %	16,5	6,2	15,7	5,7
Степень этерификации, %	74,0	41	77,3	46,1
Комплексообразующая способность, мг Pb ²⁺ /г	260	389	243	324

Как видно из таблицы, образцы под номерами 1 и 3 являются высокоэтерифицированными (образец № 3 имеет самую высокую степень этерификации), а образцы под номерами 2 и 4 низкоэтерифицированными (образец № 2 имеет самую низкую степень этерификации). Результаты исследований показали, что наибольшую комплексообразующую способность по отношению к ионам свинца показал яблочный пектин под номером 2 – 389 мг Pb²⁺/г, а наименьшую – цитрусовый образец 3 – 243 мг Pb²⁺/г.

Полученные экспериментальные данные согласуются с литературными источниками, с увеличением степени этерификации, комплексообразующая способность снижается [4].

Количество балластных веществ в данных образцах колеблется между 9,8 (образец цитрусового пектина № 3) и 22,1% (образец яблочного пектина № 2).

Степень этерификации отражает соотношение свободных и этерифицированных карбоксильных групп. По данным источников [4], [6], [7] комплексообразующая способность пектиновых веществ зависит от количества свободных карбоксильных групп в молекуле пектина. Следовательно, чем больше свободных карбоксильных групп и ниже степень этерификации, тем выше комплексообразующая способность пектина. Что и подтверждается полученными экспериментальными данными, так образец под номером 2 обладает самой низкой степенью этерификации 41%, самым большим количеством свободных карбоксильных групп 8,9% и соответственно обладает самой высокой комплексообразующей способностью 389 мг Pb²⁺/г.

Комплексообразующая способность зависит от pH среды, в ходе экспериментальных исследований необходимо установить зависимость комплексообразующей способности яблочного и цитрусового пектина от pH среды.

В химическую колбу на 250 мл вносили 0,5 г пектина ($\pm 0,0002$ г). К навеске добавляли 100 мл дистиллированной воды и перемешивали 10 мин магнитной мешалкой. Далее приливали 20 мл рабочего 0,1 М раствора нитрата свинца и доводили величину pH до определенного значения при помощи щелочи (NaOH) или кислоты (HNO₃), после чего встряхивали полученные смеси в течение 20 мин. Смеси центрифугировали, осадок промывали дистиллированной водой до отрицательной качественной реакции на ионы свинца (с бихроматом калия). Центрифугат и промывные воды соединяли в колбе на 250 мл и доводили до метки дистиллированной водой. Аликвоту 10 мл титровали 0,01 моль/дм³ раствором трилон Б при pH 1-9 в присутствии эриохрома черного Т до появления голубого окрашивания.

Параллельно проводили опыт с холостым раствором: растворяли 20 мл 0,1 М раствора нитрата свинца и доводили до метки дистиллированной водой в колбе на 250 мл. С учетом полученных данных была рассчитана степень связывания свинца 4 образцами пектина. Расчеты проводили по формуле:

$$КС = \frac{m_{Pb^{2+}}^k - m_{Pb^{2+}}^a}{m}, \quad (1)$$

где КС – комплексообразующая способность пектина, мг Pb²⁺/г;

$m_{Pb^{2+}}^k$, $m_{Pb^{2+}}^a$ – масса свинца в контрольном и анализируемом растворах, г;

m – исследуемая навеска пектина, г.

По литературным данным наиболее благоприятные условия для комплексообразования пектинов с металлами создаются в кишечнике при pH среды 7,2–7,8 [7]. Объясняется это тем, что при увеличении pH, пектины деметоксигируют и происходит более интенсивное взаимодействие между кислотными радикалами пектиновой кислоты и ионами металлов [5]. Кислая среда (pH 1,8–2,0) желудочного содержимого снижает способность высокометоксилированного пектина связывать радионуклиды. В этих условиях более активным является низкометоксилированный пектин. Комплексообразование пектинов с радионуклидами происходит в течение 1–2 ч, реже 3–4 ч.

В ходе экспериментальных исследований варьировали pH среды от 1,0 до 8,0 с шагом 1,0, результаты для яблочных пектинов представлены на рис. 1 и 2, для цитрусовых пектинов – на рисунках 3, 4.

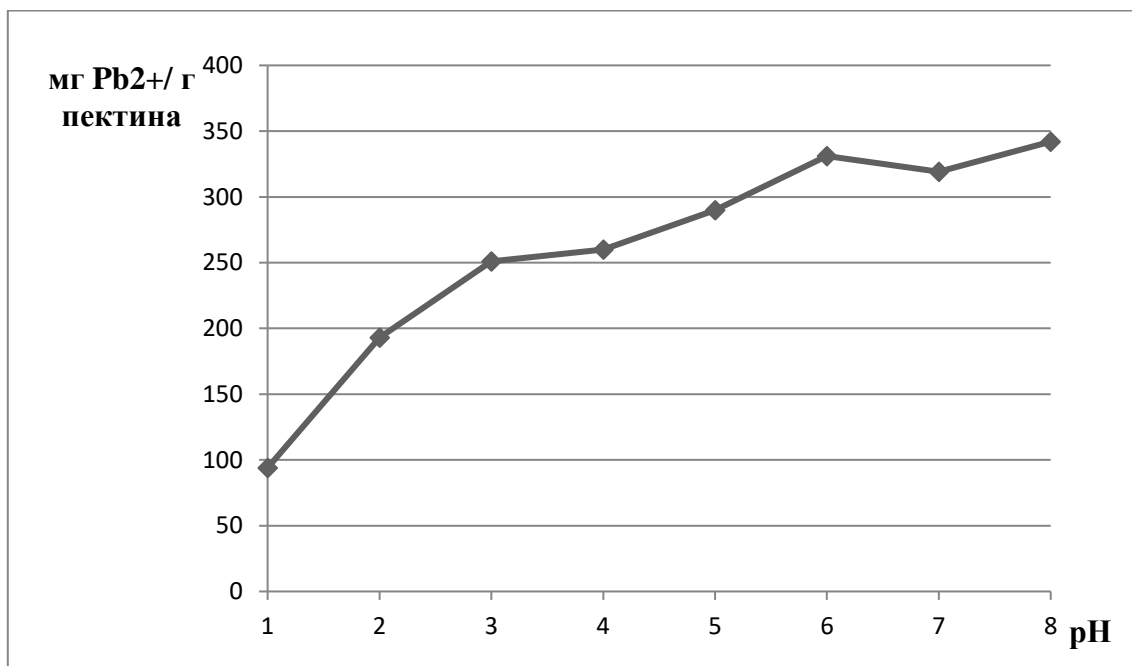


Рис. 1. Взаимосвязь комплексообразующей способности образца № 1 от pH раствора

Как видно из данных представленных на рис. 1 при pH=7,5, связывающая способность образца № 1 – 320 мг Pb²⁺/г.

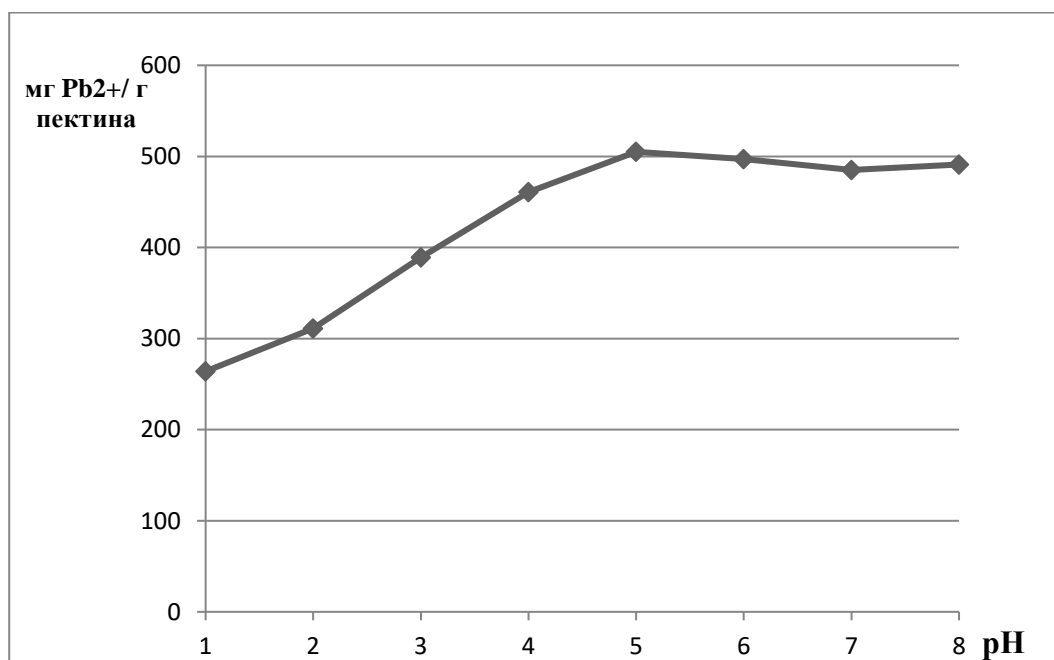


Рис. 2. Взаимосвязь комплексообразующей способности образца № 2 от pH раствора

Из полученных данных мы видим, что при pH=7,5, связывающая способность образца № 2 составляет 485 мг Pb²⁺/г.

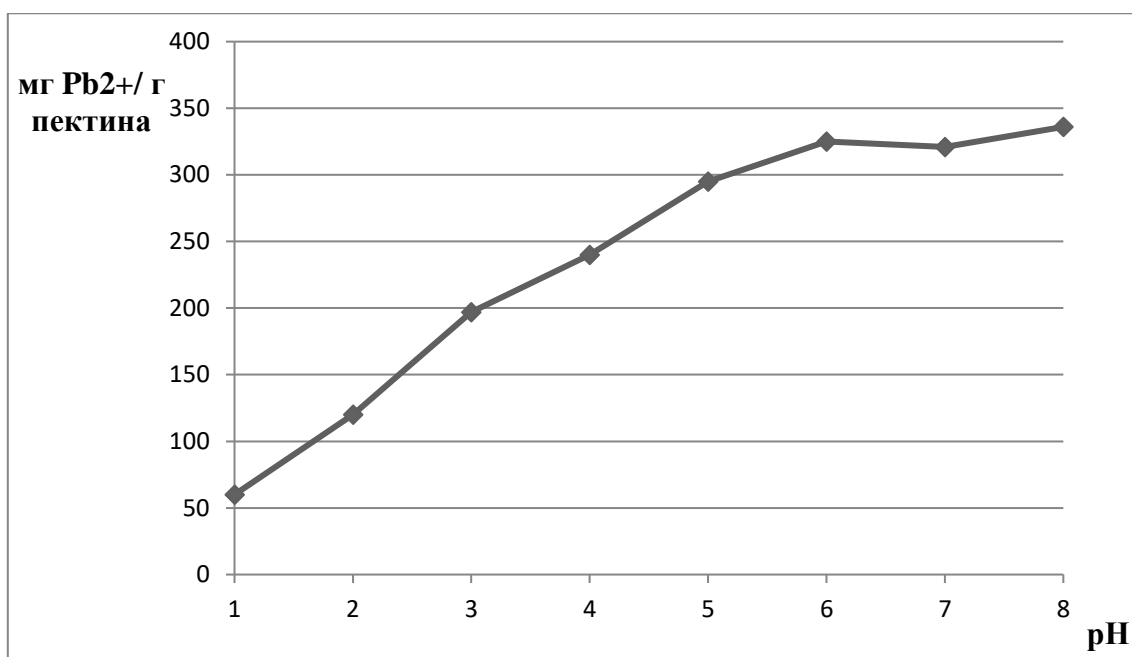


Рис. 3. Взаимосвязь комплексообразующей способности образца №3 от pH раствора

Из построенного на рис. 3 графика, делаем вывод, что при интересующем нас pH 7,5, цитрусовый пектин №3 обладает 330 мг Pb²⁺/г связывающей способностью.

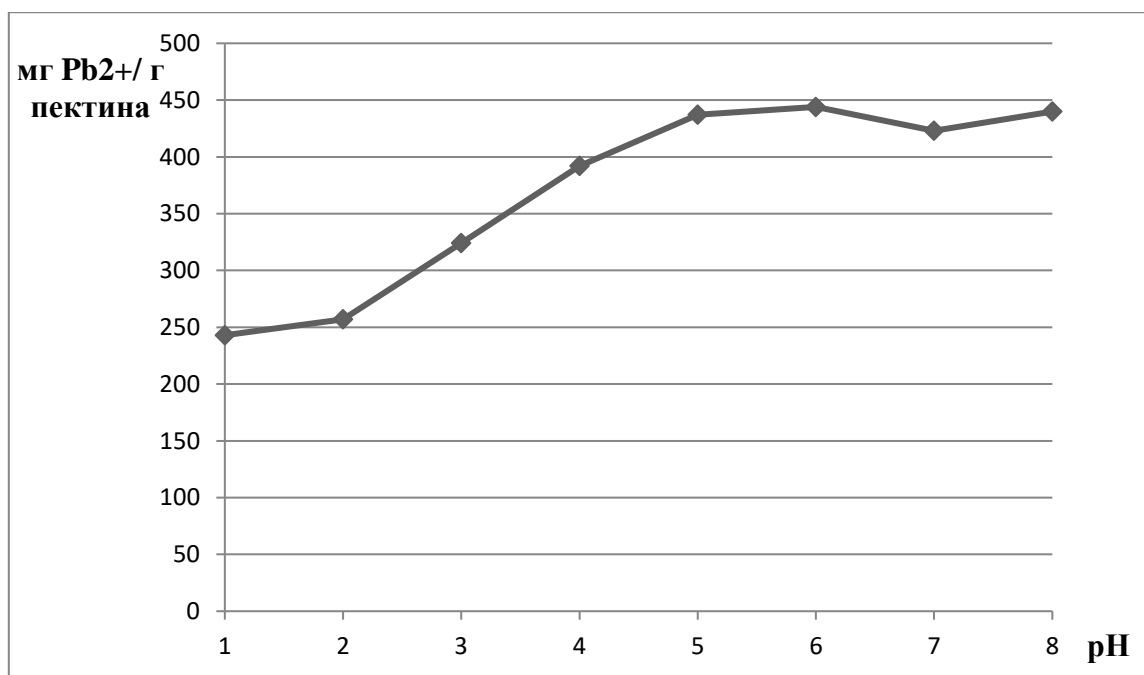


Рис. 4. Взаимосвязь комплексообразующей способности образца №4 от pH раствора

По экспериментальным данным, отображенным на рис. 4 видно, что при pH=7.5, связывающая способность составляет 430 мг Pb²⁺/г.

Мы подтвердили данные из литературных источников [4], [6], [7], комплексообразующая способность зависит от значения pH. Пектины взаимодействуют с ионами свинца с образованием нерастворимых комплексов во всех средах (кислой, нейтральной, щелочной).

В разрабатываемом продукте в жележных прослойках рН составляет 3,0. На основании данных представленных в таблице по комплексообразующей способности выбран яблочный пектин (образец под номером 2).

Как видно из экспериментальных данных представленных на рис. 1, 2, 3, 4, при рН=7,5, наиболее высокая связывающая способность 485 мг Pb^{2+} /г, также у яблочного пектина (образец под номером 2).

Таким образом, мы можем сделать вывод, что пектин с количеством свободных карбоксильных групп 8,9 %, самой низкой степенью этерификации 41%, самой высокой комплексообразующей способностью (при рН 7,5), является яблочный пектин немецкого производителя «Herbstreith & Fox KG» для творожно-желейного десерта «Бланманже» с радиопротекторными свойствами.

Литература

1. Лисовский В.А., Голошапов О.Д., Человек, экология, питание и здоровье//Наука. Ленинградское отделение – 2002 г – 208 с.
2. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г, Пектин: основные свойства , производство и применение//Москва: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
3. Аймухамедова Г.Б., Шелухина Н.П., Пектиновые вещества и методы их определения//Фрунзе: Илим, 1964.
4. Братан Л., Краснова И., Даланаки А., Исследование связывания свинца пектинами различных типов в присутствии растительных полифенолов// Хранение и переработка сельхозсырья – №1, – 2001 – С. 38–39.
5. Шишкина Л.Н., Особенности антиоксидантов как радиопротекторов при лучевом поражении разной степени тяжести// Радиационная биология. Радиоэкология. – №5 – 2013 – С. 536–544.
6. Аймесон А., Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи/А. Аймесон (ред. сост.) – Перевод с англ. д-ра хим. наук Макарова С. В. – СПб.: ИД «Профессия» , 2012 – 408 с., ил., табл.
7. Кайшева Н.Ш., Кайшев А.Ш., Фармакохимические основы применения пектинов и альгинатов//Пятигорск: РИА-КМВ,2016. – 200 с.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА СЪЕДОБНОГО ПИЩЕВОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СЫРОВ

А.В. Фомина¹, А.С. Критченков^{1,2}, Е.П. Сучкова¹

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Университет РУДН, Москва, Россия

nastekin95@gmail.com

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы, касающиеся разработки компонентного состава съедобных пищевых покрытий для сыров. В результате проведенного исследования были получены съедобные пищевые покрытия в различных модификациях. В качестве пленкообразующих материалов выступали такие компоненты, как: различные виды пищевого и модифицированного крахмала, желатин, производное хитозана. При разработке состава покрытий использовались стабилизационные системы. На основании полученных покрытий был проведен органолептический анализ посредством проведения профильного метода и определен образец, обладающий наилучшими качественными характеристиками.

Ключевые слова

Полимер, хитозан, съедобные покрытия, стабилизационные системы, сыр, упаковка.

Введение

В последние годы наблюдается заметное увеличение использования пленочных материалов и покрытий на основе натуральных полимеров в качестве упаковки для пищевых продуктов, которые защищают от внешнего загрязнения, замедляют порчу, тем самым увеличивая срок годности и сохраняя качество и безопасность.

С каждым годом наблюдается ухудшение экологической обстановки в мире. Общество все активнее требует перехода производств на экологичные технологические режимы. Разработка съедобного пищевого покрытия позволяет осуществить эту проблему, поскольку разрабатываемые покрытия являются биоразлагаемыми, а данный факт позволяет сократить объемы твердых бытовых и упаковочных отходов. Производство самих покрытий также не несет в себе негативных последствий для окружающей среды.

В настоящее время уже известно производство съедобных покрытий для колбас, овощей и фруктов. Использование покрытий для сыров осложняется именно сложной биохимической средой данного продукта. Однако разработанное покрытие имеет компонентный состав, подобранный специально для сыра, который не несет в себе каких-либо негативных последствий.

Пищевые пленки и покрытия представляют собой тонкий слой материала, толщина которых – менее 0,3 мм [1]. Они используются для глазирования пищевого продукта, чтобы заменить или укрепить естественные слои. Преимуществом рассматриваемых объектов является возможность употребления продукта вместе с покрытием. Также, съедобная упаковка может быть удалена, поэтому материалы, используемые при изготовлении покрытий должны соответствовать общим гигиеническим требованиям.

Экспериментальная часть

Объектами исследования в данной работе выступали: пищевые и модифицированные крахмалы; пленкообразующие растворы; производное хитозана и непосредственно пищевые покрытия.

В работе использовался органолептический метод, при котором оценивались: внешний вид, цвет, запах у производного хитозана и пленкообразующих растворов визуально. У различных видов крахмалов дополнительно оценивается вкус.

У готовых покрытий оцениваются аналогичные показатели [2, 3]. Используется балльный метод, в соответствии с разработанной шкалой, представленной в «Результаты и их обсуждение».

Метод определения липкости был использован по ГОСТ ISO 11036, но в нашей модификации. Согласно ГОСТ ISO 11036 [4] липкость определяется путем помещения образца в ротовую полость и оценке числа движений, которые будут использованы для разрушения пробы. В нашем исследовании липкость готовых покрытий определялась визуально сравнительной оценкой прилипаемости поверхности покрытия.

Результаты и их обсуждение

Первым этапом было изучение взаимодействия различных видов крахмалов со стабилизирующими системами и получение покрытий.

Было исследовано различное число вариаций различных видов крахмалов со стабилизационными системами. Крахмалы, которые использовались: кукурузный и картофельный, пищевой и модифицированный, заварной и холодного набухания марок GLETEL и GLETOGEL.

В качестве стабилизационных систем использовались: ксантановая смола; олеиновая и стеариновая кислоты; гидрофобин, который был выделен из *Trichoderma viride* в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете)».

Были приготовлены смеси для пищевых покрытий – получали раствор крахмала, добавляли желатин и стабилизационные системы. Концентрации стабилизационных систем рассчитывались в зависимости от массы пленкообразующих веществ.

Высушивание проводилось при температуре 35 °С. Максимальный срок экспозиции составлял 72 часа. В течение этого времени покрытия проверялись на «готовность». Для высушивания использовался термостат с принудительной конвекцией воздуха. Метод нанесения покрытия – наливом объемом 15 мл³ в чашки Петри.

В данном исследовании использовалось 2 вида крахмала по способу получения раствора – заварной и холодного набухания. Для получения заварного крахмала смешивали данный компонент с 50 мл дистиллированной воды и нагревали до 90 °С.

Для получения раствора крахмала холодного набухания, необходимое количество смешивали с 50 мл дистиллированной воды и оставляли для набухания в течение 1 часа.

Затем, в готовые растворы крахмала добавляли желатин, предварительно либо остудив заварной крахмал до 60 °С, либо подогреть до этой температуры крахмал холодного набухания. Общая масса желатина и крахмала была 2,5 г, а соотношение желатин : крахмал – 9 : 1. Такая дозировка была выбрана, опираясь на предыдущий опыт исследования пищевых покрытий [5]. Желатин добавлялся в каждый образец.

Стабилизационные системы вводились в смесь следующим образом. Олеиновая кислота добавлялась в количестве 5,5% и 10,9%. Стеариновая кислота – 0,5% и 1%. Ксантановая смола – 0,1% и 0,04%. Данные процентные концентрации были выбраны на основе рекомендаций производителя. Гидрофобин – 0,001% и 1%. Концентрация

данного вещества была выбрана на основе патента [6]. Лиофилизат представляет собой порошок коричнево-зеленого цвета с запахом сена. Перед применением гидрофобин растворили в 60% этаноле. Концентрации стабилизирующих систем рассчитывались в зависимости от массы пленкообразующих веществ.

Высушивание проводилось при температуре 35 °С. Максимальный срок экспозиции составлял 72 часа. В течение этого времени покрытия проверялись на «готовность». Для высушивания использовался термостат с принудительной конвекцией воздуха.

Метод нанесения покрытия – наливом объемом 15 мл³ в чашки Петри.

Далее проводилось исследование покрытий, приготовленных с разными видами пищевых и модифицированных крахмалов. Всего было приготовлено 189 проб съедобных пищевых покрытий в различных модификациях.

В результате данного исследования было выбрано 2 образца, которые подходят для дальнейшего исследования – крахмал ADM-N122 с гидрофобином в количестве 1% и крахмал BAW-N22 с гидрофобином с аналогичным количеством.

Образец с крахмалом ADM-N122 имела следующие органолептические характеристики – внешний вид покрытия – глянцевый. Покрытие хрупкое, легко отделяется. Цвет – прозрачный, запах и вкус отсутствуют. Липкость – отсутствует. Время экспозиции – 48 ч.

Второй образец, содержащий крахмал BAW-N22, имел также глянцевый внешний вид, но с включениями; прозрачного цвета с отсутствующими вкусом и запахом. Липкость также отсутствовала. Время выдержки – 72 ч.

Далее был проведен эксперимент по получению съедобных пищевых покрытий на основе производного хитозана. В данном исследовании использовалось производное хитозана, а именно – ТМАПХ (триметиламинобензолное производное хитозана); 2 вида крахмала со стабилизирующей системой, которые были признаны наилучшими. Также использовался глицерин (ЧДА, производства ЗАО «ВЕКТОН») в качестве пластификатора в количестве 30% от пленкообразующих веществ.

Органолептические показатели ТМАПХ: внешний вид – мелкодисперсный порошок; цвет – светло-желтый; запах – специфический. Данное вещество было получено в Институте высокомолекулярных соединений РАН города Санкт-Петербург.

Покрытия получали в соответствии с методикой, указанной ранее.

Всего было подготовлено 4 пробы, состав которых указан в таб. 1.

Таблица 1

Компонентный состав проб с использованием ТМАПХ

Компонент	№ пробы, количество компонента			
	1	2	3	4
ТМАПХ	0,1 г	0,1 г	0,1 г	0,1 г
Крахмал	0,25 г	0,25 г	0,25 г	0,25 г
Желатин	2,25 г	2,25 г	2,25 г	2,25 г
Гидрофобин	0,7 г	0,7 г	0,7 г	0,7 г
Глицерин	–	6,84 мл	–	6,84 мл

Продолжительность выдержки для всех образцов составляла 72 ч.

Для оценки органолептических показателей необходимо было разработать шкалу, согласно которой проводилась оценка качественных показателей съедобных пищевых покрытий. Было разработано 3 качественных уровня, которым соответствовали такие показатели, как: внешний вид, цвет, запах и вкус, липкость.

Качественному уровню 1 соответствовали следующие показатели. Внешний вид – мутное покрытие, неоднородное, много посторонних включений. Цвет – посторонний. Запах и вкус – присутствует. Липкость – отсутствует.

Для качественного уровня 2 внешний вид должен быть следующим: глянцевое или матовое покрытие, с небольшим количеством включений. Цвет – светло-желтый, запах и вкус – слабо-выраженные; липкость – незначительная.

Уровень 3 характеризует следующие показатели: внешний вид – глянцевое или матовое покрытие, без разводов, мути и включений. Цвет – прозрачный. Запах и вкус отсутствует, а липкость присутствует.

Органолептическая оценка проводилась группой экспертов, состоящей из 5 человек. Результаты представлены в таб. 2.

Таблица 2

Результаты органолептической оценки

№ пробы	Показатель	Оценка дегустаторов					Среднее значение
		1	2	3	4	5	
1	Внешний вид	3	2	2	3	3	2,6
	Цвет	3	3	3	3	3	3,0
	Запах и вкус	3	3	3	3	3	3,0
	Липкость	2	2	1	1	1	1,4
2	Внешний вид	3	3	3	3	2	2,8
	Цвет	3	3	3	3	3	3,0
	Запах и вкус	3	3	3	3	3	3,0
	Липкость	3	3	3	3	3	3,0
3	Внешний вид	1	1	1	2	2	1,4
	Цвет	3	3	3	3	3	3,0
	Запах и вкус	3	3	3	3	3	3,0
	Липкость	1	1	1	1	2	1,2
4	Внешний вид	1	1	1	1	1	1,0
	Цвет	3	3	3	3	3	3,0
	Запах и вкус	2	2	2	1	1	1,6
	Липкость	3	3	2	2	2	2,4

Профильная оценка образцов по органолептическим показателям представлена на рис. 1.

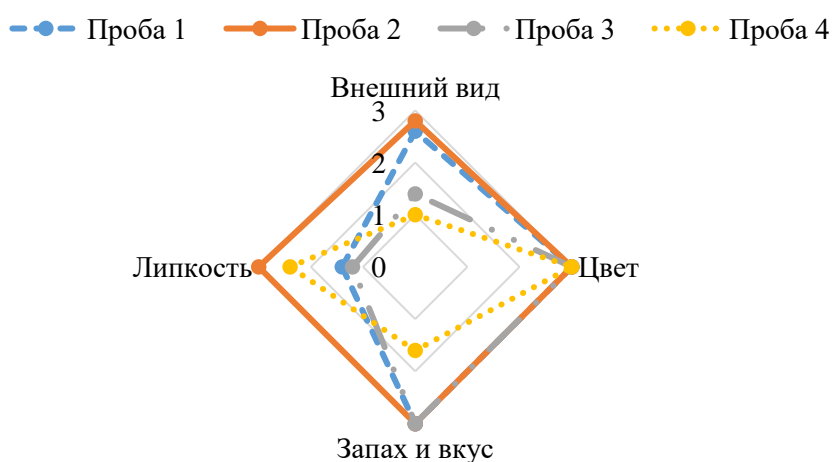


Рис. 1. Профильная оценка образцов пищевых покрытий

Исходя из данных профилограммы, можно сделать вывод о том, что наилучшими органолептическими показателями обладало покрытие, в состав которого входили следующие компоненты: ТМАПХ, крахмал ADM-N122, желатин, гидрофобин 1% и глицерин.

Данная работа подтверждает получение съедобного пищевого покрытия, в состав которого входит триметиламинобензольное производное хитозана, модифицированный кукурузный крахмал GLETEL ADM-N122, пищевой желатин, гидрофобин и глицерин. Система является многокомпонентной за счет того, что сыр представляет собой сложную биохимическую среду, и чтобы покрытие применялось по назначению, необходим именно такой состав. Соответственно, данное покрытие, согласно классификации, можно отнести к композиционным покрытиям.

Дальнейшие исследования будут направлены на совершенствование состава покрытия и изучение его структурно-механических свойств. Важно определить такие показатели, как: микроструктура, влагосодержание, прочность и удлинение при прокалывании, липкость инструментальным методом. Также будут изучены другие методы нанесения покрытия.

Литература

1. Parreidt T.S., Müller K., Schmid M., Alginate-Based Edible Films and Coatings for Food Packaging Applications // Foods. – 2018. – V.7. – N 170. – pp. 1 – 38.
2. ГОСТ ISO 6658-2016, Органолептический анализ. Методология. Общее руководство. – М.: Стандартинформ, 2016. – 21 с.
3. ГОСТ ISO 11037-2013, Органолептический анализ. Руководство по оценке цвета пищевых продуктов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
4. ГОСТ ISO 11036-2017, Органолептический анализ. Методология. Характеристика структуры. – М.: Стандартинформ, 2017. – 20 с.
5. Вахрамеев А.Н. Разработка состава экологически чистой пищевой упаковки на основе природных полимеров: вкр бакалавра: 223200.62.10. – СПб., 2015. – 82 с.
6. Патент 2476127 Российская Федерация, Аэрированные продукты с непрерывной жировой фазой / Алдред Д.Л., Крилли Д.Ф., Хоман Д.Э.; заявитель и патентообладатель Унилевер Н.В. – №0002476127; заявл. 27.02.2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/247/2476127.html>.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СУБМИКРОКАПСУЛ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Б.Ж. Муталиева¹, А.Б. Тлеуова², Г.М. Мадыбекова^{1,3}, А.С. Курманбаева⁴

1 – Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Респ., Казахстан

2 – Университет Химии и Технологии, г. Прага, Чехия

3 – Южно-Казахстанский государственный педагогический университет,
г. Шымкент, Респ. Казахстан

4 – Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,
г. Кокшетау, Респ. Казахстан

mbota@list.ru

Аннотация

В настоящем исследовании были проведены исследования таких структур, как субмикрокапсулы миглиола 812, стабилизированных наночастицами диоксида кремния, модифицированных олеиновой кислотой и хитозаном, выбранного в качестве полиэлектролита. На основе экспериментальных результатов триглицерида средней длины Miglyol 812 позволил получить стабильную эмульсию Пикеринга, которую можно применить для инкапсулирования различных веществ, и использование микрокапсул позволит снизить их воздействие на окружающую среду и повысить эффективность применения.

Ключевые слова

Микрокапсулирование, эмульсии Пикеринга, модифицированные дисперсии, диоксид кремния, наночастицы, олеиновая кислота.

Микрокапсуляция и контролируемое высвобождение различных активных веществ, например, сельскохозяйственных химикатов, могут помочь снизить токсичность инкапсулируемого агента, снизить их воздействие на окружающую среду и повысить эффективность применения [1]. Вот почему микрокапсуляция нашла широкое применение в сельском хозяйстве в качестве системы доставки активных веществ. Посредством микрокапсул различные микроорганизмы для защиты растений были микрокапсулированы, например, инсектициды [2–4], гербициды [5–8], фунгициды [9], эфирные масла пестицидов [10, 11]. Кроме того, микрокапсуляция микробных клеток [12] может помочь предотвратить стресс, вызванный окружающей средой, и повысить их стабильность [13, 14]. Технологии микрокапсулирования могут улучшить стабильность и остаточное действие биологически-активных веществ, и это может увеличить их использование на местах.

Таким образом, инкапсуляция является привлекательным методом, поскольку он улучшает стабильность клетки и толерантность к ингибиторам, увеличивает количество биомассы внутри реактора, и снижает затраты на восстановление клеток, утилизацию и дальнейшую переработку. Есть много исследований по микрокапсуляции активных ингредиентов с использованием нескольких методов, в том числе сушка распылением [15], простая коацервация [16], комплексная коацервация [17] эмульсионная экструзия [18] и закритическое осаждение жидкости [19]. Тем не менее,

эти методы пока не решают проблемы длительности применения, поскольку используемые капсулы являются до сих пор не достаточно надежными. Поэтому дальнейшие исследования должны быть проведены для того, чтобы найти методы, которые позволят обеспечить механическую прочность капсулы и надежное высвобождение.

Настоящее исследование имеет цель изучить потенциал эмульсий, в том числе эмульсий Пиккеринга, для сохранения эффективности различных биоцидов в отношении патогенной микрофлоры для применения в различных отраслях промышленности.

На данном этапе были проведены исследования таких структур, как субмикрокапсулы миглиола 812, стабилизированных наночастицами диоксида кремния, модифицированных олеиновой кислотой и хитозаном, выбранного в качестве полиэлектролита.

В случае использования олеиновой кислоты для модификации поверхности наночастиц кремнезема была использована процедура согласно [20]. Для приготовления эмульсий модифицированные дисперсии частиц диоксида кремния переносили во флакон, к которому добавляли воду, а затем липофильную фазу. Для дисперсий чистого масла 30% общего объема было маслом (Miglyol 812). Полученную смесь подвергали ультразвуковой обработке при 60 Вт для диспергирования масляной фазы в течение 10 мин, что приводило к молочной суспензии. Все измерения проводились при 25 °С.

На рис. 1 показан средний диаметр наночастиц кремнезема по интенсивности. Результаты соответствуют спецификации продукта. Можно увидеть только один пик с максимальным значением 20-30 нм.

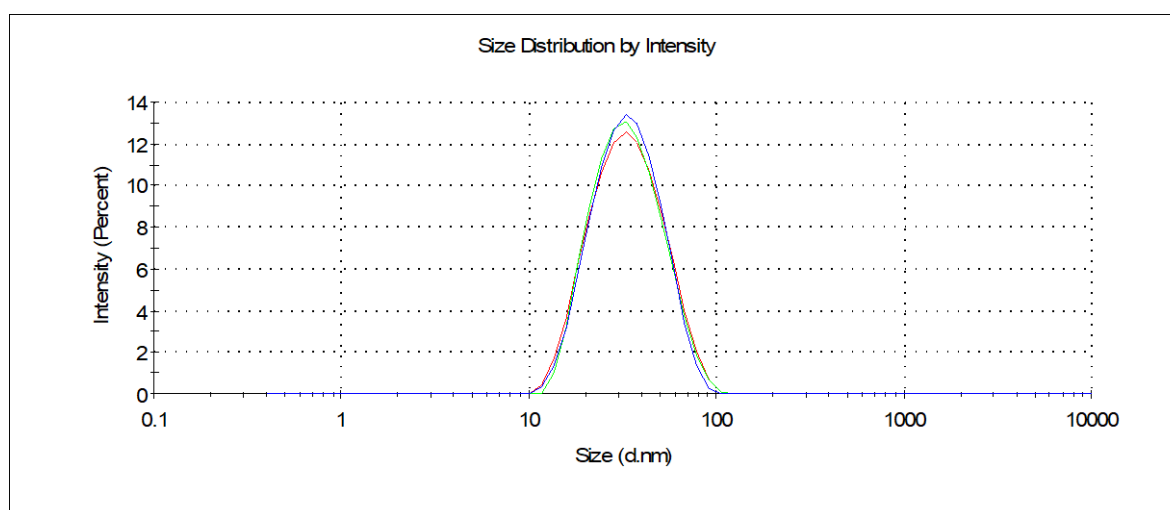


Рис. 1. Распределение размеров по интенсивности 5 мас. % дисперсии частиц диоксида кремния Ludox TM-40, нм

Эти частицы были модифицированы олеиновой кислотой. На рис. 2 представлены результаты распределения по размеру по интенсивности 5 мас. % дисперсии частиц диоксида кремния, модифицированных 12 мМ олеиновой кислотой. Измерения показывают, что появились еще два пика.

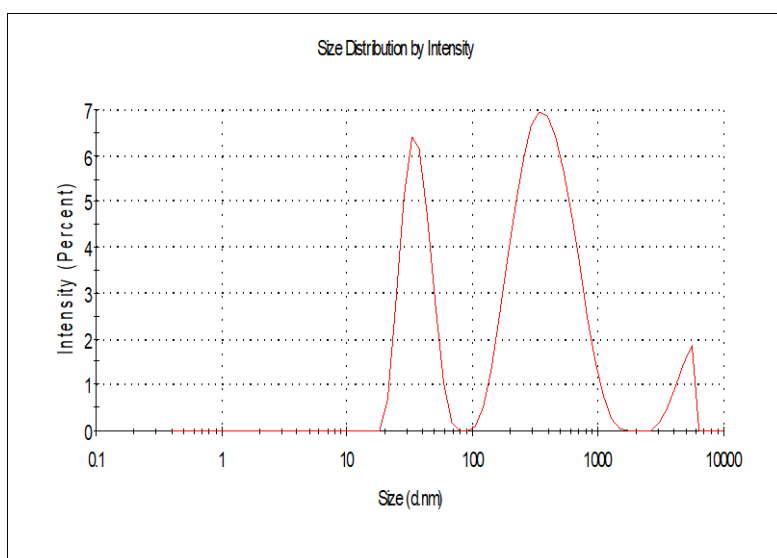


Рис. 2. Распределение размеров по интенсивности 5 мас. % дисперсии частиц диоксида кремния, модифицированных 12 мМ олеиновой кислотой, нм

Согласно результатам DLS, первый пик соответствует размеру 36 нм, второй – 418 нм, а третий – 4,7 мкм. Значение первого пика можно объяснить модификацией отдельных наночастиц кремнезема олеиновой кислотой, однако второй пик может представлять собой агрегаты модифицированных наночастиц. Существует третий пик диаметром 4,7 мкм, что, скорее всего, капельки олеиновой кислоты, которые были коагулированы до модификации наночастиц кремнезема. Это также может указывать на то, что все частицы диоксида кремния были модифицированы и имеется некоторое количество олеиновой кислоты, и можно уменьшить количество олеиновой кислоты.

Второй пик может представлять собой капли эмульсии, стабилизированные наночастицами оксида кремния, что можно увидеть на фотографии СЭМ (рис. 3).

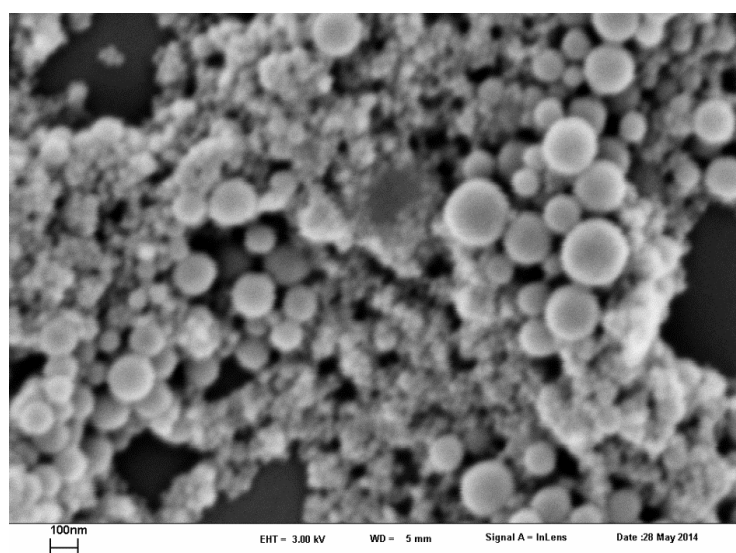
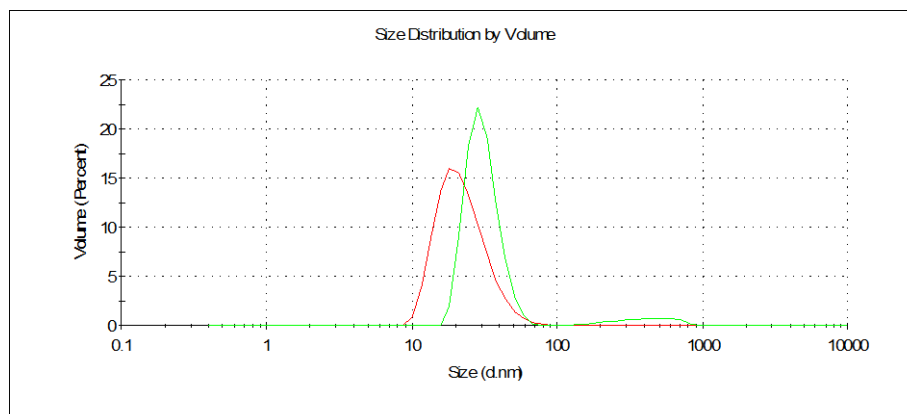


Рис. 3. СЭМ–фотография наночастиц кремнезема с модифицированной олеиновой кислотой, 100 нм

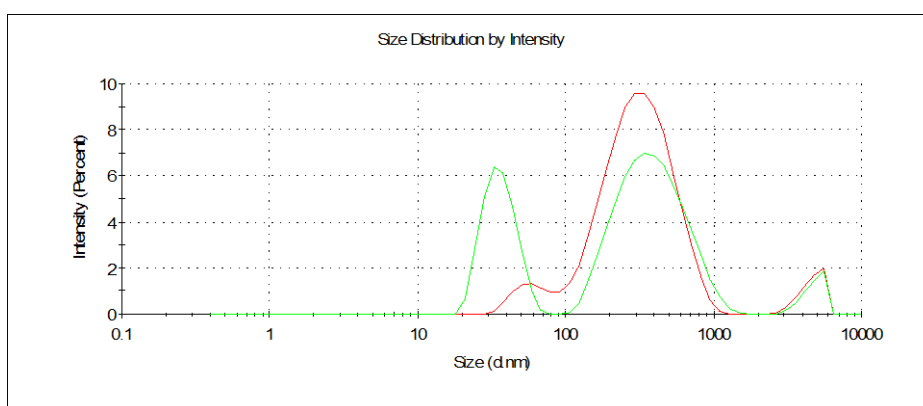
Однако результаты распределения размеров по объему показывают, что в случае модифицированных частиц числом частиц размером 418 нм и 4,7 мкм можно пренебречь из-за его чрезвычайно малого количества (рис. 4).



Красный – 5 вес. % дисперсии частиц кремния, зеленый – 5 вес. % дисперсий частиц кремния, модифицированных 12 мМ олеиновой кислоты

Рис. 4. Распределение размеров по объему немодифицированных и модифицированных частиц кремния, нм

Учитывая красную линию (наночастицы Ludox ТМ-40) и самый высокий выбор зеленой линии (частицы диоксида кремния, модифицированные 12 мМ олеиновой кислотой), можно видеть, что диаметр отдельных наночастиц кремнезема увеличился с 22 до 36 нм, что свидетельствует об успешности процесса модификации. Экспериментальные результаты показали образование однородной эмульсии белого цвета и среднего размера капель 350 нм. Сравнивая (рис. 5) размер частиц модифицированной двуокиси кремния (зеленая линия) с размером капельки эмульсии (красная линия) по интенсивности, можно ясно видеть, что число частиц с диаметром 36 нм значительно уменьшилось, между тем пик, соответствующий частицам с диаметр 300–400 нм., увеличился.



Зеленый – модифицированные частицы кремния 5% с 12мМ олеиновой кислоты;
Красный – Miglyol 30% субмикрочапулы, стабилизированные с 5 вес. % дисперсий частиц кремния, модифицированные 12 мМ олеиновой кислоты

Рис. 5. Сравнение частиц кремния, модифицированные 12мМ олеиновой кислоты и эмульсии, полученной при использовании этих частиц

Уменьшение количества липофильной фазы с 30% до 20% приводит к значительному увеличению пика размером 300–400 нм, что указывает на рост монодисперсности.

На основе экспериментальных результатов триглицерида средней длины Miglyol 812 позволил получить стабильную эмульсию Пикеринга, которую можно применить для инкапсулирования различных веществ, и использование микрокапсул позволит снизить их воздействие на окружающую среду и повысить эффективность применения.

Выражение признательности: Авторы выражают благодарность поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан проекта AP 05132810 “Научно-практические основы технологии микрокапсулирования биологически-активных веществ и принципиально новых стимуляторов развития растений с целью интенсификации производства сельскохозяйственной продукции”, а также международной программе Эразмус+ проекта «585761-EPP-1-2017-1-FI-EPPKA2-SVNE-JP Повышение компетентности в области устойчивого управления отходами при подготовке специалистов в вузах России и Казахстана / EduEnvi».

Disclaimer: "This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"

Литература

1. Shirley I.M., Scher H.B., Perrin R.M., Wege P.J., Rodson M., Chen J.-L., Rehmke A.W. Delivery of biological performance via micro-encapsulation formulation chemistry // *Pest Management Science*. – 2001. – V.57. – P.129–132.
2. Sims S.R., Appel A.G., Eva M.J. Comparative toxicity and repellency of microencapsulated and other liquid insecticide formulations to the german cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) // *Journal Of Economic Entomology*. – 2010. – V.103. – № 6. – P.2118–2125.
3. Bagle A.V., Jadhav R.S., Gite V.V., Hundiwale D.G., Mahulikar P.P. Controlled release study of phenol formaldehyde microcapsules containing neem oil as an insecticide // *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. – 2013. – V.62. – № 8. – P.421–425.
4. De Oliveira J.L., Campos E.V.R., Bakshi M., Abhilash P.C., Fraceto L.F. Application of nanotechnology for the encapsulation of botanical insecticides for sustainable agriculture: Prospects and promises // *Biotechnology Advances*. – 2014. – V.32. – P.1550–1561.
5. Faria D.M., Dourado Júnior S.M., do Nascimento J.P.L., da Silva Nunes E., Marques R.P., Rossino L.S., Moreto J.A. Development and evaluation of a controlled release system of TBH herbicide using alginate microparticles // *Materials Research*. – 2017. – V.20. №1. –pp. 225–235.
6. Garrido J.J., Cagide F., Melle-Franco M., Borges F., Garrido E.M. Microencapsulation of herbicide MCPA with native β -cyclodextrin and its methyl and hydroxypropyl derivatives: An experimental and theoretical investigation // *Journal of Molecular Structure*. – 2014. – V.1061. – P.76–81.
7. Sopena-Vázquez F., Morillo E., Villaverde J., Maqueda C. Reduction of pesticide pollution in agricultural soils by using controlled release formulations: Efficacy and persistence studies // *Fresenius Environmental Bulletin*. – 2008. – V.17. – №10B. – P. 1705–1710.

8. Undabeytia T., Sopena F., Sánchez-Verdejo T., Villaverde J., Nir S., Morillo E., Maqueda C. Performance of slow-release formulations of alachlor // *Soil Science Society of America Journal*. – 2010. – V.74. – №3. – P. 898–905.
9. Fernandes L.P., Turatti I.C.C., Lopes N.P., Ferreira J.C., Candido R.C., Oliveira W.P. Volatile retention and antifungal properties of spray-dried microparticles of *Lippia sidoides* essential oil // *Drying Technology*. – 2008. – V.26. – №12. – P.1534–1542.
10. Chung S.K., Seo J.Y., Lim J.H., Park H.H., Yea M.J., Park H.J. Microencapsulation of essential oil for insect repellent in food packaging system // *Journal of Food Science*. – 2013. – V.78. – P.E709–E714.
11. Devi N., Maji T.K. Neem seed oil: encapsulation and controlled release – search for a greener alternative for pest control. In: Stoytcheva, M. (Ed.), *Pesticides in the Modern World – Pesticides Use and Management*. – InTechOpen, 2011. – P. 191–232.
12. Schoebitz M., López M.D., Roldán A. Bioencapsulation of microbial inoculants for better soil–plant fertilization. A review // *Agronomy for Sustainable Development*. – 2013. – V.33. – P.751–765.
13. He X., Sun Z., He K., Guo S. Biopolymer microencapsulations of *Bacillus thuringiensis* crystal preparations for increased stability and resistance to environmental stress. – *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2017. – V.101. – P.2779–2789.
14. John R.P., Tyagi R.D., Brar S.K., Surampalli R.Y., Prévost D. Bio-encapsulation of microbial cells for targeted agricultural delivery // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2011. – V.31. – № 3. – P.211–226.
15. Shaikh J., Bhosale R. and Singhal R., “Microencapsulation of Black Pepper Oleoresin,” *Food Chemistry*, Vol. 94, No. 1, 2006, pp.105–110.
16. Lazko J., Popineau Y. and Legrand J., “Soy Glycinin Microcapsules by Simple Coacervation Method,” *Colloids and Surfaces B:Biointerfaces*, Vol. 37, No. 1, 2004, pp. 1–8.
17. Chang C.P., Leung T.K., Linc S.M. and Hsu C.C. “Release Properties on Gelatin-Gum Arabic Microcapsules Containing Camphor Oil with Added Polystyrene,” *Colloids and Surfaces B:Biointerfaces*, Vol. 50, No. 2, 2006, pp.5–20.
18. Yuliani S., Torley P.J., D'Arcy B., Nicholson T. and Bhandari B. “Extrusion of Mixtures of Starch and D- Limonene Encapsulated with β -Cyclodextrin: Flavour Retention and Physical Properties,” *Food Research International*, Vol. 39, No. 3, 2006, pp. 318–331.
19. Martín Á., Varona S., Navarrete A. and Cocero M.J., “Encapsulation and Co-Precipitation Processes with Supercritical Fluids: Applications with Essential Oils,” *Open Chemical Engineering*, Vol. 4, 2010, pp. 31–41.
20. Sadeghpour A., Pirolt F., Glatter O. Submicrometer-Sized Pickering Emulsions Stabilized by Silica Nanoparticles with Adsorbed Oleic Acid // *Langmuir*. – 2013. – №29. – P.6004–6012.

УДК 633

НАТУРАЛЬНЫЕ КРАСИТЕЛИ ИЗ МЕСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Б.А. Джамалдинова, И.У. Ушаева

Грозненский государственный нефтяной технический университет
им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

dbirlant@list.ru

Аннотация

В последние десятилетия во всем мире получило признание функциональное питание, т.е. использование натуральных продуктов, которые содержат ингредиенты, приносящие пользу здоровью человека. При выборе сырья функционального назначения важны такие аспекты как наличие в сырье биологически активных веществ, значительность запасов этого сырья в природе и возможность его промышленного использования.

Перспективным с этих позиций сырьем для получения натуральных красителей являются кизил и шелковица темных сортов, которые содержат не только красящие вещества, но и микронутриенты.

Ключевые слова

Функциональное питание, микронутриенты, антибиотическая активность, каратиноиды, антоцианы, флаваноиды.

Применение местного нетрадиционного растительного сырья является важным фактором мобилизации растительных ресурсов для питания человека. Разнообразие природных растительных ресурсов конкретного региона является профилактической основой сохранения здоровья населения.

Одним из главных факторов привлекательности пищевых продуктов является цвет и в совокупности с вкусовыми и ароматическими характеристиками определяют потребительские свойства продукции.

Сегодня пищевая промышленность широко применяет как натуральные так и синтетические красители, исходя из приоритетов, которые определяет для себя производитель. Выбрать яркие, стойкие и дешевые синтетические красители с побочными эффектами, влияющими на здоровье или природные, обладающими значительной физиологической и антибиотической активностью, но менее стойкие при хранении и более дорогостоящие.

Во всем мире, в том числе в высокоразвитых странах, давно опробированы и широко применяются такие синтетические красители как, например, тартразин E102 (желтый), солнечный закат E110 (оранжевый), понсо 4R E124 (клубничный), кармуазин E122 (малиновый) и др. Вместе с тем никто не станет оспаривать, что выделенные из натурального сырья красящие вещества оприори считаются безопасными для здоровья.

Некоторые натуральные пищевые красители или их смеси и композиции обладают биологической активностью, повышают пищевую ценность окрашиваемого продукта. Например, каратиноиды (желтые натуральные красители растительного происхождения) уже давно зарекомендовали себя как антиоксиданты. А β -каротин является к тому же провитамином А, который способен превращаться в организме человека в витамин А.

К веществам с витаминной активностью, обладающим к тому же и свойством красителя, относится рибофлавин (витамин В₂). В присутствии витаминов С и Р нейтрализуется разрушительное действие на сосуды антибиотиков, сульфаниламидных препаратов, антикоагулянтов, снижающих свертываемость крови [1–6].

Натуральные красители обычно выделяют из природных источников в виде смеси различных по своей химической природе соединений, состав которой зависит от источника и технологии получения, в связи с чем обеспечить его постоянство часто бывает трудно.

В настоящее время для производства в промышленных объемах реально используются бузина, черноплодная рябина и выжимки винных сортов винограда.

Перспективным направлением для создания натуральных красителей могут стать кизил и шелковица темных сортов, запасы дикорастущего сырья которых значительны в южных регионах страны, существует возможность их разведения в садовых условиях. Помимо наличия в своем составе красящих веществ, они обладают высокой пищевой ценностью, а именно содержат β-каротин, витамины группы В и С, биофлавоноиды, пектиновые вещества, имеют богатый минеральный состав (таб. 1).

Таблица 1

Химический состав плодов растительного сырья

Наз-ие	Белки	Углеводы	Клетчатка	Органические кислоты	Минеральные вещества						Витамины				
					Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	В ₁	В ₂	PP	С
Кизил (плоды)	1.0	9.7	1.5	2.0	32	363	58	26	34	4.1	–	–	–	–	25
Шелковица (плоды)	0.7	12.7	1.6	1.2	16	350	24	51	–	–	0.02	0.04	0.02	0.8	10

Природные красители, в том числе и модифицированные, чувствительны к действию кислорода воздуха (например, каротиноиды), кислот и щелочей (например, антоцианы), температуры, могут подвергаться микробиологической порче.

Синтетические красители обладают значительными технологическими преимуществами по сравнению с большинством натуральных красителей. Они дают яркие, легко воспроизводимые цвета и менее чувствительны к различным видам воздействия, которым подвергается материал в ходе технологического потока.

Авторы имеют определенный опыт работы по исследованию плодов кизила для получения из них порошкообразных полуфабрикатов для добавления в фруктовые начинки для карамели.

Для выбора наиболее рационального способа сушки плодов кизила нами рассматривались три способа: распылительная, ИК- и вакуум-СВЧ-сушки.

Целесообразность применения того или иного способа сушки определяли по следующим показателям: качество конечного продукта, максимальная сохранность пищевой ценности исходного сырья, продолжительность и экономичность.

Исследованию подвергались: целый плод кизила с косточкой, мякоть кизила без косточки и кизиловый сок, причем сушка кизилового сока осуществлялась в виде смеси с сахаром-песком или патокой. В ходе исследования были определены оптимальные режимы сушки и выбран наиболее рациональный способ с точки зрения качества конечного порошкообразного продукта и энергоемкости способа сушки.

Руководствуясь этими принципами были выбраны режимы комбинированной сушки плодов кизила в 2 этапа: ИК-сушка (240 мин, $t=85^{\circ}\text{C}$) и вакуум-СВЧ-сушка (12 мин, $t=60^{\circ}\text{C}$), также рекомендуется способ распылительной сушки смеси кизиловый сок:патока в соотношении массовых долей 1:2 и 1:3 получают порошки с влажностью 2,5 и 3 % соответственно. Причем при соотношении 1:2 кизиловый порошок получается интенсивно красного цвета, с ярко выраженным вкусом и ароматом свежего плода кизила, что позволило рекомендовать его в рецептуры кондитерских изделий как натуральный краситель и ароматизатор.

Была разработана структурная схема переработки плодов кизила с получением порошкообразного полуфабриката, исследованы органолептические, физико-химические и структурно-механические свойства порошкообразного полуфабриката (таб 2).

Таблица 2

Показатели качества показатели порошкообразных полуфабрикатов кизила

Наименование показателя	Порошкообразный полуфабрикат
Внешний вид	Сухая порошкообразная однородная смесь, допускается незначительное количество неплотно слежавшихся комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии
Вкус и запах	Свойственный вкусу и запаху исходного продукта
Цвет	Ярко-красный
Массовая доля влаги, % не более	10
Дисперсность частиц, мкм, не более	100
Массовая доля сахара, % не менее	44
Угол естественного откоса, град	38
Объемная масса, кг/м ³	731
Кислотность, град, не более	60
Вода, %	9,7
Общий сахар, %	44,2
Органические кислоты, %	12
Клетчатка, %	9
Пектин, %	4
Калий, мг/100 г	2178
Кальций, мг/100 г	348
Магний, мг/100 г	156
Фосфор, мг/100 г	204
Железо, мг/100 г	24,6
Марганец, мг/100 г	0,25
Цинк, мг/100 г	1,18
Витамин С, мг/100 г	150
Витамин В ₁ , мг/100 г	0,02
β-каротин, мг/100 г	1,17

Выполненная работа позволила получить порошкообразный полуфабрикат кизила высокой пищевой ценности и необходимыми структурно-механическими свойствами для обогащения кондитерских изделий.

В настоящее время нами ведутся исследования по созданию натуральных красителей из местного сырья, в качестве которого рассматриваются кизил и шелковица темных сортов. В состав этих плодов входят красящие вещества в основном антоцианы и близкие к ним полифенолы. Антоцианы, флавонолы наряду с каротиноидами обуславливают привлекательную естественную окраску плодов. Полифенольный состав плодов отличается количественными вариациями различных групп полифенолов (флаванолы и флавононы). У каждого вида плодов имеются сорта с выдающимся содержанием флаваноидов и оксикоричных кислот. Полифенольные вещества, будучи химически активными, нестабильны. Их окисление и дальнейшее превращение сопровождается изменением цвета и качества плодов при переработке, а у консервированных при хранении.

Основной недостаток антоциановых красителей в том, что они проявляются только в кислой среде (рН ниже 3.5) и нестабильность в продуктах при хранении.

Экспериментальная часть работы на ИК-фурье спектрометре должна дать реальную картину присутствия функциональных групп, характерных для конкретных красящих веществ и их концентрации, следующий этап установить наиболее рациональные способы экстракции красящих веществ и оптимальные условия их стойкости при хранении.

В состав современных пищевых продуктов входят различного рода синтетические пищевые добавки, в результате во все большей и угрожающей степени встречаются нарушение обмена веществ, аллергии и ранее неизвестные патологии, в том числе генетического характера. В связи с чем необходимо создавать пищевые ингредиенты природного происхождения и красители не составляют исключение. Особенно актуально применение натуральных красителей при создании новых видов продуктов, которым предстоит выдержать жесткую конкуренцию с отечественными и импортными аналогами.

Литература

1. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Пищевая химия. – СПб.:ГИОРД, 2004. – 640 с.
2. Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Яценко-Хмелевский А.А. Лекарственные растения (растения целители). – М.: Высшая школа, 1984. – 400 с.
3. Цыганова И.Э., Губина М.Д., Поздняковский В.М. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. – Новосибирск, 2002. – 178 с.
4. Соколов П.П., Прима В.М., Умаров М.У. Пищевые дикорастущие растения Чечено-Ингушетии. – Грозный: Чечено-ингушское книжное издательство, 1988. – 112 с.
5. Плотникова Т.В., Поздняковский В.М., Ларина Т.В., Елисеева Л.Г. Экспертиза свежих плодов и овощей. – Новосибирск: Сиб. универ. изд-во: Из-во Новосиб. ун-та, 2001. – 302 с.
6. Джамалдинова Б.А. Получение и применение полуфабрикатов дикорастущего сырья для обогащения кондитерских изделий. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Воронеж, 2007. – 22 с.

УДК: 60:604.4

СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В БОРОДАТЫХ КОРНЯХ *POTENTILLA ALBA* L

А.В. Заушинцена, Л.К. Асякина, С.В. Свиркова, М.А. Крысова

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

alexaz58@yandex.ru

Аннотация

В корнях лапчатки белой (*Potentilla alba* L.) содержатся важные для медицины биологические активные вещества (БАВ): урсоловая, эллаговая кислоты, рутин, агримониин, кахетины и др. Их содержание в корнях контрольных образцов содержится от 0,75 до 60,92 мг/г сухой массы. Агробактериальная трансформация вида позволяет первые три БАВ увеличить на 13,1–147,0%. Особенно характерно для урсоловой кислоты, которая ингибирует процессы ангиогенеза и может усилить апоптоз в клетках различных опухолей. Это открывает перспективы применения данного тритерпеноида для лечения онкологических заболеваний, особенно в комбинации с известными противоопухолевыми препаратами.

Ключевые слова

Лапчатка белая, трансформация, агробактерии, корни, биологически активные вещества (БАВ).

Лапчатка белая (*Potentilla alba* L.) известна своими лекарственными свойствами с XVIII века, но стала использоваться в официальной медицине во второй половине прошедшего столетия. Ценность представляют корни с корневищами и надземная часть растения. В биомассе растения имеется ряд биологически активных веществ, которые востребованы для регуляции работы щитовидной железы. В случае нарушения ее физиологических функций могут развиваться как хронические, так и острые заболевания: гиперплазия, тиреотоксикоз, микседема, гипотиреоидная кома, диффузный зоб и другие [5]. При нормальной функции гипоталамо-гипофизной системы железа не может в состоянии продуцировать необходимое количество гормонов. Причиной недостаточной функциональной активности железы могут быть врожденные повреждения эндокринного органа и воспалительные инфекции хронической формы, а также аутоиммунные процессы, проходящие в щитовидной железе. Они сопровождаются сбоями в работе эндокринной, сердечно-сосудистой и нервной систем человека.

Исследованиями многих ученых доказано, что подземные органы лапчатки белой содержат дубильные вещества, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, сапонины, фитостериновые соединения, аминокислоты и полисахариды [2, 3, 5, 7, 8]. Следовательно, фармакологическое изучение лапчатки белой актуально и может открыть новые резервы в ее более активном использовании через современные инновационные биотехнологии. При этом важное значение имеет достаточное наличие биоресурсов.

Цель исследования

Введение *Potentilla alba* в культуру *in vitro*, трансформация агробактериями для получения повышенного количества вторичных метаболитов.

В соответствии с поставленной целью реализуется проект на базе НИИ биотехнологии ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Методы исследования.

Растения и вызревшие семена лапчатки белой получили из личных коллекций садоводов Кемеровской области. В культуру *in vitro* ввели ее путем посева стерилизованных от внешней фитопатогенной инфекции семян на питательные среды Мурасиге-Скуга с половинной дозой азота и введением следующих гормонов: 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2 мг/л); индолил-уксусной кислоты (1 мг/л), гибберелиновой кислоты (1 мг/л), 6-бензиламинопурина (1 мг/л).

Трансформацию растения агробактерией штамма А4 провели в соответствии с методикой, разработанной Кузовкиной И.Н., Вдовитченко М.Ю. [4].

Определение биологически активных веществ проведено методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЖЭХ).

Результаты исследования

Исследование контрольного образца корней лапчатки белой, не подверженного трансформации и эксплантов, трансформированных агробактериями позволило установить существенные различия по содержанию биологически активных веществ (таблица).

Таблица

Содержание основных БАВ в этанольном экстракте корней лапчатки белой (*Potentilla alba*)

Компонент	Содержание (мг/г сухой массы)		Отклонение от контроля, %
	(контроль)	трансформанты	
Урсоловая	0,75	1,86	+ 147,0
Эллаговая	23,38	28,54	+23,4
Рутин	60,92	68,06	+13,1
Аgrimониин	3,39	0,41	- 12,1
Катехин	0,68	0,57	- 16,7

Урсоловая [10] кислота ингибирует процессы ангиогенеза и может усилить апоптоз в клетках различных опухолей [12]. Кроме того, урсоловая кислота ингибирует образование ароматазы [11]. Это открывает перспективы применения данного тритерпеноида для лечения онкологических заболеваний, особенно в комбинации с известными противоопухолевыми препаратами. В наших исследованиях установлено, что трансформация корней с помощью агробактерии штаммом А4 может повысить выход биологически активного вещества до 147%.

Эллаговая кислота представляет собой полифенольное соединение, для которого характерны антимикробная, противовирусная, противораковая, антиоксидантная и кардиопротекторная функции. Она входит в состав многих лекарственных растений и активно используется в решении проблем целого ряда тяжелых заболеваний [9]. Ее содержание превысило контрольный вариант на 23,4%.

Аgrimонин – высоко активный димерный полифенол, проявляет противоопухолевое воздействие [1, 4].

Рутин является гликозидом кверцетина и одним из наиболее известных и хорошо изученных флавонолов, которые широко распространены в растительном мире. Он положительно влияет на процессы метаболизма в организме и препятствует развитию ожирения. Особенность механизма действия заключается в активизации апоптоза клеток-предшественников жировой ткани. Также он может оказывать противовоспалительное действие и препятствовать развитию атеросклероза, способствует улучшению памяти [14, 13].

Катехины обладают сильной антиоксидантной активностью. Они подавляют действие свободных радикалов в биологических жидкостях человека. Если, например, в листьях зеленого чая их содержание очень высокое [6]. В наших исследованиях установлено, что содержание агримонина и катехина в трансформированных корнях ниже, чем в контрольном варианте на 12,1–16,7%.

Таким образом, в результате проведения трансформации ювенильных растений лапчатки белой изменено содержание вторичных метаболитов по отношению к контрольному варианту. Существенное повышение урсоловой кислоты, обладающей ингибиторными и апоптозными свойствами по отношению к опухолям, а также достоверное положительное значение эллаговой кислоты с неоднократно подтвержденными в клинической медицине антимикробными, противовирусными, противораковыми, антиоксидантными и кардиопротекторными функциями открывает хорошие перспективы использования лапчатки белой в фармакологическом производстве. Учитывая ее статус краснокнижного вида, практическое использование возможно на основе биотехнологических методов культивирования.

Финансовая поддержка исследования предоставлена Минобрнауки России в рамках выполнения работ ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», соглашение № 075-15-2019-1362 от 14.06.2019 (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57718X0285).

Литература

1. Баева / Автореф. дисс. ... д-ра наук – М., 2009. – 50 с.
2. Китаева М.В. Сравнительная характеристика видов *Potentilla L.* – *Potentilla alba L.*, *Potentilla recta L.*, *Potentilla rupestris L.* – в качестве продуцентов получения биологически активных веществ вторичного происхождения в условиях центральной агроклиматической зоны Беларуси / Китаева М.В., Кот А.А., Спиридович Е.В. // Бюллетень Брянского отделения РБО. – 2014. – № 1(3). – С. 67–70.
3. Королёва М.А., Акульшина Е.В. К микродиагностическим признакам травы репешка обыкновенного (*Agrimonia eupatoria L.*) / Королёва М.А., Акульшина Е.В. // «Наука молодых» (Eruditio Juvenium). – 2015. С. 103–110.
4. Кузовкина И.Н., Вдовитченко М.Ю. Генетически трансформированные корни как модель изучения физиологических и биохимических процессов корневой системы целого растения // Физиология растений. 2011. Т. 58. С. 787–797.
5. Литвицкий П.Ф. Патология эндокринной системы. Этиология и патогенез эндокриннопатий: нарушение функций щитовидной и паращитовидных желез /

- П.Ф. Литвицкий // Вопросы современной педиатрии. – 2012. – Т. 11. № 1. – С 61–75.
6. Хведелидзе В.Г., Бахтадзе М.Г., Каркашадзе Н.Н. Жидкий препарат комплекса катехинов чайного листа – контроль качества / Хведелидзе В.Г., Бахтадзе М.Г., Каркашадзе Н.Н. // Известия вузов, Прикладная биохимия и биотехнология. – 2012. – № 2(3). С. 104–106.
 7. Шериева (Тхамокова) Ф.К. Фармакогностическое изучение лапчатки белой – *Potentilla alba* L., интродуцированной на Северном Кавказе: дис. ... канд.фарм.наук: 14.04.02 / Шериева (Тхамокова) Фатима Кушбиевна. – Волгоград, 2015. – 121 с.
 8. European Pharmacopeia / European Directorate for the quality of medicines and healthcare. – 6-th edition, Supplement 6.5. – Council of Europe, Strasbourg, 2008.
 9. Ghasemzadeh A., Ghasemzadeh N. Flavonoids and phenolic acids: role and biochemical activity in plants and human. J. Med. Plants Res., 2011 5: 6697–6703.
 10. Hsu Y.L., Kuo P.L., Lin C.C. Proliferative inhibition, cell-cycle dysregulation, and induction of apoptosis by ursolic acid in human non-small cell lung cancer A549 cells // Life Sci. 2004. Vol. 75. N 19. P. 2303–2316.
 11. Jeong H.J., Chang L.C., Kim Ho K. Aromatase inhibitors from *Isodon excisus* var. *coreanus* // Medic. Chem. Natur. Prod. 2000. Vol. 23. N 10. P. 243 – 245.
 12. Kim D.-K., Baek J.H., Kang C.M. et al. Apoptotic activity of ursolic acid may correlate with the inhibition of initiation of DNA replication // Int. J. Cancer. 2000. Vol. 87. P. 629 – 636.
 13. Richetti, S.K., Blank M., Capiotti K.M., Piato A.L., Bogo M.R., Vian-na M.R., Bonan C.D. (2011) Quercetin and rutin prevent scopolamine-induced memory impairment in zebrafish, Behav. Brain Res., 217, 10–15.
 14. Tongjaroenbuangam W., Ruksee N., Chantiratikul P., Pakdeenarong N., Kongbuntad W., Govitrapong P. (2011) Neuroprotective effects of quercetin, rutin and okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in dexamethasone-treated mice, Neurochem.Int., 59, 677 – 685.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РОДИОЛЫ РОЗОВОЙ

А.В. Заушинцена, Е.Н. Брюхачев

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

alexaz58@yandex.ru

Аннотация

Родиола розовая обладает иммуномодулирующими, антиоксидантными, противоопухолевыми, ноотропными, антидепрессантными свойствами, имеет многофункциональное значение в использовании. Из растительного сырья приготавливают лекарственные препараты, косметологические средства, функциональные продукты питания для разных возрастных категорий населения. Нами изобретен сывороточный напиток, обогащенный биологически активными веществами родиолы розовой, в котором высокое содержание солидрозида, розавина и других БАВ, подтверждающих целевое назначение.

Ключевые слова: родиола розовая, адаптогенные, апоптозные, церебропротекторные, антиоксидантные, ноотропные, антидепрессантные, иммуномодулирующие свойства

Ареал родиолы розовой (*Rhodiola rosea*) ограничен территориями Северной Америки, России, Монголии, Китая, Великобритании, Ирландии, альпийскими горными лугами Альп, Пиренейских макрорельефов, Карпат. Для этих экологических зон характерен холодный и умеренный климат. В России данный вид можно найти в горных системах Урала, Алтае-Саянского региона, в заполярных районах Якутии, на Дальнем Востоке, побережьях Белого и Баренцевого морей. Благоприятны для роста и развития растений местообитания на высоте 1500 – 2700 м над уровнем моря с проточным увлажнением по береговым линиям естественных водоемов, на влажных лугах, галечниках, каменистых, щебнистых склонах [1].

Вид имеет многофункциональное значение. Он активно внедряется в декоративное озеленение [2], а связи с востребованностью в медицинской практике уже разрабатываются технологии плантационного выращивания в ботанических садах, научно-исследовательских центрах, в фермерских хозяйствах [5, 6].

Несмотря на то, что родиола розовая внесена в Красную книгу Российской Федерации, к ней не теряется научный интерес. Это связано с уникальными свойствами растений. В корневищах с корнями и в надземной части исследованиями ученых установлено 23 вещества различной природы, включая фенольные соединения, флавоноиды, флаволигнаны, фенилпропаноиды, монотерпены, стерины. В медицинских и фармакологических экспериментах активно изучаются свойства многих биологически активных веществ (салидрозид, галловая кислота, розавин, розарин и др.), эфирного масла и входящих в его состав монотерпеновых и алифатических спиртов, других компонентов [4,9].

В аптечной сети продают настойки и экстракты, обладающие адаптогенными свойствами, за счет которых стимулируются защитные свойства организма, улучшаются когнитивные функции, в том числе улучшаются память, работоспособность, смягчается воздействие неблагоприятных факторов на центральную нервную систему. В научной литературе есть сведения о

гепатопротекторных свойствах препаратов из родиолы розовой [3]. Это дает возможность получить эффективные лекарственные средства против заболеваний печени и, возможно, в ближайшем будущем, снизить уровень тяжелых заболеваний, связанных с этим кроветворным органом.

Большую часть населения очень волнуют проблемы герантологии, связанные с повышенной окислительной активностью у людей пожилого возраста. Известно, что в период старения в коже человека происходят неферментативные реакции между моносахаридами и аминокетонами белков, появляется избыток свободных радикалов и сахаров. Из-за этого замедляется обновление коллагенов, падает антиоксидантная функция организма. Установлено, что биологически активные вещества салидрозид и тирозол обладают высокой антиоксидантной активностью и могут быть использованы для получения целевого продукта на основе фитопрепаратов из родиолы розовой для регуляции данного процесса [7, 11].

Одной из очевидно уникальных функций метаболитов родиолы розовой является способность сохраняться в достаточном количестве во вновь разработанных новых продуктах для целевых групп населения с сохранением их положительного воздействия на организм. Так создан биопродукт из водного раствора родиолы, в котором присутствует в достаточном количестве солидрозид, обладающий УФ-протекторной активностью и слоевищ лишайника рода *Cladonia* из Якутии, который является источником Si, Fe, Mn, Se, которые необходимы для предотвращения болезней недостаточности. К этому стоит добавить эффект пролонгации положительных свойств и высокой отдачи каждого из видов [8, 10]. Это дает научное обоснование к использованию родиолы розовой в создании новых высокоактивных препаратов для профилактики и лечения тяжелых заболеваний, предпосылку для создания новых функциональных продуктов питания для целевых групп населения разного возраста, физической и интеллектуальной активности. В условиях проживания в промышленно развитых регионах это особенно актуально.

Цель исследования: разработка функционального продукта с использованием биологически активных препаратов родиолы розовой.

Условия и методы

Руководствуясь государственными стандартами и нормативными документами разработали технические условия, в которых учли содержание основных выбранных компонентов для создания сывороточного напитка, обогащенного биологически активными веществами родиолы розовой. Предварительно рассмотрели содержание более 20 патентов, имеющихся в патентной базе РФ, учли их недостатки и положительные результаты.

Определение биологически активных веществ в новом функциональном продукте проведено методами ВЭЖХ на следующем оборудовании, – разделение веществ на хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence с диодно-матричным детектором Shimadzu SPD20MA и рефрактометрическим детектором RID колонкой Kromasil C-18 250x4,6мм.

Результаты исследования

Настоящее изобретение относится к пищевой промышленности, а именно к молочной, и может быть использовано для производства функциональных продуктов.

Техническая проблема, на решение которой направлен разработанный способ, состоит в получении высокоэффективного продукта функционального назначения на основе творожной сыворотки.

Технический результат, достигаемый при реализации разработанного способа, состоит в повышении иммунитета, стрессоустойчивости, выносливости организма, также ускорении процессов восстановления сердечно-сосудистой системы и мышечной энергии.

Для достижения указанного технического результата предложено использовать разработанный способ производства напитка из молочной сыворотки, включающий сбор молочной сыворотки, внесение ингредиентов, перемешивание, пастеризацию при 75–80°C в течение 15–20 сек, розлив и охлаждение до температуры 4±2°C, причем в качестве растительного компонента использовали яблочный сок прямого отжима. Источником биологически активных веществ является концентрат лекарственного растения родиолы розовой. Для стабилизации структуры напитка внесен пектин, а добавление деионизированной воды в нужном количестве способствует улучшению органолептических свойств, при следующем содержании исходных компонентов (табл. 1).

Таблица 1

Содержание исходных компонентов (мас. %)

Творожная сыворотка	45-49
Сок яблочный прямого отжима	19-23
Сахар	3,0
Пектин	0,5
Концентрат родиолы розовой	0,1
Кислота лимонная	0,04
Деионизированная вода	остальное

Введение в рацион питания полученного функционального продукта способствует повышению иммунитета, стрессоустойчивости, выносливости организма, также ускоряются процессы восстановления сердечно-сосудистой системы и мышечной энергии. Благотворный эффект напитка достигнут за счет присутствия в нем следующих биологически активных веществ, входящих в состав концентрата родиолы розовой и сока яблочного прямого отжима (табл. 2).

Таблица 2

Биологически активные вещества родиолы розовой, идентифицированные в новом напитке

Компонент	Содержание, мг/%
Салидрозид	49,04
4-О-β-В-глюкопиранозид-п-кумаровой кислоты	12,01
п-Кумаровый спирт	7,23
Розавин	30,71
Розарин	0,995

Содержание исходных компонентов сывороточного напитка, обогащенного биологически активными веществами родиолы розовой соответствует принятым техническим условиям. Результат биохимического анализа отражает высокое содержание салидрозида и розавина. Первый из них обладая высокой антиоксидантной активностью может положительно отразиться на сохранении здоровья разных групп населения, в том числе. Пребывающих в условиях временного или регулярного стресса: спортсмены, подводники, военнослужащие, люди, связанные с тяжелыми условиями физического труда.

Розовин являются ценным сырьем для производства тонизирующих, адаптогенных и иммуномодулирующих лекарственных средств, обладает ноотропной активностью. Он используется чаще всего в приготовлении препаративных лекарственных средств для лечения нейродегенеративных заболеваний центральной нервной системы, например, ноотропные агенты, агенты для усиления умственных способностей, для лечения болезни Альцгеймера.

В целом, анализ научной литературы отражает достаточно глубокую и многоцелевую разработку функциональных свойств родиолы розовой, что предопределило разные направления в использовании растительного сырья данного вида. Разработанный в процессе эксперимента сывороточный напиток, обогащенный биологически активными веществами родиолы розовой, соответствует принятым техническим условиям и может быть полезен к употреблению.

Финансовая поддержка исследования предоставлена Минобрнауки России в рамках выполнения работ ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», соглашение № 075-15-2019-1362 от 14.06.2019 (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57718X0285).

Литература

1. Атлас лекарственных растений России // Под ред. Быкова В.А.–М., 2006. – 109 с.
2. Зудова О.В., Чередниченко М.Ю. Культивирование *in vitro* родиолы розовой (*Rhodiola rosea*) / Зудова О.В., Чередниченко М.Ю. // Труды Кубанского государственного аграрного университета им. Т.И. Трубилина, 2017. – № 67. – С. 60–63.
3. Кулагин О.Л., Куркин В.А., Царева А.А., Додонова Н.А. Применение фитопрепаратов родиолы розовой в качестве возможных гепатопротекторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12, № 1–8. С. 2065–2068.
4. Технология выращивания родиолы розовой (*Rodiola rosea* L.) в аридных условиях юга Средней Сибири: реком. / сост. Кравцова Л.П.; РАСХН, СРО НИИАП Хакасии. – Абакан: из-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2009. – 8 с.
5. Шарыгина Ю.М. Опыт выращивания родиолы розовой в ботаническом саду Марийского государственного технического университета / Шарыгина Ю.М. // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2004. – № 1. –С. 15–18.
6. Куркин В.А. Родиола розовая (золотой корень): стандартизация и создание лекарственных препаратов: монография. – Самара: ООО «Офорт»; ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России, 2015. – 240 с.
7. Calcabrini C. et al. *Rhodiola rosea* ability to enrich cellular antioxidant defences of cultured human keratinocytes // Arch. Dermatol Res. 2010. No.3. P. 191-200. Doi: 10.1007/s00403-009-0985-z.

8. Coenye T. et al. Eradication of *Propionibacterium acnes* biofilms by plant extracts and putative identification of icariin, resveratrol and salidroside as active compounds // *Phytomedicine*. 2012. Vol. 19, no. 5. P. 409–412. Doi: 10.1016/j.phymed.2011.10.005.
9. Dascaliu A. et al. Chemical composition of golden root (*Rhodiola rosea* L.) rhizomes of Carpathian origin // *Herba polonica*. 2008. Vol. 54, no. 4. P. 17 – 27.
10. Mao G.X., Xing W.M., Wen X.L. et al. Salidroside protects against premature senescence induced by ultraviolet B irradiation in human dermal fibroblasts // *Int. J. Cosmet. Sci.* 2015. Vol. 37, no. 3. P. 321–328.
11. Pulok K. Mukherjee et al. Bioactive compounds from natural resources against skin aging // *Phytomedicine*. – 2011. – No. 19. – P. 64 – 73.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 378.147

ИННОВАЦИОННЫЕ ОНЛАЙН-ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА EDUENVI

**А.А. Какабаев¹, И.Б. Фахруденова¹, А.С. Курманбаева¹, А.С. Евлоева¹,
А.А. Сапарбекова²**

1 – Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова,
г. Кокшетау, Респ. Казахстан

2 – Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
г. Шымкент, Респ. Казахстан

koksuprojects@mail.ru, almira.saparbekova2018@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрены новые технологии, которые используются в создании контента для онлайн-модулей обучения, а также приведены конкретные примеры использования тех или иных инструментов при формировании курсов онлайн-модулей в области управления отходами в рамках проекта EduEnvi.

Ключевые слова

Онлайн-обучение, инновационные технологии обучения, управление отходами.

Для Республики Казахстан переход к устойчивому развитию является насущной необходимостью, т.к. страна нуждается в развитии, удовлетворяющем потребности настоящего поколения и не ставящем под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности. Рост экономики за счет эксплуатации природных ресурсов может происходить только на определенном этапе. В современных условиях для роста и развития требуются более прогрессивные механизмы.

В Казахстане во всех населенных пунктах, особенно в крупных городах, остро стоит проблема сбора, хранения и переработки все возрастающих объемов коммунальных отходов. Основным методом обращения с отходами на сегодняшний день является размещение отходов на полигонах. При этом эксплуатация большинства полигонов и свалок коммунальных отходов в Казахстане не соответствует нормативным требованиям. Около 90% существующих в стране полигонов не соответствуют требованиям экологического и санитарного законодательства [1]. Только часть населенных пунктов республики охвачена услугами специализированных предприятий по сбору и вывозу отходов, а остальные оставлены без обслуживания.

Одним из основных факторов, влияющим на решение проблемы эффективного управления отходами в республике, является подготовка квалифицированных специалистов. Современные тенденции в сфере образования тесно связаны с онлайн-средой, например, применение в образовательном процессе информационных

технологий, внедрение дистанционного обучения и т.д. В настоящий момент, университеты пересматривают существующие методы обучения, находятся в поиске преимуществ контакта со студентами для того, чтобы в дальнейшем перераспределять ресурсы в пользу более эффективных методов обучения в сочетании с использованием онлайн-курсов в рамках образовательной программы [2]. Инновационные технологии важны в процессе онлайн-обучения, что обусловлено стремительным устареванием существующих профессиональных знаний и необходимостью их постоянного совершенствования. Одной из наиболее оптимальных форм современного обучения, в равной степени эффективного при получении основного и дополнительного образования, является дистанционная форма либо онлайн-обучение, называемая рядом исследователей образовательной системой 21 века. Так, в части совершенствования компетенций будущих специалистов в области управления отходами в 2018 г. запущен международный проект EduEnvi, основной идеей которого является подготовка конкурентоспособных специалистов в области управления отходами посредством разработки образовательных онлайн-модулей, размещении их на национальных онлайн-платформах, а также внедрении их в образовательные программы уровня магистратуры.

Проект объединяет специалистов пяти стран и направлен на повышение компетентности в области устойчивого управления отходами при подготовке специалистов в вузах России и Казахстана и интернационализацию образования. Координатором проекта является Финляндия (Университет прикладных наук Тампере), методическую помощь оказывают специалисты из Дании и Испании.

Помимо «живых» встреч, в ходе которых специалисты 6 университетов России и Казахстана знакомятся с новейшими европейскими педагогическими технологиями, а также совершенствуют свои навыки в формировании учебных планов, подборе средств обучения и критериев оценивания, работа в рамках проекта ведется с применением онлайн-технологий, например, программ, позволяющих проводить виртуальные встречи, так называемые вебинары. К слову, был организован масштабный вебинар с участием трех казахстанских университетов: Кокшетауского государственного университета имени Ш.Уалиханова, Казахского национального университета имени аль-Фараби, Южно-Казахстанского государственного университета имени М.Ауэзова. Участники встречи – преподаватели, студенты и магистранты, представители индустрии, а также стейкхолдеры – обсудили актуальные вопросы, касающиеся управления отходами, обменялись мнениями и пришли к обобщенным выводам.

Как было упомянуто ранее, работа в проекте строится на основе разработки восьми модулей, которые охватывают широкий спектр компетенций, необходимых для успешного управления отходами, начиная с введения в экологические риски и их оценки, заканчивая моделированием бизнес-процессов и управлением окружающей средой в целом. Сейчас разработчики контента заняты применением полученных знаний и навыков для формирования тематического плана дисциплин в рамках каждого из модулей, а также выбором и проработкой подходящих заданий и видов учебной деятельности, которые были бы наиболее эффективны в онлайн-среде, средств и критериев оценивания [3].

При разработке курсов будут использованы последние исследования, передовые методы и новейшие технологии в области устойчивого управления отходами. Повышение компетенций профессорско-педагогического состава в области устойчивого управления отходами позволит модернизировать существующие учебные планы и создать новые образовательные программы в области устойчивого управления отходами. Онлайн-платформа будет международной, полиязычной, и может быть использована в качестве непрерывной подготовки для лиц, занятых в отрасли по устойчивому управлению отходами. Проект предполагает более тесное сотрудничество вузов с промышленными предприятиями и интеграцию между университетами.

Останавливаясь на инструментах, которые могут быть использованы при внедрении онлайн-обучения, необходимо отметить их огромное множество, различную функциональность и широту возможностей применения: написание текстов и ведение блога, поиск необходимого контента, редактирование и создание изображений, инструменты для анкетирования и рассылок, создание списков при помощи менеджеров задач и планировщиков, использование интерактивных карт и т.д.

Так, в рамках работы над контентом будущих модулей, для ознакомления обучающихся с дисциплиной, ее структурой, компетенциями, был подобран специальный ресурс, позволяющий упорядочить всю необходимую для студента информацию – платформа canva.com, которая также может быть использована для обобщения информации студентами, презентации результатов деятельности в рамках групповой работы, проектной деятельности и т.д. (рис. 1).



Рис. 1. Пример использования платформы canva.com.
Краткая информация о дисциплине «Введение в экологические риски»

Для структурированной визуализации процесса или определенного маршрута, который студент должен будет пройти для освоения того или иного курса, а также для создания ментальных карт, фиксации результатов мозгового штурма, наиболее подходящим выступает сервис coggle.it (рис. 2)

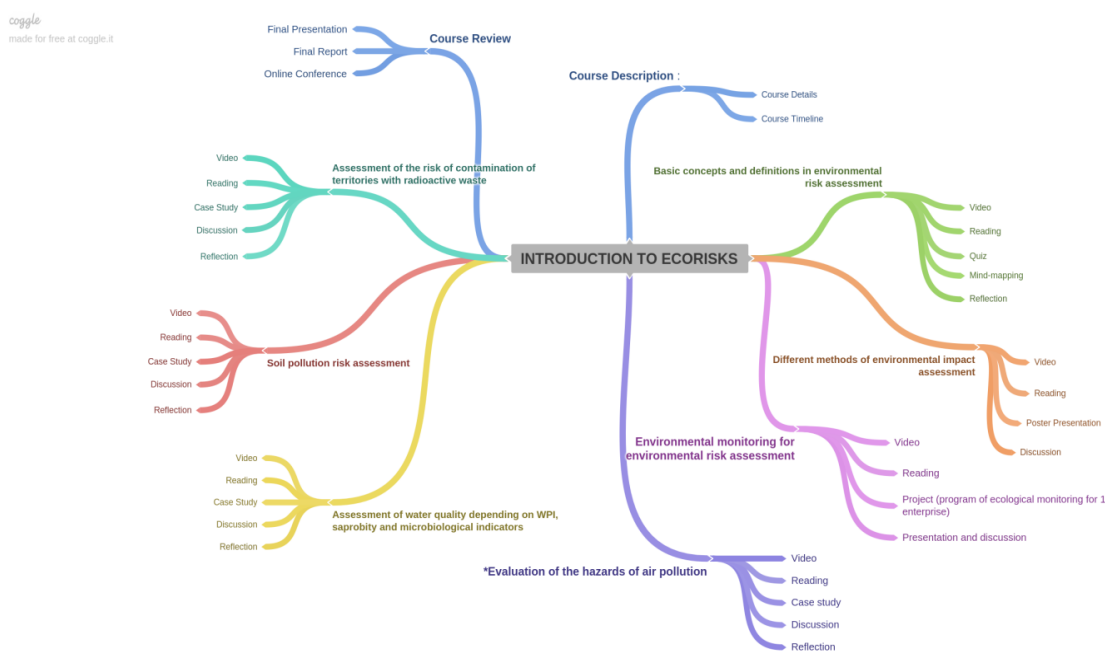


Рис. 2. Использование сервиса coggle.it для описания структуры дисциплины «Введение в экологические риски»

Таким образом, участие в работе подобных проектов имеет множество положительных сторон, таких как совершенствование навыков профессорско-преподавательского состава, обмен опытом, новый взгляд на существующие методы создания образовательного контента, распространение полученных знаний, а также повышение качества преподавания с использованием интерактивных методов обучения в работе. Полученный опыт будет полезен в дальнейшем внедрении дистанционного обучения и разработке набирающих популярность открытых онлайн-курсов. Несомненным достоинством проекта является также активизация совместной деятельности высших учебных заведений и промышленных предприятий по поиску наилучших алгоритмов рационального использования ресурсов, изыскание возможностей применения вторичного сырья в производстве и сокращения образования новых отходов.

Подготовка высококвалифицированных специалистов в области устойчивого управления отходами даст импульс развитию исследований в сотрудничестве с местными предприятиями и созданию инновационных технологий для повторного использования ценных компонентов из отходов и, таким образом, снижение использования природных ресурсов и сокращения образования отходов на производствах.

Данная работа выполнена в рамках проекта: «Повышение компетентности в области устойчивого управления отходами при подготовке специалистов в вузах России и Казахстана/EduEnvі» при финансовой поддержке программы «Эразмус+».

Литература

1. Официальный сайт Комитета по статистике <http://stat.gov.kz/>.
2. Вьюшкина Е.Г. Массовые открытые онлайн-курсы: теория, история, перспективы использования / Вьюшкина Е.Г. // Известия Саратовского университета. Серия: Философия. Психология. Педагогика. – 2015. – Том 15. – № 2. – с. 78–83.

3. Какабаев А.А., Курманбаева А.С., Фахруденова И.Б. Внедрение электронного обучения и повышение компетентности в области устойчивого управления отходами в рамках проекта EduEnvi // Материалы международной конференции «Интернационализация высшего образования: опыт реализации совместных европейских проектов». – 2018. – с. 24–29.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. Назарова, Н.В. Курникова, Н.Р. Молодкина, Р.Ф. Юльметова, О.И. Сергиенко

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

naz.nastasya@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрена проблема загрязнения отходящих газов кондитерских производств вредными веществами с неприятными запахами. Предложен метод биологической очистки газов и изучены его виды. Подобраны бактерии, разлагающие вещества терпенового ряда.

Ключевые слова

Биофльтрация, биоскруббер, очистка газов, кондитерское производство, биологическая очистка, ароматизаторы, терпены, биодеструкция, микроорганизмы.

Предприятия кондитерской промышленности не являются основными загрязнителями атмосферы, однако, находясь в черте города, оказывают влияние на состояние атмосферного воздуха за счет выбросов пахнущих веществ [1]. Особенностью рассматриваемых газо-воздушных выбросов является наличие специфического запаха ароматических соединений, используемых на предприятии, несмотря на наличие очистных сооружений. Известно, что при нахождении в воздухе нескольких загрязняющих веществ, вызывающих неприятные ощущения, обоняние человека воспринимает присутствие лишь одного газа, обладающего самым сильным запахом, так как остальные газы он маскирует. Присутствие даже незначительных концентраций этих веществ в воздухе вызывает головокружение, головные боли и даже невралгию. При высоких концентрациях оказывают влияние на почки, вызывая такие заболевания, как нефриты, пиелонефриты [2].

Существуют различные методы нейтрализации запахов отходящих газов кондитерских производств, а именно: термический и термокаталитический, метод абсорбции и адсорбции, газофазная обработка. Термический и термокаталитический методы основаны на процессах деструкции и окисления загрязняющих веществ кислородом воздуха при высоких температурах с использованием специальных катализаторов [3]. При газофазной обработке в газозадушные выбросы вводится озон или специальные вещества, которые нейтрализуют запахи [4]. При абсорбционном методе производится промывка газов жидкими поглотителями, например, водными растворами щелочей, кислот, окислителей [5]. При адсорбции неприятно пахнущие вещества поглощаются твердыми сорбентами [6]. Однако перечисленные методы требуют наличие определенных химических реагентов и катализаторов. И, кроме того, в результате такой очистки появляются продукты, которые становятся источниками вторичных загрязнений [7]. В связи с этим большие перспективы имеет биологическая очистка. Принцип биологической очистки отходящих газов основан на том, что микроорганизмы воздействуют на соответствующие органические вещества с трансформацией их в безвредные соединения [8].

В настоящей работы изучалась возможность использования биологического метода для доочистки газо-воздушных выбросов кондитерского комбината от летучих компонентов ароматизаторов (ЛКА).

Для достижения данной цели рассматривались следующие задачи: определение концентрации запаха, изучение состава газо-воздушной смеси кондитерского предприятия, рассмотрение возможности применения биологического метода для очистки воздуха от ароматических соединений.

На первом этапе необходимо было выявить наиболее мощные источники выбросов запаха, что было определено с помощью органолептического обследования источников.

Для определения уровня негативного воздействия запаха было проведено ольфактометрическое исследование источников запаха. Пробы запаха отбирались в пробоотборные пакеты. Пакеты для вакуумного пробоотборника изготавливаются из полиэтилентерефталата (ПЭТ, налофан). Данный материал подходит для отбора проб запаха, поскольку практически не адсорбирует органические вещества. Соединительные и пробоотборные трубки изготовлены из политетрафторэтилена.

Пробы, отобранные на исследуемых источниках (с 1 по 14), были подвергнуты ольфактометрическому анализу для определения концентрации запаха и инструментальному анализу с применением газоанализатора для измерения концентрации летучих компонентов ароматизаторов (ЛКА).

Результаты измерений приведены в таб. 1. Приведенные величины концентрации запаха и ЛКА представляют собой усредненные значения по трем пробам, также приведены концентрации ЛКА, применяемых в кондитерском производстве, взятые из проектной документации (ПД).

Таблица 1

Результаты ольфактометрического определения концентрации запаха в пробах, отобранных на источниках выбросов пахучих веществ

№ ист.	Наименование источника	Концентрация запаха, ЕЗ/м ³	Концентрация суммы ЛКА, отн. ед.	Концентрация ЛКА, мг/м ³ (ПД)
1	Цех глазирования № 1	1076	13,3	1,0
2	Цех глазирования №1	1322	8,4	0,97
3	Внутренний склад вкусовых добавок	5114	23,9	2,3
4	Цех глазирования №1	4894	16,1	2,3
5	Глазировочный барабан №1	412	-	1,3
	Глазировочный барабан №2	2021	10,8	
6	Цех смешивания и раскатки №1	7174	100,3	0,88
7	Цех глазирования № 2	1502	8,4	1,3
8	Линия производства леденцов	3143	12,8	1,4
9	Цех глазирования №2	2313	5,1	1,3
10	Производство драже	1307	2,7	2,2
11	Цех смешивания и раскатки пластов №2	23716	62,8	1,2
12	T1 Камеры охлаждения	9759	30,1	0,6
	T2 Помещения отстаивания	5349	19,7	
13	T1 Помещения отстаивания	1087	7,8	2,2
	T2 Линия производства	3161	75,3	
14	Производство конфет	4363	32,1	5,9

По результатам расчетов рассеивания загрязняющих веществ выявлено три источника (№ 11, № 12 и № 14), которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной и жилой зоны. Суммарная доля

этих источников составляет около 70 % (около 40% для № 11, порядка 20% для № 12 и порядка 10% для № 14). Вклад остальных источников варьируется от 0,4 % до 6,7 %.

Следующей задачей было определение состава ароматических соединений, используемых на источниках выбросов. Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа ароматизаторов, выполненного в соответствии с "Методическими рекомендациями по анализу объектов неизвестного состава методами: ГЖХ, ХМС, ВЭЖХ, ГХ/ИК/ФС, АЭ-ИСП, МС-ИСП" ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева" № 01–07, показали преимущественное содержание терпенов (лимонен, ментол) и бензальдегида.

Рассматривая возможность использования биологического метода очистки, дальнейшая работа была направлена на поиск микроорганизмов, способных трансформировать летучие компоненты ароматизаторов, а также изучение механизма трансформации этих веществ, результаты представлены в таб. 2.

Таблица 2

Виды микроорганизмов и механизм биотрансформации летучих компонентов ароматизаторов

Вид микроорганизма	Наименование компонента	Механизм трансформации
<i>Rhodococcus opacus</i>	d-лимонен	Биомасса из культуры глюкозо-толуольного хемостата превращает d-лимонен в транс-карвеол, который затем окисляется до карвона транс-карвеол дегидрогеназой [9]
<i>Pseudomonas putida</i>	Лимонен	Преобразует лимонен в п-мент-1-ен-6,8-диол и периллиловый спирт [10]
<i>Rhodococcus erythropolis</i> DCL14	Лимонен	Эпоксидгидролаза из <i>Rhodococcus erythropolis</i> DCL14 катализирует гидролиз лимонен-1,2-эпоксида до лимонен-1,2-диола [11,12]
<i>Thaueria terpenica</i> 21 Mol	Ментол	<i>Thaueria terpenica</i> 21 Mol превращает ментол в качестве источника единственного углерода. Механизм деградации включает в себя реакции окисления, приводящие к мент-2-енону, с последующей гидратацией и дополнительной стадией окисления [13]
<i>Castellaniella defragrans</i>	Лимонен	В качестве начальной стадии происходит кислород-независимое гидроксирование метильной группы лимонена до периллилового спирта с последующим окислением до перилловой кислоты [14]
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Бензальдегид	Биотрансформация бензальдегида в свободные клетки <i>L</i> -фенилацетилкарбинолби – дрожжевой эффект от β -циклодекстрина [15]

Для очистки отходящих газов рассмотрим три существующих биотехнологических решения: традиционные биофильтры, капельные биофильтры и биоскрубберы.

Биофильтры представляют собой открытые насыпные площадки, наполненные загрузочным материалом природного происхождения (торф, опилки, компост, куски коры и т.д.) [16]. Формирование микробного сообщества идет естественным путем на частицах наполнителя. Однако, загрузка природного происхождения слеживается с течением времени, что ведет к ухудшению эффективности очищения, а также могут служить средой обитания для микроорганизмов – антагонистов активной биомассы [17]. Кроме того, такой биофильтр требует увлажнения подающегося воздуха для наиболее полного извлечения загрязняющих веществ бактериями, что решается внедрением скруббера-увлажнителя газа. Среди недостатков традиционных биофильтров авторы [18] также отмечают отсутствие постоянной подачи жидкости в тело биофильтра и делают вывод, что наиболее эффективны такие биофильтры будут для очищения газов от гидрофобных и малорастворимых в воде соединений. Там же указывается на относительно небольшой объем извлечения загрязнителя (по сравнению с другими методами).

Конфигурация реактора капельного биофильтра в целом аналогична традиционному. Одними из главных отличий являются непрерывная подача жидкой капельной фазы и использование инертных загрузочных материалов – наполнителей. В капельных биофильтрах загрязненный воздух пропускается через колонку с наполнителем, в которой идет циркуляция жидкости [19]. Загрязнитель сначала растворяется в пленке жидкости, а затем захватывается микроорганизмами, растущими на поверхности наполнителя. Жидкость обеспечивает влажность, питательные вещества, контроль pH в биопленке и позволяет удалить ингибирующие продукты. В идеале, избыток биомассы удаляется также каплями жидкости, за счет чего достигается равновесие и стабильная работа биофильтра. Однако, на практике циркулирующая жидкость не справляется с избыточным ростом микробной массы [20], что приводит к увеличению гидравлического сопротивления, сокращению времени пребывания и к падению производительности. В крайних случаях реактор биофильтра закрывают и очищают. Некоторые авторы [17, 18] предложили свои варианты контроля роста популяции микроорганизмов при сохранении микробной активности. К ним относятся подбор размера и структуры наполнителя, ограничение подачи питательных веществ и добавление ингибиторов. Указывалась также возможность использования микробных хищников, таких как простейшие и нематоды.

Биоскрубберы для очистки газов характеризуются выделением 2 процессов: абсорбции летучих соединений в воду и биологической очистки воды в биореакторе. Отработанный газ подается в абсорбирующую колонку (рисунок 1) со слоем наполнителя и противотоком газа и воды, в которой загрязняющие вещества переводятся в водную форму. Газожидкостные абсорбирующие колонки предназначены для облегчения массопереноса из воздуха в жидкую фазу, тем самым уменьшая объем оборудования [21] и сохраняя гидравлическое сопротивление.

Вода после этого попадает в биореактор – резервуар с системой аэрации, содержащий активный ил, который участвует в процессе нейтрализации загрязнителей. Объем реактора намного больше, чем абсорбирующей колонки. Чтобы поддерживать микробную активность, в воду биореактора следует добавлять питательные вещества. Дополнительно можно добавить титранты для контроля pH водной фазы. Преимущества биоскрубберов по сравнению с биофильтрами: меньший объем оборудования, лучший контроль pH, более надежный и предсказуемый; нет проблем засорения упаковочных материалов, более низкая встречаемость токсичных концентраций в водной фазе [21].

Последние два пункта также являются преимуществами по сравнению с капельными биофильтрами. Среди недостатков отмечается необходимость удаления отработанного ила и недопущение периодов простоя.

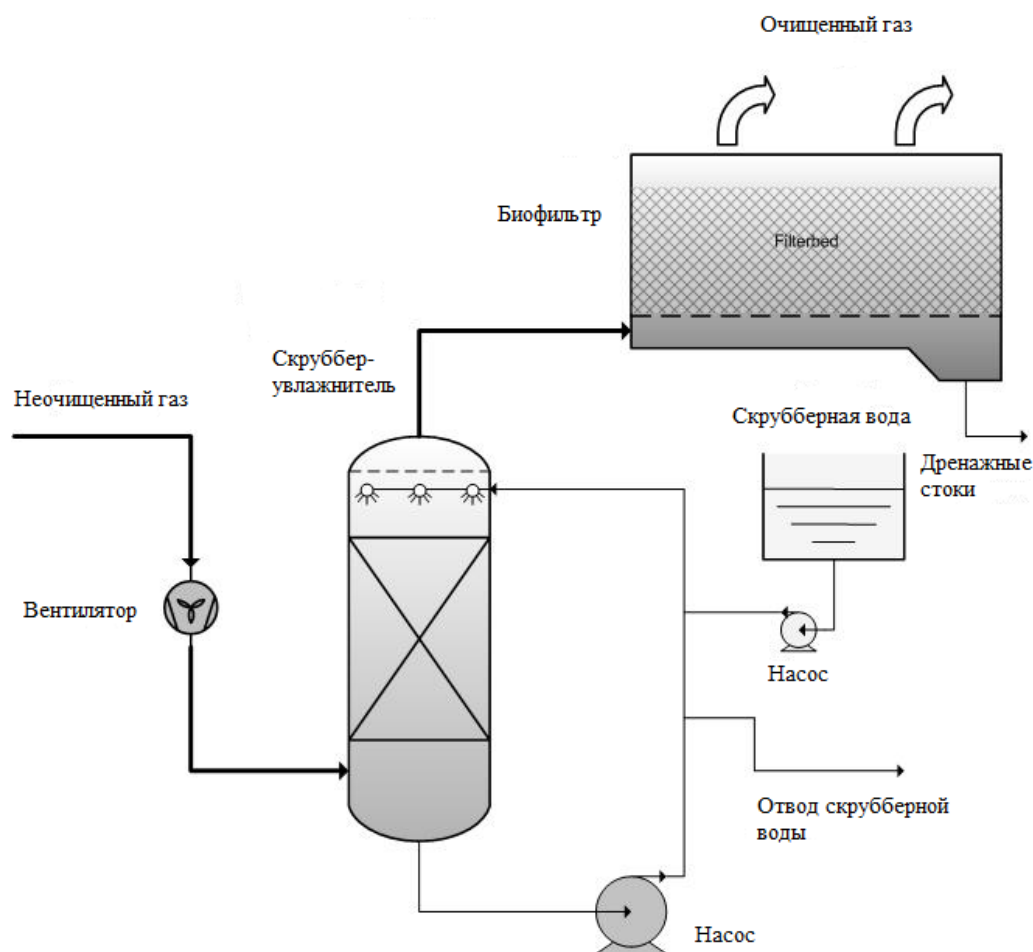


Рисунок. Схема биоскруббера

Заключение

В результате проведенных исследований выявлены источники летучих ароматических соединений кондитерского производства, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха терпенами и бензальдегидом. Подобраны штаммы микроорганизмов, способные трансформировать обнаруженные ароматические соединения в процессе биотехнологической очистки воздуха. Рассмотрены конструктивные и технологические особенности биотехнологических установок для очистки газовой смеси.

Полученные данные позволяют рассматривать метод биологической трансформации остаточных летучих компонентов ароматизаторов с помощью специальных штаммов микроорганизмов перспективным и обоснованным с точки зрения эффективности, безопасности и экономически оправданным.

Литература

1. Подчуфаров Е. Сладкая жизнь / Подчуфаров Е. // Родина. – 2003. – №3. – С.91-95.
2. Вредные вещества в промышленности. // Под ред. Лазарева Н.В. и Левиной Э.Н. – Т.1 – Л.: Химия, 1977. – 623 с.
3. Guoliang Liua, Manxuan Xiaob, Xingxing Zhangc, A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation // Sustainable Cities and Society 32. 2017. P. 375–396.

4. Hao Z.G., Su X.M., 2018, Determination and Distribution of Indoor Off-odor Pollutants, Chemical Engineering.
5. Zukeran, A., Chang, J.S., Berezin, A.A., & Ito, T. (1997). Control of ultrafine particles from incense smoke by air cleaning electrostatic precipitators. *Journal of Aerosol Science*, 28.
6. Xiao R., Mo J., Zhang Y., Gao D., 2018, An in-situ thermally regenerated air purifier for indoor formaldehyde removal, *Indoor air*, 28(2), 266–275.
7. Ren H., Koshy P., Chen W., Qi S., & Sorrell C.C. (2017). Photocatalytic materials and technologies for air purification. *Journal of Hazardous Materials*, 325, pp 340–366.
8. Asadi S., Hassan M., Nadiri A., & Dyla H. (2014). Artificial intelligence modeling to evaluate field performance of photocatalytic asphalt pavement for ambient air purification. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(14), pp 8847–8857.
9. Duetz W.A., Fjällman A. H. M., Ren S., Jourdat C., and Witholt B. Biotransformation of d-Limonene to (+) trans-Carveol by Toluene-Grown *Rhodococcus opacus* PWD4 Cells, *Appl. Environ. Microbiol* –2001.–No.67. – P. 2829–2832.
10. Chatterjee T., Bhattacharyya DK, Biotransformation of limonene by *Pseudomonas putida*, *Appl. Microbiol Biotechnol.* – 2001.–No.5, – P. 541–546.
11. Van der Werf, M. J., Orru, R. V. A., Overkamp, K. M., Swarts, H. J., Osprian, I., Steinreiber, A., et al. (1999a). Substrate specificity and stereospecificity of limonene-1,2-epoxide hydrolase from *Rhodococcus erythropolis* DCL14; an enzyme showing sequential and enantioconvergent substrate conversion. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 52, pp. 380–385.
12. Van der Werf M. J., Swarts H. J., and De Bont J. A. M. (1999b). *Rhodococcus erythropolis* DCL14 contains a novel degradation pathway for limonene. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, pp. 2092–2102.
13. Foss S., and Harder J. (1998). *Thauera linaloolentis* sp. nov. and *Thauera terpenica* sp. nov., isolated on oxygen-containing monoterpenes (linalool, menthol, and eucalyptol) and nitrate. *Syst. Appl. Microbiol.* 21, pp. 365–373.
14. Foss S., Heyen U., and Harder J. (1998). *Alcaligenes defragrans* sp. nov., description of four strains isolated on alkenoic monoterpenes ((+)-menthene, alphapinene, 2-carene, and alpha-phellandrene) and nitrate. *Syst. Appl. Microbiol.* 21, pp. 237–244.
15. Mahmoud W. M.; El Sayed A. H. M. M. and Coughlin R. W. (1990), Effect of b-Cyclodextrin on production of L-phenyl acetyl carbinol by immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnol. Bioeng.*, 36: (3), pp. 256–262.
16. Митин А.К., Николайкина Н.Е., Загустина Н.А. Моделирование процесса биологической очистки газа // Вестник ТГТУ, 2016. Том 22, № 1, С. 84–87.
17. Zagorskis A. Air Treatment Efficiency of Biofilter with Adsorbing Zeolite Layer / Zagorskis A., Baltrenas P. // *Ekologija*. – 2010. – Vol. 56, No. 1–2. – P. 72 – 78.
18. Kennes C. Rene, Eldon R. Bioprocesses for air pollution control // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* – 2009. – Volume 84, – Issue 10, P. 1419–1436.
19. Kennes C. Veiga, M.C (Ed.). *Bioreactors for waste gas treatment*. Springer, Dordrecht, 2001. 312 p.
20. Shareefdeen Z., Singh A. (Ed.). *Biotechnology for Odor and Air Pollution Control*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. 409 p.
21. Wang Lawrence K. (Ed.) *Biological Treatment Processes*. Humana Press, 2009. 833 p.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЯСКИ В ПИЩЕВЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Ю.А. Смятская, Ю. Павлушкина

Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

Makarovayulia169@mail.ru

Аннотация

В работе рассмотрено высшее водное растение ряска *Lemna minor*. Биомасса ряски используется для получения пектиновых веществ в результате гидролиза в подкисленном растворе. Остаточная биомасса ряски, которая образуется после извлечения пектиновых веществ, находит применение в качестве сорбционного материала для извлечения ионов тяжелых металлов (цинк, кадмий, свинец, медь) из модельных растворов.

Ключевые слова

Ряска *Lemna minor*, пектиновые вещества, сорбционный материал, тяжелые металлы.

Объектом исследования явилось высшее водное растение ряска *Lemna minor*, из семейства рясковых. Многолетнее растение, плавающее на поверхности стоячих водоемов, представляет собой маленькое зеленое листовидное тельце “листец”, 0,5 - 1 см в диаметре, от которого в воду отходит одиночный корешок.

В растении содержатся антоцианы, флавоноиды, 25% протеина, незначительное количество аскорбиновой кислоты, соли меди, брома, железа, магния, никеля, титана, цинка, ванадия, кальция, кремния, а также пектиновые вещества.

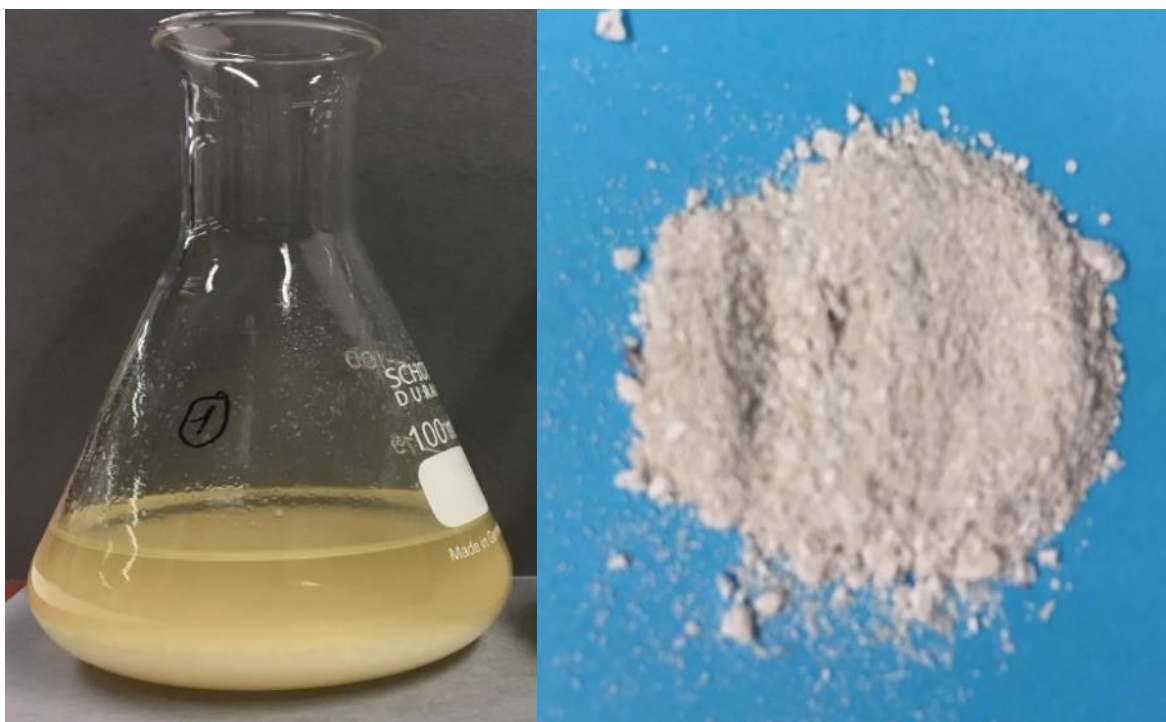
Пектиновые вещества (ПВ) находят всё большее применение в пищевой промышленности, практической медицине, фармакологии, биотехнологии. Слово «пектин» происходит от греческого слова «pectos» – «свернувшийся, застывший, упругий» [1]. Пектины входят в состав практически всех растений, являются их основными функциональными компонентами и характеризуются широким спектром физиологической активности. В литературе имеется много примеров получения пектиновых веществ из нетрадиционного сырья, например, из лекарственных растений [2-3], отходов растительного производства [4], свеклы, из хлопчатника и других источников. В настоящее время актуальной проблемой является получение пектинов из нетрадиционного сырья [5].

Способ получения пектинов из ряски *Lemna minor* осуществляется следующим образом. Ряску культивируют в лабораторных условиях в питательной среде, содержащей макро- и микроэлементы, при условии дневного освещения и подачи кислорода со скоростью 1,5 л/мин. Урожай ряски собирают и замораживают в условиях «шоковой» заморозки при температуре -25 °С.

После дефротизации растения были высушены до суховоздушного состояния и измельчены с помощью миксера для пробоподготовки. Глубокая заморозка растений обеспечивает дезинтеграцию растительной ткани и более полный выход пектиновых веществ.

Исходное сырье заливали гидролизующей смесью с рН 1-2, подкисленную лимонной кислотой в соотношении 1:50, и выдерживают на водяной бане при температуре 90 °С в течении 2 часов. Затем смесь отфильтровывали и осаждали

пектиновые вещества 96%-ным раствором этилового спирта в соотношении 1:3. Для более полного осаждения смесь помещали в лабораторный холодильник и выдерживали при температуре 2–4 °С в течении 12 часов. Затем раствор отфильтровывали через бумажный фильтр и полученный осадок высушивали на воздухе при комнатной температуре. Осадок измельчали в фарфоровой ступке до размера частиц 1–2 мм. Внешний вид пектиновых веществ приведен на рис. 1.



а б
Рис. 1. Вид ПВ: а – до сушки; б – после сушки

Полученные ПВ, были подвергнуты исследованию методом ИК- спектроскопии для идентификации, полученного вещества (рис. 2).

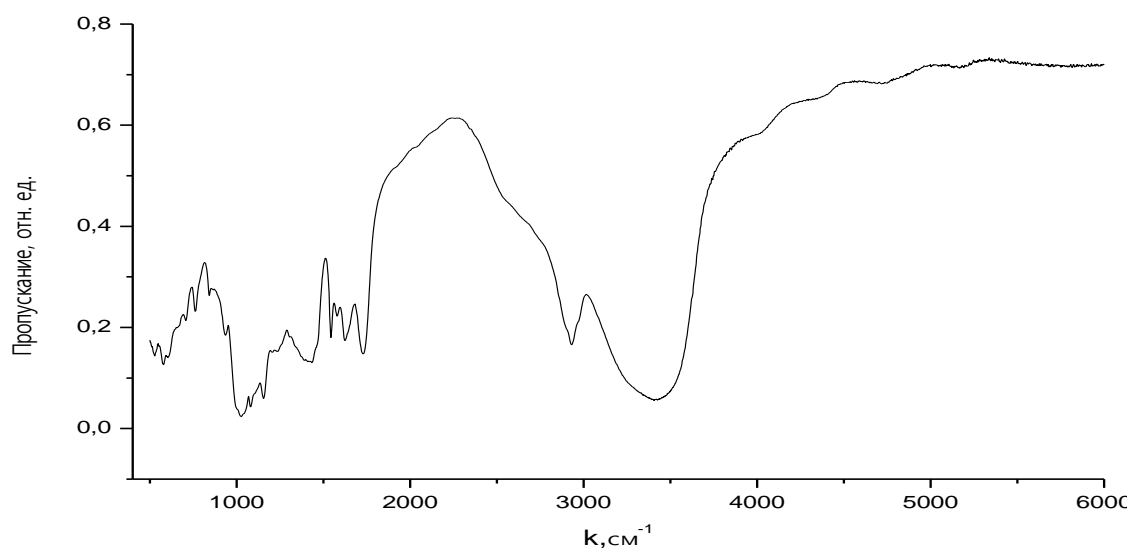


Рис. 2. ИК-спектры ПВ (в области от 400 до 6000 см – 1), полученных из биомассы ряски *Lemna minor*

Были определены частотные колебания и соответствующие функциональные группы. Анализ ИК-спектров пектинов и сопоставление их с литературными данными [6] и показали сходство этих ПВ с традиционными пектинами – свекловичный, яблочный, мандариновый.

Изучен качественный и количественный состав, полученных ПВ, который приведен в таб. 1.

Таблица 1

Состав полисахаридов в ПВ, полученных из ряски *Lemna minor*

Вещество	ПВ из ряски <i>Lemna minor</i> , мг/г
Целлобиоза	0,50
Глюкоза	3,90
Ксилоза	5,20
Арабинозы	2,60
Уксусная кислота	0,50
Левулиновая	0,50
НМФ	0,50
Фурфурол	0,50
Итого	14.2
Всего, %	1.42

Определение состава ПВ проводили методом газожидкостной хроматографии. Данные исследования проводились в лаборатории отходов и ресурсосбережения Гамбургского университета технологий (Германия, г. Гамбург).

После экстракции ПВ, остается остаточная биомасса, которую необходимо утилизировать. Нами предложено использовать остаточную биомассу в качестве сорбционного материала. Остаточная биомасса содержит целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнинсодержащие вещества, которые обуславливают сорбционные свойства. Было изучено значение рН на эффективность очистки модельного раствора.

Процесс сорбции проводили в два этапа, первоначально раствор с навеской сорбента подвергался перемешиванию на лабораторном шейкере OS-20 фирмы Biosan (Латвия) в течение 2 часов со скоростью $v = 250$ rpm, затем оставшееся время (22 часа) раствор был статичен. Необходимое значение рН довели растворами HNO_3 (7 %) и NaOH (7 %) и контролировали с помощью иономера лабораторного И-160МИ (ООО «Измерительная техника»).

По завершению сорбции остаточную биомассу ряски отделяли от раствора фильтрованием через обеззоленный фильтр «Синяя лента». Равновесную концентрацию ионов тяжелых металлов (ИТМ) (Zn(II) , Cd(II) , Pb(II) , Cu(II)) оценивали методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе TA-Lab производства НПП «Томьаналит», г. Томск по стандартной методике МУ 31-03/04 «Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца и меди методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА». Основные и рабочие растворы, содержащие ионы ТМ (Zn(II) , Cd(II) , Pb(II) , Cu(II)) готовили из ГСО ($C = 1$ мг/мл), а также из солей $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ по ГОСТ 4212-2016.

Было изучено влияние кислотности среды на полноту извлечения ионов металлов. Полученные результаты представлены в таб. 2.

Влияние значения рН на эффективность очистки модельных растворов

Сорбент	ИТМ	Значение рН до сорбции, ед. рН	Значение рН после сорбции, ед. рН	Сн, мг/л	Ср, мг/л	Э, %	
Остаточная биомасса ряски	Zn	2,03	4,49	14,9	7,5	49,7	
	Cd			16,7	8,4	49,7	
	Pb			15,5	5,3	65,8	
	Cu			15,0	4,9	67,3	
	Zn	4,02	7,66	16,8	3,4	79,8	
	Cd			16,8	3,5	79,2	
	Pb			12,9	3,1	76,0	
	Cu			17,2	5,0	70,9	
	Zn	6,04	7,76	20,0	0,3	98,5	
	Cd			18,2	1,2	93,4	
Pb	11,2			0,1	99,1		
Cu	8,0			0,08	99,0		

Установлено, что ионы кадмия, цинка, свинца и меди наиболее полно извлекаются при рН=6.

*Исследования проводили в рамках реализации Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» по теме проекта «Разработка и внедрение инновационных биотехнологий переработки микроводорослей *Chlorella sorokiniana* и ряски *Letmna minor*» (СОГЛАШЕНИЕ № 14.587.21.0038, от 17.07.2017 г.); уникальный идентификатор проекта RFMEFI58717X0038.*

Литература

1. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Донченко Л.В.: учебное пособие. – М.: ДеЛи, 2000. – 255 с.
2. Никитина В.С. Пектиновые вещества корней лопуха обыкновенного *Arctium lappa* L. и корней одуванчика лекарственного *Taraxacum officiale* Wigg. / Никитина В.С., Гайнанова Л.Т., Абдуллин М.И., Беспалова А.А. // Химия раст. сырья. 2012. № 2. С. 21–26.

3. Злобин А.А. Состав и свойства пектиновых полисахаридов зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum* L. / Злобин А.А., Мартинсон Е.А., Овечкина И.А., Дурнев Е.А., Оводова Р.Г., Литвинец С.Г. // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1, с. 33–38
4. Гелгай М.К. Инновационная технология пектина из вторичных сырьевых ресурсов переработки плодов кофе / Гелгай М.К., Донченко Л.В., Решетняк А.И. // Новые технологии, 2008. – № 6, с. 15–18.
5. Смятская Ю.А., Данильчук Н.Н. Получение пектиновых веществ из ряски *Lemna minor* методом Рэндалля// ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ. УРБАНИСТИКА Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием г. Пермь, 18-19 апреля 2019 г., с. 331–334/
6. Филиппов М.П. Инфракрасные спектры пектиновых веществ. / Филиппов М.П. – Кишинев: Штиинца, 1978. – 76 с.

УДК 504.75

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Н.О. Гордыгина, Р.Ф. Юльметова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

nadya.gordygina@mail.ru

Аннотация

Это исследование касается влияния электромагнитного излучения на здоровье живых организмов, потому что оно пронизывает различные области нашей жизни. Мозг был признан в качестве одного из органов, которые наиболее уязвимы для микроволнового излучения. Поэтому, в этой статье мы рассмотрели недавние исследования, которые изучали влияние электромагнитного излучения на мозг. Тем не менее, проблема с этими исследованиями состоит в том, что разными исследователями были использованы различные параметры, такие как частота, модуляция и плотность мощности излучения и время облучения для оценки микроволнового излучения на живые организмы. В результате, существующие данные демонстрируют плохую воспроизводимость и сопоставимость.

Ключевые слова

Электромагнитное излучение, здоровье живых организмов, нервная система.

Микроволны представляют собой электромагнитные волны с частотами в диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц. Микроволны широко используются в быту, промышленности, связи, медицинских и военных учреждениях. Поэтому микроволны обеспечивают значительный вклад в развитие человеческого общества. Тем не менее с их популяризацией все большее внимание уделяется влиянию на организм человека. Электромагнитное излучение может быть поглощено организмами, в которых оно вызывает ряд физиологических и функциональных изменений. Многие сложные электрические действия происходят в центральной нервной системе, включая обучение и память, которые поэтому уязвимы к электромагнитным излучениям. Кроме того, популяризация мобильных телефонов сделала данные устройства основным источником воздействия на мозг. Следовательно, центральная нервная система является одной из самых чувствительных органов, что является мишенью ЭМ-излучения [1, 2]. Большое количество исследований показало, что ЭМ-излучение может вызвать ряд побочных реакций в центральной нервной системе, включающий расстройство сна и нарушение памяти.

Микроволны широко используются в трансляции, коммуникациях и многих промышленных областях. Вещание: источники микроволн в основном – FM-радио и ТВ антенны, которые производят частоты в диапазоне от 80 до 800 МГц. Связь: микроволны приходят от мобильных телефонов, базовых станций, радиорелейных линий связи, беспроводных локальных сетей и многих других приложений. Частоты этих устройств приведены в таб. 1.

В промышленных областях экспозиция, как правило, профессиональная, и ее источники включают хирургическое и физиотерапевтическое использование диатермии, диэлектрический нагрев (т.е., нагревание и вулканизацию приложений),

микроволновые печи, медицинское диагностическое оборудование, радиолокационные, военные и научно-исследовательские микроволновые системы.

Таблица 1

Источник и частотный диапазон СВЧ

Источники излучений	Диапазон частот (МГц)
FM-радио и телевизионные радиовещательные антенны	80-800
Мобильные телефоны	453.5-1980.0
Мобильный телефон базовой станции	463.5-2170.0
Микроволновые ссылки	1000
Беспроводные телефоны	1880-1900
Наземное транкинговое радио	380-470
Bluetooth устройства	2450
Детские мониторы	40, 446, 864, 1900 и 2450
Беспроводные локальные сети	2400 и 5000
Интеллектуальные счетчики	900-1900 или 2400
Хирургическое и физиотерапевтическое	2450
Диатермия	2450 и 434
Микроволновые печи	915-2450
Радиолокационные системы	30-300,000

Влияние микроволнового излучения на центральную нервную систему

Отрицательные эффекты

Популярное внимание среди исследователей является поражение, которое ЭМ-излучение наносит на центральную нервную систему. Подобное излучение может ухудшить обучение и память живых организмов.

Водный лабиринт Морриса широко используется в опытах, связанных с ЦНС [3]. Этот классический метод часто используется для тестирования способности к обучению и развитию памяти после воздействия электромагнитного излучения.

Sareesh и др. [4] подвергают самцов крыс линии Вистар (10-12 недель) в глобальную систему мобильной связи (GSM) (900/1800 МГц). Мобильный телефон, который был в режиме вибрации (т.е. без мелодий звонка). В экспериментальных клетках на мобильный телефон поступали звонки. 50 пропущенных вызовов каждый день в течение 4 недель. Далее пространственные способности памяти у крыс тестировали. Результаты показали, что воздействие мобильного телефона негативно влияет на способность к пространственному обучению у крыс линии Вистар.

Ван и др. [5] подвергают крыс Wistar с 2,856 ГГц импульсного СВЧ поля в течение 6 мин. Результаты показали, что через 6 ч, 1 г и 3 г после облучения группы, в которых средняя плотность мощности 10 мВт/см² или 50 мВт/см² имели значительные дефекты в пространственном обучении и памяти.

Нейтральные эффекты

Лай и др. [6] поражали крыс микроволнами (500 имп, длительность импульса = 2 мс, а средняя скорость всего тела конкретного поглощения (SAR) = 0,6 Вт / кг) в течение длительности экспозиции = 45 мин. В результате выявилось значительное изменение: поведение крыс указывает, что микроволновое излучение повлияло на их рабочую память. Однако эти экспериментальные результаты нуждаются в повторных экспериментах [7-9].

Кассель и др. [8] подвергали крыс до 2,45 ГГц микроволн (2 мширина импульса, 500 имп и SAR, 0,6 Вт / кг) в течение 45 мин и обнаружили, что изменение в поведении, измеренные L_{a1} было больше связано с факторами, связанными с уклоном производительности, чем к пространственной рабочей памяти.

Cos-Queg и др. [7] также повторил эксперимент. Он обнаружил, что производительность лабиринта у крыс оставалась неизменной. У Кобба и др. [9] были получены аналогичные результаты.

Таким образом, Коске В. и др. [7] пришли к выводу, что различия в условиях экспериментов, ограниченность пространства существенно не влияют на результаты.

Заключение

С ростом популярности микроволновой технологии влияние ЭМ-излучения на организм человека стали причиной для беспокойства. Центральная нервная система распознается как система органов мишени, которая чувствительна к ЭМ-излучению. Тем не менее, на сегодняшний день, за исключением мощного микроволнового излучения, биологические эффекты остаются спорными. В эпидемиологии нет убедительных доказательств того, что микроволны имеют губительные эффекты. Одновременно с открытием, что микроволны имеют положительные биологические эффекты, предлагаются новые идеи для исследований в этой области. Результаты электроэнцефалография (ЭЭГ) и анализ структуры головного мозга после облучения также подтвердили влияние микроволн. Исследователи подробно рассматривали основные механизмы, с помощью которых электромагнитные излучения влияют на обучение и память живых организмов. Предыдущие исследования дали большой объем информации, и некоторый прогресс был достигнут в теории. Но до сих пор не в полной мере определены механизмы, и многие пункты до сих пор оспариваются. Самой большой проблемой в этих исследованиях является то, что они делались с различными параметрами. Такими как: частота, модуляция, плотность мощности и время, чтобы применить микроволновое излучение. Поэтому их повторная продуктивность и сопоставимость практически невозможны. Для того, чтобы определить точную связь между ЭМИ и его влиянием на биологические эффекты необходимо дальнейшее детальное исследование.

Литература

1. Vorobyov V, Janac B, Pesic V, Prolic Z. Repeated exposure to low-level extremely low frequency-modulated microwaves affects cortex-hypothalamus interplay in freely moving rats: EEG study. *Int J Radiat Biol.* 2010; 86, pp. 376–383.
2. Eliyahu I, Luria R, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N, Shani G. Effects of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans. *Bioelectromagnetics.* 2006; 27, pp. 119–126.
3. Morris R. Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat. *J Neurosci Methods.* 1984; 11, pp. 47–60.
4. Narayanan SN, Kumar RS, Potu BK, Nayak S, Mailankot M. Spatial memory performance of wistar rats exposed to mobile phone. *Clinics.* 2009; 64, pp. 231–234.

5. Wang H, Peng R, Zhou H, Wang S, Gao Y, Wang L, et al. Impairment of long-term potentiation induction is essential for the disruption of spatial memory after microwave exposure. *Int J Radiat Biol.* 2013; 89, pp. 1100–1107.
6. Lai H, Horita A, Guy AW. Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat. *Bioelectromagnetics.* 1994; 15, pp. 95–104.
7. Cosquer B, Kuster N, Cassel JC. Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter 12-arm radial-maze with reduced access to spatial cues in rats. *Behav Brain Res.* 2005; 161, pp. 331–334.
8. Cassel JC, Cosquer B, Galani R, Kuster N. Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter radial-maze performance in rats. *Behav Brain Res.* 2004; 155, pp. 37–43.
9. Cobb BL, Jauchem JR, Adair ER. Radial arm maze performance of rats following repeated low level microwave radiation exposure. *Bioelectromagnetics.* 2004;25, pp. 49–57.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКЕЛЕТОВ МОРСКИХ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЬЦИЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ

А.А. Орипова, Е.А. Овсяк, О.И. Сергиенко, Н.Б. Ульянов, У. Орипов

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

a.a.oripova@niuitmo.ru

Аннотация

Морские донные беспозвоночные подвержены накоплению тяжелых металлов и других загрязняющих веществ из окружающей среды, приводящее к невозможности их использования в качестве сырья в пищевых и фармакологических. Целью данного исследования являлось изучение накопления тяжелых металлов в панцирях и иглах морских ежей рода *Strongylocentrotus* для оценки безопасности применения данного сырья в производстве кальциевых препаратов для пищевых и медицинских целей. Выявлены высокие уровни накопления стронция в исследуемых образцах, свидетельствующие о неблагоприятной ситуации промысловых вод в отношении наличия подвижных форм стронция.

Ключевые слова

Морские беспозвоночные, морские ежи, *Strongylocentrotus Droebachiensis*, *Strongylocentrotus Purpuratus*, биологически активные вещества, кальций, тяжелые металлы, биоаккумуляция.

Морские беспозвоночные составляют собой примерно 60% всего разнообразия морских животных и являются богатыми источниками биологически активных соединений, биотехнологический потенциал которых все больше привлекает к себе научный и экономический интерес во всем мире. Биологические особенности, химический состав, механические характеристики донных беспозвоночных определяют большой интерес к ним в разных областях промышленности: из них получают пищевые продукты, они являются объектами промышленной переработки, источником получения биологически активных веществ и медицинских препаратов, кормов для животных, удобрений и др. К ним проявляется большой интерес в области химии, микробиологии и фармации.

Арктический регион России, включая Баренцево море – один из основных источников рыбных богатств (в том числе морских донных беспозвоночных), превосходящий по величине рыбных запасов другие морские регионы.

Наиболее часто встречающийся в Арктическом регионе род морских ежей *Strongylocentrotus*, относящийся к классу иглокожих (*Echinodermata*), является объектом активного промысла. Вылов морских ежей в основном производится с целью извлечения из них гонад. Гонады (икра) морского ежа употребляется в пищу, из неё выделяется большое количество ценных биологически активных веществ.

При всем богатстве и разнообразии арктические экосистемы являются наиболее хрупкими и уязвимыми в следствие климато-географических особенностей. Проблема рационального использования морских ресурсов возникла давно и заключается, в большом экономическом прессинге на основные промысловые виды гидробионтов. Рациональное природопользование предполагает комплексность при переработке природных ресурсов, что недостаточно применяется в области использования морских

донных беспозвоночных. Так, при добыче морских ежей, отходами являются в основном панцири и иглы, составляющие примерно 70% массы их тела и известные высоким содержанием уникальных биологически активных веществ различных классов, такие как белки, хиноидные пигменты, кальций [1–3].

Основным компонентом, образующим скелет морского ежа, является карбонат кальция: у вида *S. franciscanus* – 91,08% [4], *S. droebachiensis* – 90,77%, *S. intermedius* и *S. nudus* – 73,4% [5], род *Strongylocentrotus* – 83–90% [6]. Также в панцирях морских ежей содержится карбонат магния – у морских ежей рода *Strongylocentrotus* варьируется в пределах 2–14% [6, 7].

Карбонатный скелет морских ежей легко нейтрализуется с разложением и растворами органических кислот. Получающиеся при нейтрализации карбонатного скелета кальциевые соли органических кислот могут находить широкое применение в пищевой и фармацевтической промышленности. Кальций, выделенный из рассматриваемого сырья может служить добавкой к корму в животноводстве, а также основой для получения биологически активных добавок к пище (БАД) и функциональных продуктов питания.

Ввиду того, что морские ежи являются продуцентами биологически активных веществ, необходимо владеть информацией о загрязнении в местах обитания популяций. Морские донные беспозвоночные подвержены накоплению тяжелых металлов и других загрязняющих веществ из окружающей среды, что может привести к невозможности их использования в качестве сырья в выше описанных целях и к снижению их товарных характеристик.

Поэтому измерение содержания тяжелых металлов в панцирях и иглах морских ежей является важной составляющей в оценке безопасности использования сырья для выделения биологически активного кальция.

Целью данного исследования является изучение накопления тяжелых металлов в панцирях и иглах морских ежей рода *Strongylocentrotus* для оценки безопасности применения данного сырья в производстве кальциевых препаратов.

Для проведения исследования были отобраны пробы панцирей и игл зеленого *S. Droebachiensis* (10 представителей) и сиреневого *S. Purpuratus* (10 представителей) морских ежей рода *Strongylocentrotus* диаметрами 50–57 мм, выловленных в водах Баренцева моря летом и зимой 2017 года.

При проведении исследований по определению тяжелых металлов использовались два метода анализа: вольтамперметрия и капиллярный электрофорез [8, 9]. Метод капиллярного электрофореза также позволяет определять количественное содержание кальция и магния.

Полученные данные по содержанию тяжелых металлов в панцире и иглах исследуемых видов морских ежей представлены в таб. 1.

Таблица 1

Накопление тяжелых металлов в панцире и иглах исследуемых видов морского ежа, мг/кг.

Вид	Проба	Zn	Cd	Pb	Cu	Sr
<i>S. Purpuratus</i>	иглы	13.26±1.46	0.03±0.002	0.23±0.01	1.54±0.14	54000.00±4850.00
	панцирь	14.17±1.59	0.07±0.005	1.83±0.12	1.03±0.10	26153.85±1875.54
<i>S. Droebachiensis</i>	иглы	17.39±1.87	0.03±0.001	0.25±0.01	0.30±0.02	69565.22±5467.65
	панцирь	18.68±1.95	0.10±0.009	3.17±0.22	0.33±0.02	30825.22±2650.23

±SD, стандартное отклонение.

Согласно полученным данным, количественное содержание кадмия и свинца в исследуемых образцах соответствует нормативам допустимого уровня содержания токсичных элементов, предъявляемые СанПиН 2.3.2.1078-01.

Анализ образцов панциря и игл исследуемых видов морских ежей выявил наличие высоких концентраций стронция, магния и кальция (таб. 2).

Таблица 2

Накопление стронция, кальция и магния в панцире и иглах исследуемых видов морского ежа, мг/кг.

Вид	Проба	Sr	Ca	Mg
S. Purpuratus	иглы	54000.00±4850.00	760.00±68.45	7700.00±742.45
	панцирь	26153.85±1875.54	923.08±87.59	9230.77±894.73
S. Droebachiensis	иглы	69565.22±5467.65	857.25±74.14	7826.09±612.56
	панцирь	30825.22±2650.23	5095.65±479.83	10260.87±985.47

±SD, стандартное отклонение.

Количественное содержание магния в исследуемых образцах подтверждают уровни присутствия карбоната магния в панцире и иглах исследуемых видов [6, 7]. При этом, уровни накопления стронция в исследуемых образцах значительно превышают содержание кальция и магния, а количественное содержание кальция менее всего (рисунок).

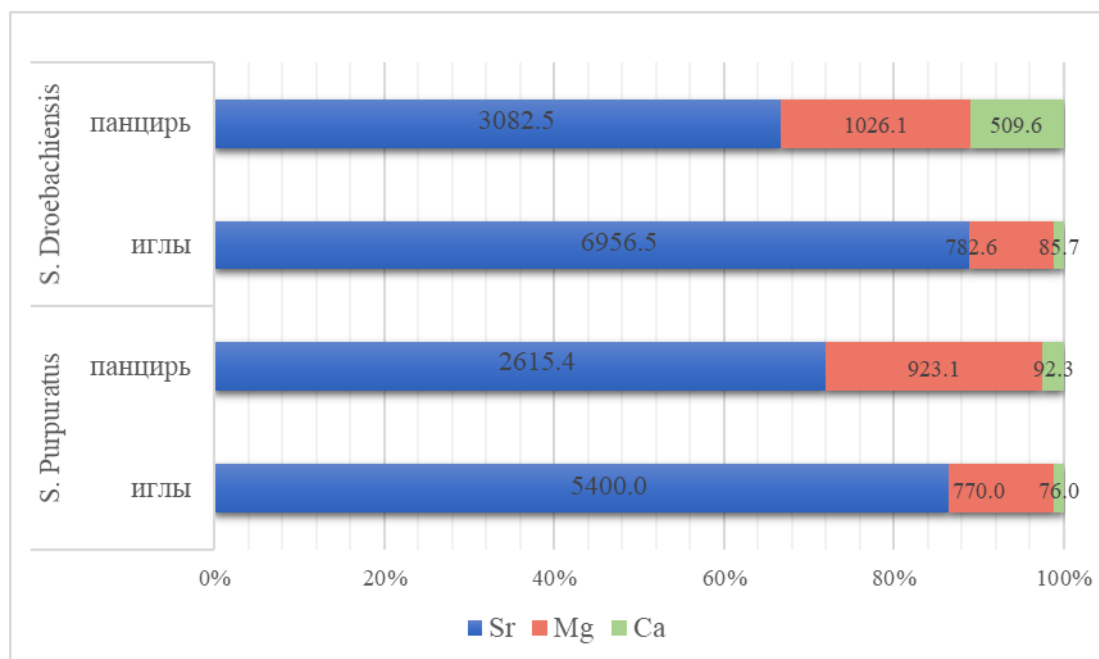


Рисунок. Нормированная диаграмма распределения стронция, магния и кальция в исследуемых видах морского ежа

Высокие уровни накопления стронция в образцах панциря и игл исследуемых видов морских ежей может быть обусловлен повышенной способностью стронция заменять катионы кальция в живых организмах: стронций после попадания в организм накапливается в нем и не выводится. Согласно имеющимся исследованиям, аккумуляция Sr в водных организмах тесно связана с концентрацией Ca, при этом

коэффициент накопления стронция обратно пропорционален концентрации кальция в воде [10, 11].

Таким образом, выявленные низкие уровни содержания кальция по сравнению с концентрациями стронция в образцах свидетельствует о неблагоприятной ситуации в водах промысла в отношении наличия подвижных форм стронция.

Полученные результаты исследования свидетельствуют о необходимости строгого регулярного мониторинга содержания стронция в водоемах промысла. Выявленные закономерности накопления стронция могут послужить научной базой для более эффективного контроля безопасности и обеспечения высокого качества получения кальциевых солей в пищевой и фармакологической промышленности и обеспечения высокого качества при использовании в качестве сырья морских донных беспозвоночных, в особенности морского ежа.

Литература

1. Руцкова Т.А. и др., Некоторые аспекты комплексной переработки иглокожих // Вестник к Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2014. – №. 1 (173). – С. 174–183.
2. Amarowicz R., Synowiecki J., Shahidi F. Sephadex LH-20 separation of pigments from shells of red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) // Food chemistry. – 1994. – № 51. – С. 227–229.
3. Y. Hou, et al., Marine shells: Potential opportunities for extraction of functional and health-promoting materials //Critical Reviews in Environmental Science and Technology. – 2016. – Т. 46. – №. 11-12. – С. 1047–1116.
4. Amarowicz R., Synowiecki J., Shahidi F. Chemical composition of shells from red (*Strongylocentrotus franciscanus*) and green (*Strongylocentrotus droebachiensis*) sea urchin //Food Chemistry. – 2012. – Т. 133. – №. 3. – С. 822–826.
5. Кадникова И.А., Рогов А.М., Ермаков А.А., Обоснование технологии экстрагирования пигментов из панциря морского ежа //Приволжский научный вестник. – 2013. – №. 10 (26). – С. 24–30.
6. Бажин А.Г., Степанов В.Г., Морские ежи семейства Strongylocentrotidae морей России. –Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. – 196 с.
7. Magdams U., Hermann G. Single crystal structure analysis of sea urchin spine calcites //European Journal of Mineralogy. – 2004. – Т. 16. – №. 2. – С. 261-268.
8. Yuanyuan Lu, Liang Xinqiang, Ch. Niyungeko, J. Zhou, Jianming Xu, T. Guangming, A review of the identification and detection of heavy metal ions in the environment by voltammetry//Talanta. – 2018. – № 178. – С. 324–338.
9. Zemann A., Rohregger I., Zitturi R. Determination of Small Ions With Capillary Electrophoresis and Contactless Conductivity Detection. Capillary Electrophoresis// Methods In Molecular Biology. – Humana Press. – 2018. № 384. – С. 3–19.
10. Крышев А.И., Моделирование загрязнения рыб ^{90}Sr в зависимости от концентрации кальция в воде // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2008. – том 48. – № 3. – С. 364–369.
11. Selda O.T., Nurşah A. Relationship of Heavy Metals in Water, Sediment and Tissue with Total Length, Weight and Seasons of *Cyprinus carpio* L., 1758 From Isikli Lake (Turkey) // Pakistan J. Zool. – 2012. – № 44(5). – С. 1405–1416.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ BIOWIN

М.Р. Мамедова, С.А. Болегенова, Н.Р. Мажренова,
Ж.К. Шортанбаева

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Респ. Казахстан

madinamamedova777@gmail.com

Аннотация

Сточные воды являются одним из основных загрязнителей окружающей среды. Для оптимизации очистки сточных вод необходимо использование новейших технологий. В данной статье рассмотрено применение программы «BioWin» для создания модели станции очистки сточных вод на примере конкретного предприятия Республики Казахстан.

Ключевые слова

Очистка, сточные воды, программа, модель, ил, микроорганизмы, аэробная система, безкислородный процесс.

Для разработки модели станции очистки сточных вод предприятия была использована программа «BioWin» компании EnviroSim. Данная программа позволяет оптимизировать, проектировать и модернизировать очистные сооружения всех типов.

Ядром «BioWin» является запатентованная биологическая модель, которая взаимосвязана с другими моделями процессов (например, модели химического состава воды для расчета рН, модели массопереноса для моделирования кислорода и других газожидкостных взаимодействий).

В этой статье рассматривается поэтапный процесс аноксической (безкислородной) и аэробной очистки сточных вод. Достоинством данного метода является то что, при обработке органических отходов микроорганизмами образуются диоксид углерода и новая биомасса. Аэробные микроорганизмы нуждаются в кислороде, поэтому воздух должен непрерывно циркулировать в резервуаре. Вытесняемый воздух из воздуховода или компрессора смешивается со сточными водами, где аэробные бактерии питаются отходами в воде.

Аэробные микроорганизмы могут действовать как автономные системы для предварительной очистки сточных вод, дополнительно устраняя биохимическую потребность в кислороде (БПК) и взвешенных веществах (ВВ).

Хотя аэробные системы требуют большего количества энергии для аэрации и производят больше ила, чем безкислородные системы, они играют большую роль в очистных сооружениях. Эти системы позволяют промышленным предприятиям соответствовать даже самым строгим экологическим требованиям, что позволяет безопасно сбрасывать сточные воды в грунт. Аэробная обработка также может быть использована специально для удаления азота и фосфора, которая также известна как система биологического удаления питательных веществ (БУПВ).

Биологическая очистка в аноксическом процессе происходит без свободного растворенного кислорода, где окисленные соединения нитрата и сульфата используются для стимулирования метаболических реакций [3].

На рисунке представлена модель станции очистки сточных вод, разработанная с помощью программы «Biowin».

В процессе используются нитраты, образующиеся в зоне аэрации, в качестве источника кислорода для факультативных бактерий в бескислородном бассейне.

Входящий поток сточных вод служат источником углерода для бактерий, рециркуляционные насосы транспортируют нитрат в качестве источника кислорода для бескислородной системы[1–2].

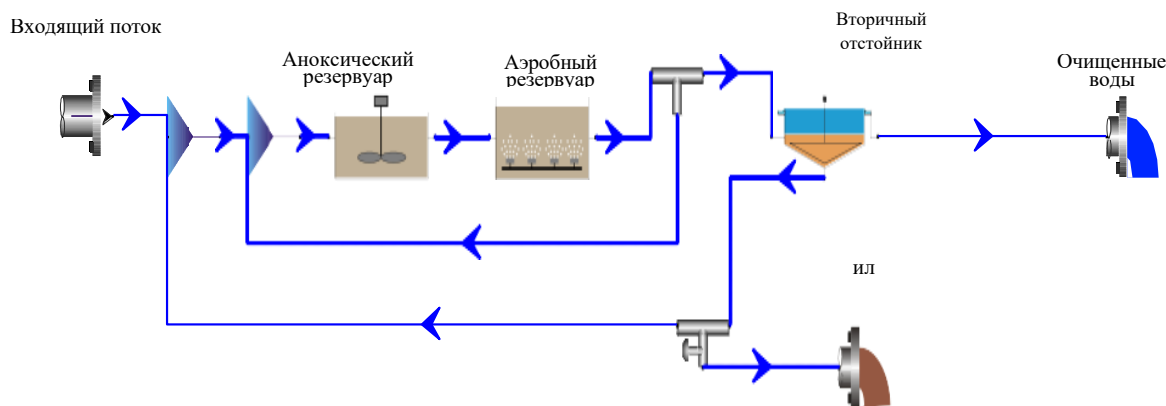


Рисунок. Модель станции очистки сточных вод

Время удержания твердых вещества (в данном случае ил) является наиболее важным конструктивным и рабочим параметром для процесса очистки, поскольку он представляет собой средний период времени, в течение которого биомасса остается в системе до его утилизации.

Это время удержания ила определяет производительность процесса очистки, объем аэробного резервуара, выработку ила и потребность в кислороде. Минимальный возраст ила, необходимый для достижения 100% нитрификации, в данной работе составляет 4,28 дней.

Средняя температура сточных вод принимается равной 14°C для зимнего периода и 22°C для летнего периода.

В соответствии с конструкцией станции очистки сточных вод были реализованы два рециркуляционных потока: от аноксического резервуара до аэробного резервуара, от аэробного резервуара до вторичного отстойника.

Характеристика химической потребности в кислороде (ХПК), азота, взвешенных веществ и фосфористых компонентов, которая также необходима, как при вводе для модели BioWin, детализирована в соответствии с типичным фракционированием промышленных сточных вод и отображена в таб. 1.

Таблица 1

Характеристики водоочистных сооружений

Параметры	Характеристики очистных сооружений
Скорость потока м ³ /день	303047
Биологическая потребность в кислороде (БПК) млн ⁻¹	85
Растворимый БПК млн ⁻¹	36
Общая химическая потребность в кислороде (ХПК) млн ⁻¹	176
pH	8
Щелочность (мг CaCO ₃ / л)	278
Общее количество взвешенных веществ млн ⁻¹	58
Летучие взвешенные вещества, млн ⁻¹	48

Другие входные данные, необходимые для настройки модели – это объем резервуаров, площадь и глубина, количество диффузоров как указано ниже в таб. 2.

Таблица 2

Информация о конфигурации для всех блоков биорезервуара

Элемент	Объем, м ³	Площадь, м ²	Глубина, м	Количество диффузоров
Аэробный резервуар	4,190E+4	9311,1111	4,500	22710
Аноксический резервуар	1,410E+4	3133,3333	4,500	0

Растворенный кислород был установлен на уровне 2 мг/л, скорость превращения NH₄ в NO₂ и NO₃ снижалась, что приводило к более высоким концентрациям NH₄ в сточных водах. Для нитрита профиль изменения незначителен, с небольшим уменьшением концентрации NO₂ в сточных водах по мере увеличения растворенного кислорода (таб. 3).

Таблица 3

Операционные данные (поток, взвешенный по мере необходимости)

Элемент	Среднее РК (растворенный кислород) заданное значение, мг/л
Аэробный резервуар	2,0
Аноксический резервуар	0

В зависимости от их функции отстойники делятся на первичные и вторичные. Первичные осветлители расположены ниже по потоку от головных сооружений очистных сооружений, и их основная цель заключается в удалении осаждаемых взвешенных твердых частиц в приточной установке. В таб. 4 приведённой ниже мы можем ознакомиться с параметрами очистителя сточных вод.

Таблица 4

Информация о конфигурации всех блоков очистителей «Ideal»

Элемент	Объем, м ³	Площадь, м ²	Глубина, м
Очиститель «Ideal»	2,000E+4	5000,0000	4,000

Преимущество выбора химической потребности в кислороде ХПК в качестве параметра для количественной оценки «прочности» органического материала в притоке, в отличие от биохимической потребности в кислороде (БПК) или общего органического углерода (ОУ), заключается в том, что он обеспечивает согласованную основу для описания процесса активного ила. Вкратце, пригодность ХПК устанавливается с учетом использования органического субстрата (таб. 5).

**Информация о конфигурации для всех химических потребностей
в кислороде (ХПК) единицы притока**

Элемент	ХПК (приток)
Поток	376050
Химическая потребность в кислороде мг/л	263,00
Общий азот по Кьельдалю мг/л	41,00
Фосфор мг/л	5,00
Нитрат мг/л	0
рН	7,90
Щелочность ммоль/л	6,00
Неорганические взвешенные вещества мг/л	15,00
Кальций мг/л	158,00
Магний мг/л	61,00
Растворенный O ₂ мг/л	2,00

Основным параметром мониторинга, являются нитрит-нитрат и аммоний, которые составляют основу конструкции резервуара. Чтобы стимулировать нитрификацию, резервуар эксплуатировали при увеличенной аэрации, чтобы обеспечить более высокое время удерживания для роста нитрификаторов. В таб. 7 показано, что средний уровень нитрит-нитрата в бескислородном резервуаре составляет 0,97 мг/л, а концентрация аммиака – 0,94 мг/л в аэробном резервуаре и стоках.

Таблица 7

**Полученные в ходе симуляции параметры нитрата с нитритом,
аммония и летучих взвешенных веществ, а также нитрита**

Элемент	Нитрит + Нитрат, мг/л	Аммоний, мг/л	Летучие взвешенные вещества, мг/л	Нитрит, мг/л
Аноксический резервуар	0,97	6,27	3107,90	0,22
Вторичный отстойник	6,13	0,94	8,90	0,99
Аэробный резервуар	6,13	0,94	3103,31	0,99

С помощью подбора различных параметров получено значение углеродистой биохимической потребности в кислороде во вторичном отстойнике – 5,7 мг/л и в аэробном резервуаре – 1742,61 мг/л. В таб. 6 приведены параметры углеродистого БПК и взвешенных частиц.

**Полученные в ходе симуляции параметры углеродистого БПК
и общее содержание взвешенных веществ**

Элемент	Общая углеродистая БПК, мг/л	Общее содержание взвешенных веществ, мг/л
Аэробный резервуар	1742,61	4018,29
Вторичный отстойник	5,77	11,52

Основная цель этого моделирования состояла в том, чтобы получить раннее указание на то, являются ли предположения, сделанные особенно в отношении схемы потока, действительными, а также проверить, могут ли эксплуатационные данные быть вписаны в модель.

Потенциальные преимущества этой системы для сточных вод обработка включает в себя достижение органического окисления углерода без образования пахучих продуктов брожения, окисления аммиака и сульфида и удаления азота посредством последовательной нитрификации/ денитрификации, тем самым уменьшая возможность загрязнения азотом поверхностных и подземных вод.

В этой системе большая часть органических веществ разлагается в бескислородном резервуаре. Основное назначение аэробных резервуаров состоит в том, чтобы окислить аммиак до нитрата, чтобы снабдить бескислородный резервуар необходимым нитратом, а не для органического разложения. Таким образом, достигается эффективная деградация и денитрификация органических отходов, то есть, увеличивается процент очистки воды, а конечные продукты представляют собой нетоксичные соединения без запаха.

Литература

1. Asano T., Burton F.L., Leverenz H.L., Tsuchihashi R., Water reuse: issues, technologies, and applications / TD429.W38515 2006 628.1'62–dc22 2006030659
2. Iyyanki V. Muralikrishna, Valli Manickam, Chapter Thirteen - Industrial Wastewater Treatment Technologies, Recycling, and Reuse, //Environmental Management, Butterworth-Heinemann, 2017, pp. 295–336
3. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод// Издательство Ассоциации строительных вузов, 2016 – 704 с.

УДК 574.2

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОМУ РИСКУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ СИГМАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ

А.С. Курманбаева, А.А. Какабаев, Б.О. Шарипова, Г.Е. Байкенова

Кокшетауский государственный университет им. Ш.Уалиханова,
г. Кокшетау, Респ. Казахстан

aygul6868@mail.ru

Аннотация

Оценка экологических рисков по заболеваемости населения является актуальной проблемой. В статье авторы освещают результаты оценки состояния территорий Акмолинской области Республики Казахстан по статистическим показателям различных экологически обусловленных заболеваний методом сигмальных отклонений. Проведено ранжирование территорий и выявлены кризисные зоны.

Ключевые слова

Экологическая оценка, оценка рисков, заболеваемость, антропогенная нагрузка.

Оценка медико-экологической ситуации является одним из важнейших факторов для решения гигиенических, экологических и социальных вопросов в сфере «среда обитания – здоровье человека». Особенно актуальными являются исследования состояния здоровья населения, проживающего в зоне потенциального влияния выбросов промышленного предприятия [1–3]. Выявление и снижение факторов риска на здоровье имеет особое значение для Акмолинской области Республики Казахстан, так как в регионе наблюдается депопуляция населения, высокий уровень смертности по отношению к средним республиканским значениям и высокий уровень онкологической заболеваемости и смертности [4].

Исходными материалами для изучения показателей здоровья являлись отчетные документы Департамента Здравоохранения Акмолинской области за десять лет. Медико-экологическую ситуацию различных территорий Акмолинской области оценивали методом сигмальных отклонений на основе методических рекомендаций по комплексной гигиенической оценке степени напряженности различных территорий [5 – 8]. Данные подвергались статистической обработке с помощью пакета программ Excel.

Районы и города Акмолинской области имеют различную антропогенную нагрузку. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха располагаются на территории городов Кокшетау и Степногорск. На их территории отмечаются очень высокие и высокие уровни загрязнения воздушного бассейна [9–10].

Анализ 10-летнего массива ежегодных данных статистических отчетов о распространенности заболеваний по первичной обращаемости с учетом влияния местных условий жизни изучали с помощью определения относительного риска (отношения частоты заболеваний на исследуемой территории к частоте таких же заболеваний на фоновой (или контрольной) территории). В качестве фоновых показателей принимали показатели нарушений здоровья на территории области имеющего наименьшие показатели нарушений здоровья (заболеваемости).

Медико-экологическую ситуацию оценивали по одной из 5-ти категорий: 1 – удовлетворительная (УЭС 1 -1,5); 2 – относительно напряженная (ОНЭС 1,5 -2);

3 – существенно напряженная (СНЭС 2,1–2,5); 4 – критическая или чрезвычайная (КЭС 2,6–3,5); 5 – катастрофическая или ситуация экологического бедствия (СЭБ свыше 3,5) [7–8].

При оценке состояния территорий по изменениям заболеваемости крови, кроветворных органов и отдельных нарушений с вовлечением иммунного механизма было выявлено: в пяти районах области экологическое состояние удовлетворительное; относительно напряженная ситуация в четырех районах; существенно напряженная экологическая ситуация наблюдалась в 5 районах; в городе Кокшетау и 4 районах (Коргальжинский, Сандыктауский, Целиноградский и Бурабайский) экологическая ситуация чрезвычайная или критическая (таблица).

Таблица

Состояние территорий по изменениям заболеваемости по отдельным классам методом сигмальных отклонений

Наименование городов и районов	Состояние территорий по изменениям заболеваемости по отдельным классам				
	Болезни крови	Болезни органов дыхания	Онкология	Болезни органов пищеварения	Общая заболеваемость
Аккольский	УЭС	КЭС	СНЭС	КЭС	ОНЭС
Аршалинский	СНЭС	СЭБ	ОНЭС	СЭБ	СНЭС
Астраханский	СНЭС	КЭС	ОНЭС	СЭБ	ОНЭС
Атбасарский	УЭС	СЭБ	СНЭС	СЭБ	КЭС
Буландинский	УЭС	КЭС	СНЭС	СНЭС	УЭС
Егиндыкольский	ОНЭС	СЭБ	СНЭС	СЭБ	СНЭС
Енбекшильдерский	УЭС	КЭС	ОНЭС	СНЭС	ОНЭС
Ерейментауский	ОНЭС	УЭС	ОНЭС	КЭС	ОНЭС
Есильский	СНЭС	КЭС	УЭС	СЭБ	ОНЭС
Жаксынский	СНЭС	СЭБ	СНЭС	СЭБ	КЭС
Жаркаинский	УЭС	КЭС	ОНЭС	СЭБ	ОНЭС
Зерендинский	ОНЭС	КЭС	ОНЭС	СЭБ	ОНЭС
Коргалжынский	КЭС	ОНЭС	СНЭС	СЭБ	УЭС
Сандыктауский	КЭС	УЭС	УЭС	УЭС	УЭС
Целиноградский	КЭС	СЭБ	КЭС	ОНЭС	ОНЭС
Шортандинский	СНЭС	КЭС	УЭС	СЭБ	ОНЭС
Бурабайский	КЭС	СЭБ	ОНЭС	СЭБ	КЭС
г. Степногорск	ОНЭС	СЭБ	КЭС	СЭБ	СНЭС
г. Кокшетау	КЭС	СЭБ	КЭС	СЭБ	СЭБ

Медико-экологическая ситуация по заболеваемости органов дыхания лишь в двух районах области находится на удовлетворительном уровне; в Коргалджинском районе обстановка относительно напряженная. В восьми районах области сложилась критическая ситуация, а в столько же районах области ситуация на уровне экологического бедствия.

На удовлетворительном уровне по заболеваемости онкологии находятся три района. Относительно напряженная ситуация в семи районах области, существенно напряженная ситуация в других 6 районах области. Критическая экологическая ситуация сложилась в Целиноградском районе, и в городах Степногорск и Кокшетау.

По заболеваемости органов пищеварения, удовлетворительной выявлена ситуация в Сандыктауском районе, в Целиноградском – относительно напряженная. Существенно напряженной является ситуация в Буландинском и Енбекшильдерском районе, а в 11 районах и 2 городах области, ситуация критическая. Катастрофической

по данному виду заболеваемости сложилась ситуация в Аккольском и Ерейментауском районах.

При анализе общей заболеваемости в трех районах области выявлена удовлетворительная ситуация, в девяти районах относительно напряженная. В трех районах существенно напряженная, в четырех районах критическая и катастрофической является в городе Кокшетау, где был выявлен наиболее высокий уровень общей заболеваемости.

Общий анализ медикоэкологической ситуации территорий Акмолинской области с использованием методик сигмальных отклонений показал, что наиболее неблагополучными являются Аршалинский, Атбасарский, Егиндыкольский, Бурабайский районы, г. Степногорск и г. Кокшетау. Они характеризуются высоким уровнем загрязнения атмосферы, недостаточным обеспечением культурно-бытовых и детских учреждений, неблагоприятными условиями водоснабжения и очистки. Существенные недостатки по этим же разделам имеют Аккольский, Астраханский, Енбекшильдерский, Жаксынский, Жаркаинский, Целиноградский районы. Наиболее благополучными районами по суммарной оценке являются Сандыктауский, Ерейментауский, Коргалжынский, Буландинский, Есильский, Зерендинский и Шортандинский районы.

Проведенная нами работа на примере Акмолинской области за десятилетний период позволила дать оценку экологических рисков в связи с загрязнением окружающей среды и проанализировать уровни заболеваемости по районам области. Используемая интегральная оценка экологической обстановки методом сигмальных отклонений позволила ранжировать территорию Акмолинской области и выявить кризисные зоны.

Загрязнение окружающей среды как фактор риска здоровью представляет собой чрезвычайно актуальную проблему. Применение принципов оценки и управления рисками позволяет более эффективно использовать финансовые средства на оздоровление окружающей среды, обеспечение санитарно-эпидемиологического и экологического благополучия населения.

Литература

1. Курманбаева А.С., Russel A., Althonayan A., M.Ali, Жумабаева С.Е., Газдиева Б.А., Ахметов К.К., Муканов Е. Загрязнение атмосферного воздуха в Акмолинской области и оценка экологического риска для здоровья населения // Изв. НАН РК, серия биологическая и медицинская. – 2016. – №6 – С.23 – 29.
2. Russell A., Ghalaieny M., Gazdiyeva B., Zhumabayeva S., Kurmanbayeva A.S., Akhmetov K.K., Mukanov Y., McCann M., Ali M., Tucker A., Vitolo C., Althonayan A. A Spatial Survey of Environmental Indicators for Kazakhstan: An Examination of Current Conditions and Future Needs // International Journal of Environmental Research – 2018. – 12 (5) – pp. 735–748.
3. Тулебаев Р.К., Слаженева Т.И., Кенесариев У.И., Белоног А.А., Корчевский А.А. Оценка гигиенических рисков в промышленных регионах Республики Казахстан // Алматы – 2017 – С.12–25.
4. Сраубаев Е.Н., Серик Б. Разработка технологий управления здоровьем населения Казахстана на основе интегральной оценки сочетанного воздействия экологических факторов // Гигиена и санитария, Алматы. – 2013 – №2 – С.12–16.
5. Методические рекомендации «Комплексная оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения», 1997 г. № 2510/5716-97-32. URL: <http://www.consultant.ru/search/?q> (дата обращения: 13.09.2019).

6. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения: Методические рекомендации N 2510/5716-97-32. – М., 1997.
7. Прусаков В.М., Прусакова А.В. Критерии оценки медико-экологической ситуации на основе метода сигмальных отклонений // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. С. 72–76.
8. Прусаков В.М., Прусакова А.В. Критерии оценки медико-экологической ситуации на основе статистического подхода к определению фоновых нарушений здоровья // Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения. М. – 2011. – С. 325–330.
9. Социально-экономическое развитие Акмолинской области. Ежемесячный информационно – аналитический журнал. Под редакцией Мусиной Е.Е. Кокшетау, 3 тома. Кокшетау – 2014.
10. Статистические показатели социально-экономического развития Акмолинской области. Ежемесячный информационно – аналитический журнал. Главный редактор Мусина Е.Е. Кокшетау – 2014.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЯИЧНОГО ЖЕЛТКА ПОСЛЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ СОЛИ ПОВАРЕННОЙ ПИЩЕВОЙ

А.С. Бобко¹, А.Л. Бобко², О.И. Сергиенко¹

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – ООО «Прима Меланж», Ленинградская область, Всеволожский район, пос. Лепсари, Россия

a.s.bobko@mail.ru

Аннотация

Исследовали влияние соли на качественные показатели яичного желтка при различных температурах хранения (–6; –12 и –18°C) с целью определения оптимальных параметров хранения с минимальным нарушением его реологических свойств. Объектом исследования выбран яичный желток, приготовленный из стандартных пятидневных яиц первой категории, произведенных на птицефабрике Ленинградской области, и предназначенный для мясоперерабатывающей промышленности. Использовали соль поваренную пищевую по ГОСТ р 51574-2000, добавляли 9% от массы меланжа. Желток подвергали замораживанию с помощью шоковой заморозки при температуре –35°C и скорости воздуха 15 м/с. Хранили в холодильных камерах при температуре –6, –12°C в течение 10 месяцев, при –18°C в течение 12 месяцев. После размораживания определяли вязкость желтка на вискозиметре Энглера, рН с помощью лабораторного рН-метра, органолептические показатели на соответствие требованиям, указанным в ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия». Микробиологические показатели определялись силами аккредитованной лаборатории – Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области во Всеволожском районе». Испытания проводились на соответствие ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Выявлена оптимальная температура хранения яичного желтка после заморозки –18°C, при которой изменение вязкости менее выражено, менее интенсивно происходит изменение цвета продукта и не обнаруживается рост КМАФАнМ. Оценено положительное влияние соли на восстановление реологических свойств желтка после его размораживания, а также на изменение рН в процессе хранения по сравнению с желтком без добавления соли. Предложена усовершенствованная технологическая схема производства желтка яичного, в которой происходит добавление соли перед его замораживанием, что положительно влияет на указанные выше параметры.

Ключевые слова

Консервирование холодом, технологические параметры замораживания, обработка яичного желтка солью, яичный желток, соленый желток, реологические свойства яйцепродуктов

В настоящее время на производствах пищевой продукции все реже используется куриное яйцо, на смену приходят полуфабрикаты – яичный меланж и яичный желток, в жидком или сухом виде, с добавками и без них. Это значительно сокращает энергозатраты пищевого производства, благодаря отсутствию дополнительных технологических операций – сортировки, мытья, разбивки яиц, разделения на белок и желток при необходимости. Значительно удобнее использование жидких яичных

продуктов, упакованных в асептические пакеты с крышками, которые позволяют дозировать продукт и занимают значительно меньше места при хранении [1, 2].

Для изготовителей яйцепродуктов встает вопрос сохранения стоимости продукции на протяжении всего года, избегая несовпадения сезонов поставки сырья и спроса на продукт. Одним из способов является заморозка яичного меланжа весной и летом в сезон несения кур и использование данного полуфабриката осенью и зимой, в период спроса на продукцию и высоких цен на яйцо. Но при использовании данной технологии следует учитывать, что яичный желток при обработке температурой ниже -6°C необратимо желируется и расслаивается, что затрудняет его дальнейшее использование после дефростации [3, 4].

Исследования замораживания яйцепродуктов интенсивно проводились в 1970-е – 1980-е гг., что было связано с планом развития народного хозяйства, а именно с увеличением производства яиц. Данные, опубликованные в отечественной и зарубежной литературе по условиям хранения, размораживанию и изучению физико-химических и органолептических свойств яичных замороженных продуктов, весьма ограничены и противоречивы. Были выявлены необратимые изменения реологических свойств яичных продуктов при замораживании и холодильном хранении, восстановление которых в то время не представлялось возможным [5].

Цель данной работы – исследовать восстановление реологических свойств желтка после заморозки с помощью внесения соли поваренной пищевой.

Желток, рассматриваемый в данной работе, используется для производства майонеза. Использование соли в данном случае обусловлено тем, что она играет роль натурального консерванта, а так же положительно влияет на реологические свойства желтка. Концентрация соли подбиралась опытным путем, исследовалось влияние различных концентраций на реологические свойства желтка при различных отрицательных температурах хранения. Используемая концентрация обсуждалась с клиентами для коррекции их рецептуры готового продукта.

Как известно, качество желтка зависит не только от условий его замораживания, но и от условий хранения [5]. В соответствии с ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия» [6], яйцепродукты должны храниться при температуре не выше -18°C не более 15 месяцев, при температуре не выше -12°C – не более 10 месяцев.

Задачи исследования заключались в разработке нового продукта – желтка яичного соленого, обладающего способностью восстанавливать реологические свойства после размораживания. В частности, изучалось влияние различных температур хранения (-6 , -12 , -18°C) желтка с добавлением и без добавления соли на качественные показатели с целью определить оптимальную концентрацию соли в продукте и оптимальные параметры хранения замороженного желтка с минимальным нарушением его реологических свойств. Температуры -12 и -18°C были выбраны на основе данных ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия». При температуре -6°C , согласно зарубежным исследованиям [7, 8, 9], происходят необратимые изменения в желтке.

Объекты и методы исследования

Для опытов брали желток, приготовленный из стандартных пятидневных яиц первой категории. Отбор сырья и технологические операции по производству желтка проводили в соответствии с действующей технологической инструкцией по производству мороженых яичных продуктов.

Замораживание проводили в термокамере Criodor с помощью шоковой заморозки при температуре -35°C и скорости воздуха 15 м/с.

Желток с начальной температурой 4°C расфасовывали в пакеты из полимерной барьерной пленки толщиной 60 мкм, с размерами 320x150 мм и емкостью 5 кг.

Толщина продукта составляла 80 мм. Хранили в холодильных камерах при температуре -6 , -12°C в течение 10 месяцев, при -18°C в течение 12 месяцев. Размораживали, не вскрывая упаковку [10], в воздушной среде при $+18$ – 20°C и скорости движения воздуха 7 м/с.

Качество и свойство желтка после размораживания и хранения оценивали по показателям, характеризующим изменения его основных компонентов: по вязкости, рН, органолептическим, и микробиологическим показателям [11].

Вязкость определяли на вискозиметре Энглера в градусах Энглера ($^{\circ}\text{E}$) условной вязкости. Далее значения переводились в единицы системы СИ ($\text{м}^2/\text{с}$)

$$\varphi = \left(0,0731^{\circ}\text{E} - \frac{0,0631}{^{\circ}\text{E}} \right) \cdot 10^{-4} \quad (1)$$

рН измеряли с помощью лабораторного рН-метра рН-150МИ. Методика испытаний согласно ГОСТ 31469-2012 «Пищевые продукты переработки яиц сельскохозяйственной птицы. Методы физико-химического анализа».

Требования к органолептическим показателям приведены в ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия». Испытания проводились в лаборатории производства.

Микробиологические анализы проводились силами сторонней аккредитованной лаборатории – Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области во Всеволожском районе». Испытания проводились на соответствие ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Соль добавлялась в желток перед пастеризацией и тщательно перемешивалась мешалкой в течении 30 минут. Концентрация соли была выбрана 6, 9 и 12%. Дозировка производилась с помощью поверенных весов.

Для оценки качества желтка в процессе хранения в качестве базовых для сравнения были приняты показатели яичного желтка до его замораживания

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований свидетельствуют, что процесс замораживания и хранения желтка без добавления соли сопровождается необратимыми изменениями первоначальных свойств продукта. В таб. 1 показано изменение вязкости желтка в процессе хранения при различных температурах. Как видно, вязкость возрастает с первых же дней заморозки и далее изменяется незначительно. Так, при -6°C вязкость замороженного желтка за первый месяц увеличилась в 11 раз.

Таблица 1

Изменение вязкости желтка в процессе хранения при различных температурах

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$, $\times 10^{-4}$								
	перед замораживанием	продолжительность процесса хранения, мес.							
		1	6	7	8	9	10	11	12
-6	0,217	2,387	2,425	2,426	2,431	2,433	2,433	образцы сняты с хранения	
-12	0,223	2,676	2,678	2,680	2,681	2,683	2,684	образцы сняты с хранения	
-18	0,241	2,892	2,894	2,896	2,896	2,897	2,899	2,901	2,903

В таб. 2 приведено изменение вязкости желтка после добавления соли в различных концентрациях в процессе хранения при различных температурах. Из таблицы видно, что вязкость желтка при добавлении соли в концентрации 9% и 12% изменяется незначительно при всех исследуемых температурах.

В процессе хранения яичного желтка при температуре -6 ; -12 и -18°C происходит незначительный сдвиг рН в щелочную область.

Как указано в таб. 3, при -18°C изменения менее выражены, что очевидно связано с замедлением микробиальных и ферментативных процессов, которые влияют на рН продукта [12]. Добавление соли в яичный желток сдвигает значение рН в кислую среду.

В процессе хранения наблюдается уменьшение каротиноидов [13], играющих роль не только антиокислителей в процессе окисления жиров, но и веществ, влияющих на окраску желтка. В процессе хранения окраска замороженного желтка меняется с ярко-оранжевой до оранжевой, особенно это заметно при -6°C . При этой температуре цвет после разморозки продукта практически не восстанавливается. При -18°C цвет замороженного продукта меняется с меньшей интенсивностью и после дефростации практически восстанавливается. Добавление соли способствует фиксации окраски и цвет желтка в процессе хранения не меняется.

Таблица 2

Изменение вязкости желтка с добавлением соли в различных концентрациях в процессе хранения при различных температурах

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Концентрация, % к массе	Вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$, $\times 10^{-4}$								
		перед замораживанием	продолжительность процесса хранения, мес.							
			1	6	7	8	9	10	11	12
-6	6	0,232	0,478	0,512	0,598	0,685	0,799	0,856	образцы сняты с хранения	
	9	0,232	0,251	0,253	0,260	0,264	0,270	0,275		
	12	0,232	0,248	0,251	0,255	0,260	0,263	0,268		
-12	6	0,245	0,467	0,510	0,571	0,612	0,688	0,791	образцы сняты с хранения	
	9	0,245	0,249	0,252	0,254	0,255	0,256	0,260		
	12	0,245	0,246	0,248	0,248	0,250	0,251	0,253		
-18	6	0,231	0,411	0,442	0,471	0,502	0,529	0,552	0,581	0,608
	9	0,231	0,236	0,239	0,241	0,244	0,246	0,248	0,249	0,251
	12	0,231	0,233	0,235	0,236	0,238	0,239	0,241	0,243	0,244

Изменение рН желтка в процессе хранения при различных температурах

Температура, °С	рН								
	Перед замораживанием	В процессе хранения, мес.							
		1	6	7	8	9	10	11	12
-6	5,92	5,95	5,98	5,99	6,04	6,12	6,25	образцы сняты с хранения	
-12	5,92	5,94	5,97	5,98	5,99	6,02	6,19	образцы сняты с хранения	
-18	5,92	5,93	5,94	5,95	5,96	5,97	5,97	5,98	5,99

По органолептическим показателям, консистенции и вкусу омлеты, выпеченные из замороженного желтка, хранившегося при различных температурах, ничем не отличались. У всех образцов была отмечена резиновая консистенция, неприятный внешний вид и специфический вкус.

Оценка качества желтка в процессе хранения была бы неполной без учета результатов бактериологических исследований, которые привели к следующим выводам. Лимитирующим фактором оценки качества желтка явились результаты бактериологических лабораторных исследований. БГКП оставалось в норме – не обнаруживалось в 0,1 г.

Однако в процессе длительного хранения при -6 и -12°C наблюдается рост КМАФАнМ, и тем раньше, чем выше была температура хранения. Так, в продукте, хранившемся при -6°C , рост КМАФАнМ начинался после 8 месяцев хранения, при -12°C – после 9 месяцев хранения, при -18°C в течение 12 месяцев рост плесени обнаружен не был. Согласно лабораторным исследованиям, добавление соли способствовало замедлению роста КМАФАнМ в процессе хранения при различных температурах.

Выводы

В процессе исследования было выявлено положительное влияние соли на восстановление реологических свойств желтка после его размораживания.

Концентрация соли 6% не оказывает достаточного эффекта на изменение свойств желтка. Концентрации 9% и 12% приводят к положительному эффекту, однако с экономической точки зрения была выбрана оптимальная концентрация соли 9%, при которой достигается восстановление реологических свойств желтка после его размораживания и при этом не происходит повышенного расхода соли.

Была определена оптимальная температура хранения замороженного желтка – 18°C , при которой изменение вязкости менее выражено, менее интенсивно происходит изменение цвета продукта и не обнаруживается рост КМАФАнМ.

В ходе проведенных исследований была разработана технологическая схема изготовления желтка яичного соленого. В результате внедрения данного продукта в ассортимент производства жидких яичных продуктов, находящегося в Ленинградской области, удалось повысить объем продаж желтка яичного на 13%.

Литература

1. Агафонов В.П. Яичное производство – перспективное направление // Птицепром, 2011. № 3. С. 54–58.

2. Агафоновичев В.П., Каренин А.И. Улучшение функциональных свойств яичных продуктов путем ферментации// Материалы международной научно-практической конференции «Новые мировые тенденции в производстве продуктов из мяса птицы и яиц» (Москва, 17–18 октября 2006 г.) ГУ ВНИИПП, 2006. С. 125–127.
3. Агафоновичев В.П., Кругалев С.С., Петрова Т.И. Производство яичных продуктов: основные тенденции. – М.: ГУ ВНИИПП, 2006. – С. 121–125.
4. Vencomatic Group. Egg Focus: Careful collection. International Poultry Production. 2016, Vol. 24, no. 3, p. 35
5. Фролов В.Л. Влияние холодильной обработки и хранения на свойства яичного меланжа // Холодильная техника. 1983. №2. С. 51–54.
6. ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые»
7. O’Keefe T. The Americas dominate rankings of the world’s largest egg companies. Egg Industry, 2014, V. 119, no. 11, pp. 10–12.
8. Seuss-Baum I. Variability in estimation of egg nutritional value throughout Europe: how to control it? Proceedings of XIII European Poultry Conference (Tours, France, 23–27 August, 2010). 2010. P. 287.
9. Donald J. Mc Namara. Eggs: A world of possibilities. World Poultry. 2010, V. 26, no. 7, pp. 36–37.
10. Кавтарашвили А.Ш., Карапетян Р.В, Голубов И.И. Новые методы определения эффективности производства // Животноводство России. 2013. № 4. С. 1–12.
11. Красюков Ю.Н. Яичные продукты: показатели качества и методы контроля // Птица и Птицепродукты. 2013. №4. С. 34–36.
12. Kiokias S., Gordon M.H., Oreopoulou V. Effects of composition and processing variables on the oxidative stability of protein-based and oil-in-water food emulsions. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. V. 57, Issue 3, pp. 549–558.
13. МакКенн Б.М. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы. СПб.: Профессия, 2008. 471 с.

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ПУТЕМ РЕМАНУФАКТУРИНГА

Е.А. Головченко, Р.Р. Нуриева, О.И. Сергиенко

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

eagolovchenko@bk.ru

Аннотация

В работе приводится обзор современных технологий утилизации литий-ионных батарей, оценка их экономической эффективности. Рассматривается вариант повторного использования (ремануфактуринга) на примере элемента питания 18650, широко используемого в составе аккумуляторных батарей ноутбуков.

Показано, что в настоящее время ремануфактуринг аккумуляторных батарей является наиболее технически осуществимым и экономически целесообразным вариантом в иерархии обращения с отходами аккумуляторных батарей для электромобилей и ноутбуков. При организации в компаниях, осуществляющих ремонт ноутбуков, дополнительного сервиса по проверке емкости батарей и их повторному применению, можно повысить ресурсную эффективность батарей как минимум вдвое за счет увеличения их срока службы в составе других устройств, например, внешних аккумуляторов для мобильных телефонов или светодиодных фонарей.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, отходы, литий-ионный аккумулятор, утилизация, переработка, повторное использование, ремануфактуринг.

Литий-ионные аккумуляторы находят широкое применение, от смартфонов и ноутбуков до электромобилей и электронных сигарет. В настоящее время объемы их производства в мире ежегодно возрастают и образование отходов в виде отслуживших свой срок батарей представляет реальную экологическую проблему. В связи с этим возникает необходимость поиска эффективных методов их использования или утилизации в конце срока жизни, что представляет собой актуальную задачу циркулярной экономики (экономики замкнутого цикла).

Анализ влияния литиевых химических источников тока на окружающую среду показывает, что по своему вредному воздействию они уступают лишь ртутно-цинковым элементам, свинцовым и никель-кадмиевым аккумуляторам. В настоящее время проблема переработки отработанных литий-ионных аккумуляторов выдвинулась в разряд наиболее острых, и необходимы решительные меры для организации технологий переработки отработанных аккумуляторных батарей и рационального использования материалов на стадии их формирования.

На рынке представлено несколько типов литий-ионных аккумуляторов. Они имеют различные характеристики по емкости и безопасности. Наиболее часто встречаются следующие типы, отличающиеся по материалу катода [1]:

- Литий-кобальтовые с катодом LiCoO_2 – самые распространенные аккумуляторы, характеризуются наиболее высокой емкостью среди литий-ионных аккумуляторов;

- Литий-марганцевые с катодом LiMn_2O_4 , LiNiMnCoO_2 или LiMnO_2 – более известные как высокотоковые аккумуляторы, (INR), способные отдавать в нагрузку токи 5-7С, но по емкости обычно уступающие литий-кобальтовым;
- Литий-феррофосфатные с катодом LiFePO_4 (LFP) по всем параметрам они бесспорно выигрывают у первых двух типов, кроме рабочего напряжения и емкости.

Литий-ионные аккумуляторы в настоящее время собирают и перерабатывают. Тем не менее, извлечь из использованных батарей удастся только кобальт. Литий из старых батарей попадает в отходы, поскольку его повторное извлечение обходится слишком дорого. При переработке с целью извлечения лития нужно обычно действуют следующим образом. Во-первых, батарею дробят, и отделяют металлы и пластмассу от основной массы немагнитных электролитических материалов, оставляя так называемую черную массу. Этот остаток содержит, в частности, кобальт и литий. Исследователи из Фрайбергской горной академии уже сейчас проверили на практике и используют старые батарейки для извлечения лития из минерала циннвальдита. Из черной массы извлекаются необходимые элементы путём использования сверхкритического диоксида углерода и воды. Селективное отделение содержащегося в черной массе лёгкого металла, а затем преобразование его в карбонат лития позволяет использовать полученный материал для производства новых батарей [2].

Кобальт, как правило, не поступает в больших количествах в окружающую среду, но он является одним из опасных загрязнителей, так как потенциально токсичен и является канцерогенным элементом. Помимо кобальта и лития, другие материалы также обладают хорошим потенциалом для переработки. Медь и марганец должны быть переработаны надлежащим образом с точки зрения экотоксичности. Алюминий необходимо восстанавливать с перспективой экономии энергии.

В России до недавнего времени существовали компании, которые занимались только сбором и хранением литий-ионных батарей. Переработка обходилась дорого и не приносила прибыли. Официально деятельность по приему и использованию всех видов батарей юридическим лицам была разрешена с 2012 г. – до этого на сбор и хранение опасных отходов требовалась специальная лицензия [3].

В 2004 году ИКЕА начала сбор использованных батареек, но была вынуждена прекратить его из-за требования Роспотребнадзора. Музей имени Тимирязева, который принимал батарейки с 2009 года, приостановил прием сырья из-за нехватки места для хранения батарей [3,4]. Принимает и передает на утилизацию аккумуляторы всех видов компания "Мегаполис групп". Одна из немногих организаций, которая принимает батарейки для полноценной дальнейшей переработки, – московский "Экоцентр" МГУП "Промотходы", где применяют вакуумную технологию, позволяющую контролировать вредные выбросы при измельчении батареек. В апреле 2013 года челябинская компания "Мегаполисресурс" также заявила о своей готовности утилизировать использованные аккумуляторы всей страны [5].

Существует очень мало работающих, экономически выгодных технологий для переработки литий-ионных аккумуляторов, однако население достаточно сознательно подходит к вопросам утилизации батарей. В связи с этим возникает необходимость поиска эффективных методов их использования или утилизации в конце срока жизни, что представляет собой актуальную задачу циркулярной экономики (экономики замкнутого цикла).

Целью исследования является – анализ потоков веществ и материалов в обратном жизненном цикле Li-ion аккумуляторных батарей. Задача исследования заключается в поиске варианта повышения ресурсной эффективности и определения потенциала использования полезных материалов более эффективно с позиций экономики замкнутого цикла.

Иерархическая система управления отходами литий-ионных батарей, основанная на принципах экономики замкнутого цикла для с истекшим сроком службы показана на рис. 1 [6].

Для оценки экологической эффективности обратного жизненного цикла, потенциальных экологических и экономических результатов, необходимо знать особенности технологий и состав материалов, которые могут использоваться повторно. Результаты американских исследователей показывают, что если технологии и рынки будут поддерживать повторное использование литий-ионных батарей в использованных автомобилях, чистая выгода от управления отходами от 1000 аккумуляторных батарей автомобилей с истекшим сроком эксплуатации составит 200000 МДж возмещенного совокупного спроса на энергию, что эквивалентно отказу от производства 11 новых аккумуляторных батарей для автомобилей по 18 кВт-ч каждый. Однако эти преимущества увеличиваются почти в десять раз, когда вышедшие из употребления ЛИБ автомобили каскадируются при повторном использовании для стационарного накопления энергии, тем самым устраняя необходимость в производстве и использовании менее эффективных свинцово-кислотных батарей. Повторное и каскадное использование может также обеспечить владельцам автомобилей и коммунальному сектору экономию затрат, хотя величина будущих экономических выгод остается неопределенной, учитывая, что будущие цены на аккумуляторные системы пока неизвестны.

Несмотря на все эти преимущества, политика в отношении отходов в настоящее время не делает акцент на стратегиях циркулярной экономики, таких как повторное использование и каскадное использование батарей. Хотя повторное использование с замкнутым циклом обеспечивает извлечение ценных металлов, оно может оказаться невыгодным, если сохранятся высокие затраты на переработку. В связи с запретом на захоронение отходов батарей прямое и каскадное повторное использование с последующей переработкой могут существенно снизить экотоксичность. Полученные данные подчеркивают важность анализа жизненного цикла и экологической эффективности для выявления тех этапов в иерархии обращения с отходами в циркулярной экономике, где могут быть получены наибольшие экологические выгоды и экономические результаты, что важно для формирования соответствующей политики. Доходы от переработки одной тонны литий-ионного материала могут различаться по вариантам, показанным на рис.1, по показателям экономической эффективности в зависимости от типа катода. Наиболее рентабельной в настоящее время является переработка батарей с катодом LiCoO_2 , однако максимальная рентабельность теоретически не превышает 21 %, как показали расчеты зарубежных исследователей [7].

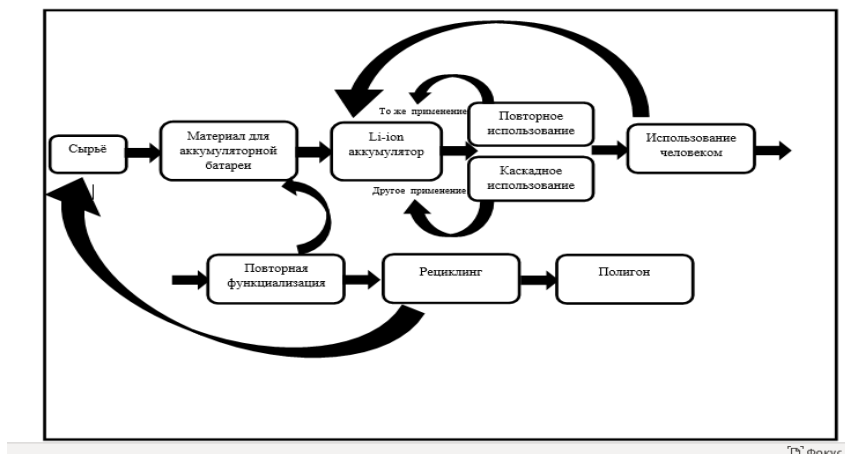


Рис. 1. Варианты обратного жизненного цикла литий-ионных аккумуляторных батарей [6]

Однако в связи с низкой экономической эффективностью рециклинга, трудностью реализации каскадного способа и невозможностью повторного использования с тем же применением в настоящее время, авторам представляется наиболее реалистичным вариант с ремануфактурингом и применением батарей по другому назначению (рис. 2).

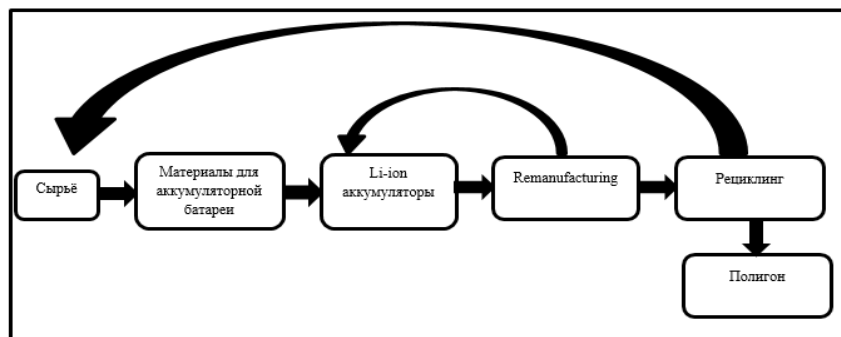


Рис. 2. Варианты обратного жизненного цикла литий-ионных аккумуляторных батарей с применением по другому назначению

Для определения потенциала использования полезных материалов и образования потоков отходов целесообразно рассмотреть устройство, состав и содержание материалов Li-ion аккумуляторных батарей в зависимости от их назначения.

Из отработанного литий-ионного аккумулятора можно извлечь материалы для аккумулятора другого типа. Так, компания Honda Motor представила разработку, которая позволит перерабатывать отслужившие свое литий-ионные аккумуляторы в материалы для никель-металлгидридных аккумуляторов. Материал положительного электрода li-ion перерабатывается для повторного использования в отрицательном электроде. Электролит может использоваться повторно. Сначала материалы аккумулятора разделяются на используемые в положительном электроде и отрицательном электроде, после чего положительный электрод расплавляется, образуя сплав никеля, кобальта и алюминия. Отделив алюминий, удастся получить никель-кобальтовый сплав высокой чистоты, готовый к использованию в отрицательном электроде никель-металлгидридного аккумулятора. В свою очередь, отрицательный электрод расплавляется в медный сплав [11].

Снижение экологического воздействия при этом составляет до 69% за счет нового стационарного применения аккумулятора [8].

Технология ремануфактуринга актуальна как для отработанных аккумуляторов электромобилей, так и для элементов 18650, из которых состоят батареи ноутбуков [9]. В компаниях, осуществляющих ремонт ноутбуков можно организовать дополнительный сервис по проверке емкости батарей. Батареи, не израсходовавшие свой ресурс, в результате ремануфактуринга могут дать «вторую жизнь» и использоваться в составе других устройств, например, внешних аккумуляторов для мобильных телефонов или светодиодных фонарей [10]. Это позволит повысить ресурсную эффективность батарей как минимум вдвое за счет увеличения их срока службы.

Корпуса аккумуляторов в случае элементов 18650 могут быть использованы повторно без переработки, или, могут дробиться и применяться в качестве добавки, например, к асфальтовому покрытию.

Предлагаемое повторное использование батарей ноутбуков за счет ремануфактуринга снизит воздействие литий-ионных аккумуляторов на окружающую

среду в большинстве случаев, за исключением сценария чрезвычайно низкого срока службы восстановленного аккумулятора или скорости преобразования элементов.

Литература

1. Особенности и эксплуатация литий-ионных аккумуляторов типоразмера 18650 [Электронный ресурс] URL: <https://cekatop.ru/osobennosti-i-ekspluatacia-akkumulyatora-li-ion-18650>.
2. Viel zu kostbar für den Abfall [Электронный ресурс] URL: <https://www.faz.net/aktuell/wissen/erde-klima/lithiumgewinnung-viel-zu-kostbar-fuer-den-abfall-14273114.html>.
3. Утилизация батареек в России и мире. [Электронный ресурс] URL: <https://proteh.org/news/28032019-finland-recycling/>.
4. Лопаткин Н., Кених А., Яковлев А., Тяг Е., Пирокога В.Ю., Утилизация батареек в России и мире. – 2015. [Электронный ресурс] URL: <https://ria.ru/20131121/971073902.html>.
5. Где и как утилизируют батарейки? Переработка аккумуляторов и батареек. [Электронный ресурс] URL: <https://www.kgimo.ru/kultura-i-razvlecheniya/gde-i-kak-utiliziruyut-batareiki-pererabotka-akkumulyatorov-i.html>.
6. Richa K., Babbitt C., Gaustad G. Eco-efficiency analysis of LIB waste hierarchy inspired by the circular economy, *Journal of Industrial Ecology*, 2017.
7. Wang, Gaustad, Babbitt, Richa. Economies of scale for recycling Li-ion batteries// *Resources, Conservation, and Recycling*. – 2014, v. 83. – pp. 53–62.
8. Richa K., Babbitt C., Nenadic D., Gaustad G. (2015), “Environmental trade-offs across cascading lithium-ion battery life cycles”// *International Journal of Life-cycle Assessment*, 2015.
9. Вторая жизнь литиевого аккумулятора ноутбука [Электронный ресурс] URL: <https://xn----gtbdmohbrajtp0j4b.xn--p1ai/akkumulyator-noutbuka/>.
10. Повербанк из старых аккумуляторов от ноутбука [Электронный ресурс] URL: <https://mysku.ru/blog/ebay/32756.html>.
11. Honda показала технологию повторно переработки литий-ионных аккумуляторов [Электронный ресурс] URL: <https://www.ixbt.com/news/2016/01/05/honda-pokazala-tehnologiju-povtornoj-pererabotki-litievoionnyh-akkumuljatorov.html>.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ

А.Е. Дидиков

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

didikov@yandex.ru

Аннотация

Рассматриваются вопросы изменения природоохранного законодательства и введение категорийности предприятий по показателям экологической опасности. Рассмотрены актуальные вопросы, связанные с практическим применением производственного экологического контроля на хлебопекарных предприятиях различной мощности, относящихся к III категории. Своевременная разработка и внедрение производственного экологического контроля на предприятиях хлебопекарной отрасли позволит в будущем избежать проблем с надзорными органами, даст возможность самостоятельно контролировать состояние окружающей среды в пределах своей деятельности, а также правильно выполнять расчет платы за загрязнение окружающей природной среды, не подвергая себя излишним финансовым издержкам.

Ключевые слова

Хлебопекарная отрасль, экологические проблемы, производственный экологический контроль.

В настоящее время в Российской Федерации действует Федеральный закон № 219 ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», принятый 21.07. 2014 года [1]. В соответствии с Законом все промышленные предприятия делятся по уровню экологического воздействия на четыре (I – IV) категории: с опасным, умеренным, незначительным и минимальным воздействием на ОС.

Анализ хлебопекарной отрасли за последние годы показал [3], что согласно предложенной классификации, основная масса хлебопекарных предприятий в РФ может быть отнесена к III категории (незначительное экологическое воздействие). Большинство предприятий нельзя отнести к категории минимального экологического воздействия по нескольким причинам: во-первых, из-за наличия на основной части предприятий отрасли стационарных источников загрязнения воздуха (газовых хлебопекарных печей и котельных), с массой выбросов превышающей 10 т в год, во-вторых, из-за присутствия загрязнений в составе стоков, отводимых в различные системы водоотведения.

Основная масса крупных хлебопекарных предприятий не выполняют данные показатели. Лишь малые предприятия и небольшие пекарни, эксплуатирующие электропечи, имеют возможность не выйти за пределы установленных нормативов и остаться в категории IV.

Что касается сбросов сточных вод, то практически все предприятия хлебопекарной промышленности сбрасывают в системы водоотведения загрязняющие вещества с превышением нормативов, особенно это касается крупных предприятий. Даже при наличии на отдельных производствах локальных очистных сооружений, показатели по качеству сточных в пределах норм удержать очень сложно. Что же касается предприятий малой мощности, то они, как правило, даже при небольших

объемах сбросов, не имеют действующих локальных очистных сооружений, что приводит к превышению установленных нормативов загрязнений. Таким образом, по данному показателю, к IV категории можно отнести лишь небольшое количество образцовых производств.

Кроме всего прочего, большую часть предприятий хлебопекарной отрасли не позволяет отнести к категории IV условие, предусматривающее эксплуатацию в данном сегменте оборудования с проектной тепловой мощностью менее 2 Гкал/ч, с учетом потребления газообразного топлива. К предприятиям с данными показателями по затратам энергии можно отнести лишь производства малой мощности (производительность менее 2,5 т по хлебу и 0,5 т по кондитерским изделиям), мелкие цеха и пекарни. Крупные предприятия потребляют, как правило, больше 2 Гкал/ч газообразного топлива для своих нужд.

Структура и динамика развития хлебопекарной отрасли за последние десятилетия показывают, что общий суммарный вклад основной части ее предприятий в экологическое состояние страны является незначительным, что подразумевает их отнесение к категории III [2, 3].

Для данной категории предприятий Закон предусматривает уведомительный порядок предоставления в федеральные органы исполнительной власти в области охраны окружающей среды, следующих документов:

- отчетов о выбросах вредных веществ в атмосферу и размещении отходов;
- плана мероприятий по охране окружающей среды (в случае невозможности соблюдения нормативов воздействия на ОС)
- программы производственного экологического контроля (ПЭК);
- документов, подтверждающих плату за негативное воздействие на окружающую среду.

Из представленного перечня документов следует, что предприятиям, относящимся к данной категории, необходимо внедрить систему производственного экологического контроля (ПЭК). При этом стоит отметить, что на хлебопекарных предприятиях, которые отнесены к категории IV, разрабатывать и внедрять систему ПЭК не нужно.

Структура Программы базируется на ГОСТ Р 56061-2014 «Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического контроля», утвержденном приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июля 2014 г. N 710 – ст. [4].

При разработке ПЭК для конкретного хлебопекарного предприятия необходимо учесть следующие вопросы:

- природоохранные требования местных и федеральных органов власти;
- деятельность организации, оказывающая влияние на окружающую среду;
- масштаб воздействия хлебопекарного предприятия на окружающую среду;
- мероприятия и планы по охране окружающей среды;
- установленные нормативы воздействия на окружающую среду;
- наличие за предыдущие годы отчетов ПЭК;
- предписания органов государственного природоохранного контроля.

Основной целью при внедрении ПЭК на хлебопекарном предприятии является выполнение требований ГОСТ Р 56062 – 2014 [5].

При разработке в Программе необходимо предусмотреть четыре раздела:

- Общие сведения;
- Объекты производственного экологического контроля;
- Планирование производственного экологического контроля;
- Оформление результатов производственного экологического контроля и отчетность.

В разделе 1 отражаются сведения об аспектах и источниках неблагоприятного

экологического воздействия на окружающую среду.

В разделе 2 дается краткое описание и перечень расположения объектов негативного воздействия, подлежащих контролю.

В разделе 3 приводятся данные, для осуществления инспекционных проверок и проведения экоаналитического контроля: планы, графики, данные о контролируемых подразделениях и ответственных лицах.

Раздел 4 отражает все сведения, касающиеся отчетности: вид, сроки, периодичность; приводятся формы отчетов по производственному инспекционному (ПИК) и экоаналитическому контролю (ПЭАК), список должностных лиц, ответственных за составление отчетности. Формы отчетности могут быть представлены в приложении к ПЭК;

На хлебопекарных предприятиях результаты ПЭК должны быть подтверждены соответствующими документами. [4] К ним можно отнести: сведения о процессах, технологиях и оборудовании; данные по топливу, сырью, материалам, которые используются для определения фактического объема выбросов и сбросов в окружающую среду; сведения об отходах производства, потребления и обращении с ними. Кроме этого, в данном разделе приводятся методики по определению фактических объемов негативного воздействия на окружающую среду, документация по подготовке и аттестации руководителей и специалистов предприятия, отвечающих за принятие решений, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, а также вся разрешительная документация на выбросы, сбросы и отходы с реквизитами и сроком действия, прочие документы и сведения, предусмотренные законодательством РФ.

По результатам внедрения Программы на предприятии, должны быть подготовлены отчеты для руководства и соответствующего органа государственного экологического контроля, населению и другим заинтересованным сторонам, которые в дальнейшем найдут отражение в экологической отраслевой статистике [6].

Для подтверждения результатов природоохранной деятельности и установления размера экологических платежей, на предприятиях хлебопекарной отрасли необходимо организовать проведение производственного инспекционного (ПИК) и производственного экоаналитического контроля (ПЭАК).

Если на хлебопекарном предприятии отсутствуют выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и загрязнения в сбросах сточных вод, то при организации ПЭК можно ограничиться проведением только инспекционного контроля (ПИК) по вопросам образования и размещения отходов, При наличии на предприятии выбросов и сбросов загрязняющих веществ, обязательно необходимо проведение производственного экоаналитического контроля (ПЭАК). Данный контроль можно проводить, как силами собственных лабораторий, так и сторонними организациями, учитывая при этом соответствующую аккредитацию.

Своевременная разработка и внедрение ПЭК на предприятиях хлебопекарной отрасли позволит в будущем избежать проблем с надзорными органами, даст возможность самостоятельно контролировать состояние окружающей среды в пределах своей деятельности, а также правильно выполнять расчет платы за загрязнение окружающей природной среды, не подвергая себя излишним финансовым издержкам.

Литература

1. Федеральный закон № 219 ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», принятый 21.07. 2014 года.

2. Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. № 1029. Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий.
3. Дидиков А.Е. Хлебопекарная промышленность России в перспективе современного экологического нормирования// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2014. – №1. [Электронный ресурс] URL: <http://economics.ihbt.ifmo.ru/>
4. ГОСТ Р ИСО 56061–2014 «Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического контроля».
5. ГОСТ Р ИСО 56062– 2014 «Производственный экологический контроль. Общие положения».
6. Охрана окружающей среды в России. 2014 // Стат.сб. – М.: Росстат. – 2014. – 87 с.

УДК 504.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ ЗАХОРОНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ПРИЛЕЖАЩИХ ЭКОСИСТЕМ

**Н.В. Динкелакер¹, Е.А. Овсюк¹, Н.А. Синельникова¹, И.А. Муравьев¹,
Н.Ф.-Й. Динкелакер²**

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

nvdinkelaker@mail.ru

Аннотация

Исследован вопрос влияния распространения загрязнения почв тяжелыми металлами от полигона захоронения отходов на почвенно-растительный комплекс природных экосистем в зоне влияния объекта. Выявлено наличие повышенной биоаккумуляции тяжелых металлов отдельных специализированных экологических групп растений - погруженных макрофитов и сорно-рудеральных растений. Специфичность накопления тяжелых металлов не является свойством жизненных форм растений. Однако, в пределах растений одной жизненной формы встречаются виды с повышенной способностью к селективному аккумулярованию отдельных тяжелых металлов, что особенно выражено у мхов. Полученные результаты могут быть использованы для повышения эффективности биоинженерной защиты природной среды за счет экологического планирования ландшафтов на загрязненных тяжелыми металлами территориях вокруг полигонов захоронения отходов и иных промышленных объектов.

Ключевые слова

Полигоны захоронения отходов, тяжелые металлы, природные экосистемы, почвенно-растительный комплекс, биоаккумуляция, экологические группы растений, жизненные формы растений, видовая специфичность накопления тяжелых металлов

На фоне остро стоящей в современной России проблемы утилизации строительных отходов и преобладания такого вида утилизации, как захоронение на полигонах, особенное значение приобретают вопросы экологической безопасности таких объектов для прилежащих экосистем и их компонентов, включая человека. Для полигонов строительных отходов характерно загрязнение почв сопредельных территорий тяжелыми металлами. Данные загрязнители в концентрациях, выше естественных, токсичны для всех групп живых организмов. Они вызывают стрессовые реакции как на уровне экосистем и сообществ живых организмов, так и на организменном уровне. Длительное воздействие повышенной концентрация ТМ может приводить к необратимым изменениям в экосистемах (смена сообществ, снижение численности и продукции организмов, исчезновение видов). Увеличение площади полигонов в России неизбежно приводит к увеличению площади различных экосистем, находящихся в зоне загрязнения почв и поверхностных вод тяжелыми металлами. Основной опасностью для животных и человека при распространении тяжелых металлов в почвах вокруг полигонов является включение этих токсикантов в пищевые цепи локальных экосистем в зоне загрязнения и их переход по пищевым цепям в более крупные экосистемы, находящиеся вне территории непосредственного воздействия

полигона. На таких территориях часто расположены как ценные природные экосистемы, так и селитебные зоны.

Первым и основным барьером для включения ТМ в пищевые цепи локальных экосистем является возможность их аккумуляции в растительной биомассе. Растения способны извлекать металлы из почвы из малоподвижных форм [1]. В тоже время, при помощи физиологических барьеров они могут ограничивать переход ксенобиотиков из корневой системы в надземную часть [2]. Известно, что способность к накоплению ТМ неодинакова у различных видов растений. Тем не менее, связь экологических и систематических признаков растений со способностью аккумуляции тяжелых металлов из почв в настоящее время не установлена ввиду малочисленности сведений, что затрудняет разработку и применение экологически эффективных способов рекультивации загрязненных территорий вокруг полигонов захоронения строительных отходов.

Настоящее исследование направлено на изучение различий в способности к биоаккумуляции ТМ у различных экологических групп и жизненных форм дикорастущих видов высших растений.

Исследования проводились в 2017-2019 гг на территориях, прилежащих к полигону строительных отходов «Северная Самарка» (61 га), расположенному во Всеволожском районе Ленинградской области. Данный полигон является действующим и существует с 1974 года. Количество отходов, размещенных с 1974 по 2016 год составила 22 354 000 м³ и 4 350 000 м³ в уплотненном состоянии [3]. К настоящему времени он почти полностью заполнен и в ближайшие годы подлежит рекультивации. Объект окружен природными экосистемами.

Нами были проведены полевые исследования в июне – июле 2017 и 2018 гг, в ходе которых были отобраны образцы почв и основных видов растений (всего 135 видов) из разных биотопов в зоне воздействия полигона. Исследование содержания ТМ в почвах и листьях растений проводилось рентген-флуоресцентным методом [4] с использованием спектрометра «Спектроскан Макс-G» после измельчения с использованием дискового истирателя и высушивания материала до воздушно-сухого состояния.

В зоне воздействия полигона находятся увлажненные сосняки-зеленомошники, сосняки разнотравные с примесью березы, луговые участки, низовые болота, влажные пойменные луга. Территории, удаленные от полигона более чем на 1.5 км преимущественно представлены старовозрастными и средневозрастными сосняками чернично-разнотравными, а также фруктовыми садами. Исследовано 137 видов высших растений из различных экологических групп и имеющих разные жизненные формы.

В результате исследования загрязнения почв тяжелыми металлами показана мозаичность распределения загрязнителей в пределах территории, не связанная с удаленностью от полигона в пределах зоны влияния. Превышение содержания тяжелых металлов в почве в зоне влияния полигона (800 м) относительно предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных гигиеническими нормативами (ГН 2.1.7.2041-06) наблюдалось для мышьяка (в среднем в 7 раз) и цинка (в среднем в 3,5 раза). В то же время загрязнение почв мозаично и в отдельных точках наблюдались значительные (до 100 раз) превышения ПДК,. Статистический однофакторный анализ ANOVA с уровнем значимости $p=0,1$ показал, что почти по всем металлам отсутствует значимая связь их концентрации в почве от вида экосистемы. В то же время показано, что накопление стронция в почвах значимо различается среди локальных экосистем: увлажненные сосняки-зеленомошники, низовое болото (среднее 99 мг/кг); гребень, карьер, лес старый, ручей (среднее 151 мг/кг); сады (среднее 196 мг/кг). Метод главных компонент показал, что основной вклад в различие между спектром тяжелых металлов из разных экосистем зоны влияния полигона вносят стронций и цинк.

У всех исследованных видов растений отмечены повышенные относительно фоновых (для района) значения содержания цинка и стронция. Для анализа аккумуляции ТМ у разных видов растений, были использованы следующие параметры: локальная экосистема; жизненная форма растения (по Серебрякову [5]), экологическая группа. Соотношение ТМ у растений из различных локальных экосистем показало высокую вариабельность, значимые связи между накоплением ТМ и видом места обитания не установлено. Проведено исследование связи накопления отдельных ТМ с такими параметрами, как принадлежность к экологической группе и жизненная форма растений. Для этого были построены ряды групп каждого признака в порядке уменьшения среднего содержания каждого исследуемого тяжелого металла в растениях каждой группы и жизненной формы (таб. 1).

Таблица 1

Ряды групп в порядке уменьшения концентрации металла

Sr	Экологическая группа	Погруженные макрофиты>рудеральные >>лесные=луговые=прибрежно-водные
	Форма	водные травы=наземные травы>древесные=мхи>кустарничковые
Pb	Экологическая группа	погруженные=сорные>лесные=прибрежно-водные>луговые
	Форма	мхи>водные травы>древесные>наземные травы>кустарничковые
As	Экологическая группа	лесные>сорные=погруженные>луговые>прибрежно-водные
	Форма	мхи>наземные травы>водные травы=древесные=кустарничковые
Zn	Экологическая группа	сорные>>погруженные>лесные>луговые>прибрежно-водные
	Форма	древесные>>наземные травы>мхи>водные травы>>кустарничковые
Ni	Экологическая группа	сорные>погруженные>лесные>луговые>прибрежно-водные
	Форма	водные травы>древесные>наземные травы>мхи>кустарничковые
Fe ³⁺	Экологическая группа	Погруженные>>прибрежно-водные>лесные>сорные>луговые
	Форма	водные травы>>мхи>>наземные травы>древесные>кустарничковые
Mn ²⁺	Экологическая группа	погруженные>>прибрежно-водные>>лесные=луговые>>сорные
	Форма	водные травы>>древесные>кустарничковые>наземные травы>мхи
Cr	Экологическая группа	погруженные>лесные=прибрежно-водные=сорные=луговые
	Форма	кустарничковые>водные травы=мхи>древесные=наземные травы
Ti ⁴⁺	Экологическая группа	погруженные>лесные>сорные>прибрежно-водные=луговые

Анализ биоаккумуляции тяжелых металлов в растениях разных экологических групп показал видоспецифичность накопления этих токсикантов у разных видов. Тем не менее, были выявлены общие закономерности значительно повышенного содержания тяжелых металлов в группах водных погруженных и сорных растений по сравнению с остальными исследованными группами.

Накопление стронция заметно выше (в среднем в 2 раза) у групп погруженных водных растений и растений сорных ассоциаций. При этом средние содержания стронция в лесных, луговых и прибрежно-водных растениях в целом ниже и не различаются между группами. Повышенные средние содержания цинка наблюдаются в растениях сорно-рудеральных ассоциаций. Именно в этой группе наблюдаются почти все высокие показатели накопления цинка (полынь (1091 мг/кг), сурепка (792 мг/кг), клевер розовый гибридный (643 мг/кг), горец птичий (320 мг/кг)). Группа погруженных растений наравне с сорными имеет двукратно повышенное по сравнению с другими группами накопление титана, железа, хрома, стронция, свинца и марганца.

Анализ накопления тяжелых металлов у растений разных жизненных форм показывает наиболее высокое накопление цинка у древесных видов. Мхи сильнее накапливают мышьяк, свинец и титан, водные травы – стронций, никель, железо, марганец.

Интенсивность биологического накопления оценивалась с помощью коэффициента биологического накопления (КБН) [6]:

$$\text{КБН} = \frac{C_p}{C_n}, \quad (1)$$

где C_n – валовое содержание элемента в почве, C_p – концентрация элемента в растении.

Величина биологического накопления определялась по градации А.И. Перельмана [7]:

- а) Группа I – «Энергично накапливаемые» (КБН 10-100);
- б) Группа II – «Сильно накапливаемые» (КБН 1-10);
- в) Группа III – «Слабого накопления или среднего захвата» (КБН 0,1-1,0);
- г) Группа IV – «Слабого захвата» (КБН 0,01-0,1);
- д) Группа V – «Очень слабого захвата» (КБН 0,001-0,01).

Категория III была дополнительно разделена на две подкатегории: IIIб (накопление выше среднего) – от 0,1 до 0,5 и IIIа (повышенное накопление) – от 0,5 до 1,0. В качестве валового содержания элемента в почве были взяты средние значения концентраций из мест произрастания исследованных растений. В таб. 2 приведены результаты исследования распределения экологических групп и жизненных форм растений к группам, выделенным по биоаккумуляции тяжелых металлов.

Величина биологического накопления у большинства исследованных растений разных экологических групп и жизненных форм относится к группам IIIа и IIIб. Тем не менее, при рассмотрении особенностей накопления отдельных тяжелых металлов можно отметить следующие особенности:

- погруженные растения являются наиболее сильными биоаккумуляторами тяжелых металлов;
- среди тяжелых металлов наибольшая биоаккумуляция в растениях различных экологических групп и форм проявляются у цинка и хрома;
- очень низкая способность к биоаккумуляции в растениях отмечена у ванадия и меди.

Величина биологического накопления групп растений.

	Sr, мг/кг	Pb, мг/кг	As, мг/кг	Zn, мг/кг	Ni, мг/кг	Fe2O3, %	Cr, мг/кг	TiO2, %
Экологическая группа								
Лесные	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIб	IV	II	IIIб
Луговые	IIIб	IIIб	IIIб	IIIa	IIIб	V	II	IIIб
Погруженные	IIIa	IIIб	IIIб	II	II	II	IIIa	IIIa
Прибрежно-водные	IIIa	IIIб	IIIб	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIб
Сорные	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIб	IV	IIIa	IIIб
Жизненная форма								
Водные травы	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIa	IIIб	II	IIIб
Древесные	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIб	V	II	IIIб
Кустарничковые	IIIa	IIIб	II	IIIб	IIIб	V	IIIa	IIIб
Наземные травы	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIб	V	II	IIIб
Мхи	IIIб	IIIб	IIIб	IIIa	IIIб	IIIб	II	IIIб

Различия в способности в биоаккумуляции тяжелых металлов у разных жизненных форм растений не выражены, в большей степени определяются спецификой вида. Проведенный анализ показал у мхов сравнительно низкую среднюю по группе биоаккумуляцию исследованных тяжелых металлов, кроме цинка и хрома. Однако, отмечена видоспецифичное повышенное накопление отдельных металлов у определенных видов: кукушкин лен (*Polytrichum commune*) – по накоплению цинка (II категория, КБН=1,4), дикранум многорожковый (*Dicranum polysetum*) и плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi*) – по накоплению стронция (II категория, КБН=1,0, стоит отметить). У дикранума многорожкового (*Dicranum polysetum*) КБН по свинцу и цинку у этого растения близок к единице – 0,85 и 0,81), он является сильным накопителем хрома. Климациум древовидный (*Climacium dendroides*) – он обладает слабой аккумуляцией ко всем исследованным металлам, кроме стронция. Больше ни один из исследованных 16 видов мхов не обладает особыми способностями к накоплению тяжелых металлов и их биологическая накопительная способность в среднем оценивается как «слабое накопление или средний захват» и ниже.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии связи между принадлежностью растений к экологической группе или жизненной форме и способностью к накоплению тяжелых металлов у отдельных наиболее специализированных экологических групп растений – у погруженных макрофитов и сорно-рудеральной растительности. Одновременно установлено, что в пределах экологических групп растений, не имеющих в среднем выраженной повышенной или пониженной способности к биоаккумуляции встречаются виды, имеющие специфичность в отношении накопления определенного тяжелого металла. Такая особенность наиболее выражена у мхов. Полученные результаты свидетельствуют о экохимическом аспекте значимости сохранения видового разнообразия растений экосистем, находящихся под воздействием промышленных объектов, в частности, полигонов. Также обоснованное использование различия биоаккумулятивных возможностей отдельных экологических групп растений и свойств определенных видов растений может позволить повысить эффективность защитных зон вокруг полигонов захоронения отходов и других промышленных предприятий.

Литература

1. Воробьева Л.А., Химический анализ почв. – М.: МГУ, 1998. – 272 с.
2. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. London. – CRC Press, 2001. – 413 с.
3. Материалы открытых слушаний по проекту «Реконструкция полигона твердых отходов «Северная Самарка». – Санкт-Петербург, 2016. – 123 с.
4. Определение элементов и оксидов элементов в пробах почв и донных отложений. ФР.1.31.2018.32143.
5. Серебряков И.Г., Экологическая морфология растений. – М., 1962. – 378 с.
6. Попова Л.Ф., Наквасина Е.Н., Нормирование качества городских почв и организация почвенно-химического мониторинга. – Архангельск. 2014. – 108 с.
7. Перельман А.И., Касимов Н.С., Геохимия ландшафта. – М.: МГУ, 1999. – 610 с.

УДК 504.05

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЯГОДАХ РОДА *VACCINIUM* НА ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Н.В. Динкелакер¹, Т.С. Семенова¹, Н.Б. Ульянов¹, А.Е. Дидиков¹, О.В. Петрова¹,
Е.Н. Моисеенко¹, Н.Ф.-Й. Динкелакер²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

nvdinkelaker@mail.ru

Аннотация

Проведено исследование загрязненности тяжелыми металлами продукции дикорастущих ягод кустарничков рода *Vaccinium* (черника, брусника, клюква болотная), произрастающих на фоновых территориях в малонарушенных лесных массивах в четырех регионах Северо-запада России – Ленинградской, Псковской, Новгородской и Вологодской областях. Установлено, что наибольшее накопление в ягодах всех исследованных видов наблюдается для цинка, хрома и марганца. При этом превышение предельно допустимых концентраций отмечено для других металлов – свинца и мышьяка, уровень загрязнения – умеренный, характер – локальный. В отношении этих загрязнителей наиболее чувствительный вид – брусника. Наиболее вероятный источник – автодороги и лесозаготовительная деятельность. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости контроля химического загрязнения пищевой продукции дикорастущих ягод и расширении спектра контролируемых параметров, в частности, установления предельно допустимых концентраций для хрома и никеля, в связи с их значительной биоаккумуляцией в ягодах.

Ключевые слова

Загрязнение пищевой продукции, тяжелые металлы, фоновые территории, малонарушенные лесные массивы, биоаккумуляция, предельно допустимые концентрации.

Развитие потребительского рынка дикорастущих лесных пищевых продуктов – одна из ключевых возможностей повышения эффективности использования лесных ресурсов бореальной зоны России, которая в настоящее время реализуется не в полной мере. Искусственное выращивание культур дикорастущих видов ягод в России мало развито по сравнению с зарубежными странами, что связано с одной стороны, с более низкими пищевыми качествам и загрязненностью продукции с плантаций из-за неизбежного использования пестицидов и гербицидов в уплотненных промышленных посадках [1], с другой стороны – с обилием неосвоенных дикорастущих ягодников на Северо-Западе России. Наибольшую промышленную ценность представляют из себя ягоды рода *Vaccinium* – черника, брусника, клюква [2]. Дикорастущие ягодники широко распространены в бореальных лесах России, имеют стабильные урожаи и практически не подвержены заболеваниям, в отличие от выращиваемых на плантациях. Их продукция превосходит промышленную в части накопления биологически активных веществ, в пищевой и фармакологической ценности [3]. Кроме использования ягод в пищевой промышленности, большое значение имеет заготовка лекарственного сырья из различных частей этих растений. Как и все растения, виды р.

Vaccinium вместе с питательными веществами могут получать из почвы и загрязнители [4]. Одними из наиболее частых поллютантов почв являются тяжелые металлы, что создает риск проникновения их в продукцию ягод и фармакологическое сырье [5]. Этот вид загрязнения имеет широкое распространение лесных зонах в связи с развитием дорожной сети и промышленных предприятий [6]. На Северо-Западе России эта проблема имеет большое значение, так как в ходе экономического освоения территорий происходит все большее фрагментирование лесных массивов линейными объектами. Увеличение площади загрязненных лесных угодий влечет за собой необходимость экологического контроля дикорастущей ягодной продукции. Не смотря на актуальность проблемы загрязнения лесных пищевых ресурсов тяжелыми металлами, в настоящее время сведения о загрязненности ягод и листьев видов р. Vaccinium немногочисленны, и не позволяют оценить безопасность применения продукции лесных ягодников из регионов Северо-запада России в пищевой и фармакологической промышленности.

Целью настоящего исследования являлась оценка состояния продукции ягод рода Vaccinium из разных регионов Северо-Запада России, собранных на фоновых территориях – то есть на территориях, имеющих минимальный риск загрязнения. Для этого были выбраны малонарушенные лесные массивы, расположенные вблизи особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Ленинградской, Новгородской, Псковской и Вологодской областей. Сбор материала производился в 2017 – 2019 гг вне территорий ООПТ, в местах традиционного сбора лесных ягод.

Исследование содержания тяжелых металлов было выполнено с использованием рентген-флуоресцентного метода [7] для следующих тяжелых металлов: стронций, свинец, цинк, медь, ванадий, хром, а также оксиды железа, титана и марганца [8]. Подготовка материала к исследованию предполагала транспортировку материала с мест сбора в течение 2 дней, далее – отбор неразмягченных зрелых ягод без повреждений и их сушка в термостате с сильной вентиляцией при 20 С [6]. После не менее чем 40 часов просушивания методом весового контроля [9] устанавливалась готовность материала к дальнейшей обработке – измельчению с использованием дискового истирателя. Подготовленные образцы были исследованы с использованием рентген-флуоресцентного спектрометра «Спектроскан-Макс G».

В результате исследования установлено, что содержание тяжелых металлов в дикорастущих ягодах кустарничков рода Vaccinium (бруснике, чернике и клюкве болотной) из фоновых территорий регионов сбора в пределах Северо-Запада России имело некоторые различия, в среднем не более чем на 30–40% у разных видов (таб. 1).

Таблица

Содержание ТМ в ягодах рода черники, брусники и клюквы болотной из разных регионов Северо-запада России

(жирным шрифтом указаны значения, превышающие ПДК [10], [11]).

Вид	Место сбора	Содержание тяжелых металлов, мг/кг сухого веса						
		Sr	Pb	As	Zn	Ni	MnO	Cr
Брусника	Новгород. область	29 ± 3	7 ± 2,5	2 ± 0,7	46 ± 5,2	2 ± 0,9	554 ± 36	37 ± 4
	Вологод. область	40 ± 5,1	4 ± 1,9	5 ± 1,4	35 ± 3,7	2 ± 0,5	577 ± 20,1	35 ± 2
	Псковск. область	36 ± 4	2 ± 0,8	5 ± 1	38 ± 3,1	1 ± 0,2	657 ± 40,8	36 ± 4
	Ленинград. область	25 ± 5,3	3 ± 1,2	4 ± 1,3	36 ± 4	2 ± 0,2	418 ± 32	36 ± 3

Продолжение таблицы

Вид	Место сбора	Содержание тяжелых металлов, мг/кг сухого веса						
		Sr	Pb	As	Zn	Ni	MnO	Cr
Черника	Новгород. область	31 ± 4,8	-	3 ± 1	53 ± 6,8	2 ± 0,4	759 ± 61,2	40 ± 2
	Вологод. область	43 ± 2,2	6 ± 1,8	2 ± 0,4	31 ± 4,5	3 ± 0,1	699 ± 23	38 ± 3
	Псковск. область	39 ± 3	5 ± 1,2	4 ± 0,9	39 ± 4,2	1 ± 0,2	577 ± 35	36 ± 5
	Ленинград. область	31 ± 4,6	8 ± 2,3	3 ± 0,8	34 ± 1,5	1 ± 0,1	697 ± 61	35 ± 4
Клюква	Новгород. область	34 ± 5,2	3 ± 1,5	3 ± 0,4	39 ± 5,4	1 ± 0,1	632 ± 34,6	35 ± 4
	Вологод. область	20 ± 2,4	4 ± 1,3	2 ± 0,5	41 ± 6	1 ± 0,1	501 ± 25,3	30 ± 5
	Псковск. область	31 ± 6,1	3 ± 1	3 ± 0,8	40 ± 5,2	1 ± 0,1	612 ± 54,4	34 ± 6
	Ленинград. область	27 ± 8	5 ± 1,7	4 ± 0,4	43 ± 3,5	2 ± 0,1	605 ± 27	40 ± 5

Умеренное (не более чем в 3 раза) превышение предельно допустимых концентраций тяжелых металлов, установленных нормативными документами РФ [7], [8, 9], обнаружены для мышьяка и ртути. Такие превышения более часто встречаются в Ленинградской области, чем в других исследованных регионах. Загрязнение продукции ягод свинцом и мышьяком более выражено у брусники. Случаи превышения содержания тяжелых металлов отмечались у всех исследованных видов кустарничков, не смотря на различие территорий произрастания. Полученные данные свидетельствуют о наличии локальных источников загрязнения, учитывая отсутствие промышленных предприятий вблизи исследованных лесных массивов, наиболее вероятным источником загрязнения могут быть рассмотрены автодороги и работы по заготовке древесины.

Наибольшее накопление в ягодах исследованных видов имеют такие металлы, как стронций, цинк и хром (суммарный) (рис. 1), в то время как кобальт, ванадий и оксид титана практически отсутствуют.

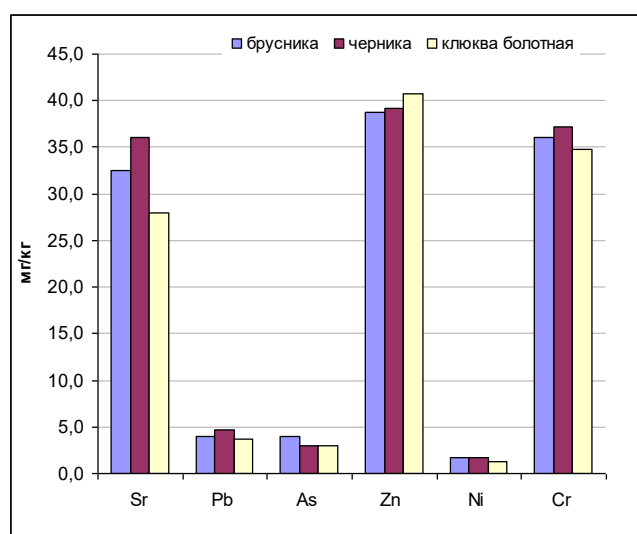


Рис. 1. Среднее накопление тяжелых металлов в ягодах дикорастущих кустарничков рода *Vaccinium*

Высокое по сравнению с другими металлами содержание наблюдается для оксида марганца (рис. 2), оно в 10–100 раз превышает содержание стронция, свинца, мышьяка, цинка, никеля и хрома (таб. 1). Наибольшее накопление в ягодах всех исследованных видов во всех регионах имеют стронций, цинк и хром (рис. 1).

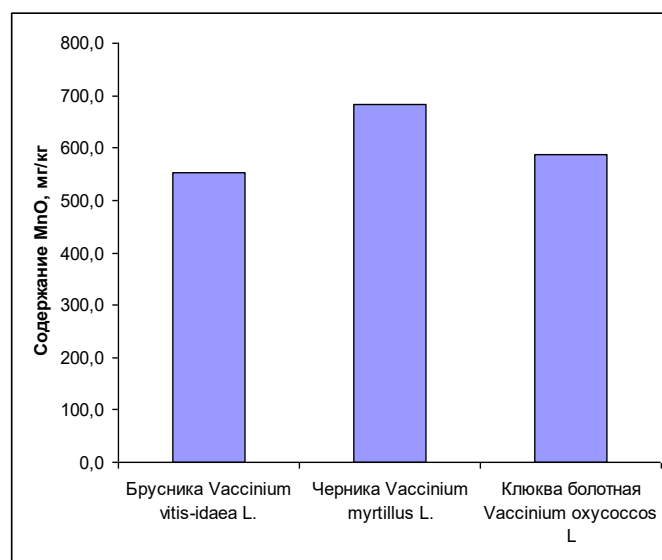


Рис. 2. Среднее накопление оксида марганца в ягодах дикорастущих кустарничков рода *Vaccinium*

Исследованные виды дикорастущих ягодных кустарничков приурочены к различным биотопам леса, их места обитания практически не пересекаются. Тем не менее, накопление тяжелых металлов у исследованных видов имеет сходный характер: предпочтительно аккумулируются оксида марганца, стронций, цинк и хром. Высокие значения содержания цинка характерны для растительного материала в норме, так как он требуется в больших количествах для биохимических процессов растения. Стронций, цинк и хром присутствуют в невысоких концентрациях и отражают геохимические особенности почв мест сбора растительного материала. Накопление цинка повышено по сравнению с другими металлами в связи с высокой физиологической потребностью растений в нем. Умеренное превышение установленных на территории России ПДК отмечалось только для свинца и мышьяка [10, 11]. Тем не менее, остальные тяжелые металлы могут быть рассмотрены как потенциально опасные для сырья ягод из-за локальных загрязнений биотопов и должны подлежать контролю, для эффективности которого необходимо введение нормативов содержания, особенно для никеля и хрома, интенсивно накапливающихся в ягодах.

Литература

1. Черкасов А.Ф., Тяк Г.В., Макеев В.А. и др. Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики / А.Ф. Черкасов.
2. Trehane J. Blueberries, cranberries, and other vacciniums. Portland: Timber Press, 2009. – 272 p.
3. Жидкин В.И., Семушев А.М. Загрязнение пищевых продуктов нитратами, пестицидами и тяжелыми металлами // Предпринимательство. – 2014. – № 5. – С. 190–198.

4. Ефремов А.А., Шаталина Н.В., Стрижева Е.Н., Первышина Г.Г. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края // Химия растительного сырья, 2002. – №3. – С. 53–56.
5. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. London: CRC Press, 2001. 413 p.
6. Перельман А.И., Касимов Н.С., Геохимия ландшафта.– М.: МГУ, 1999.
7. Определение элементов и оксидов элементов в пробах почв и донных отложений. ФР.1.31.2018.32143.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства – М: ЦИНАО, 1992.
9. Воробьева Л.А Химический анализ почв.- М.:МГУ,1998. 272 с.
10. Евразийская экономическая комиссия. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утверждены Решением Комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299. Глава II раздел 1 п 6.1.[электронный ресурс] [http// tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx](http://tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx).
11. Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 31 марта 1986 г. N 4089-86).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОСУРФАКТАНТОВ НА ПРОЦЕССЫ БИОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.Е. Коржова Н.Р. Молодкина

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

korzhova_nastena@mail.ru

Аннотация

Рассматривается возможность ускорения биоремедиации водных объектов с применением биопрепарата. Бактерии *Bacillus licheniformis*, входящие в состав исследуемого препарата, производят биосурфактанты – биологические поверхностно активные вещества, снижающие гидрофобность углеводородов нефтяных загрязнений. Для оценки возможности использования *Bacillus licheniformis* были проведены эксперименты с дизельным топливом и сырой нефтью. В качестве примера водного объекта исследовали воды р. Фонтанки, загрязненные нефтепродуктами. Установлено, что самоочистка речной воды протекает очень медленно и неэффективно, в то же время, использование биопрепарата позволяет интенсифицировать этот процесс.

Ключевые слова

Биоремедиация воды от нефтяных загрязнений, биосурфактант, микроорганизмы – деструкторы нефтяных загрязнений, *Bacillus licheniformis*.

Общеизвестно, что реки имеют естественную способность к самоочищению воды и донных отложений от загрязнений посредством биологических, химических (окисление, гидролиз, фотохимические реакции и др.) и физических (осаждение, адсорбция, испарение, аэрация и другие) естественных процессов [1].

Биологические процессы самоочищения играют важную роль в процессе самовосстановления реки через разложение органических веществ грибами, бактериями и другими микроорганизмами, а также за счет использования некоторых функциональных биологических фильтров [2, 3].

Река Фонтанка, протекающая в Санкт-Петербурге, является притоком р. Невы; обе реки относятся к загрязненным рекам. Поскольку Нева – единственный источник питьевой воды для жителей Санкт-Петербурга, загрязнения ее притоков, в частности р. Фонтанки, представляют серьезную угрозу для жизни людей. Качество воды ухудшается при попадании в нее загрязняющих веществ, в том числе и нефтяных загрязнений. Нефтяные загрязнения попадают в Фонтанку от мазутного хозяйства, а также с прогулочных катеров, которые сбрасывают отработанные технические жидкости.

Используемые в настоящее время методы очистки (механический, химический, физико-химический и термический) неэффективны в борьбе с нефтяными загрязнениями и нередко приводят к вторичному загрязнению окружающей среды [4]. Поэтому в настоящее время возрастает интерес к биоремедиации – биологическому методу очистки воды от нефтяных загрязнений. Биологическая очистка воды от нефти и нефтепродуктов выполняется с помощью специальных микроорганизмов, способных окислять углеводороды нефти и нефтепродуктов. Такие микроорганизмы используют нефтяные углеводороды в качестве единственного источника углерода и энергии [5]. Некоторые виды бактерий, грибов и плесени могут образовывать биосурфактанты [6]. Эти вещества способны сокращать поверхностное и межфазное натяжения и

формировать микро эмульсии, благодаря которым углеводороды лучше растворяются в воде. Биосурфактанты применяют в различных сферах промышленности (пищевой, фармацевтической), однако их применение в экологической биотехнологии заслуживает особого внимания. В отличие от химических сурфактантов, биологические более активны и не токсичны: они не приводят к вторичному загрязнению окружающей среды [7]. Биосурфактанты, производимые микроорганизмами, естественно существуют в нефтезагрязненных средах, содержащих большое количество углеводородов. Привнесение штаммов микроорганизмов в загрязненные участки интенсифицирует процесс самоочистки водоемов [8]. Конечные продукты окисления нефтяных углеводородов являются безвредными с экологической точки зрения. Микроорганизмы минерализуют их или превращают в менее опасные соединения [9].

Материалы и методы

Объектом исследования являлась вода реки Фонтанка, искусственно загрязненная нефтепродуктом (дизельным топливом) и сырой нефтью. В исследовании изучалась возможность применения биопрепарата, содержащего бактерии *Bacillus licheniformis*, для очистки вод реки Фонтанка от масляных фракций нефтяных загрязнений. Бактерии *Bacillus licheniformis* обладают способностью производить биосурфактанты, облегчающие утилизацию нефтяных загрязнений для бактерий-нефтедеструкторов. Биосурфактанты, производимые бактериями *Bacillus licheniformis*, относятся к классу липопептидов. Липопептиды действуют на масляную фракцию нефти, содержащую углеводороды с количеством углеродных атомов от 16 до 28. Бактерии *Bacillus licheniformis* действуют в диапазоне температур 15 – 35 °С.

В ходе исследований были проведены два эксперимента: очистка воды от дизельного топлива и от сырой нефти. В каждом эксперименте были приготовлены контрольные образцы и образцы с биопрепаратом. При проведении экспериментов использовались визуальные наблюдения и контроль процесса исчезновения масляной фракции углеводородов в колбах с речной водой, нефтяными загрязнителями и биопрепаратом при оптимальных условиях: температуре $+ 20 \pm 2^\circ\text{C}$, поступлении воздуха и постоянном перемешивании на лабораторном шейкере со скоростью вращения 200 об/мин. Длительность каждого эксперимента составляла 7 суток.

Результаты и выводы

После проведения экспериментов в образцах, в которые был добавлен биопрепарат, произошли визуальные изменения. Изменения в образцах, произошедшие в результате проведения первого эксперимента по очистке речной воды от нефтепродукта, показаны на рис. 1.



Рис. 1. Опыт №1 «Очистка речной воды от дизельного топлива». Слева – контрольный образец, справа – образец с препаратом

Для выявления способности биосурфактанта во втором эксперименте была использована сырая нефть, которая позволила визуально оценить эффективность работы липопептидов. Изменения, произошедшие с образцами в результате проведения первого эксперимента по очистке речной воды от нефтепродукта, показаны на рис. 2.



Рис. 2. Опыт №2 «Очистка речной воды от сырой нефти».
Слева – опыт, справа – образец с препаратом

Как видно из рисунков 1 и 2 биопрепарат изменил окраску растворов: в первом опыте вода помутнела, во втором вода стала темно-коричневого цвета. Изменения в окраске растворов были вызваны биосурфактантами, которые эмульгировали масляную пленку, разбив ее на частицы. Эти частицы переместились в толщу воды, что привело к изменению окраски воды в образцах.

Результаты наблюдения за контрольными образцами, оставшимися без изменений, показали минимальную способность к самоочищению вод реки Фонтанка от дизельного топлива и сырой нефти, что подтверждает целесообразность внесения дополнительного количества бактерий – биосурфактантов для борьбы с нефтезагрязнениями.

К настоящему времени уже разработано большое число биопрепаратов-нефтедеструкторов для очистки почвы и воды.

Заключение

На основе результатов исследования можно сделать вывод, что биосурфактанты, производимые бактериями *Bacillus licheniformis* эффективно воздействуют на масляные фракции нефтяных загрязнений, делая их более растворимыми в воде и доступными для аборигенных или вносимых микроорганизмов – нефтедеструкторов, что облегчает их биологическую очистку. Поэтому для ускорения и интенсификации процесса биоремедиации реки Фонтанка от масляных загрязнений целесообразно вносить дополнительное количество бактерий – биосурфактантов, в том числе и производимых бактериями *Bacillus licheniformis*.

Литература

1. Scragg A. Environmental biotechnology. – University of the West of England. –2005. – 447 p.

2. Bragg J.R., Prince R.C., Harner E.J., Atlas R.M. Effectiveness of bioremediation for the Exxon Valdez oil spill. – 1994, Nature. – pp. 368-413.
3. Jordening H.-J., Winter J. Environmental biotechnology. – UK, 2004. – pp. 203–217.
4. Lynch J.M., Wiseman A. Environmental Bioremediation: the Biotechnology Ecotoxicology interface. – School of Biological Sciences, University of Surrey, Guildford, UK. –1998. – pp.147-156.
5. Ron E.Z., Rosenberg E. Natural roles of biosurfactants // Environ. Microbiol. – 2001.V. 3. – pp. 229–236.
6. El – Sheshtawy H.S., Aiad I., Osman M.E. Production of biosurfactant from *Bacillus licheniformis* for microbial enhanced oil recovery and inhibition the growth of sulfate reducing bacteria// Egyptian Journal of Petroleum – 2015. – pp. 56-78.
7. Трошкова Г.П. Экологическая биотехнология: учебное пособие/. Трошкова Г.П., Емельянова Е.К., Карабинцева Н.О. Новосибирск. – 2011 г. – С.10–21.
8. Кузнецов А.Е. Научные основы экобиотехнологии: учебное пособие для студентов/ Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. – Москва, 2006 г. – 504 с.
9. Петров А.А. Углеводороды нефти / Петров А.А. – М.: Наука, 1984 – 263с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРО КОГЕНЕРАЦИИ

Ю.А. Рахманов, О.И. Сергиенко, Г.Н. Горбунов

Университет ИТМО, Санкт - Петербург, Россия

rahmanovua2010@gmail.com

Аннотация

В работе рассматриваются возможные варианты энергоэффективных технологий утилизации отходов с использованием микро когенерации. Предложена типология энерготехнологий с микро когенерацией в зависимости от основного метода утилизации, типа реактора, продуктов реализации основного процесса утилизации, а также процессов и оборудования микро когенерационной технологии. Приводится краткий обзор современного рынка и тенденций развития энерготехнологий утилизации отходов. Предложенная типология и структурная схема могут быть использованы при выборе рациональных энергоэффективных технологий утилизации отходов.

Ключевые слова

Энергоэффективность, наилучшие доступные технологии, термоокислительное обезвреживание, газификация, пиролиз, анаэробное брожение, когенерация, паровой, водогрейный, термомасленный котел, термоэлектрический преобразователь, газопоршневой, газотурбинный двигатели, паровой, поршневой двигатели, паровая винтовая машина, паровая турбина, реактор, биореактор, газификатор, пиролизный реактор, дымовой, генераторный, пиролизный газ, биогаз.

В процессе жизнедеятельности человека образуется большое количество отходов производства и потребления. После предварительной сортировки отходы, неподлежащие переработке, в основном утилизируются на специальных полигонах, представляющих собой сложные природоохранные сооружения, обеспечивающие защиту атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод. Полигоны требуют достаточно больших капитальных вложений, дороги в эксплуатации, занимают территории, которые выводятся из землепользования и в последующем требуют больших затрат на рекультивацию. В связи с этим находят применение различные методы локальной утилизации отходов: термическое окисление (огневое обезвреживание), газификация, пиролиз, анаэробное брожение органических отходов [1], продукты реализации которых обладают определенным энергетическим ресурсом и могут быть использованы с помощью когенерационных технологий для получения электрической энергии и теплоты, и, в случае необходимости, холода (тригенерационные технологии). Благодаря этому снижается потребление ископаемых топливных ресурсов, запасы которых не бесконечны и находятся в труднодоступных районах, снижается загрязнение окружающей среды продуктами их использования, в частности, выбросами CO₂. В «Энергетической стратегии России на период до 2035» твердые коммунальные отходы отнесены к важным региональным видам топливных ресурсов.

В таблице представлены возможные варианты энергоэффективных технологий утилизации отходов с использованием микро когенерации в зависимости от основного

метода утилизации, типа реактора, продуктов реализации основного процесса утилизации, а также основных процессов и оборудования микро когенерационной технологии.

Таблица

Энергоэффективные технологии утилизации отходов

Метод утилизации	Тип реактора	Продукты утилизации	Когенерационные технологии утилизации теплоты
Термическое окисление (огневое обезвреживание, сжигание)	Слоевые, камерные, вращающиеся барабанные печи, топочные устройства, циклонные реакторы	Высокотемпературные дымовые газы (800–1200°C), зола	Паровой котел, паровой двигатель (паровой поршневой двигатель, паровая винтовая машина, паровая турбина); ОЦР-технологии с микротурбинами; Водогрейный, термомасляный котел, термоэлектрический генератор; Воздушные турбинные и газотурбинные с обратной последовательностью процессов технологии.
Газификация	Газогенераторы	Генераторный газ с теплотой сгорания 3,5 - 6,5-16 МДж/м ³ , зола (шлак)	Газопоршневые, газотурбинные двигатели с утилизацией теплоты уходящих газов
Пиролиз	Пиролизные реакторы	Пиролизный газ с теплотой сгорания 15-22МДж/м ³ , твердый коксовый остаток с теплотой сгорания до 30 МДж/кг	Газопоршневые, газотурбинные двигатели с утилизацией теплоты уходящих газов
Анаэробное брожение органических отходов	Биореактор	Биогаз с теплотой сгорания около 22МДж/м ³ , удобрения	Газопоршневые, газотурбинные двигатели с утилизацией теплоты уходящих газов

При термоокислительном обезвреживании отходов для обеспечения их качественного сжигания поддерживается температура процесса 900 – 1200 °С [1]. В этом случае образуются высокотемпературные дымовые газы, содержащие твердые частицы уносимой золы. Теплота, выделяющаяся при их охлаждении до температуры, допустимой для системы очистки и газоудаления (в зависимости от технологии очистки 300 – 120 °С) может быть полезно использована в паровом котельном агрегате (ПК) для получения насыщенного или перегретого водяного пара. Полученный водяной пар поступает в паровой двигатель (ПД), где расширяясь, совершает работу, используемую для привода электрического генератора. Отработанный водяной пар поступает к потребителю теплоты. Расход и параметры водяного пара зависят от тепловой мощности системы термоокислительного обезвреживания, мощности, режимов теплотребления и типа парового двигателя (рисунок).

Исследования в области их применения в условиях мини – ТЭЦ и разработки более компактной и совершенной конструкции проводятся объединенной научной группой «Промтеплоэнергетика» Московского авиационного института, Всероссийского НИИ электрофикации сельского хозяйства, Королевского колледжа космического машиностроения и технологий [3]. Опыт эксплуатации паровых поршневых двигателей [5] свидетельствует о надежности их работы на влажном

насыщенном паре при умеренных частотах вращения (до 3000 об/мин), устойчивости работы при колебаниях параметров пара, и целесообразности их использования при малых мощностях.

При работе на насыщенном водяном паре при расходе пара 3,6 т пара и более, также целесообразно применение паровых винтовых машин [6]. Исследования и разработки, проведенные в ЗАО «Эко – Энергетика» и Университете Петра Великого показывают, что при срабатывании давления пара 0,3 – 0,6 МПа и расходе пара 6-50 т/ч с помощью паровой винтовой машины можно получить электрическую мощность 200 – 1500 кВт [2,6].

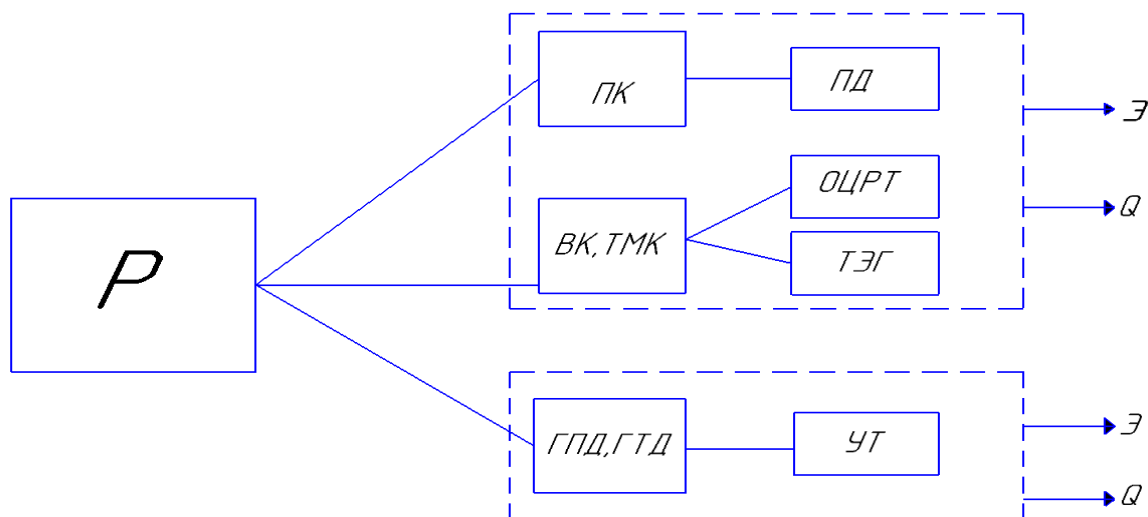


Рисунок. Структурная схема возможных вариантов энергоэффективных технологий утилизации отходов

P – реактор, где осуществляется основные методы утилизации отходов (сжигание, газификация, пиролиз, анаэробное брожение органических отходов); ПК – паровой котел; ВК, ТМК – водогрейный, термомасленный котел; ПД – паровой двигатель (паровой поршневой двигатель, паровинтовая машина, паровая турбина); ОЦРТ – технологии органического цикла Ренкена; ГПД, ГТД – газовые поршневые и газотурбинные двигатели; УТ – система утилизации теплоты; Э – электрическая энергия; Q – тепловая энергия.

Достаточно интересными для применения являются влажно – паровые микротурбины мощностью 5–30 кВт и разработанные на их основе Научно – производственным предприятием «Донские технологии» энергокомплексы [7].

При отсутствии потребности в водяном паре теплота охлаждения дымовых газов может быть полезно использована в водогрейном котле (ВК) для получения горячей воды, требуемых параметров или в термомасленном котле (ТМК) для подогрева термомасла. Получаемая при этом полезная теплота может быть использована в когенерации с применением ОЦР – технологий, реализующих термодинамический цикл Ренкена на органических жидкостях, кипящих при более низких температурах по сравнению с водой [8,9,10]. Компания Infinity Turbine разработала микротурбины, работающие на органических рабочих телах, электрической мощностью от 2 кВт [9]. Компания CALNETIX [10] разработала паротурбинную энергетическую установку TGX100 электрической мощностью 125 кВт, работающей на рабочем теле R245 FA. При этом для получения электрической мощности 125 кВт требуется 750 кВт теплоты в виде горячей воды при температуре 110 °С.

При использовании термомасленного котла горячее масло при температуре 280–300 °С может подаваться на модули термоэлектрического генератора для получения электрической энергии [11]. Такая система реализуется на электростанции

BioKibor электрической мощностью от 5 кВт до 1 МВт, изготавливаемых заводом KIBOR.

Также для утилизации теплоты охлаждения дымовых газов могут быть использованы воздушные турбинные и газотурбинные с обратной очередностью процессов технологи, технологические схемы, анализ энергетической и экологической эффективности которых нами были изложены ранее.[12].

В процессе газификации органических отходов реакторе (Р) получается генераторный горючий газ [13] и твердый остаток. Состав генераторного газа зависит от вида газифицируемых отходов и метода газификации, теплота сгорания может достигать 3,5–6,5–16 мДж/м³. генераторный газ может сжигаться в топках котлов для получения водяного пара или горячей воды или в газопоршневых, газотурбинных двигателях для получения электрической энергии. [13, 14, 15, 16, 17, 18]. В состав газэнергетических комплексов входит газогенератор, система подготовки газа и газопоршневая или газотурбинная электростанция с теплоутилизирующими устройствами. Предлагаются газогенераторные энергетические комплексы ГЭК-001 – ГЭК-1, работающие на древесных, брикетированных органических отходах влажностью от 6 до 20 %, на базе газопоршневых двигателей электрической мощностью от 3 до 350 кВт и тепловой мощностью от 100 до 1000 кВт, расходом отходов от 4 до 400 кг/ч, генераторного газа от 13 до 1300 м³/ч [16]. Фирма CATERPILLAR изготавливает газопоршневые электростанции электрической мощностью от 70 до 6520 кВт [14]. Газопоршневые электростанции GE Ibenbacher могут работать на тяжелых видах газообразного топлива (попутный нефтяной газ, биогаз, пиролизный газ и.т.д.). Их электрическая мощность составляет от 330 до 4034 кВт соответственно тепловая мощность от 363 до 3634 кВт [15]. В МГТУ им. Н.Э. Баумана разработан газотурбинный энергопреобразователь с получением электрической энергии для установки утилизации твердых бытовых и промышленных отходов нетрадиционной схемы, не требующей очистки газов от твердых частиц перед турбиной, которая работает на чистом высокотемпературном воздухе, подогреваемом в газоздушном подогревателе продуктами сгорания генераторного газа [17].

С помощью газовых микротурбин Capstone электрической мощностью от 30 до 200 кВт [18]. В режиме когенерации помимо электричества можно получать теплоту мощностью от 84,7 до 394,5 кВт. Для этого они должны быть укомплектованы устройствами, утилизирующими теплоту дымовых газов. Микротурбины Capstone могут работать на газообразном топливе с теплотой сгорания от 10475 кДж/м³ (биогаз, низкокалорийные газы).

При утилизации отходов методом пиролиза в общем случае можно получить печное топливо, пирокарбон и пиролизный газ [19, 20]. Причем пирокарбон с теплотой сгорания 25–31 МДж/кг может быть использован непосредственно как твердое топливо или в виде водоугольного топлива. Пиролизные установки ООО «КБ Климова» позволяют перерабатывать от 3 до 25 т отходов в сутки. При работе реактора в режиме газификации с получением генераторного газа от переработки твердых отходов и мусора в количестве 5000 кг/сут можно получить с помощью газопоршневого двигателя электрическую 150 кВт и тепловую 200 кВт мощность [19]. Промышленной группой «Безопасные технологии» (Санкт-Петербург) разработаны пиролизные установки термической деструкции УТД непрерывного действия производительностью до 1500 кг/ч, позволяющие перерабатывать различные виды отходов [20, 21]. Проведенные испытания установки УТД-2-200 показали, что образующийся при этом пиролизный газ можно использовать в когенерационных технологиях на базе микротурбины фирмы Capstone и газопоршневого двигателя ФАС (ООО «Фасэнергомаш», Россия) [22].

Получаемый при анаэробном брожении органических отходов биогаз, можно полезно использовать в когенерации после дополнительной подготовки на основе ранее

перечисленных газопоршневых и газотурбинных двигателей с системой утилизации теплоты уходящих дымовых газов. Технико – экономическое обоснование когенератора на основе малоразмерной газотурбинной установки ГТЭС – 200, выпускаемой ОАО «Калужский двигатель» с использованием технологии микробиологической утилизации твердых коммунальных отходов [22] подтверждает срок окупаемости не более трех лет, что позволяет считать данную технологию экономически эффективной.

Результаты проведенных исследований тенденций развития рынка энерготехнологий с микро когенерацией, предложенная типология и структурная схема могут быть использованы при выборе рациональных энергоэффективных технологий утилизации отходов.

Литература

1. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов – М.:Химия, 1990. – 340 с.
2. Трохин И.С. Мини-ТЭЦ с паровыми моторами для бесперебойного энергоснабжения ответственных потребителей //Промышленная энергетика. 2012. –№9. – С.15–20.
3. Дубинин В.С. Обеспечение независимости электро- и теплоснабжения России от электрических сетей на базепоршневых технологиях. Монография. – М., МЭИ, 2009. – 234 с.
4. Жигалов В.А. Тепловая электростанция с поршневой паровой машиной. [Электронный ресурс] URL: <https://www.rodteplo24/>.
5. Паровые двигатели Spilling для паровых котельных. [Электронный ресурс] URL: www.hansaenergo.ru/parovye-dvigately
6. Березин С.Р, Боровков В.М., Ведайко В.И., Богачева А.И. Паровая винтовая машина как средство энергосбережения. [Электронный ресурс] URL: <http://www.energsovet.ru>
7. Ефимов Н.Н. Микроэнергокомплекс на базе влажно – паровой турбины. «Энергосбережение» №6, 2013 – С. 54–56.
8. Мохов О.В. Применение ОЦР – технологии в системах утилизации бросового тепла [Электронный ресурс] URL: <http://aqua-therm.ru/articles/articles429>
9. Микротурбины на органическом цикле Ренкена. [Электронный ресурс] URL: www.joule-watt/mikroturbiny-na-organicheskom-tsikle-renkina.
10. Микротурбины от компании Calnetix Power Solutions. [Электронный ресурс] URL: www.electrosustems.ru/page07
11. Автономные электростанции на древесных отходах на основе термоэлектрических преобразователей. Завод – изготовитель КИБОР (Москва) KIBOR. [Электронный ресурс] URL: BiOPower.kibor.ru/biokibor.
12. Рахманов Ю.А, Сергиенко О.И., Василенок В.Л., Горбунов Г.Н. Об экономической эффективности применения газотурбинных технологий утилизации отходов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2019. № 1(36). С. 93–101.
13. Электростанция KIBOR BioPOWER на древесных отходах. Завод изготовитель Кибор (Москва) KIBOR BioPower. [Электронный ресурс] URL: kibor.ru/biokibor.
14. Газопоршневые электростанции CATERPILLAR. [Электронный ресурс] URL: ehc-group/catalog/gpu/caterpillar/.
15. Газопоршневые электростанции GE Ienbacher. [Электронный ресурс] URL: <https://www.roltpower.ru/equipment/ge-ienbacher/>.

16. Газопоршневые электростанции на генераторном газе. [Электронный ресурс] URL: <https://gisee.ru/articles/low-energy/831/>.
17. Иванов В.Л. Газотурбинный энергопреобразователь для установки утилизации твердых бытовых и промышленных отходов методом газификации. – Вестник МГТУ им. Н.Э. Бумана Сер. «Машиностроение». – 2012. – С. 384-399.
18. Передовые технологии Capstone. [Электронный ресурс] URL: <http://iescorporation.org/about/novosti.html?6%5c>.
19. Каталог разработок ООО «КБ Климова». [Электронный ресурс] URL: <https://www.potram.ru>img>catalog>.
20. Установка пиролиза УТД. [Электронный ресурс] URL: <https://i-pec.ru>about>.
21. Ладыгин К.В., Стомпель С.И., Спектор Ю.А. Альтернативная энергия из отходов: только факты. – Твердые бытовые отходы. – 2016. – №12. – С. 22–23.
22. Морозенко М.И., Кусачева С.А, Черняев С.И. Технико – экономическое обоснование когенератора на основе малоразмерной газотурбинной установки с использованием технологий микробиологической утилизации отходов// Фундаментальные исследования, 2016. №9-1. – С. 48–52.

УДК 579.695

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В.А. Савоскула, О.И. Сергиенко, А.С. Павлова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

violettasavoskula@gmail.com

Аннотация: Рассмотрена процедура и методика оценки эколого-экономической эффективности применения альтернативных источников энергии, устанавливаемых на промышленных предприятиях, позволяющих значительно снизить климатические риски за счет снижения выбросов парниковых газов в замещаемых источниках. На основе предложенной методики определены затраты на внедрение гибридной солнечной установки на предприятии по производству электронной аппаратуры, рассчитаны показатели ресурсной эффективности и экологического воздействия, а также себестоимость вырабатываемой энергии. Показано, что применение методики будет способствовать выбору наилучших доступных технологий для альтернативной энергетики и достижению целей Климатической стратегии Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: климатическая стратегия, альтернативная энергетика, наилучшие доступные технологии, солнечная энергетическая установка, оценка жизненного цикла, категории воздействия, ресурсная эффективность, затраты в жизненном цикле

Оценка эффективности возможных воздействий с целью уменьшения и предотвращения изменения климата – одна из наиболее актуальных проблем, стоящих в повестке дня международного сообщества, решение которой предусматривается Парижским Соглашением 2015 г. и последующими документами [1].

В рамках этой задачи немаловажной является необходимость участия России в мировой системе научного и технологического обмена знаниями и сотрудничества не только для целей импортозамещения оборудования, но для разработки методик оценки и выбора наиболее эффективных решений, поскольку это обеспечивает своевременное реагирование на требования международного рынка, а значит позволит к 2035 г. России увеличить производство «зеленой» энергии из альтернативных источников.

В Санкт-Петербурге разработанная Климатическая стратегия до 2030 г. нацелена на создание условий для оценки и мобилизации потенциала развития в условиях изменяющегося климата посредством своевременной реализации адаптационных мероприятий, направленных на снижение и (или) предотвращение климатических рисков в отношении отраслей городского хозяйства, а также объектов городской инфраструктуры, экосистем и здоровья населения. Среди возможных мер следует рассмотреть замещение традиционных источников энергии на углеводородном топливе на альтернативные источники энергии (АИЭ) [2].

Целью настоящей работы является разработка процедуры и методики для оценки эколого-экономической эффективности применения альтернативных источников энергии, устанавливаемых на промышленных предприятиях,

позволяющих значительно снизить климатические риски за счет снижения выбросов парниковых газов в замещаемых источниках. Задачами работы являются: 1) проверка возможности технической реализации установки солнечного генератора электроэнергии и снижении экологической нагрузки при внедрении на одном из предприятий Санкт-Петербурга по производству электронной аппаратуры, и 2) оценка связанных с внедрением инвестиционных и текущих затрат в жизненном цикле оборудования.

Актуальность и своевременность тематики исследования подтверждается необходимостью решения назревших проблем развития энергетического сектора, определения изменений экономических параметров в соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2035 г. – с одной стороны, и потребностью в инвестировании в производство альтернативной энергии – с другой.

На основе эколого-экономической оценки можно выбрать наиболее подходящие для региона Санкт-Петербурга источники альтернативной энергии или их сочетания, выбрать наилучший вариант для внедрения в том или ином кластере.

Данная оценка важна для, выполнения актуальных проектов создания ветропарков, солнечных электростанций, устройств, способных получать геотермическую энергию, гидроэнергию и энергию биомассы. Ее применение будет способствовать достижению общероссийского стратегического показателя развития возобновляемой электроэнергетики к 2024 г. на уровне 4,5% от всего объема производства энергии [3].

Методы и материалы

В качестве методологической базы исследования использовались методы статистического анализа, проблемно-целевого подхода, обратного прогнозирования с участием заинтересованных сторон, анализа ресурсной эффективности (АРЭ), оценки воздействий экологического жизненного цикла (ОЖЦ) и оценки затрат в жизненном цикле (ЗЖЦ), которые в совокупности позволили разработать многошаговую процедуру эколого-экономической оценки выбора наилучшей доступной технологии альтернативного источника энергии [4].

Рассмотрение основных источников выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу Санкт-Петербурга показывает, что наибольшая масса выбросов ПГ характерна для районов расположения ТЭЦ. Выбросы ТЭЦ, а именно сажа и выбросы CO₂ приводят к парниковому эффекту, выбросы диоксида азота к образованию смога в городе и, соответственно, влияют на изменение климата.

На первом этапе проводилась оценка климатических параметров региона, определяющих эффективность применения альтернативного источника энергии: солнечной батареи.

Стандартная система солнечных батарей для автономного электроснабжения состоит из солнечных панелей общей мощностью 3,4 кВт [5] и позволяет надежно обеспечить потребности в электроэнергии большинства владельцев частных жилых домов. Применение альтернативных источников энергии рассматривается в настоящее время на ряде крупных промышленных предприятий, обеспечивая достижения лидерских позиций на рынке и устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

На следующем этапе были проанализированы основные заинтересованные стороны, а также сдерживающие и стимулирующие факторы развития рынка альтернативной энергетики. К числу заинтересованных сторон с наибольшей степенью влияния, как показано в работе авторов [4], можно отнести органы власти, акционеров, кредиторов, поставщиков и сотрудников компании.

Среди факторов, сдерживающих развитие АИЭ, были выделены изобилие традиционных видов топлива и отсутствие нормативной базы для поддержки

зеленой энергетики. В качестве стимулирующего фактора можно отметить быстрое развитие технологий и широкое применение альтернативных источников энергии за рубежом, что неизбежно должно приводить к развитию производства оборудования и технологий для получения возобновляемой и альтернативной энергетики в России, поскольку в дальнейшем это позволит исключить зависимость от зарубежных энергетических технологий.

Формулирование видения будущего и определение необходимых шагов для достижения желаемых целей (сценария развития), получившее название метода обратного прогнозирования, применялось в начале 2000-х гг. в отношении развития энергоэффективности на государственном уровне [5, 6] и позднее на корпоративном уровне управления [7, 4]. На уровне компаний может проводиться самостоятельное определение сценариев внедрения АИЭ, исходя из анализа текущей ситуации на рынке технологий, установки конкретных целей по повышению энергоэффективности и снижению углеродного следа, создания «идеальной» картины развития компании в будущем.

При проведении следующего этапа «Анализ сценариев» определяются основные показатели экологической оценки выбранных альтернативных источников энергии в их жизненном цикле: показатели воздействия на окружающую среду выходных потоков (выбросов, сбросов и образования отходов) по категориям воздействий и входных потоков потребляемых ресурсов (абиотических, биотических, воды и воздуха).

«Анализ сценариев» проводился по предлагаемой авторами методике оценки эколого-экономической эффективности альтернативных источников энергии, которая была проверена на примере солнечной энергетической установки [8] на предприятии по производству электронного оборудования в Санкт-Петербурге.

Основные этапы методики включают в себя: оценку технической осуществимости на основе имеющихся (доступных) технологий, выполнение анализа ресурсной эффективности (АРЭ) оценки жизненного цикла (ОЖЦ) и оценки затрат в жизненном цикле (ЗЖЦ).

Основными компонентами фотоэлектрической солнечной энергоустановки являются: фотоэлектрические модули (ФЭМ), контроллер, аккумуляторная батарея (АКБ), инвертор. Но для достижения надежной и эффективной работы к любой солнечной системе необходимо подключение дизель – генератора (ДГ).

Границы производственной системы определены по следующим стадиям жизненного цикла: транспортировка солнечной батареи до сборки у потребителя, транспортировка аккумуляторных батарей до сборки у потребителя, транспортировка контроллера до сборки у потребителя, транспортировка инвертора до сборки у потребителя, транспортировка дизель – генератора до сборки у потребителя, временное хранение комплектующих солнечной батареи на складе организации, процесс сборки солнечной батареи у потребителя, стадия эксплуатации, процесс транспортировки до места утилизации.

На основании исходных данных и выполненных расчетов были определены индикаторы МІ по видам потребляемых ресурсов. Анализ ресурсной эффективности (АРЭ) показал, что максимальное воздействие оказывают стадия эксплуатации – 86%; транспортировка железнодорожным транспортом из Китая до Санкт-Петербурга – 12% и автотранспортом до организации – сборщика инвертора – 2%. Остальными стадиями, вклад которых меньше 1%, можно пренебречь.

На стадии производства солнечной батареи в большем количестве потребляются такие ресурсы, как вода – 88% и абиотические ресурсы – 12%.

Единственным материальным входом на стадии эксплуатации является дизельное топливо, он и вносит вклад в потребление абиотических ресурсов и воды.

На стадии транспортировки солнечных модулей, контроллера, АКБ и ДГ железнодорожным транспортом наибольшее потребление приходится на воду - 88% и на абиотические ресурсы – 12% за счет использования дизельного топлива.

Расчет экологического воздействия выходных потоков солнечной батареи в жизненном цикле был выполнен на основе программного обеспечения SimaPro [9]. Для солнечной батареи по категориям воздействия были рассчитаны такие показатели, как потенциал глобального потепления, г-экв. CO₂/г, потенциал образования фотохимического смога, г-эквэтен /г, потенциал эвтрофикации, г-экв O₂/г.

Для реализации целей Климатической политики наибольший интерес представляет анализ углеродного следа в границах производственной системы. Углеродный след солнечной установки в границах производственной системы составил 0,504 т-экв. CO₂.

Затраты в жизненном цикле определялись по методике [10] и составили 4 481,35 тыс. руб. Годовая продолжительность солнечного сияния составляет в среднем по Санкт-Петербургу и Ленинградской области 1800 ч/год. При мощности солнечной батареи – 3 кВт и мощности ДГ – 10 кВт, электроэнергия, вырабатываемая солнечной установкой в среднем составит 75 000 кВт/год.

По полученным расчетным данным стоимость всего жизненного цикла солнечной батареи составляет 4 481,35 тыс. рублей, и для получения одного кВт-ч энергии необходимо затратить 3,98 руб., что сопоставимо с тарифом на электроэнергию от коммунальных сетей 4,58 руб. за один кВт-ч.

Однако при снижении потребления дизельного топлива на стадии эксплуатации, а также при снижении затрат на приобретение АИЭ можно получить гораздо более дешевую электроэнергию и обеспечить достаточную автономность от электросетевой энергии и значительное снижение углеродного следа. По результатам анализа технического потенциала солнечной энергии в Санкт-Петербурге можно сделать вывод, что часть энергии, получаемой на промышленных предприятиях от традиционных ТЭЦ, можно заменить на энергию, получаемую от солнечных батарей, что позволит уменьшить выбросы в атмосферу от сжигания ископаемого топлива, влияющее на изменение климата Санкт-Петербурга.

Предлагаемая методика эколого-экономической оценки выбора альтернативного источника энергии может найти применение для идентификации наилучшей доступной технологии из доступных на рынке, оказывающих минимальное негативное воздействие на окружающую среду и минимизирующих выбросы парниковых газов в жизненном цикле установки. Тем самым обеспечивается реализация целей Климатической стратегии Санкт-Петербурга до 2030 г. и Энергетической стратегии России на период до 2035 г. по диверсификации топливно-энергетического сектора, и по повышению энергоэффективности предприятий. Себестоимость электроэнергии в жизненном цикле может быть использована в качестве важного показателя для дальнейшего экономического обоснования инвестиционных проектов по внедрению АИЭ.

Практическая значимость предлагаемой методики заключается в том, что лица, принимающие решения, могут использовать ее для выбора наиболее экологически-безопасных источников энергии, как на отдельных предприятиях, так и в регионе в целом.

Литература

1. Annual technical progress report of the Paris Committee on Capacity-Santiago Climate Change Conference - December 2019. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: [buildinghttps://unfccc.int/documents/200078](https://unfccc.int/documents/200078).

2. Климатическая стратегия Санкт-Петербурга на период до 2030 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://docplayer.ru/26790826-Proekt-klimaticheskaya-strategiya-sankt-peterburga-na-period-do-2030-goda.html>.
3. Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 г.: расп. Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83805].
4. Павлова А.С., Сергиенко О.И. Анализ факторов, влияющих на повышение энергоэффективности и развитие корпоративной социально-экологической ответственности Российских компаний на основе метода обратного прогнозирования с участием заинтересованных сторон // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2014. № 4. С. 340–355.
5. Mulder, HAJ, and Biesiot, W., Wdward Elgar. Transition to a sustainable society. A backcasting approach to modeling energy and ecology. - Cheltenham, 1998, P. 287 – 304.
6. Quist J., Vergragt P. Past and future of backcasting: The shift to stakeholder participation and a proposal for a methodological framework. – Futures, issue 38, 2006 – P. 1027–1045.
7. Green K., Vergragt P., Towards sustainable households: a methodology for developing sustainable technological and social innovations, Futures, issue 34, 2002 – P. 381-400
8. Гибридная солнечная электростанция 3 кВт. Модель: SA-3000. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.solnechnye.ru/gotovye-resheniya/solnechnaya-elektrostanciya-avtonomnogo-pitaniya.htm>.
9. LCA software for fact-based sustainability// [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://simapro.com/>.
10. Затраты на жизненный цикл и методы ограничения затрат. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://lib.sale/upravlenie-proektami-knigi/134-zatratyi-jiznennyiy-tsikl-metodyi-55931.html>.

УДК: 378.018.43

**CREATION OF THE MASSIVE OPEN ONLINE COURSES
FOR SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT: EXPERIENCE OF THE
INTERNATIONAL EDUENVI PROJECT**

Sergienko Olga¹, Kallio Ella², Mällinen Sisko², Asikainen Eveliina²

1 – ITMO University, Saint-Petersburg, Russia

2 – Tampere University of Applied Sciences, Tampere, Finland

oisergienko@itmo.ru

Abstract

The paper is based on consideration of the first results of the international EduEnvi project on the needs' analysis in massive open online courses for training in sustainable waste management of students in Russian and Kazakh Universities. The needs' analysis was prepared based on discussions of internal and external stakeholders of the participating universities at the six local workshops held in St. Petersburg, Yekaterinburg, Tumen (Russia) as well as in Alma-Aty, Kokchetau and Shymkent (Kazakhstan) in February-April 2018. The program of the discussion meetings, as well as the preliminary list of the courses, materials and templates for the discussions were elaborated by the expert group consisting of ITMO University representatives and its associated partners – external stakeholders. The final approval of the curriculum and course manuscripts was done by consortium of nine Russian, Kazakh and European universities during a series of seminars, workshops and online meetings during 2018-2019 in the framework of EduEnvi project under arrangements of its leading partner of Tampere University of Applied Sciences. The project is supported financially by EU program “Erasmus+: Higher Education – International Capacity Building”.

Key words: education, university, sustainable waste management, internal and external stakeholders, needs' analysis, massive open course

The project “Enhancing Competences of Sustainable Waste Management in Russian and Kazakh HEIs (EduEnvi)” was launched in October 2017 in consortium consisted of nine European, Russian and Kazakh universities under administrative support and arrangements of the leading partner – Tampere University of Applied Sciences (TAMK). EduEnvi is one of the projects funded by the Erasmus + Capacity building for Higher Education programme (CBHE). The programme supports the modernization, accessibility and internationalization of higher education in partner countries. In EduEnvi the field of development is sustainable waste management (SWM) together with online pedagogy. The project consortium ended up to apply the Erasmus grant for these fields after cooperation between ITMO University, University of Valladolid and TAMK. Also, several Tempus IV projects for developing the field of online education were conducted in the partner countries (Russian and Kazakhstan).

The importance of development of educational programs, modules and courses for sustainable waste management was also resulting from a series of national professional standards prepared by the Ministry of Labour of the Russian Federation recently, where the role of SWM specialists and required competences were emphasized.

Also Initiated about ten years ago the Massive Open Online Courses (MOOCS) has become very actual both in Russian and Kazakh universities, especially after establishment of so-called national educational online platforms. At the same time lack of experience in online pedagogics and use of Information and Communication Technology (ICT) tools led to an additional task of creating open flexible learning and teaching methods and courses with a

view to offering the courses online in SWM not only for the partner universities' students, but also for anyone, to study free of charge.

Needs' analysis as a groundwork for the online course development

The EduEnvi project aims to develop master level curriculum in sustainable waste management by university-industry cooperation. The role of the expert group of St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University) focused at creation of aligned curriculum in the field of sustainable waste management based on preliminary needs' analysis in this matter in Russia and Kazakhstan.

The purpose of the need's analysis was to check the list of the courses to be developed within the EduEnvi project according to the assessment of the current gaps in sustainable waste management (SWM) and in the field of SWM education in Russia and Kazakhstan.

Importance of the need's analysis in the field of SWM is difficult to overestimate because the partner universities must play a significant role in greening and socializing the modern society. They bring together academic experts, prospective employers and potential employees and provide them important information on waste management, treatment and prevention.

At the starting point of the EduEnvi project the partner universities had to solve the great challenges that national higher education systems are currently facing, such as:

- 1). Lack of comprehensive agenda for the SWM courses development, their structure and content;
- 2). Lack of experience in MOOCs development and ICT tools use by the teachers; and
- 3). Lack of university-industry cooperation and weak links of universities with the companies-employers in the field of waste management.

Solving these challenges requires considering the needs of the interested parties (tab. 1).

Table 1

Internal and External Stakeholders of SWM and Their Needs

Needs	Internal stakeholders	External stakeholders
Content of the online courses/modules	Students	Employers (local companies)
Required competences	Universities' teachers	Local environmental authorities
Commitment to binding obligations/ programs	Universities' administration	Municipal authorities
Development of new digital learning methods, MOOCs and its ICT tools	Universities' representatives of open education departments	Local citizens
Information of the populace	Universities' press centres	Local mass media

Results of the need's analysis were discussed during the International Workshop in St. Petersburg on curriculum/module design, structure and quality assurance on April 16-20, 2018, and especially during the workshop with participation of real work life representatives on April 18, 2018.

Comments of the participants of six local workshops on needs for SWM online education were used to prepare the final list of modules, courses and competences that were adopted in the project. At six partner universities the internal and external stakeholders for the development of the MOOCs were defined and their needs are summarized in the tab. 2 and 3.

Associated partners proposed to introduce disciplines on environmental law of the Russian Federation and Kazakhstan, as well as licensing and the permits' obtaining for waste. Companies' representatives were interested in practical issues - how to implement ISO 14001

and conduct environmental auditing, prepare reporting and accounting documentation in waste management.

Table 2

Internal stakeholders and their needs and expectations

Internal stakeholders	Amount of people	The needs and expectations			
		Content of the online courses/modules	Required competences	Commitment to binding obligations/ programs	Development of MOOCs and its ICT tools
Students	8	Knowledge and professional skills will be beneficial for the career seek	According to the labour market demand	To result in the master's level thesis	Development of their capabilities in use ICT, digital environment
Universities' teachers	35	To be discussed with companies and environmental authorities To meet to the required competences of the universities Creation of new master's programs and courses	According to professional standards, to meet the society needs	The courses should meet the universities' requirements and requirements of open education departments	Personal involvement, increase of the capabilities in use ICT
Universities' administration	7	To be required by the business society and labour market	The courses should drive the innovations ITMO – courses in English and Russian are required Three Kazakh universities – education in Kazakh, English and Russian	Internal requirements of educational department should be taken into account and accreditation procedure should be fulfilled	Online courses are required for the vocational education Experience of EU partners in MOOCs 'development is needed to learn
Universities' representatives of open education departments	1			Requirements of the national open education platforms are to be fulfilled	Use new pedagogical tools to support collaborative learning
Universities' press centres	-	Should be adequate to the requirements of the society	-	Information about the project and courses	-

It was agreed that some materials for the lectures about equipment for the collection, transportation, processing, shipment and sorting of municipal solid waste (MSW), as well as on the separate collection of waste, use of biological products can be illustrated with video materials in coordination with the management of the local companies.

As the conclusion of the need’s analysis the preliminary list of the courses, modules and competences was created (tab. 4).

Table 3

External stakeholders and their needs and expectations

External stakeholders	Amount of people	The needs and expectations			
		Content of the online courses/modules	Required competences	Commitment to binding obligations/ programs	Development of MOOCs and its ICT tools
Employers (local companies)	15	To prepare specialists in SWM for companies	According to the companies needs	To meet the HEIs requirements	Opportunities to enhance qualification online
Local environmental authorities	4	To meet the challenge of environmental education and awareness level of companies and populace	According to professional standards, to meet the society needs	The courses should follow to rapid changes of the environmental regulations in the field of waste management	Use of online courses is required for the vocational education for the employers of local companies
Municipal authorities	3	To be helpful in SWM at municipal level	The courses should help to solve the municipal waste challenge	The interests of regional operators of territorial waste management schemes should be taken into account	The online courses are to be used for raising qualification of municipal officers in the environmental field
Local citizens	3	To give an adequate environmental information	The courses should help to organize collection and treatment of municipal solid waste	–	Online courses could be required by young generations
Local mass media	1		–	Information about the project	–

The detailed description of the courses and modules, responsible universities and teachers were also defined.

Formulating the online courses in co-operation

The following concrete development of the online courses is achieved by step by step approach where capacity building is based on learning by doing. Also, the importance of acting in close co-operation within the project group and external stakeholders has been emphasized all long the project. This means, in the project work the capacity of HEIs staff is built in SWM, in e-learning pedagogics and in innovation, entrepreneurship and university – industry cooperation methods at the same time with designing eight online learning modules for SWM.

The workshops and webinars related to the curriculum development and dissemination organized during the project have been open activities so that all the stakeholders have been invited to take part. This way the consortium has contributed to the openness and exploitation of the project results and ensured that capacity of all the stakeholders is improved and not only of the teachers actively participating in the training weeks organized during the project.

Table 4

Online modules and courses developed in EduEnvi project and lead universities

	Name	Leader
Module 1	Comprehensive risk assessment in waste management	KokSU
Course 1	Introduction to environmental risks	KokSU
Course 2	Environmental, social and economic risks	Tyumen
Course 3	Solid wastes and environmental risks	Tyumen
Module 2	Biotechnologies for waste utilization	SKSU
Course 1	Basics of ecological biotechnologies	SKSU
Course 2	The Applied Aspects of Using Biotechnological Methods for Waste Utilization	ITMO
Module 3	Non-energy technologies for waste utilization	KazNU
Course 1	Basics of waste utilization	KazNU
Course 2	Reuse of side products and outputs	KazNU
Course 3	Physico-chemical treatment methods in waste management	
Module 4	Energy technologies for waste utilization	KazNU
Course 1	Waste-to-energy plants and technologies	KazNU
Course 2	Energy efficient technologies in waste treatment	KazNU
Module 5	Development of business and entrepreneurship for sustainable waste management	ITMO
Course 1	Modeling of business processes in the field of waste management	ITMO
Course 2	Business planning for sustainable waste management projects	ITMO
Module 6	Public administration and municipal governance in Sustainable Waste Management	UrFU
Course 1	Institutional approach to SWM decision-making	UrFU
Course 2	Public and municipal governance in SWM	UrFU
Course 3	Budget and financial base of SWM	UrFU
Module 7	Environmental management and waste prevention	ITMO
Course 1	Waste prevention: sustainable business models, tools and good practices	ITMO
Course 2	Application of ISO 14001 for waste prevention	ITMO
Course 3	Theory and practice of waste management in companies	ITMO
Module 8	Life cycle assessment and life cycle costing	Tyumen
Course 1	Introduction to LCA based on ISO 14040 series	Tyumen
Course 2	Application of LCA for waste prevention	ITMO

Activities where the stakeholders have been invited are: a series of need analysis conducted in the spring 2018, a curriculum design workshop organized in St. Petersburg (April 18), a web-conference: identifying the ICT-based tools needed in building the learning module to bring added value to learning organized (September 18), a curriculum design workshop organized in Shymkent (January 19), a series of dissemination workshops and webinars about project status and results (Spring 19). The project partners have invited the stakeholders from at all levels to take part to these activities.

Next peer reviews of the courses and modules were organized in April-May, 2019 and after this the courses were produced into online platforms to be piloted. The piloting of the developed online courses is going to be implemented during autumn 2019. During the piloting the evaluation will be done by the students, the teachers, the technical staff responsible for the online course production and the working life representatives. After the piloting, evaluation data collected will be analyzed and further improvements for the courses will be made.

Finally, in the end of the project, the courses will be evaluated by external experts from Russian, Kazakhstan and Europe and promoted for wide audience in three conferences and one webinar.

Conclusion

Hearing the expectations and asking the opinion of all the stakeholders is crucial in order to design courses that are student centered and close to the surrounding society. Thus, in EduEnvi project the external and internal stakeholders have been involved in all stages in developing the online courses for SWM. This way the improvement is effective, capacity is largely improved, and a positive change can be achieved.

The needs' analysis was based on discussion of the project consortium members; however, its findings could engage much larger number of teachers, students and other parties interested in the SWM topics and new ways of teaching. The interdisciplinary and collaborative character of the courses will ensure its relevance to research and educational needs of its stakeholders.

References

1. Enhancing Competences of Sustainable Waste Management in Russian and Kazakh HEIs (EduEnvi)// URL: <http://eduenvi.tamk.fi/>.
2. EduEnvi: Education in Sustainable Waste Management in Russia and Kazakhstan //URL: <http://news.ifmo.ru/en/news/7486/>.
3. Programme guide, available: https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/sites/erasmusplus/files/files/resources/erasmus-plus-programme-guide_en.pdf.
4. Erasmus+ Capacity Building in Higher Education EU Support to Higher Education Institutions Around the World; Ard Jongsma; available: https://eacea.ec.europa.eu/sites/eacea-site/files/capacitybuildinginhighereducation_b5_web.pdf, European Union; 2016.
5. Tempus IV programme -Study of the Achievements of Tempus IV Projects on the Internationalisation of Higher Education in Central Asia Stephen Hagen, available: https://eacea.ec.europa.eu/sites/eacea-site/files/2016_12_01-ca_tempus_iv_study_internationalisation._docx_0.pdf, European Union, 2016.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 658.56

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЭНЕРГОАУДИТА В РОССИИ И ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ

А.Д. Казимиров

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

jkeidg@gmail.com

Аннотация

В данной научной статье рассматривается использование таких технологических средств, как управление процессами, для улучшения и упрощения процедур, связанных с качеством проведения энергообследований.

Рассматривается использование данных средств, как инструмент реализации системного подхода к решению проблем, которые имеет система энергоаудита в России.

Ключевые слова

Энергоаудит, энергетическое обследование, АСУ, АСУТП, АСОУ, АСУП, управление процессами, взаимодействие, автоматизация, обработка информации, значение, фиксация, производство.

«Энергетическое обследование – базис для дальнейшей широкомасштабной реализации энергосберегающих проектов. Причем основным источником их финансирования должны стать внебюджетные источники, а именно энергетический сервис» [4]. Именно эти слова, сказанные Д. М. Терентьевым в 2014 году, заложили основной базис, для понимания структуры проведения энергоаудита в России. Однако, в современных реалиях эта фраза приобретает немного другой смысл, нежели описание всей системы, связанной с энергетическим обследованием организаций.

Поскольку энергоаудит – та самая отправная точка, от которой считается достигнутая экономия, первой целью записано требование о получении объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов. Немаловажным этапом является и определение потенциала энергосбережения. Но основная задача энергоаудитора это все-таки – разработка мероприятий по энергосбережению, и их стоимостная оценка – это важнейшие моменты, которые впоследствии будут определяющими для реализации энергосервиса [5].

В 2019 году энергетическое обследование (или энергоаудит) является обязательным для организаций, у которых расходы за 2018 год на потребление природного топлива, тепловой энергии, электрической энергии, за исключением моторного топлива превысили 50 млн. рублей. Проведение энергетического обследования является обязательным также и для следующих лиц:

1. органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц;
2. организации с участием государства или муниципального образования;

3. организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности;
4. организации, осуществляющие производство и (или) транспортировку воды, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, добычу природного газа, нефти, угля, производство нефтепродуктов, переработку природного газа, нефти, транспортировку нефти, нефтепродуктов.

Это означает, что повышение энергоэффективности, посредством проведения энергетических обследований, все еще остается актуальным для многих организаций.

Но. Здесь мы сталкиваемся с проблемами, которые связаны с существующей системой энергетических обследований, а именно:

1. Невозможность выбора энергоаудитора. Если речь идет о формальном получении паспорта с минимальными данными обследования, то найти фирму, выполняющую соответствующие процедуры, не составит труда. Другое дело, если вы планируете изучить резервы вашего предприятия в рамках возможной экономии энергоресурсов, здесь нужен более тщательный поиск, участники и средства.

2. Неидеальность заказчика. Как правило, аудиторов интересуют заказчики программы энергосбережения, их основная цель – лишь помочь ее формировать и реализовать в рамках федерального закона. Но часто случается так, что заказчик не намерен участвовать в энергосбережении, ограничиваясь только формальными процедурами.

3. Отсутствие единой методики. Кроме выхода закона и создания структур, которые пытаются адаптировать его к реальности, российскому энергоаудиту больше нечем похвастаться. Оказывается, у нас нет единой методики, по которой, как по шаблону, можно провести анализ предприятия в рамках энергоаудита или использовать ее как некий эталон для сравнения результатов анализа энергоэффективности предприятия [4].

И если первые две проблемы – это задачи, которые решаются изменением понимания сути энергоаудита, посредством различного рода конференций, вебинаров, да и просто изменениями в федеральном законе, который бы регламентировал, четкие требования как к заказчику, так и к самим аудиторам, то третья проблема является наиболее сложной, в плане предоставления готового решения, направленного со стороны законодательных органов.

Однако, ее решение можно рассмотреть, как процесс, который подлежит технологической обработке и автоматизации. Но каким образом?

Что ж, давайте представим, что Вы вдруг захотели установить энергоцентр возобновляемой энергии, состоящий из солнечных панелей и ветрогенератора прямо у себя во дворе, дабы не нарушать хрупкий экологический баланс, увеличивая количество потребляемой энергии, и просто из соображений экономии «на перспективу» (то есть, приблизительно, на ближайшие 5 лет).

Каковы будут ваши действия?

Безусловно, первым делом вы обратитесь в организацию, которая занимается разработкой подобных проектов. И вот, Вы уже имеете готовое решение, видите все основное оборудование, которое будет задействовано на объекте. Казалось бы, все компоненты в сборе, и пора приступать к реализации своих планов. Однако, здесь нужно понимать, что помимо основного оборудования, производящего «чистую» энергию, в энергоцентрах устанавливается множество вспомогательного оборудования: системы стабилизации напряжения, различного рода выпрямители сигналов, емкостные накопители, конвертеры, трансформаторы и системы противоаварийной автоматики, и пр. Заставить такую систему работать может оказаться гораздо более труднореализуемой задачей, как казалось в самом начале. Как же быть в подобного рода ситуациях?

Обеспечить качественную работу всего энергоцентра, как единой технологической единицы, сможет только комплексная автоматизированная система управления, сокращенно – АСУ.

Так что же это за АСУ и зачем она нужна? И при чем тут Ваш небольшой проект?

Вообще, автоматизированная система управления – это совокупность различных математических методов, технических средств и организационных комплексов, которые обеспечивают рациональное управление объектом или процессом, в соответствии с заданными критериями [1].

В качестве управляемого критерия может выступать любая величина, которую Вы хотите получить. Например, если говорить о Вашем проекте, то этой величиной может быть текущая электрическая мощность, или амплитуда выходного напряжения. Как бы то ни было, Вам достаточно лишь выбрать критерий, который Вам нужен, а АСУ сделает все остальное.

Различают два основных вида подобных систем: системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) и системы организационного управления (АСОУ). Их главные отличия заключаются в характере объекта управления: в первом случае – это технические объекты: аппараты, устройства, механизмы, а во втором – как правило, объекты экономической или социальной природы, то есть, в конечном счете, коллективы людей) и, как следствие, в формах передачи информации (различные по природе и характеристикам физические сигналы, и документация соответственно) [1].

Для крупных систем АСУ могут иметь иерархический характер, например, включать в свой состав в качестве отдельных подсистем АСУ ТП, автоматизированные системы управления запасами, оперативно-календарного и объемно-календарного планирования и автоматизированные системы управления производством (на уровне крупного цеха или отдельного завода в составе комбината).

Особое значение здесь имеют автоматизированные системы диспетчерского управления, предназначенные для управления комплексными человеко-машинными системами, функционирующими, как правило, в режиме реального времени. К ним относятся: системы диспетчерского управления в энергосистемах, на железнодорожном и воздушном транспорте и другие. В системах диспетчерского управления и некоторых других типах АСУ используются подсистемы автоматизированного контроля оборудования. Задачами данной подсистемы являются не измерение и фиксация значений параметров, которые характеризуют состояние оборудования, находящегося под контролем, а сравнение этих значений с заданными границами и информирование об отклонениях [3].

Здесь может возникнуть резонное замечание: «Да, это конечно, здорово, но хотелось бы говорить об этих системах, как о более предметном явлении».

Если визуализировать, то АСУ можно представить, как комплекс из следующих средств:

1. техническое обеспечение, которое является комплексом технических средств, применяемых для функционирования АСУ;
2. информационное обеспечение представляет собой совокупность решений по объемам, размещению и формам организации информации, циркулирующей в АСУ;
3. математическое обеспечение является совокупностью математических моделей, алгоритмов и методов обработки информации, используемых при создании АСУ;
4. программное обеспечение представляет собой совокупность программ, которые реализуют алгоритмы обработки информации в компьютерных системах;
5. информационное обеспечение представляет собой комплекс информационных систем и, алгоритмы обработки информации, используемых в АСУ.

Наглядное представление принципиальной схемы АСУ представлено на рисунке. Легко понять, что подобные системы активно внедряются и на крупных предприятиях, для минимизации рисков, связанных с производством, и увеличения эффективности. Целью внедрения АСУП является не автоматизация как таковая, а повышение управляемости на предприятии, а также эффективности его деятельности, за счет улучшения качества бизнес-процессов, в том числе и автоматизации их (бизнес-процессов) функций [2].

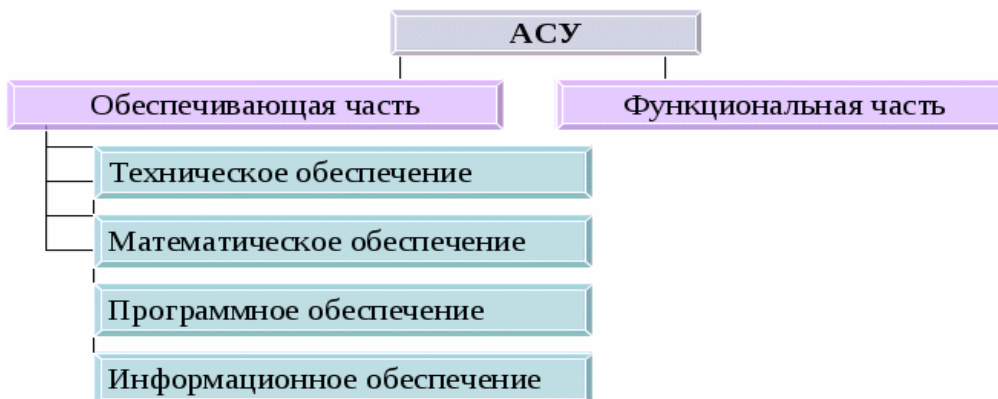


Рисунок. Принципиальная схема АСУ

Автоматизация функций бизнес-процессов позволяет руководству быстро получать достоверную информацию о себестоимости продукции, производственных запасах и прочую необходимую информацию, на основании которой легко принимать обоснованные управленческие решения.

Таким образом, можно структурировать, упорядочить и автоматизировать методологические аспекты данного процесса.

Как решить проблемы, препятствующие полноценному использованию результатов энергетических обследований и развитию рынка энергосервисных услуг?

1. Введение понятия «энергоаудитор». Целостного понимания, кто такой энергоаудитор в России нет, описание выполняемых обязанностей скорее попадает под описание специалиста по энергоэффективности, а это не одно и то же. Энергоаудитор - физическое лицо, получившее квалификационный аттестат, сведения о котором внесены в государственный реестр энергоаудиторов. Минэнерго России выступило с предложением, что энергоаудитор должен брать на себя существенную ответственность за знания, которыми он владеет, и решения, которые он принимает при проведении энергетического обследования. Подпись на энергетическом паспорте должна соответствовать уровню, аналогичному заключению отдела технического контроля (ОТК).

2. Система аттестации энергоаудиторов, способствующей выполнению первого требования. В настоящее время действует достаточно большое количество энергоаудиторов, получивших аттестат благодаря прохождению 72-часового курса повышения квалификации. Конечно, этого недостаточно, и с уверенностью можно утверждать, что квалификации отдельных энергоаудиторов не хватает [5].

Данный системный подход должен способствовать не только упрощению формальных процедур между энергоаудиторами и организациями, проходящими энергетическое обследование на обязательной основе, но и пониманию важности улучшения энергоэффективности внутри организаций, уменьшению энергопотребления, за счет принятых мер.

Литература

1. Острековский В.А. Теория систем. – Высш. шк ., 1997. – С. 56–58.
2. Глушков В.М., Введение в АСУ, 2 изд. – К., 1974. – С. 35, 38.
3. Жимерин Д.Г., Мясников В.А. Автоматизированные и автоматические системы управления. – М., 1975. – С. 44.
4. Терентьев Д.М. "Энергосбережение". – АВОК-ПРЕСС. 2013.
5. Кривошапкина И.Р., «Энергетика и промышленность России». – изд. ЭПР, 2019. – С. 26–28.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МСФО В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Е.А. Воробьев

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

89313659673@mail.ru

Аннотация

В статье обозначена проблема применения МСФО в топливно-энергетическом комплексе, в сравнение с РСБУ. Рассмотрена производственная цепочка в секторе добычи полезных ископаемых для их дальнейшей переработки и использования. Автором выявлены факторы, влияющие на особенности применения того или иного вида учёта в данной сфере, а также определены наиболее подходящие методы учёта с уклоном на специфику данной отрасли.

Ключевые слова

Стадии добычи полезных ископаемых, МСФО; ТЭК, сравнение РСБУ и МСФО, учёт затрат, факторы влияния на применяемый учёт.

Нефтегазовые и топливно-энергетические предприятия являются наиболее весомыми составляющими экономики нашей страны [4, 76]. По этой причине учёт в топливной и энергетической сферах стоит уделять особое внимание. На данный момент существует несколько стандартов учёта: международные стандарты финансовой отчётности (МСФО), а также стандарты учёта отдельных стран, такие как, российские стандарты бухгалтерского учёта, и прочие. Стоит отметить, что США первыми разработали стандарты учёта в нефтегазовой отрасли, а с 1984 года разработкой стандартов и составлением рекомендаций, для топливно-энергетических предприятий, занялась и Великобритания.

С 2000 г. Комитет по международным стандартам начал детальное рассмотрение возможности выпуска стандарта специально для добывающих отраслей. В результате, был выпущен документ, в котором Комитетом высказывалась его точка зрения по большинству спорных вопросов. Только в 2005 году, в результате множества обсуждений, был выпущен стандарт IFRS 6 «Разведка и оценка запасов полезных ископаемых». Как следует из названия, данный стандарт учитывает исключительно одну фазу извлечения, а именно разведку и оценку. На основе правил из данного стандарта было разработано российское ПБУ 24/2011 «Учет затрат на освоение природных ресурсов».

Деятельность добывающих предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК), в соответствии с международной практикой, можно разделить на три составляющих: Апстрим, Мидстрим и Даунстрим.

В апстрим входит процесс разведки и добычи полезных ископаемых, мидстрим – процесс транспортировки сырья и его дальнейшая переработка, а даунстрим, соответственно, транспортировка готовой продукции и её дальнейшая продажа. На рисунке, находящимся ниже, схематично представлен процесс разделения данных составляющих.

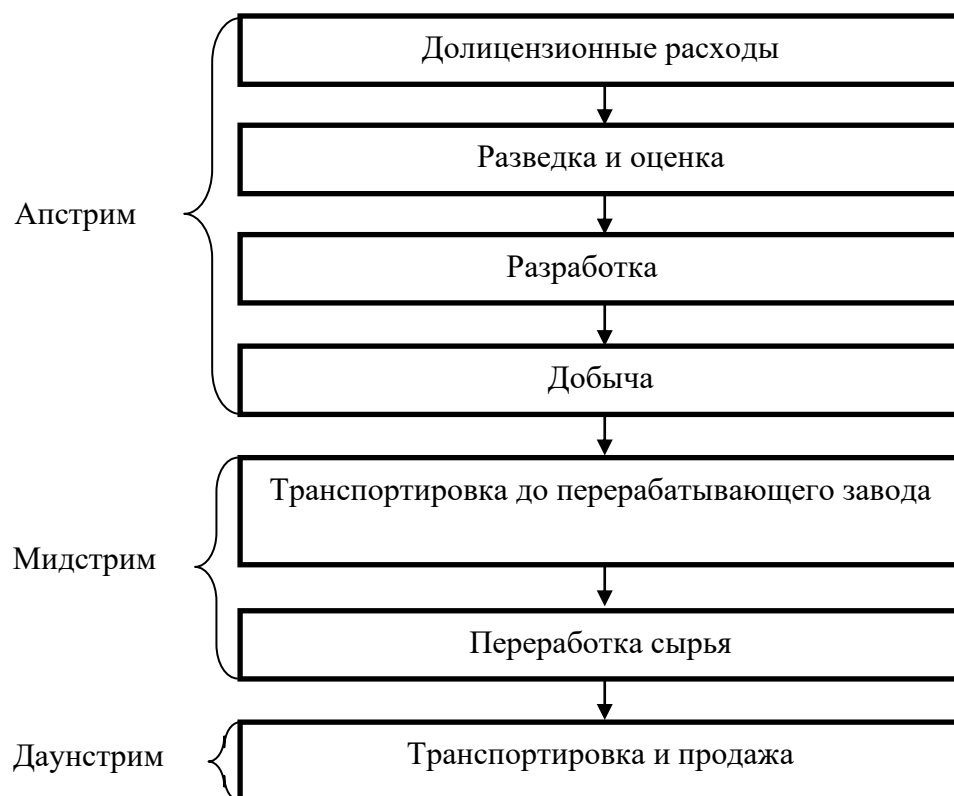


Рисунок. Этапы добычи полезных ископаемых

Если сравнивать апстрим и операции по приобретению и использованию активов, которые осуществляют компании других отраслей, то можно выделить следующие различия:

- Высокие риски минимального нахождения ресурсов;
- Долгосрочный процесс извлечения;
- Размытая связь между расходом и результатом;
- Трудность в достаточно надёжном измерении базисной стоимости углеводородных запасов, для дальнейшего отражения в балансе;
- Высокие затраты и капиталоемкость.

Учёт в топливно-энергетических компаниях можно разделить на две категории: учёт на фазе разведки и извлечения, общий учёт компании. Вопрос капитализации и списания затрат встанет перед компанией во время финансового учёта операций связанных с апстримом (поиск, приобретение лицензии, приобретение прав на месторождение или его долю, разведка и разработка запасов). Для решения данной задачи, в международной практике используется один из двух методов: метод результативных затрат и метод полных затрат [1]. Каждый из этих методов имеют разные подходы. Учёт полных затрат позволяет капитализировать большинство затрат, в то время как метод результативных затрат разрешает капитализировать только те затраты, которые связаны с будущей экономической выгодой. Так же, отличием данных методов является размер центров затрат. У метода полных затрат центром является страна или крупный географический регион, в то время как центром, у метода результативных затрат, является небольшой участок недр, который можно ассоциировать с единой геологической структурой. Размеры данных центров имеют колоссальное значение на финансовую отчётность.

Что касается капитализации затрат в российской практике, то основное влияние на это произвело, уже упомянутое, ПБУ 24/2011. До существования данного ПБУ, критерии признания основных средств, материально-производственных запасов и

нематериальных активов сильно ограничивали возможность признания понесенных затрат, на этапе исследования недр, как активов. Таким образом, организация должна была руководствоваться соответствующими ПБУ для вышеперечисленных видов активов. Исходя из приведённой информации, в качестве активов компании, в основном, капитализировали объекты движимого и недвижимого имущества (сооружения, здания, специальные буровые установки и прочее) приобретенные в ходе исследования недр. В то же время, в составе нематериальных активов организация, чаще всего, отражала приобретенные права на выполнение поисковых, оценочных и разведывательных работ. Что касается других расходов, производимых на этапе изучения недр, их учитывали на основании ПБУ 10/99 «Учет расходов». После принятия ПБУ 24/2011, добывающая компания больше не должна использовать счет 97. Затраты, которые были понесены на этапе поиска полезных ископаемых, могут быть капитализированы, как отдельные активы, либо быть признаны текущими затратами отчетного периода [3]. Данная методология больше всего соответствует МСФО.

Одной из ключевых особенностей учёта топливно-энергетического комплекса является формирование резерва на проведение работ по восстановлению окружающей среды и выводу активов их эксплуатации. Необходимость создания подобных резервов обусловлена законодательством большинства стран, с целью сохранения экологии. После завершения добычи компания обязана восстановить участок, на котором происходило непосредственное извлечение. В связи с этим, у компании возникает необходимость создания резерва, который должен будет покрыть расходы на восстановительную деятельность. Для этого предприятия используют IAS 37 «Резервы, условные обязательства и условные активы», однако, данный стандарт не запрещает и не обязывает капитализировать данные расходы, связанные с формированием резерва. По этой причине существует четыре основных варианта учёта резервов [2]:

- капитализация в стоимости актива;
- отражение расходов, как расходы будущих периодов;
- отражение резерва, как отдельного актива;
- отражение затрат на резерв, в качестве расходов в период возникновения.

В свою очередь, комитет по МСФО придерживается точки зрения, что более правильным вариантом является капитализация расходов в стоимости актива. Стоит отметить, что методика расчёта резерва, так же, вызывает много дискуссий. IAS 37 предписывает, что расчёт резерва по будущим расходам должен быть определён как наилучшая оценка расходов, которые необходимы для покрытия будущих расходов на конец отчётной даты. В соответствии с МСФО данная оценка содержит риски и неопределённости. Так же, в IAS 37 указано, что для расчёта резерва необходимо использовать ставку дисконтирования до налогообложения, которая отражает возможные риски и ценовые колебания во времени [2]. Сложность возникает с тем, что процесс формирования резерва может занимать продолжительное время, в течение которого возможно изменение экономической ситуации. В связи с этим будет появляться необходимость повторного пересчёта ставки дисконтирования.

Топливо-энергетический комплекс является движущей экономической силой в нашей стране, поэтому его изучение и оптимизация его учёта будет ещё долгое время являться нашей приоритетной задачей [4, 76]. Именно топливно-энергетический комплекс позволяет России занимать значимое положение на мировом рынке и формирует путь экономического роста. Эта сфера является капиталоемкой и активно нуждается в крупных инвестициях. Для привлечения инвестиций из вне и необходимо ведение учёта, как по РСБУ, так и по МСФО. По этой причине применение МСФО в ТЭК ещё долго будет являться актуальной темой для обсуждения.

Литература

1. Международные стандарты финансовой отчетности (IFRS) «Разведка и оценка запасов минеральных ресурсов» (МСФО-6).
2. Международные стандарты финансовой отчетности (IAS) «Резервы, условные обязательства и условные активы» (МСФО-37).
3. Положение по бухгалтерскому учету «Учет затрат на освоение природных ресурсов» (ПБУ 24/2011).
4. Андрианов В.Д. Актуальные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса России // Общество и экономика. – 2017. – № 6. – С. 75–106.
5. Кувалдина Т.Б. Бухгалтерский учет затрат на освоение природных ресурсов в соответствии с ПБУ 24/2011 / Кувалдина Т.Б. // Аудиторские ведомости. – 2012г. – № 3.
6. Зылева Н.В., Скипин Д.Л. О возможностях анализа поисковых затрат на основе показателей внешней отчетности / Н.В. Зылева, Д.Л. Скипин // Экономика. – 2015. – №1.

УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК В МЕЖДУНАРОДНЫХ ТОВАРОПРОВОДЯЩИХ СЕТЯХ

А.И. Круглова¹, Е.И. Алексашкина¹, М.Б. Султыгова²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

kru9lova.ali@yandex.com; ealexashkina@mail.ru; soultygova@mail.ru

Аннотация

В данной статье представлена цепь поставок, интегрированная в товаропроводящие сети. Изучен логистический канал, как упорядоченное множество различных посредников.

Ключевые слова

Управление цепями поставок, логистический канал.

Развитие интеграционных процессов в современном мире положило начало глобализации стран. Данные процессы привели к всемирному взаимодействию бизнес-партнеров в сфере снабжения и сбыта готовой продукции. Так появилась интегрированная логистика, и, как следствие, интегрированная система управления поставками [1].

Существует большой разброс во мнениях относительно определения понятия «управления цепями поставок». Разброс толкования зависит от логистической школы (направления) и позиции конкретного исследования. Так, например, М. Кристофер утверждает, что «управление цепями поставок» – «управление взаимоотношениями с находящимися выше и ниже по течению поставщиками и клиентами, направленное на достижение более высокой потребительской ценности при меньших издержках всей цепи поставок в целом». Дж. Сток и Д. Ламберт трактуют данное понятие следующим образом – «интегрирование ключевых бизнес-процессов, начинающихся от конечного пользователя и охватывающих всех поставщиков товаров, услуг и информации, добавляющих ценность для потребителей и других заинтересованных лиц».[2, с. 414–415] Из данных определений сразу можно идентифицировать, что для одной группы людей «управление цепями поставок» – это управление взаимоотношениями, то есть типичное ведение бизнеса для достижения своих определенных целей; для другой группы – обязательное интегрирование, без которого оптимальный контроль цепи невозможен и, как следствие, достижение определенных целей также невозможно. Наиболее общее понятие смещается в сторону расширенного понимания SCM и отражено в сборнике «Стандартов по логистике и управлению цепями поставок». [3]

Такую сложившуюся ситуацию неоднозначности ученые объясняют рядом нескольких причин, отраженных на рис. 1 [4, с.416–420].

Важно отметить, что термин «управление цепями поставок» был предложен консалтинговой компанией «Артур Андерсен» в начале 1980-х годов. Появление же одноименной концепции SCM (SupplyChainManagement) связывают с публикацией статьи К. Оливера и М. Вебера "Supply chain management: Logistics Catches up with Strategy" в Лондоне в 1982 г.[5, с. 16]



Рис. 1. Исторические факторы

В буквальном смысле интегрированная система управления цепями поставок представляет собой, прежде всего, совокупность поставщиков, производителей, потребителей и посредников, то есть хозяйствующих субъектов, которые взаимодействуют между собой и совершают операции в рамках одного производственного цикла.

«Логистический канал распределения – частично упорядоченное множество различных посредников, осуществляющих доведение материального потока от конкретного производителя до его потребителей. Канал считается частично упорядоченным до тех пор, пока не будет сделан выбор конкретных участников процесса продвижения материально потока от поставщика к потребителю. После этого логистический канал преобразуется в логистическую цепь».

Каналы распределения различаются по ряду признаков:

1. По количеству промежуточных посредников:
 - 1.1. каналы нулевого уровня (полное отсутствие каких-либо посредников);
 - 1.2. каналы первого уровня (имеется один посредник) и так далее;
2. По отношениям между производителем и потребителем:
 - 2.1. горизонтальные каналы – независимы друг от друга; каждое звено представляет собой юридическое лицо, которое принимает все риски на себя и самостоятельно пытается максимизировать свою прибыль;
 - 2.2. вертикальные каналы – состоят из звеньев, между которыми устанавливаются те или иные взаимосвязи.[6, с. 20–25]

Благодаря использованию различных видов каналов распределения предприятия могут воспользоваться следующим рядом преимуществ:

- экономить финансовые средства на распределение и сбыт;
- вложить сэкономленные средства в основное производство;
- продать продукцию более эффективными и качественными способами;
- обеспечить высокую степень доступности товара и довести его до целевых рынков;
- сократить объем работ по распределению.

В логистическом канале существует три основных вида распределения. Каждый вид зависит от типа посредников и их количества.

1. Интенсивное распределение – обеспечение запасами продукции большого количества торговых предприятий;

2. Эксклюзивное распределение – намеренно ограниченное число посредников, торгующих данной продукцией на конкретной сбытовой территории;

3. Селективное распределение – ограничение сбытовых точек на определенной территории [7, с. 101–102].

Ширина канала распределения зависит от охвата рынка. Если для предприятия в приоритете расширить свой рынок сбыть, увеличить охват, говорят о широком канале распределения, который включает большое число предприятий розничной торговли. В таком случае говорят об интенсивном распределении. Если же фирма применяет узкий канал распределения и нацелена на внедрение на территорию локального рынка или же работает под заказ индивидуального клиента – речь идет о селективном распределении.

Контроль над каналом распределения заключается в способности одного из участников канала оказывать влияние на другие фирмы. Контроль над каналами особо важен в том случае, компания пытается создать узнаваемые международные марки или имидж. Наибольшая степень контроля существует, когда фирма обслуживает зарубежный рынок с помощью собственного сбытового персонала. Использование посредников означает потерю контроля в части некоторых функций, выполняемых посредниками, а именно: складирование продукции, продажа продукции, физическое распределение товара, послепродажное обслуживание, кредитование покупателей. В том случае, если фирма передает часть данных функций компании-посреднику, она снижает объем затрат на международный маркетинг, но упускает контроль над осуществлением экспортных операций. Также компания может повысить степень контроля над каналом распределения при помощи интеграции с его участниками. Это может осуществляться как посредством вертикальной (с компаниями других уровней канала), так и посредством горизонтальной (с компаниями того же уровня) интеграции.

Когда речь заходит о международных каналах распределения, очень важно упомянуть посредников данного канала. Типы посредников и их классификация представлена на рис. 2.

Также дилеры классифицируются на:

1. эксклюзивных – обладает исключительными правами по реализации продукции, являясь его единственным представителем в объявленном регионе;

2. авторизованных – заключают с производителем договор коммерческой концессии (передача прав на какой-либо вид деятельности (франчайзинг)).

Посредники, существующие в распределительном канале, приносят выгоду как производителям, так и потребителям. Для производителя положительными аспектами являются:

- увеличение количества потенциальных покупателей;
- снижение производственных издержек за счет хранения товара у посредников;
- укрепление рыночных позиций через установление более низких цен на новом рынке;
- снижение нагрузки и повышение эффективности работы за счет использования персонала посредника для технических услуг на товар;
- операции по доработке и модификации товара в соответствии со специальными требованиями потребителей.

Для потребителей:

- быстрая доставка товара и упрощение процедуры оформления и приема заказа;

- возможность жесткого планирования поступления продукции и направления ее непосредственно в потребление;
- возможность закупки крупных партий у ограниченного числа поставщиков, что снижает затраты и упрощает работу с документацией;
- скидки при покупке крупных партий товара [28, с. 8–15].

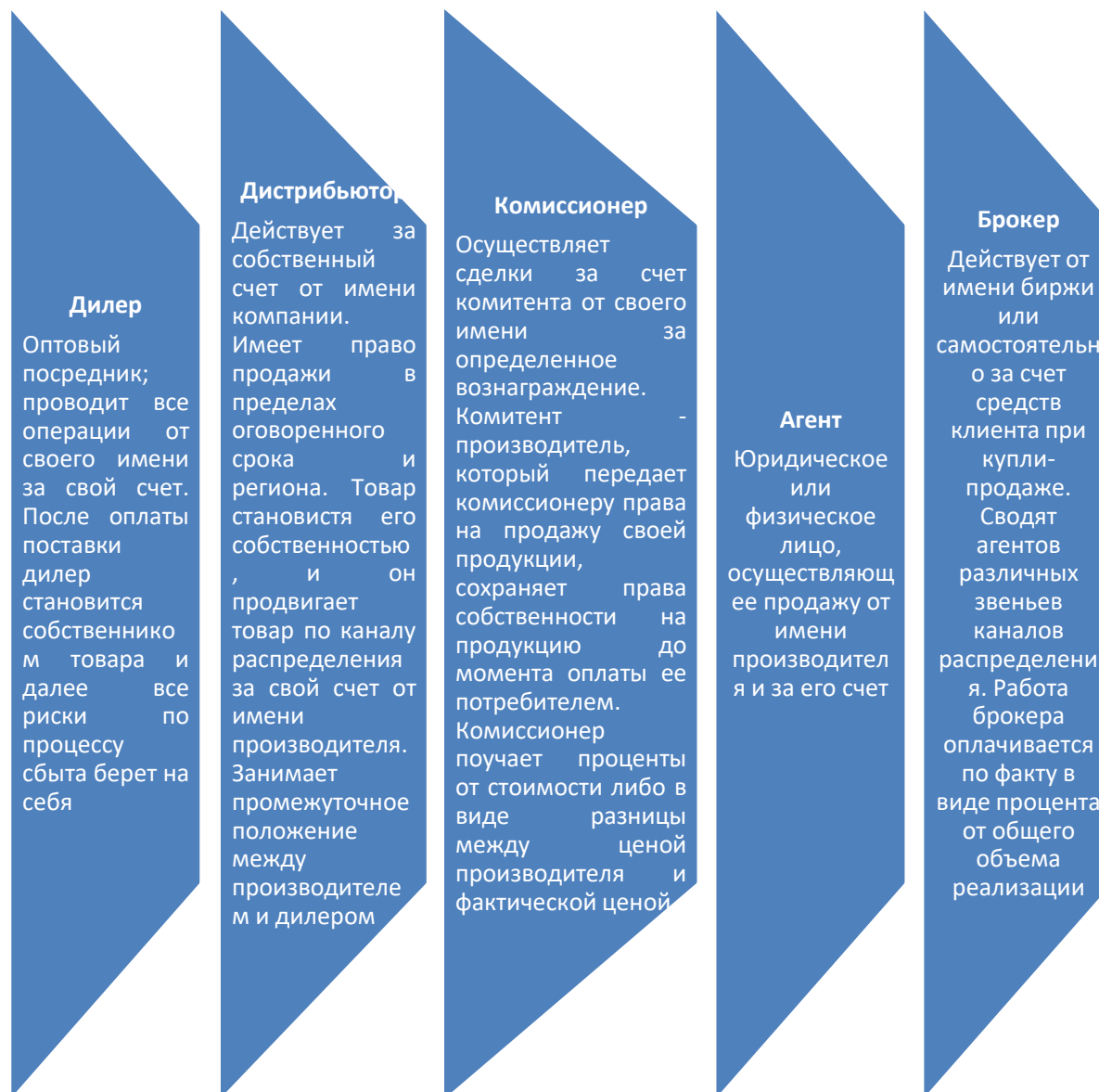


Рис. 2. Участники канала распределения

Как было выяснено, термин «управление цепями поставок» или SCM не имеет одного единственно верного общего определения. В экономической литературе встречаются различные мнения на этот счет и свое толкование, однако большинство трактовок перекликаются между собой. Зарождение SCM-концепции происходило в четыре этапа. Также каждая цепь поставок различается своей сложностью и длиной. Было изучено, что при помощи SCM компания может решить следующий ряд первостепенных задач: планирование, координация, производство и доставка товаров / услуг; наиболее полное удовлетворение спроса на продукцию и услуги; снижение затрат на логистику и закупки; охват всего цикла закупки сырья, производства и распространения товара.

Литература

1. Неркаряян С.А., Цимбалист-Колесникова И.А. Управление коммуникациями организации, как основа эффективного информационного обеспечения // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: Сборник научных трудов 6-й Международной научно-практической конференции (Курск, 20-21 февраля 2017г.) – 2017. – С. 145–148.
2. Дзюба Р.Э. Закупочная деятельность в цепи поставок на предприятии, 2013 – с. 24–28.
3. Цимбалист-Колесникова И.А. Управление цепями поставок, как способ повышения финансовой устойчивости предприятия // Стратегии и инструменты управления экономикой: отраслевой и региональный аспект: Материалы V Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 19-21 марта 2015г.) – 2015. – С. 300–304.
4. Договор поставки № ИТР № 253-03-19 от 20.03.19 между ВСД и Метинвест.
5. Зайцев Е.И. Модель функционально-структурной надежности цепи поставок / Е.И. Зайцев, А.А. Бочкарев // Logistics and Supply Chain Management: Modern Trends in Germany and Russia: IV. – 8–15.
6. Цаплин В.И., Бутрин А.Г. Формирование эффективной цепи издержек промышленного предприятия, 2013. – 30-34.
7. Joel Tomy . International logistics: Ship Management & Operating services, 2015. – 34–38.
8. Patrick Muller-Sarmiento, Carsten Bock. END-TO-END SUPPLY CHAIN // Сб. Ст. Проектного опыта компании Roland Berger Strategy Consultants, 2014. – 4.

УДК 664:005.6

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Е.О. Ермолаева

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия

eoo38191@mail.ru

Аннотация

В настоящее время в рамках обеспечения конкурентных преимуществ пищевых предприятий растет влияние деятельности энергетических служб на формирование общей стратегии предприятия. На большинстве предприятий отсутствует комплексный подход к управлению энергетическими затратами. В связи с этим вопросы внедрения системы энергетического менеджмента приобретают особую актуальность, требуют решения целого ряда проблем ее построения, в том числе на законодательном уровне.

Ключевые слова

Энергетический менеджмент, управление, предприятия пищевой промышленности.

Эффективное использование энергетических ресурсов – это одна из современных задач, стоящих перед производителем, достижение технически возможной и экономически оправданной эффективности использования энергоресурсов при существующем уровне развития техники и технологии и одновременном снижении техногенного воздействия на окружающую среду [1]. Внедрение стандарта ISO 50001 «Система энергетического менеджмента» помогает организациям экономить финансовые средства, а также природные ресурсы, что способствует снижению уровня климатических изменений. ISO 50001 предназначен для организаций различного профиля и сферы деятельности для более эффективного использования энергии через разработку и внедрение системы энергетического менеджмента (EnMS).

Основа ISO 50001 – модель непрерывного совершенствования системы управления, которая также может использоваться при разработке других известных стандартов, таких как ISO 9001 или ISO 14001. Этот механизм упрощает интегрирование мер энергоэффективности при управлении качеством, а также мониторинге окружающей среды. ISO 50001:2018 содержит регламенты, предъявляемые организациям различных сфер деятельности: необходимость разработка политики в области энергетического менеджмента, касающейся более эффективного применения энергии; внесение изменений в цели и задачи согласно утвержденной политике; применение данных для более эффективного принятия решений относительно применения энергии; определение результатов; пересмотр политической концепции; непрерывное содействие повышению энергоэффективности. Сертификация по стандарту ISO 50001 не является обязательной, а носит рекомендательный характер. Некоторые организации принимают решение по внедрению данного стандарта только в случае, если его применение принесет выгоду. Другие решают осуществить сертификацию, чтобы продемонстрировать всем заинтересованным сторонам факт того, что они прошли сертификацию по данному стандарту.

В пищевой промышленности определить потенциал энергозатрат достаточно трудно, поскольку там используется много разнообразных процессов. До настоящего времени вопросы энергоиспользования в этой отрасли считались несущественными. В

рамках исследования проведен обзор предприятий пищевой промышленности, изучены проблемы, связанные с потерями электроэнергии, перспективы и преимущества внедрения стандартов энергоменеджмента.

Литература

1. Анисимова Т.Ю. Способы формирования энергетического менеджмента на отечественных предприятиях // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 10. – С. 372–375.

ОБЗОР СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА КРУПНЕЙШИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.А. Вирин

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

virin.anton@gmail.com

Аннотация

В статье представляется обзор изменений собственного и заемного капитала крупнейших российских компаний нефтегазовой отрасли, а именно: ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Роснефть», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Транснефть». Произведен растёт структуры капитала и показана динамика изменения данного показателя.

На основании расчетов выявлено, что для российских компаний нефтегазовой отрасли преобладающей долей в структуре капитала занимает собственный капитал. В этой связи рассчитаны показатели и проведен краткий анализ эффективности использования собственного капитала. Наиболее высокая деловая активность у ПАО «Лукойл». У ПАО «Сургутнефтегаз» выявлено наименьшее значение коэффициента оборачиваемости собственного капитала, при этом, значение коэффициента обеспеченности собственными источниками финансирования только у данной компании положительное, что говорит о ее финансовой устойчивости.

Ключевые слова

Нефтегазовая отрасль, структура капитала, собственный капитал, эффективность использования собственного капитала.

Структура капитала является одним из важнейших показателей, используемых при оценке финансового состояния предприятия. Данный показатель характеризует финансовую устойчивость предприятия, что в свою очередь является неотъемлемой частью при стратегическом планировании и развитии, так как основным источником стабильного роста является наличие капитала.

Капитал организации определяет общую стоимость средств в денежном, материальном и нематериальном выражении, направленных в качестве инвестиций в формирование его активов [1].

Когда говорится о структуре капитала организации, чаще всего ссылаются на отношение долга к собственному капиталу (Debt / Equity). Исходя из этого показателя можно понять, насколько рискованной является организация. Как правило, организации, которые в значительной степени финансируются за счет заемного капитала имеют более высокий коэффициент лeverеджа, следовательно, и более агрессивную структуру капитала и, тем самым, представляют собой рискованный актив для инвесторов.

Собственный капитал прост в привлечение, нивелирует возможные риски возникновения банкротства, но существует и ряд минусов, собственный капитал ограничен и имеет большую стоимость. Предприятия, которые осуществляют свою инвестиционную деятельность с помощью собственных средств являются наиболее устойчивыми, однако темпы роста у таких организаций не высоки.

В рамках данной статьи предлагается рассмотреть структуру капитала крупнейших нефтегазовых компаний Российской Федерации [2], в которой преобладает

доля собственного капитала, в связи с чем будут проанализированы основные показатели эффективности использования собственного капитала.

Ретроспективные данные о составе и структуре капитала представлены в таб. 1.

Таблица 1

Структура капитала крупнейших нефтегазовых компаний РФ

Показатель	Итого средств на конец года, в млрд руб.		
	2018 г.	2017 г.	2016 г.
ПАО «Газпром»			
Net Debt (Чисты долг)	3 015	2 398	1 933
Equity (Собственный капитал)	13 776	12 016	11 442
ND/E (Структура капитала)	22%	20%	17%
ПАО «Лукойл»			
Net Debt (Чисты долг)	42	286	437
Equity (Собственный капитал)	4073	3490	3227
ND/E (Структура капитала)	1%	8%	14%
ПАО «Роснефть»			
Net Debt (Чисты долг)	3559	5012	4964
Equity (Собственный капитал)	4677	4183	3726
ND/E (Структура капитала)	76%	120%	133%
ПАО «Сургутнефтегаз»			
Net Debt (Чисты долг)	-3363	-2536	-2288
Equity (Собственный капитал)	3613	3445	3582
ND/E (Структура капитала)	-93%	-73%	-63%
ПАО «Транснефть»			
Net Debt (Чисты долг)	571	613	627
Equity (Собственный капитал)	2065	1851	1716
ND/E (Структура капитала)	28%	33%	37%

Источник: составлено автором на основании финансовой отчетности предприятий

Все компании, за исключением ПАО «Газпром» имеют тенденцию по сокращению уровня заемных средств. Рост данного показателя связан с увеличением суммы долгосрочных кредитов и займов в рублевом эквиваленте из-за увеличения курсов доллара и евро, которые направлены на финансирование капитальных затрат. Кроме того, ПАО «Газпром» следует стратегии в рамках которой рациональной используется заёмный капитал [3].

По состоянию на конец 2018 года ПАО «Сургутнефтегаз» и ПАО «Лукойл» в своей структуре капитала имеют наибольшую долю собственных средств. Исходя из отношения чистого долга к собственным средствам равного -93% ПАО «Сургутнефтегаз» имеет избыточную ликвидность. Данная денежная «подушка» размещена на валютных депозитах, что в свою является достаточно рискованным, в периоды укрепления рубля.

Самые высокие показатели долговой нагрузки выявлены у ПАО «Роснефть». При этом, компания в рамках реализации стратегии, направленной на повышение прибыльности бизнеса успешно сокращает уровень данного показателя. Однако, это обусловлено следующими факторами. Рост среднегодовых цен на нефть в 2018 году и увеличение объемов добычи на фоне ослабления условий соглашения ОПЕК+ [4].

У ПАО «Транснефть» выявлено стабильное снижение уровня чистого долга. В первую очередь это обусловлено тем фактором, что компания в 2018 году полностью избавилась от займов в иностранной валюте [5].

Далее в таб. 2 представлены основные показатели эффективности использования собственного капитала.

Таблица 2

Показатели эффективности использования собственного капитала

Показатель	2018	2017	2016	Отклонение	
				2018 от 2017	2017 от 2016
ПАО «Газпром»					
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	0,64	0,56	1,16	8%	-60%
Коэффициент обеспеченности источниками финансирования	-1,67	-1,79	-1,69	13%	-10%
Рентабельность собственного капитала	0,11	0,06	0,09	5%	-2%
ПАО «Лукойл»					
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	2,13	1,77	1,62	36%	15%
Коэффициент обеспеченности источниками финансирования	-0,12	-0,33	-0,42	20%	10%
Рентабельность собственного капитала	0,08	0,07	0,04	1%	3%
ПАО «Роснефть»					
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	1,86	1,52	1,50	34%	2%
Коэффициент обеспеченности источниками финансирования	-1,81	-2,51	-2,18	70%	-33%
Рентабельность собственного капитала	0,14	0,07	0,05	7%	2%
ПАО «Сургутнефтегаз»					
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	0,39	0,33	0,29	5%	4%
Коэффициент обеспеченности источниками финансирования	0,48	0,51	0,41	-3%	9%
Рентабельность собственного капитала	0,19	0,05	-0,02	14%	7%

ПАО «Транснефть»					
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	0,50	0,50	0,53	0%	-3%
Коэффициент обеспеченности источниками финансирования	-1,76	-1,26	-0,96	-50%	-30%
Рентабельность собственного капитала	0,11	0,10	0,14	1%	-3%

Источник: составлено автором на основании финансовой отчетности предприятий

В рамках анализа эффективности использования собственного капитала предприятий были выделены три показателя, коэффициент оборачиваемости собственного капитала, коэффициент обеспеченности источниками финансирования и показатель рентабельности собственного капитала.

По итогам анализа выявлено, что наиболее эффективно по сравнению с конкурентами собственный капитал используется ПАО «Лукойл» и ПАО «Роснефть», о чем свидетельствует коэффициент оборачиваемости собственного капитала, который больше 1, а также положительная динамика показателя. При этом, у всех рассматриваемых компаний наблюдается увеличение данного показателя в 2018 году.

ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Роснефть» и ПАО «Транснефть» имеют проблемы с обеспечением потребности в оборотных активах за счет собственного капитала в связи с чем приходится прибегать к привлечению заемных средств.

Наибольший возврат денежных средств на инвестиции в собственный капитал выявлены у ПАО «Сургутнефтегаз» и ПАО «Роснефть» (показатель рентабельности собственного капитала 19% и 14% соответственно). У всех предприятий отмечен рост данного показателя, хоть и незначительный.

Сегодня существует много мнений относительно оптимальной структуры капитала предприятия. Постоянно изменяющиеся макроэкономические факторы и рыночные условия, как на глобальных рынках, так и на национальном, являются основными триггерами оптимизации стратегии предприятия, в частности структуры капитала. Определение оптимальной структуры капитала, которая отвечала бы всем требованиям экономической ситуации в целом, так и акционерам предприятия и является одной из задач менеджмента предприятия для обеспечений финансовой устойчивости и стабильного развития, и роста.

Проведенный анализ показал, что такие компании как ПАО «Сургутнефтегаз» отличается от прочих анализируемых компаний отсутствием заемного капитала, ПАО «Лукойл» стремится к такому показателю и в ближайшие годы планирует погасить имеющиеся долги [6]. В свою очередь, ПАО «Газпром» и ПАО «Транснефть» придерживаются стратегии, согласно которой имеют оптимальный долговой портфель. ПАО «Роснефть» в своей структуре капитала имеет большую долю заемного капитала.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что крупнейшие нефтегазовые предприятия Российской Федерации даже в рамках одной отрасли придерживаются различных стратегий относительно использования собственного и заемного капитала.

Литература

1. Ендовицкий Д.А., Дохина Ю.А., Экономическая сущность и правовое регулирование капитала организации // Социально-экономические явления и процессы. 2010. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-suschnost-i-pravovoe-regulirovanie-kapitala-organizatsii>.

2. РБК. (2019). «РБК 500: Крупнейшие компании России». URL: <https://www.rbc.ru/rbc500/>.
3. Gazprom.ru. (2019). Управление долгом. URL: <https://www.gazprom.ru/investors/creditor-relations/debt-profile/>.
4. РБК. (2019). «Дорогая нефть и авансы: как Роснефть снизила чистый долг на \$14 млрд». URL: <https://www.rbc.ru/business/05/02/2019/5c593f929a794755453a20a4>.
2. Kommersant.ru. Мордюшенко О. (2019). «Транснефть» отказалась от чужой валюты». URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3854120>.
3. Place.moex.com. (2019). «У Лукойла практически нет долга – Маркетплейс Московской Биржи». URL: <https://place.moex.com/analytics/reviews/u-lukoyla-prakticheski-net-dolga>.

ВЫБОР МЕТОДА РАСЧЕТА СТАВКИ ДИСКОТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

И.В. Гусейнова, К.С. Гуляева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

14371150@kafedrapik.ru, guliiaeva@gmail.com

Аннотация

В данной статье рассмотрены наиболее применяемые на сегодняшний день методы расчета ставки дисконтирования для оценки эффективности инвестиций. В частности, представлены их достоинства и недостатки. На основании проделанного анализа был сделан вывод о том, что расчет показателя средневзвешенной стоимости капитала является эффективным методом для определения ставки дисконтирования, так как он позволяет глубже оценить экономическую ситуацию.

Ключевые слова

Ставка дисконтирования, инвестиции, инвестиционный проект, уровень инфляции, стоимость капитала.

На сегодняшний день самые популярные методы для оценки эффективности инвестиций связаны с временной ценностью денег. Исходя из этого, грамотный расчет ставки дисконтирования является актуальной проблемой в сфере инвестиционного анализа. Точность результатов расчета таких показателей как чистая приведенная стоимость (NPV), внутренняя норма доходности (IRR), индекс рентабельности (PI), а также дисконтированного срока окупаемости (DPP) находится в зависимости от принятого значения ставки дисконтирования.

Так, ошибочно завышенное значение данного показателя может привести к отказу от потенциально доходного инвестиционного проекта, в свою очередь заниженное - к принятию убыточного.

Ставка дисконтирования представляет собой требуемую инвестором норму доходности на вложенный им в проект капитал. Иначе говоря, с помощью данного показателя определяется та сумма, которую инвестор должен вложить в проект сегодня с целью получения определенного дохода в будущем.

В основе ставки дисконтирования положены следующие экономические величины:

- минимально гарантированный уровень доходности от инвестиций;
- темп инфляции;
- уровень рисков, сопряженных с реализацией инвестиционного проекта [1].

Учет воздействия инфляции на ставку дисконтирования предопределяет ее разделение на два вида:

- реальная;
- номинальная.

При расчете реальной ставки дисконтирования учитывается только минимально гарантированный уровень доходности инвестиционного проекта и сопряженные с его реализацией риски. При номинальной помимо вышеизложенных во внимание принимается также и происходящие в экономике инфляционные процессы за рассматриваемый период.

В случае если темп инфляции и реальная ставка дисконтирования показывают невысокие значения, то для расчета номинальной ставки допускается использование упрощенной формулы (соотношение Фишера):

$$r_{\text{ном}} \approx r_f + r_p + I_p, \quad (1)$$

где $r_{\text{ном}}$ – номинальная ставка дисконтирования, выраженная в процентах, r_f – безрисковая ставка доходности, выраженная в процентах, r_p – премия за риск инвестора, выраженная в процентах, I_p – усредненный темп инфляции за рассматриваемый период, выраженный в процентах [2].

Данный способ расчета номинальной ставки дисконтирования допускается в том случае, если уровень инфляции находится в диапазоне от 3 до 7 процентов. Однако стоит сказать, что в Российской Федерации из-за достаточно высокого уровня инфляционных процессов упрощенный способ расчета практически не применяется.

Остальные способы установления ставки дисконтирования не предполагают ее деление на реальную и номинальную. На практике, как правило, применяется исключительно номинальная.

Ставку дисконтирования можно охарактеризовать как стоимость привлеченного капитала на реализацию инвестиционного проекта, а именно собственных и заемных средств. В свою очередь, для инвестора данный показатель отражает ту минимально допустимую доходность от проекта, которую он может получить за единицу вложенного им капитала.

Для определения ставки стоимости собственного капитала используется так называемый метод кумулятивного построения. Так, ставка дисконтирования указанным методом определяется как сумма ставки доходности альтернативного варианта инвестирования, сопряженного наименьшими рисками, и выраженных в процентах премий за риск инвестора.

В роли ставки дисконтирования в данном случае могут выступать следующие данные:

- средняя процентная ставка по вкладам в банках с высокой степенью надежности;
- действующая ставка рефинансирования Центрального банка Российской Федерации;
- сформировавшаяся внутренняя доходность собственных средств организации [3].

Расчет ставки дисконтирования методом кумулятивного построения можно произвести по следующей формуле:

$$r = r_f + r_1 + r_2 + \dots + r_n, \quad (2)$$

где r – ставка дисконтирования, выраженная в процентах, r_f – безрисковая ставка доходности, выраженная в процентах, $r_1 + r_2 + \dots + r_n$ – выраженная в процентах премия за риск инвестора по разным рода обстоятельствам.

Данный способ расчета ставки дисконтирования базируется на двух предположениях.

1. С ростом уровня проектного риска возрастают и требования, предъявляемые в доходности таких инвестиционных вложений.

2. В случае если проектные инвестиции являлись бы безрисковыми, то инвестор бы запрашивал безрисковую доходность на вложенный им в проект капитал.

Также стоит сказать, что на практике существование проектных рисков и, соответственно, премии за них определяется посредством опроса экспертным путем.

Однако большинство организации достаточно редко осуществляют финансирование проектов исключительно за счет собственных средств. В случае, когда требуется установить размер ставки дисконтирования инвестиционного проекта, финансирование которого поступает сразу из нескольких источников, рассчитывается показатель средневзвешенной стоимости капитала (WACC).

WACC представляет собой усредненную процентную ставку по каждому из источников финансирования инвестиционного проекта.

Средневзвешенная стоимость капитала рассчитывается по следующей формуле:

$$\Gamma_{wacc} = W_1 \times \Gamma_1 + W_2 \times \Gamma_2 + \dots + W_n \times \Gamma_n, \quad (3)$$

где Γ_{wacc} – средневзвешенная стоимость капитала, w_1, w_2, w_3 – доля каждого из источников финансирования в общем капитале, $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_n$ – стоимость каждого источника финансирования.

В зарубежной экономической литературе, как правило, структуру капитала компаний делят исключительно на собственные и заемные средства, то есть без последующей их дифференциации. Исходя из этого, формула для расчета средневзвешенной стоимости капитала выглядит следующим образом:

$$\Gamma_{wacc} = \Gamma_e \times w_e + \Gamma_d \times w_d \times (1-T), \quad (4)$$

где Γ_e – стоимость собственных средств организации, w_e – доля собственных средств организации в общей структуре капитала, Γ_d – стоимость заемных средств организации, w_d – доля заемных средств организации в общей структуре капитала, T – ставка налога на прибыль.

Разность $(1-T)$ представляет из себя так называемый «налоговый щит», появление которого в формуле обусловлено использованием заемных средств. Так, доход компании уменьшается на величину заемного капитала, далее из полученного значения выплачивается налог на прибыль. Из этого следует, что показатель WACC стоит уменьшить на размер данного налога по каждому из источников заемного капитала.

Для установления входящих данных, необходимых для расчета показателя средневзвешенной стоимости капитала, топ-менеджмент, как правило, использует фактические сведения, к примеру, процентную ставку по кредитам, цену на размещение акций общества и т.д. Полученное значение WACC распространяется на весь период реализации инвестиционного проекта.

Однако стоит сказать, что в связи с тем, что в Российской Федерации процентные ставки по кредитам имеют тенденцию к понижению, принимать текущую ставку процента за основу оценки эффективности инвестиционных проектов, будет ошибкой. Исходя из этого, логичнее будет при расчете входящих в формулу данных учитывать весь период реализации проекта, а ставку дисконтирования брать меняющейся во времени.

Также достаточно важным при расчете WACC является определение доли собственных и заемных средств, которые будут использоваться предприятием. Для серьезных проектов существуют следующие варианты подобного деления:

– доли собственных и заемных средств формируются для организации в целом. В данном случае размер ставки дисконтирования будет отражать не только риск, сопряженный с отдельно взятым проектом, но и предприятия в целом. Подобный «общий» риск можно отнести к существенным недостаткам используемого подхода. Стоит сказать, что при осуществлении инвестиционных проектов организация стремится сохранить структуру капитала и, следовательно, просто усредняет риски по

каждому из проектов. Логично, что, используя данный подход, значение ставки дисконтирования будет стабильным на весь инвестиционный период.

– доли собственного и заемного капитала формируются для каждого отдельно взятого проекта. Используя данный подход, ставка дисконтирования становится изменяющейся во времени [4].

Исходя из этого, возникает вопрос касательно того, как конкретно будет изменяться ставка дисконтирования. К примеру, организация берет кредит под проектную деятельность, по мере осуществления проекта и постепенного погашения кредита доля собственного капитала, и, что логично, ставка дисконтирования будут возрастать. Однако по мере осуществления проекта риск должен снижаться как для кредиторов, так и для самой организации. Так получается, что подобный вариант расчета посредством WACC отражает ставку дисконтирования не совсем верно.

Однако в целом применение показателя WACC в роли ставки дисконтирования обладает рядом преимуществ, в связи с тем, что по нему можно судить о существующих вариантах альтернативного использования ресурсов.

Стоит также сказать, что показатель средневзвешенной стоимости капитала обладает следующими ограничениями для использования:

– показатель WACC является постоянной величиной, однако в случае привлечения дополнительного капитала может изменяться;

– показатель WACC усредняет все риски предприятия;

– применение показателя WACC в качестве ставки дисконтирования предполагает, что внутренняя норма доходности будет больше средневзвешенной стоимости капитала. Данное предположение является верным, если организация инвестирует только один проект. В случае «портфеля» инвестиционных проектов выполнение данного условия является необязательным.

– показатель WACC включает в себя поправку на риск, которая впоследствии вносится в формулу расчета сложного процента.

Так получается, что среди наиболее популярных методов расчета ставки дисконтирования можно выделить метод кумулятивного построения, суммирование доходности наименее рискованного проекта с премией за риск инвестора и уровнем инфляции, а также средневзвешенную стоимость капитала.

Каждый из описанных способов имеет свои недостатки и преимущества. К примеру, метод кумулятивного построения является достаточно субъективным, в свою очередь использования метода суммирования будет целесообразным исключительно при невысоких уровнях инфляции в связи с чем, данный способ мало применим на территории Российской Федерации.

Метод средневзвешенной стоимости капитала является наиболее эффективным способом расчета ставки дисконтирования, который позволяет не только учесть риски всех проектных участников, но и структуру капитала организации.

Литература

1. Карякин А.С. Определение ставки дисконта для оценки инвестиционного проекта // Символ науки // – 2016. – № 11. – С. 93–96.
2. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование. Методы оценки и обоснования. – М.: Издательство СПбГУ, 2016. – 528 с.
3. Ивасенко А.Г., Никонова Я.И. Инвестиции. Источники и методы финансирования. – М.: Омега-Л, 2017. – 264 с.
4. Аксель Зелль, Бизнес-план. Инвестиции и финансирование, планирование и оценка проектов. – М.: Ось-89, 2016. – 240 с.

УДК338

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ

М.И. Маликов

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Работа выполнена в рамках темы НИР № 618279 «Методы и инструменты финансирования технологических инноваций».

Аннотация

В работе рассмотрены основные теоретические основы в области инноваций, которые можно использовать как фундамент для «сбора и наращивания» знаний в данной области.

Ключевые слова

Инновация, технологическая инновация, теоретические основы, классификация инноваций.

В нашей стране и во всем остальном мире тема работы над инновациями сегодня имеет наивысший приоритет. Можно смело говорить о том, что та страна, которая будет лидировать в области освоения инноваций сегодня, завтра будет лидировать во всех остальных областях. При этом отрыв от менее развитых стран будет постоянно увеличиваться естественным образом.

Лидирующие позиции в исследованиях, разработках и изобретениях, большая скорость освоения новых знаний и производства действительно инновационной продукции являются основополагающими факторами, которые определяют конкурентоспособность экономик стран и эффективность их стратегий безопасности. На сегодняшний день в России имеются как определенно сильные стороны в области инноватики, так и откровенно «узкие места» [1].

Эта цитата из Указа Президента РФ № 642 от 2016 как нельзя полно отражает актуальность предмета исследований моей НИР и данного материала. Вряд ли кто-либо может акцентировать больше внимания и ресурсов, чем государство и его Президент.

От чего же зависят такие важные элементы современности, как устойчивый рост, предсказуемость и конкурентоспособность нашей экономики? Во многом от таких составляющих как скорость и масштабы инноваций в области технологий, продуктов, маркетинга и организационных изменений. К сожалению, только в последние годы наше государство определило приоритеты в научно-технической сфере, создало и внедрило программы для их поддержки, стимулирования их появления. Однако, стоит отметить, что, несмотря на это, нынешний уровень инновационной составляющей российской экономики является незначительным, а зачастую он близок к нулю.

В 2018 году Россия попала в топ-25 стран-инноваторов Индекса инноваций Bloomberg-2018, и это уже ощутимый успех. Динамика нашей страны в рейтинге Bloomberg по сравнению с прошлым годом небольшая, но показательная, мы улучшили свои позиции на одну строку, поднявшись с 26-го на 25-е место. При этом среди характеристик, по которым считается рейтинг, самый высокий результат у России в части эффективности образования – пятое место. При этом, хочется отметить, что в данной сфере также остается огромное поле деятельности и большое количество незатронутых областей. Остальные показатели соответствуют занимаемому сейчас 25-му месту, подкачала лишь производительность. По этому показателю мы на 44-м

месте[2]. Многие скажут, что данный результат – катастрофа для нашей страны, однако следует напомнить, какая картина была по итогам 2012-го года...

По данным некоторых исследований, общая доля стран СНГ на мировом рынке наукоемкой продукции уменьшилась с 8% в 1990г. до 0,3–0,4% в последние годы. Доля машин и оборудования в экспорте РФ в другие страны сократилась с 18,3% в 1990г. до 3,6% в 2011г., в то время как доля энергоносителей составляет более 67%. Последнее можно рассматривать как серьезную проблему, так и как отличную возможность для качественного мощного рывка вперед в других секторах экономики.

Расходы России на НИОКР составили в 2012г. всего 1,68% ВВП, причем вклад государства составил 0,56%, а бизнеса – 1,12%, следует из данных Росстата. В 2003г. государство вкладывало 0,31% ВВП, а частный сектор – 1,29% ВВП. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, сократилась к 2012г. на 18,1% по сравнению с 2000г., а по сравнению с 1992г. – в 2 раза.

К 2019 году ситуация с финансированием НИОКР в нашей стране существенно изменилась. Хотя мы и не стали лидерами, но уверенно вошли в десятку мировых лидеров по этому показателю.

Топ 10 стран по расходам на НИОКР 2018

1.США	–\$476,5млрд
2.Китай	–\$370,6млрд
3.Япония	–\$170,5млрд
4.Германия	–\$109,8млрд
5.ЮжнаяКорея	–\$73,2млрд
6.Франция	–\$60,8млрд
7.Индия	–\$48,1млрд
8.Великобритания	–\$44,2млрд
9.Бразилия	–\$42,1млрд
10. Россия	– \$39,8 млрд[3]

Как следует из результатов совместных исследований Высшей школы экономики и Росстата, по показателям инновационной деятельности РФ серьезно отстает даже от стран Восточной Европы, несмотря на вложенные огромные средства [4].

Итак, мы имеем большое количество проблем и вызовов в области исследования, огромный потенциал для развития, понимание со стороны государства необходимости направления максимального количества ресурсов для сокращения отставания от мировых лидеров в инновационных компонентах экономики и бесконечное поле деятельности для любого исследователя. Что может быть более актуальным, чем такая сфера?

Актуальность изучения теоретических основ обусловлена тем, что для прогнозирования в любой перспективе, а также управления настоящим, необходимо знать, что было до нас, т.е. провести ретроспективный анализ. Ведь будущее – это прошлое с поправкой на настоящее. Кроме того, в данной статье я постараюсь дать направление для начала изучения инноватики читателями, которое, на мой взгляд, поможет быстрее понять суть предмета.

Говоря о теоретических основах инноваций, я бы хотел начать с самого определения «инновации». На сегодняшний день существует несколько его вариантов, вот наиболее распространенные из них:

Инновация – нововведение, комплексный процесс создания распространения и использования новшеств (нового практического средства) для удовлетворения человеческих потребностей [5].

Инновация (Innoatsiya) – это итог творческой деятельности человека, который в конечном результате представлен в качестве совершенно нового или

модернизированного продукта, отличающегося от предшествующего новыми улучшенными потребительскими характеристиками и возможностями [6].

Определений множество, я остановился для себя на следующем:

«Инновация – это начало коммерциализации изобретения, путем производства и продажи нового товара, услуги либо процесса. Инновации превращают идеи в прибыль» [7]. На него я «наткнулся» в книге «Стратегический менеджмент» Дж. Пирса П. По моему мнению, оно очень краткое, понятное и при этом отражает разницу между изобретением и инновацией.

Классификация инноваций

Из-за ограниченности допустимого объема информации я смогу рассмотреть в данной статье только несколько основных, по моему мнению, научных деятелей в области науки об инновациях.

Родоначальником теории инноваций считают австрийского экономиста Йозефа Шумпетера, который предпринял первую попытку систематического анализа инноваций. Он впервые ввел в экономическую теорию понятие «инновация». В своей работе «Теория экономического развития» (1912 г.) он определяет инновации как любые изменения с целью внедрения и использования новых товаров, рынков и форм организации компании.

В практике управления инновациями используют различные классификаторы инноваций.

Й. Шумпетер говорит о пяти случаях нововведений:

- 1) введение либо нового продукта, неизвестного потребителям, либо нового вида продукта (потребительская новизна);
- 2) внедрение нового метода производства;
- 3) открытие нового рынка, на котором данная отрасль промышленности не была представлена ранее;
- 4) открытие нового источника сырья;
- 5) внедрение новой организационной структуры в какой-либо отрасли промышленности.

"Под развитием будем понимать только такие изменения в экономической жизни, которые не влияют на него извне, а происходят от его собственной инициативы, т.е. изнутри". Развитие – это процесс прерывчатых изменений и неуравновешенности, вызванных инновациями. Й. Шумпетер ввел в экономическую науку разграничение между экономическим ростом и экономическим развитием. По его определению экономический рост – это увеличение производства и потребления одних и тех же товаров, и услуг со временем. Экономическое развитие – это, прежде всего, появление чего-то нового, неизвестного ранее, иначе говоря, инновация [8].

Достаточно полную классификацию инноваций предложил А.И. Пригожин.

1. По распространенности:

- единичные;
- диффузные.

2. По месту в производственном цикле:

- сырьевые;
- обеспечивающие (связывающие);
- продуктовые.

3. По преемственности:

- замещающие;
- отменяющие;
- возвратные;
- открывающие;

- ретровведения.
4. По охвату ожидаемой доли рынка:
- локальные;
 - системные;
 - стратегические.
5. По инновационному потенциалу и степени новизны:
- радикальные;
 - комбинаторные;
 - совершенствующие [9].

Говоря о теоретических основах технологических инноваций, естественно, нельзя не сказать про нашего соотечественника, который стал основателем такого термина как «технологический уклад» и теории экономических циклов, известных как «Циклы Кондратьева».

Наряду с краткосрочными и среднесрочными экономическими циклами существуют экономические циклы продолжительностью около 45–55 лет. Н.Д.Кондратьев объяснял существование больших экономических циклов тем, что длительность функционирования различных созданных хозяйственных благ неодинакова. Теория Кондратьева разрабатывалась опытным путем на основе анализа статистических данных экономики США и Европы в период с начала XIX века и до сих пор не имеет строгого научного обоснования. Среди объяснений волнового развития имеются различные точки зрения. Согласно мнению ряда ученых, именно 40–60 лет проходит от существенного научного открытия до реальных инноваций в производстве. На базе своих исследований Н.Д. Кондратьев сделал ряд выводов:

- Перед началом повышательной волны каждого большого цикла происходят значительные преобразования в социально-экономических процесса, которые выражаются в появлении значимых научных открытий, технических изобретений, изменений в сфере производства и обмена.
- Периоды подъема циклов конъюнктурных волн сопровождаются, как правило, крупными социальными потрясениями (революции, войны).
- Понижательные волны данных циклов связаны с длительной депрессией сельского хозяйства [10].



Рисунок. Поведение экономического цикла

«...войны и революции возникают на почве реальных, и прежде всего экономических условий... на почве повышения темпа и напряжения конъюнктуры экономической жизни, обострения экономической конкуренции за рынки и сырье... Социальные потрясения возникают легче всего именно в период бурного натиска новых экономических сил» Н.Д. Кондратьев

На сегодняшний день широко используется в научных кругах такой термин как «технологический уклад». Технологический уклад – это совокупность технологий, свойственных для определённого производственного уровня. При помощи развития

научной и технологической базы происходит переход от более старых порядков к новым и прогрессивным.

Существует множество точек зрения о периодах действия того или иного технологического уклада, также, как и о том, что в него входило и что за ним следовало, какими событиями он был ускорен или замедлен.

Большинство источников склоняются к количеству пройденных, если так можно сказать, укладов равному «5». На данный момент начался 6-й Технологический Уклад.

Ключевой фактор: нано технологии, клеточные технологии. Я думаю, что сюда же было бы целесообразно добавить такой фактор как самообучающийся искусственный интеллект. «Бустерами» для дальнейшего развития цивилизации на данном этапе будут резкое снижение энергоёмкости и материалоёмкости производства, в конструировании материалов и организмов с заранее заданными свойствами, скачок производительности труда, революция в бизнес-процессах на производстве и в социальной сфере. Кроме того, по моему мнению, человечеству предстоит в ближайшем будущем переосмыслить роль и функции ИИ во всех областях жизнедеятельности.

Заключение

На сегодняшний день мы находимся «вдоворооте научных прорывов», практически каждый день изобретаются новые продукты, материалы, технологические процессы, осуществляются открытия в области генной инженерии и нано-технологий. В новостных лентах уже давно перестали быть удивляющими новости про сроки освоения Луны и полета человека на Марс. Я уверен, что впереди нас ждут удивительные открытия и сегодня мы должны приложить все наши силы для того, чтобы РФ была среди стран-лидеров в вышеупомянутой области. Второго шанса у нас не будет.

Также в качестве заключения, я бы хотел предположить следующее: в первую очередь нашей стране необходимо сконцентрировать усилия на дальнейшем развитии инноваций в области образования и социальной сферы. Первое позволит нам «заложить серьезный фундамент» под остальные сферы, который реализует свои преимущества уже в ближайшее десятилетие, позволив РФ достичь высот в остальных сферах. А второе – даст недостающие ресурсы для будущего рывка вперед, в первую очередь – время.

Литература:

1. Указ Президента РФ №642 от 2016.
2. <https://rg.ru/2018/01/30/rossiia-voshla-v-top-25-innovacionno-razvityh-stran.html>.
3. <http://uis.unesco.org/>.
4. <https://www.rbc.ru/economics/17/10/2013/5704114a9a794761c0ce2c8c>.
5. Словарь терминов по курсу «Финансы, деньги и кредит / сост. – Электроизолитор: ГХПИ, 2011. – 52 с.
6. https://economic-definition.com/Technology/Innovaciya_Innoatsiya__eto.html.
7. «Global Firms Will Increase Their Spending in Innovation», PRNewswire, December 8, 2004.
8. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм, демократия. М.: Эксмо, 2007.
9. РОССИЙСКИЙ внешнеэкономический ВЕСТНИК № 2 (Февраль) 2006 с.25.
10. <https://www.azbukatredera.ru/teoriya-ciklov-kondrateva.html>.

УДК: 006.06

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ

А.В. Пронина

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

anast.pronina@gmail.com

Аннотация

Постоянное совершенствование нормативно-правовой базы обеспечивает рост требований к структуре, процессам, ресурсам и системе менеджмента лабораторий. В связи с принятием новой версии стандарта ИСО/МЭК 17025–2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» вопрос о проведении подготовительных работ к аккредитации является актуальным. В статье приведен анализ требований государственных нормативных документов и выявлены ключевые изменения новой версии стандарта. Представлены возможные способы осуществления новых требований стандарта.

Ключевые слова

Аккредитация, испытательная и калибровочная лаборатория, система менеджмента, критерии аккредитации.

Повышение качества продукта или услуги является толчком к развитию любой организации. Испытательные лаборатории участвуют в данном процессе как помощники, которые позволяют отследить динамику изменений продукции, услуги и выявить возможные области для совершенствования. Осуществляя выбор испытательной или калибровочной лаборатории, клиент ориентируется на наличие аккредитации у лаборатории.

Для всех испытательных и калибровочных лабораторий существующих в Российской Федерации аккредитация проводится в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [1] и в соответствии с критериями установленными приказом Минэкономразвития №326 от 30.09.2014 «Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации», соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации» [2]. В частности необходимо выполнить требования указанные и в Федеральном законе №412 –ФЗ от 28.12.2013 «Об аккредитации в национальной системе аккредитации»[3].

Версия стандарта ISO 17025-2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», выпущенная 29 ноября 2017 международной организацией по стандартизации, отражает новые способы работы лабораторий, которые позволят соответствовать изменениям, происходящим сегодня в рыночных условиях и ввиду внедрения новых технологий. 1 сентября 2019 года был утвержден гармоничный национальный стандарт на территории РФ [4].

Основные изменения стандарта ISO 17025-2017 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» относительно старой версии отражены в таблице согласно критерию уровня изменений. Он варьируется в нескольких значениях:

Структурные – требования остались прежними, переместились в другие пункты стандарта.

Незначительные – описание требования было изменено, но содержание осталось прежним.

Значительные – изменения будут требовать от лаборатории внедрить новые процедуры или пересмотреть существующие.

Новые – требования или понятия которые не существовали в прежней версии стандарта.

Таблица 1

Таблица соответствия ISO/IEC 17025-2005 и ISO/IEC 17025-2017

ISO/IEC 17025-2017		ISO/IEC 17025-2005		Уровень изменений
Пункт		Связанный пункт		
	Предисловие		Предисловие	Новые
	Введение		Введение	Новые
1.	Область применения		Область применения	Незначительные
2.	Нормативные ссылки		Нормативные ссылки	Незначительные
3.	Термины и определения		Термины и определения	Новые
4.	Общие требования	–	–	–
4.1	Беспристрастность	4.1	Организация	Значительные
4.2	Конфиденциальность	4.2	Система менеджмента	Незначительные
5.	Требования к структуре	4.3	Управление документацией	Значительные
6.	Требование к ресурсам	–	–	–
6.1	Общие требования	4.4	Анализ запросов, заявок на подряд и контрактов	Незначительные
6.2	Персонал	5.2	Персонал	Структурные
6.3	Лабораторные помещения и условия окружающей среды	5.3	Помещения и условия окружающей среды	Структурные
6.4	Оборудование	5.5	Оборудование	Незначительные
6.5	Метрологическая прослеживаемость	5.6	Прослеживаемость измерений	Структурные
6.6	Внешние поставки продукции и услуг	4.6	Приобретение услуг и запасов	Незначительные
7.	Требования к процессу	–	–	–
7.1	Рассмотрение запросов тендеров и контрактов	5.10 4.4	Отчетность о результатах Анализ запросов, заявок на подряд контрактов	Значительные
7.2	Выбор, верификация и валидация методов	5.4	Методы испытаний и калибровки, а также оценка пригодности методов	Незначительные
7.3	Отбор образцов	5.7	Отбор образцов	Незначительные

7.4	Обращение с объектами испытаний и калибровки	5.8	Обращение с объектами испытаний и калибровки	Незначительные
7.5	Технические записи	4.12	Управление записями	Незначительные
7.6	Оценка неопределенности измерений	5.4	Методы испытаний и калибровки, а также оценка пригодности методов	Структурные
7.7	Обеспечение достоверности результатов	5.9	Обеспечение качества и результатов испытаний калибровки	Незначительные
7.8	Отчетность о результатах	5.10	Отчетность о результатах	Значительные
7.9	Жалобы (претензии)	4.8	Претензии	Значительные
7.10	Управление несоответствующей работой	4.9	Управление работами по испытаниям и/или калибровке, не соответствующими установленным требованиям	Незначительные
7.11	Управление данными	5.4	Методы испытаний и калибровки, а также оценка пригодности методов	Незначительные
8	Требования к системе менеджмента	4.0	Требования к менеджменту	–
8.1	Варианты	–	–	Новые
8.2	Документация СМ (Вариант А)	4.2	Система менеджмента	Структурные
8.3	Управление документацией СМ (Вариант А)	4.3	Управление документацией	Структурные
8.4	Управление записями (Вариант А)	4.13	Управление записями	Структурные
8.5	Действия связанные с рисками и возможностями (Вариант А)	4.10 4.2 4.1	Улучшение Система менеджмента Организация	Новые
8.6	Улучшения (Вариант А)	4.10 4.7	Улучшение Обслуживание заказчиков	Незначительные
8.7	Корректирующие действия	4.11	Корректирующие действия	Незначительные
8.8	Внутренние аудиты (Вариант А)	4.14	Внутренние проверки	Незначительные
8.9	Анализ со стороны руководства (Вариант А)	4.15 4.2	Анализ со стороны руководства Система менеджмента	Значительные
ПРИЛ. А	Метрологическая прослеживаемость	–	–	Новые
ПРИЛ. Б	Варианты СМ	–	–	Новые

В новой версии стандарта ISO 17025-2017 вводится термин «лаборатория», из его определения прослеживается область деятельности, а именно – отбор образцов, тестирование и калибровка. В отличие от прошлой версии стандарта, отбор образцов включен в деятельность, но только при условии, что это связано с последующим тестом или калибровкой. Анализируя требования к беспристрастности можно выделить следующие необходимые действия для лаборатории: анализ потенциальных рисков беспристрастности внутренней и внешней деятельности лаборатории, мероприятия по устранению и минимизации данных рисков, разработка и реализация данных действий. В отношении конфиденциальности предусмотрено тщательное обсуждение возможности разрешения опубликования информации в открытых источниках с заказчиком, письменные уведомления заказчика о публикации и подписание декларации сотрудниками о сохранении конфиденциальности.

Новый стандарт не регламентирует полную систему управления рисками, но обязывает рассматривать риски лаборатории наравне с возможностями, также необходимо документировать осуществляемый анализ.

В разделе «требования к системе менеджмента» можно выделить отсутствие понятия менеджера по качеству и технического менеджера, хотя функции не исключены из стандарта. В сферу деятельности лаборатории не входят те виды деятельности, которые осуществляются на постоянной основе субподрядчиками.

Отчеты о результатах подверглись значительным изменениям, лаборатории необходимо включить определение правила принятия решения и связать его с оценкой погрешности измерений. Также необходимо обозначить действия для определения погрешности измерения, осуществить разработку алгоритма. При обсуждении с заказчиком необходимо согласовать правило принятия решения, в случае если оценка соответствия должна быть внесена на основе полученных результатов. Лаборатория должна официально уполномочить персонал ответственный за предоставление мнений и интерпретаций для осуществления данного права.

В разделе связанном с претензиями были продемонстрированы значительные изменения. Теперь любое заинтересованное лицо, при необходимости должно иметь доступ к процедуре подачи жалобы. Данная процедура должна быть детально описана согласно пункту стандарта 7.9.3. Лаборатория должна обеспечить признание претензии и выбрать способ извещения о результате в решении данной жалобы.

Относительно системы менеджмента лаборатории выявляется два возможных варианта:

- Вариант А – определяет минимальную составляющую для системы менеджмента.
- Вариант Б – минимальные требования считаются выполненными, если лаборатория применяет и соответствует стандарту ISO 9001, а также отвечает указанным в данном разделе требованиям.

Рассматривая стандарта в целом, нельзя не заметить, что смещена ориентация с предписания действий, на их результат. Это дает возможность лаборатории самостоятельно подбирать способы реализации требований, которые в последующем обеспечат надлежащие результаты.

Новая версия стандарта снижает количество обязательных документов и исключает предписывающие требования в части распределения ответственности. Данная возможность возлагается на лабораторию, она сама распределяет ответственность, связанную с выполнением требований стандарта.

Литература

1. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Электронный ресурс] ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 / 309

- Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 35-2009 от 11.06.2009) // Электронный фонд правовой и нормативно технической информации. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200085223> (дата обращения: 15.06.2019).
2. Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации [Электронный ресурс]: Приказ министерства экономического развития РФ № 326 от 30 мая 2014 года // Электронный фонд правовой и нормативно технической информации. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/420203443> (дата обращения: 15.06.2019).
 3. Об аккредитации в национальной системе аккредитации [Электронный ресурс] : ФЗ № 412-ФЗ от 28.12.2013 г. / Государственная дума РФ; Совет Федерации Фед. собр. РФ // Электронный фонд правовой и нормативно технической информации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499067411> (дата обращения: 15.06.2019).
 4. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Электронный ресурс] ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (1.09.2019) // Электронный фонд правовой и нормативно технической информации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200166732> (дата обращения: 15.06.2019).

МЕТОДЫ АНАЛИЗА РИСКОВ ПРЯМЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Е.А. Семушина

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

Elesemushina1@gmail.com

Аннотация

В статье обозначена проблема анализа рисков инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли. Рассмотрено содержание понятия инвестиционный риск. Автором выявлены факторы, влияющие на возникновение неопределённости при реализации инвестиционных проектов, а также определены наиболее подходящие методы оценки и анализа рисков прямых инвестиций с учетом специфики нефтегазового комплекса.

Ключевые слова

Инвестиционный проект, риск, нефтегазовый комплекс, сценарный анализ, анализ чувствительности, метод Монте-Карло, методы оценки, факторы влияния.

Для стабильного развития предприятий нефтегазового комплекса требуется проводить эффективную инвестиционную политику, которая направлена на увеличение объемов производства, на рост доходов, а также на развитие предприятия в своей отрасли.

При анализе эффективности инвестиционного проекта в большинстве случаев рассматривают потоки денежных средств, которые относятся к будущим периодам и имеют прогнозный характер.

На неопределенность будущих денежных потоков оказывают влияние множество факторов, такие как колебания рыночной конъюнктуры, уровень инфляции, уровень цен, курсы валют и т.п. Данные факторы не зависят от усилий, прикладываемых инвестором. Также на неопределенность будущих результатов влияют неэкономические факторы (климат и природные условия, политические отношения и т.п.).

Данная неопределенность является причиной возникновения рисков, влияющих на полноту достижения цели.

Риск – это вероятность возникновения неблагоприятных последствий или неудачного исхода производственно-хозяйственной или какой-либо другой деятельности [1, с. 242].

Под инвестиционным риском понимается совокупность факторов, под воздействием которых в условиях неопределенности результатов инвестирования, существует вероятность возникновения непредвиденных обстоятельств, которые понесут за собой финансовые потери.

Жизненный цикл инвестиционного проекта состоит из последовательно выполняемых или иногда перекрывающихся фаз (стадий) проекта: преинвестиционная стадия, инвестиционная и эксплуатационная, стадия завершения [2].

Инвестиционная деятельность всегда сопровождается рисками. Именно поэтому самой важной задачей проектирования инвестиций является оценка и управление рисками

В первую очередь рассмотрим ключевые риски на каждой стадии жизненного

цикла инвестиционного проекта в нефтегазовой отрасли, отраженные в таб. 1.

Таблица 1

Риски инвестиционного нефтегазового проекта по стадиям его жизненного цикла

Риск	Стадии жизненного цикла		
	Преинвестиционная	Инвестиционная и эксплуатационная	Завершение
Риски компании, реализующей инвестиционный проект	<ul style="list-style-type: none"> - Проектные; - Технологические; - Строительные; - Кредитные; - Финансовые; - Человеческий фактор; - Юридические; - Недополучение ожидаемого дохода 		<ul style="list-style-type: none"> - Недополучение ожидаемого дохода - Юридические;
Риски инвесторов	<ul style="list-style-type: none"> - Селективные; - Системные; 	<ul style="list-style-type: none"> - Потеря ликвидности; - Недополучение ожидаемого дохода; - Юридические; 	
Риски других участников	<ul style="list-style-type: none"> - Риски подрядчиков; - Риски местных органов власти на территории реализации. 		
Экологические и социальные	<ul style="list-style-type: none"> - Отрицательное влияние на окружающую среду; - Влияние на качество жизни местного населения. 		

Для выбора метода идентификации и анализа рисков необходимо понимание, что уровень риска во многом определяется особенностями инвестиционных проектов в конкретной отрасли. В данной статье уделим внимание прямым инвестициям в нефтегазовой отрасли.

Прямые инвестиции – это долгосрочные вложения средств проекты, связанные с производством конкретных товаров и услуг.

К прямым инвестициям в нефтегазовой отрасли преимущественно относятся [3, с.3]:

- модернизация нефтеперерабатывающих заводов;
- освоение новых нефтяных и газовых месторождений, строительство инфраструктуры;
- проекты по сжиженному природному газу;
- проекты, направленные на увеличение мощностей существующих заводов или строительство новых;
- строительство трубопроводного транспорта.

Инвестиционные проекты в нефтегазовой отрасли отличаются [3, с. 6]:

- особыми формами партнерств - СП, СРП;
- крупными инвестициями;
- ограниченным количеством страховых емкостей для некоторых рисков (в особенности для оффшорных проектов / на этапе разведочного бурения);
- высоким риском;
- зачастую вовлекаются кредиторы;
- чтобы застраховать крупные и технически сложные риски необходимы специальные знания.

На практике при проведении оценки эффективности нефтегазовых проектов под каждый проект формируется отдельная модель финансовых потоков. Что обусловлено уникальностью нефтегазовых инвестиционных проектов и почти полное отсутствие объектов-аналогов.

Рассмотрим более детально факторы, оказывающие влияние на неопределенность будущих денежных потоков, которые присуще нефтегазовым компаниям (таб. 2).

Благодаря комплексному анализу факторов формируется методологическая и информационная база для создания механизма анализа и управления инвестиционными рисками на предприятиях нефтегазового комплекса.

Таблица 2

Факторы, оказывающие влияние на неопределенность будущих денежных потоков нефтегазовых проектов

Внутренние факторы	Внешние факторы
Риски превышения бюджета	Темпы роста мировой экономики
Срыв сроков и несвоевременный возврат кредита вследствие аварии	Поведение конкурентов и степень государственного регулирования рынка нефтепродуктов
Устаревшая нефтегазовая инфраструктура	Динамика цен на нефть и нефтепродукты
Ошибки при интерпретации результатов исследований	Мировой спрос на российскую нефть и нефтепродукты
Осложненные условия добычи нефти	Природные риски
Дефицит кадровых ресурсов	Нестабильность курсов иностранных валют
Нарушения в снабжении	Неустойчивая политическая ситуация в регионе или стране

Учитывая особенности прямых инвестиций в нефтегазовых компаниях рассмотрим методы анализа инвестиционных рисков в исследуемой отрасли.

Оценка рисков реализации проектов весьма неоднозначный вопрос. Как правило, чаще всего рассматривают два подхода в оценке рисков – качественный и количественный.

Рассмотрим методы оценки рисков наиболее часто использующиеся при анализе эффективности инвестиционного нефтегазового проекта. Детальная классификация изображена на рисунке.

Качественный подход в первую очередь используется для того чтобы выявить и идентифицировать типы рисков рассматриваемого проекта и установить причины, приводящие к появлению их рисков [4, с. 36]. При качественном анализе также решаются такие задачи как определение потерь на этапе реализации проекта и возможностей по сокращению данных затрат.

В рамках качественного подхода не будет получена численная величина риска инвестиционного проекта, так как методы качественного подхода представляют собой базу для выполнения дальнейших работ с использованием количественных методов.

В связи с уникальностью каждого инвестиционного нефтегазового проекта метод аналогий достаточно сложно применить.

Если говорить о методе экспертных оценок, то для повышения точности итогов требуется привлекать большое количество специалистов. Что делает данный метод достаточно дорогостоящим.

Сценарный подход представляет собой сложный процесс, здесь необходимо проводить глубокий анализ, что означает составление множества моделей для каждого сценария. Сценарный анализ в нефтегазовой отрасли преимущественно осуществляется на основе индексов капитальных затрат и операционных затрат IHR CERA. Данные индексы представляют собой индексы затрат по отрасли и миру в целом и их публикует Кембриджская ассоциация энергетических исследований. Индексы IHR CERA принимают в учет различные аспекты, например, персонал, оборудование, материалы,

технологии и т.п. Помимо этого данные индексы учитывают изменения цен на нефть и газ. При помощи сценарного анализа возможно принять в учет несколько факторов риска и рассмотреть их взаимосвязь и взаимозависимость [4, с.37].

Метод дерева решений похож на метод сценариев, согласно методу дерева решений, строиться многовариантный прогноз динамики внешней среды.

Статистический метод достаточно сложно осуществить из-за оценки вероятностей. При этом дает возможность получить вероятное значение моделируемых показателей с учетом динамики их изменения.

Анализ чувствительности позволяет выявить наиболее значимые факторы, влияющий на результат инвестиционной деятельности по конкретному проекту. Анализ чувствительности, как уже упоминалось ранее, состоит в оценке влияния какого-либо параметра на конечные результаты проекта. При этом все остальные параметры не меняются. Наряду с анализом чувствительности показателей эффективности проекта к таким независимым переменным, как, например, цена на нефть, налоговые ставки, экспортная пошлина, выполняется анализ чувствительности к объему добычи нефти.

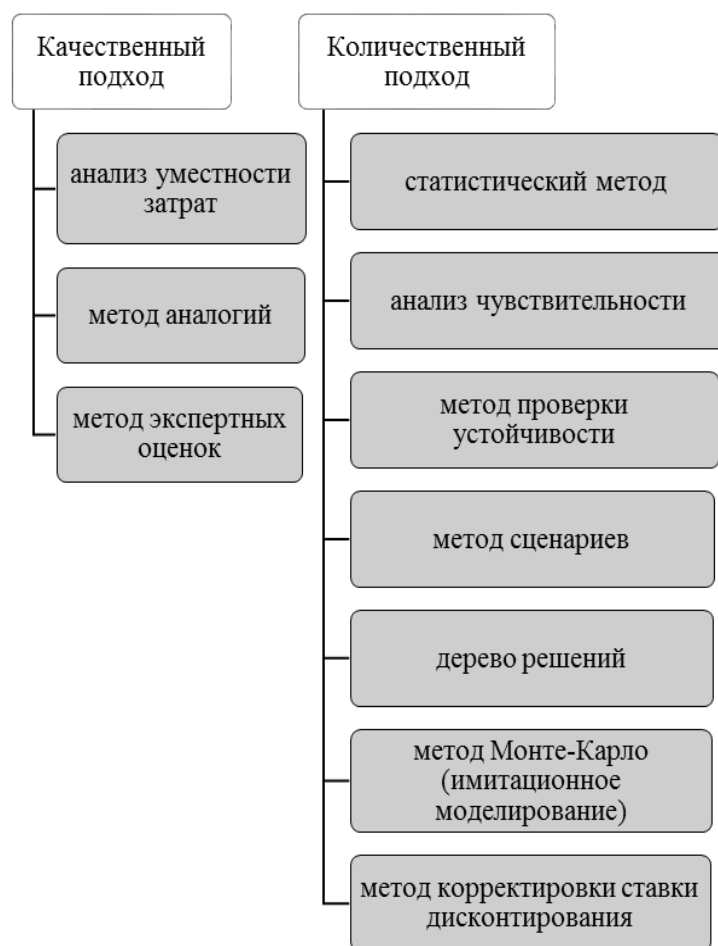


Рисунок. Классификация методов оценки инвестиционного риска

Среди отмеченных методов количественного анализа инвестиционного риска на предприятиях нефтегазового комплекса на этапе разработки наиболее употребим способ оценки чувствительности. Для стадии реализации наиболее действенными выступают метод Монте-Карло и статистический анализ. Первый дает возможность найти наиболее истинные оценки путем множества итераций, второй соответствует характерным особенностям проектов, имеющих отношение к магистральному транспорту.

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что благодаря использованию количественной оценки рисков инвестиционные нефтегазовые проекты более эффективно реализовываются.

Анализ методов показал, что случается такая ситуация, при которой по критериям эффективности проект является нерентабельным. Однако при выявлении факторов риска проекта, таких как: цены на газ, темпы роста цен, изменение налога на прибыль и т.п. – при проведении анализа этих факторов, а также модерировании рискованных ситуаций с учетом возможных изменений текущих и капитальных расходов, мы получаем наиболее точные значения, при чем данные значения могут существенно различаться со значениями, полученными при поверхностной оценке показателей эффективности.

В заключение следует отметить, что, учитывая риски, проводя их оценку и применяя элементы управления, можно качественно по-новому взглянуть на выбор инвестиционного проекта. Особенно это актуально в проектах нефтегазовой отрасли, что обусловлено высокими капитальными и текущими издержками, международным участием при проектировании и реализации проектов, значительной стратегической важностью как для отрасли, так и для страны в целом.

Литература

1. Ершова А.Н. Управление рисками инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений // Молодой ученый. – 2017. – №7. – С. 242–245.
URL: <https://moluch.ru/archive/141/39707/> (дата обращения: 05.08.2019).
2. Якупов Б.Т. Методы, инструменты и оценка рисков в нефтегазовой отрасли // Синергия наук. – 2017. URL: <http://synergy-journal.ru/archive/article2883> (дата обращения: 10.08.2019).
3. Болдырев Е.С., Буренина И.В., Захарова И.М. Учет рисков при оценке инвестиционных проектов в нефтегазовой отрасли// Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» – 2016 – Том 8, №1 – С. 1–11.
URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/48EVN116.pdf> (дата обращения: 05.08.2019).
4. Уварова С.С., Мартемьянов А.В., Славгородская Ю.В. Современные методические подходы к оценке инвестиционных проектов// Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета – 2017 – №1(14) – С. 35–40.

УДК: 005.6

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМК

И.Г. Сергеева, М.И. Ястребова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

yastrebovayastrebova@gmail.com

Аннотация

В статье рассматриваются несколько подходов к оценке эффективности системы менеджмента качества (СМК). Также выдвигаются предложения, способствующие совершенствованию оценки СМК.

Ключевые слова

Система менеджмента качества, эффективность СМК, стандарты ИСО.

В рамках современной экономики качество и успешное развитие компании неразрывно связаны. Система менеджмента качества представляет собой один из главных инструментов развития компании, составляет основу конкурентоспособности производимых товаров и предоставляемых услуг. В связи с этим особо важной задачей для любой компании является оценка эффективности внедренной системы менеджмента качества.

Исходя из определения, которое дается в ГОСТ Р ИСО 9000-2015, под эффективностью понимается связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами [1]. Что касается эффективности в контексте оценки СМК, данный термин следует трактовать как соотношение затрат на качество и финансовых результатов деятельности предприятия.

Методически подходя к организации процедуры оценки эффективности СМК, необходимо определить:

- объект оценки эффективности (например, процедура, процесс, элемент или СМК в целом), исходя из целевых установок предприятия;
- критерии оценки эффективности работы СМК, отвечающие требованиям достаточности для проведения оценки объекта и цели непрерывного улучшения деятельности;
- показатели эффективности работы СМК и методы их измерения в соответствии с выбранными критериями;
- возможность достижения выбранных критериев эффективности работы СМК, основываясь на их сравнении с показателями эффективности;
- методы анализа результатов оценки эффективности СМК, способствующие выявлению тенденций развития и составлению практических рекомендаций по совершенствованию качества управления.

В качестве основных методов, используемых для проведения оценки СМК, можно выделить аудиты и анализ со стороны руководства[3]. Аудиты применяются для того, чтобы оценить результативность и эффективность СМК, определить возможности ее усовершенствования, выявить несоответствия в системе и причины возникновения этих несоответствий, а также для определения и проведения последующих корректирующих мероприятий. Аудиты делятся на внутренние и внешние. Внешний аудит может подразумевать под собой как «аудит второй стороной», когда проверки проводятся сторонами, заинтересованными в деятельности организации, так и «аудит третьей стороной», когда проверки проводятся независимым от первой и второй

стороны органом. Внутренний же аудит подразумевает под собой аудит первой стороной, то есть проверку, проводимую непосредственно самой организацией для внутренних целей. Нормативную основу обоих видов составляют стандарты ИСО и соответствующая документация предприятия.

Что же касается анализа со стороны руководства, то под ним подразумевается деятельность, связанная с оценкой потребностей и возможностей улучшений, а также необходимости в изменениях в СМК предприятия, в том числе усовершенствовании политики и целей в области качества [2]. Анализ со стороны руководства может осуществляться с помощью метода самооценки, сбалансированной системы показателей, международных систем рейтингов качества, стандартов по оценке СМК, сформированных японскими специалистами, диагностической самооценки [3].

Кроме того, часто применяются следующие методики оценки эффективности СМК[3,4]:

- оценка на основе выгод от внедрения СМК. При использовании данного метода предполагается сравнение достигнутых результатов с теми, которые были запланированы компанией. Существенный недостаток данного метода состоит в том, что исследование проводится на основе оценок представителей компании, характер которых является субъективным, поскольку оценки могут быть умышленно скорректированы.

- оценка экономической эффективности СМК. В рамках данного метода существует 2 варианта исследования. 1. Экономическая эффективность СМК определяется, основываясь на соотношении результатов и затрат. Экономический эффект равен разности результатов и затрат, экономическая эффективность равна отношению результатов к затратам (или же к сроку окупаемости затрат). В качестве результатов могут быть рассмотрены такие стоимостные показатели, как объем производства, валовый доход или оборот, прибыль, чистый доход. Важным нюансом при применении данного подхода является то, что затраты и результаты значатся в разных временных промежутках. В связи с этим, необходимо учитывать их разновременность, применяя процедуру дисконтирования. 2. Экономическая эффективность СМК определяется, основываясь на соотношении между выгодами и затратами для их получения.

- оценка с помощью индекса удовлетворенности потребителей. Данный метод основывается на применении различных показателей (индексов удовлетворенности), например, Customer Satisfaction Index (CSI). Необходимо отметить, что нет единого международного показателя, выбор индекса зачастую зависит от страны, в том числе существуют национальные индексы удовлетворенности клиентов. Например, американский индекс удовлетворенности потребителя (American Customer Satisfaction Index, ACSI). В Европе используют индекс удовлетворенности потребителей Swedish Customer Satisfaction Barometer (SCSB) и такой европейский индекс удовлетворенности потребителей, как European Customer Satisfaction Index (ECSI).

- оценка на основе сбалансированной системы показателей или BSC (Balanced Scorecard – BSC). Благодаря использованию данной системы можно произвести оценку результативности и эффективности системы менеджмента качества для разных заинтересованных сторон с точки зрения влияния СМК на финансовые показатели деятельности компании, удовлетворенность и лояльность потребителей, результативность и эффективность внутренних процессов, а также удовлетворенность персонала предприятия. Система показателей оценки результативности и эффективности, базирующаяся на BSC, в первую очередь позволяет совместить оценку эффективности СМК в целом с расчетом результативности и эффективности бизнес-процессов, направленных на получение прибыли.

В процессе выбора метода оценки эффективности предприятие сталкивается с несколькими проблемами, основной из которых является большое количество факторов, которые воздействуют на эффективность системы менеджмента качества. Если учесть то, что каждый фактор по-разному влияет на эффективность, и формул для расчета каждого из них существует довольно много, то процесс обработки информации сводится к нескончаемым расчетам [5]. В связи с этим, по итогу степень достоверности полученных результатов может быть крайне низка. Для решения этой проблемы прибегают к поиску универсальной методики, которая до сих пор еще не разработана. Существующие же методики нельзя применить во всех случаях, поскольку каждая из них направлена на определенную цель. Тем не менее, рядом авторов выдвигается мнение, что наиболее продуктивный способ оценки эффективности СМК включает в себя применение нескольких методов вместе [3, 4, 5]. Это позволит каждому инструменту дополнять другие своей индивидуальностью к различным подходам. Таким образом, комбинируя различные методы, можно достичь более качественной оценки эффективности СМК, и как следствие повлиять на качество продукции, стабильность корпоративной культуры и мотивацию сотрудников.

Литература

1. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>.
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124394>.
3. Матухнов О. С. Сравнительный анализ подходов к оценке эффективности СМК на российских предприятиях // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-podhodov-k-otsenke-effektivnosti-smk-na-rossiyskih-predpriyatiyah>.
2. Горбашко Е.А. Управление качеством: учебник для СПО / 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 352 с.
2. Сарапулов А.А., Куприянов А.В. Анализ методик оценки эффективности систем менеджмента качества на предприятиях России // Материалы VIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016019987>.

УДК: 332.14

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ТАДЖИКИСТАНА

М.А. Фаязова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

fmavzuna@gmail.com

Аннотация

В работе рассматривается проект строительства в Республике Таджикистан малых гидроэлектростанций как эффективная и экономическая выгодная стратегия инновационного развития гидроэнергетического сектора страны. Обосновывается значимость нетрадиционных возобновляемых источников энергии (солнечной, ветряной) для национальной экономики Таджикистана с учетом специфики географического положения страны и ее ландшафта, а также преобладания сельскохозяйственных территорий.

Ключевые слова

Таджикистан, инновационное развитие, гидроэнергетика, малые гидроэлектростанции.

Современная мировая экономическая система предъявляет национальным экономикам новые требования, мировой рынок становится все более динамичным, сложным, а инновации диктуют правила игры. В сегодняшнем глобальном пространстве ключевыми факторами, определяющими положение стран, являются конкурентные преимущества и стратегия инновационного развития. Особенно это актуально для небольших стран, чья социально-экономическая система претерпела значительные структурные изменения, как, например, Республика Таджикистан – наименьшее по площади государство Средней Азии, уникальная, богатая природными ресурсами страна, экономика которой после выхода из состава СССР в 1991 году попала в положение тяжелого кризиса.

Таджикистан располагается на юго-востоке Центральной Азии. На 93% территория страны представляет собой горный ландшафт. Таким образом, географически Таджикистан занимает самое «высокое» положение в регионе. Страна в значительной степени обладает природными ресурсами и полезными ископаемыми, но добыча их затруднена в связи со спецификой территории Таджикистана (преобладание горных массивов).

Гражданская война, экономический спад и уничтожение сферы социальных услуг населению, последовавшие за распадом Советского Союза, вызвали катастрофическое ухудшение условий жизни, особенно в сельской местности, где на данный момент проживает свыше 70% населения Таджикистана.

Национальный валовой доход Таджикистана на душу населения в 2004 году составил около 280 долл. США (по данным Группы Всемирного банка, методика «Атлас») – самый низкий в странах Восточной Европы и СНГ и один из самых низких в мире. Согласно оценке уровня бедности в Таджикистане, проведенной Всемирным банком в 2003 году, уровень потребления свыше четырех пятых населения страны был ниже «разумной нормы», а положение почти двух третей населения (около 64%) можно охарактеризовать как «за чертой бедности». [4]

В настоящее время по данным Министерства труда, миграции и занятости населения Таджикистана показатели уровня жизни населения республики постепенно

растут. Но самая низкая средняя заработная плата по-прежнему сохраняется в сфере сельского хозяйства, в сфере, где сосредоточено 45% занятого населения страны. В стране по-прежнему высокие показатели инфляции и безработицы [3].

Главным конкурентным преимуществом Таджикистана является первое место среди стран Центральной Азии по количеству запасов водных ресурсов. Таджикистан обладает огромными запасами гидроэнергетических ресурсов, которые оцениваются в 527 млрд. кВт/ч. в год. В техническом плане гидроэнергетические ресурсы Таджикистана имеют хорошие перспективы для развития: до настоящего времени использовано только 4–5% ресурсов [2].

По общим запасам гидроэнергоресурсов Республика Таджикистан занимает 8-ое место в мире, по удельным запасам на душу населения – 87,8 тыс. кВт/ч на человека в год – 2-ое место в мире, а по удельным запасам на единицу территории – 3,62 млн. кВт/ч на 1 км² – 1-ое место в мире [1].

На территории Таджикистана формируются основные водные ресурсы всего региона Центральной Азии. На сегодняшний день пригодные для использования гидроэнергоресурсы Таджикистана почти в два раза превышают всю выработку электроэнергии в Центрально-азиатском регионе (150 млрд. кВт/ч в год) и составляет 60% общего потребления первичных энергоресурсов в нём, включая уголь, нефть и газ. [4] При этом гидроэнергоресурсы практически равномерно распределены по всей территории республики, и значительным преимуществом Таджикистана в сфере гидроэнергетики является горный ландшафт, обеспечивающий перепад высот.

Редкий ландшафт Таджикистана – горные массивы, крупные ледники и горные реки, покрывающие практически всю территорию республики, создают не только гидроэнергетический потенциал страны, но и возможности использования солнечной, ветровой и геотермальной видов энергии, а также биогаза. Таджикистан – один из редких случаев, когда нетрадиционные источники энергии (солнечная, ветровая) могут использоваться массово. Расчеты экспертов показывают, что потенциально возобновляемые источники энергии (ВИЭ) в Таджикистане могут замещать до 50,7% потребности в топливно-энергетических ресурсах, потребляемых сегодня республикой. Потенциальные энергоресурсы ВИЭ страны, реально доступные при нынешнем уровне развития техники и технологий, составляют 840 млн. тонн условного топлива в год. В настоящее время практическое использование ВИЭ незначительно и в общем энергобалансе национальной экономики составляет чуть более 1%.

Рассмотрим характеристики энергетического сектора Республики Таджикистан по возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

1. Установленная мощность: 3788 МВт
2. Гидроэнергетика: 3072 МВт (80%)
3. Тепловая энергия: 716 МВт (20%)
4. Годовая выработка: 15 млрд. кВт*ч
5. Гидроэнергетика : 14,184 млрд. кВт*ч (94%)
6. Тепловая энергия : 970 млн. кВт*ч (6%)

Ресурсы:

1. Гидроэнергетика: 28,828 МВт
2. Уголь: 1,3 млрд. т.
3. Углеводороды (газ, нефть): 145-260 млн. т. [4]

Одним из наиболее перспективных направлений развития энергетического сектора Таджикистана является использование энергии небольших водотоков с помощью микро- и малых гидроэлектростанций (МГЭС). Это объясняется, с одной стороны, значительным потенциалом таких водотоков при сравнительной простоте их использования, а с другой – практическим исчерпанием гидроэнергетического потенциала крупных рек в регионе. Объекты малой гидроэнергетики условно делят на два типа: малые, т.е. обеспечивающие единичную мощность до 5000 кВт, и микро, т.е.

работающие в диапазоне от 3 до 100 кВт. Использование гидроэлектростанций таких мощностей – для Таджикистана вовсе не новое, а хорошо забытое старое: в 1950-60-х годах в стране работало более тысячи МГЭС. Сегодня их количество едва достигает нескольких сотен штук.

Гидроэнергетика является одной из самых экологичных отраслей хозяйства, в отличие, например, от атомной энергетики, не говоря уже о риске аварии, последствия которой становятся катастрофическими для региона. Вода, работая в гидроэнергетике как возобновляемый ресурс, приносит значительную пользу и почти не наносит ущерба окружающей среде, особенно в сравнении с другими отраслями энергетики. Единственным недостатком функционирования крупных ГЭС является возможное затопление территорий, связанное с созданием водохранилищ и влияющее на природу региона и условия сельского хозяйства. Например, ради повышения мощности Нурекской ГЭС всего на 130 МВт были затоплены дополнительно 2000 кв. км территорий с городами и селами. Для МГЭС не требуется строить водохранилища, и обходиться такие ГЭС могут минимальными гидротехническими сооружениями, повышающими уровень воды лишь на пару метров.

В настоящее время освоение гидроресурсов малых рек в республике составляет всего 1%. Это 14 действующих МГЭС, построенных еще в советский период. Не используются для производства электроэнергии ресурсы ирригационных водохранилищ, многих каналов и рек.

Еще одно преимущество «малой энергетики» – экономичность. В условиях, когда такие природные источники энергии, как нефть, уголь и газ истощаются и постоянно дорожают, использование дешевой, доступной, возобновляемой энергии малых рек позволяет вырабатывать дешевую электроэнергию. Кроме того, сооружение объектов малой гидроэнергетики не требует таких значительных затрат, как строительство крупных гидроэнергетических объектов, и быстро окупается.

В отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников электроэнергии, таких, как солнце и ветер, малая гидроэнергетика практически не зависит от погодных условий и способна обеспечить устойчивую подачу дешевой электроэнергии потребителю.

Также при последующей эксплуатации МГЭС отсутствует отрицательное влияние на природный ландшафт, качество воды и фауну рек: вода полностью сохраняет свои первоначальные природные свойства, не меняется жизненный цикл ценных промысловых рыб, вода может использоваться для водоснабжения населения и сельскохозяйственных работ.

В Таджикистане до конца 2023 года планируется построить 53 новые МГЭС. Данный проект как часть стратегии инновационного развития гидроэнергетического сектора Республики Таджикистан можно обоснованно считать эффективным и экономически выгодным способом энергообеспечения населения страны и ее труднодоступных районов.

Литература

1. Аналитический портал «Ближний восток и Центральная Азия». Гидроэнергетические ресурсы Таджикистана и проблемы водопользования в Центральной Азии. Режим доступа: <http://kazanalytics.kz>.
2. Гидроэнергетические ресурсы Таджикистана. Сайт Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан. Режим доступа: https://www.mewr.tj/?page_id=614.
3. Караев С. Минтруда Таджикистана: зарплата увеличилась, уровень жизни вырос. Заметили? 25 июля 2019 года. Режим доступа: <https://>

[//www.asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/society/20190725/mintruda-tadzhikistana-zarplata-velichilas-uroven-zhizni-viros-zametili](http://www.asiaplustj.info/ru/news/tajikistan/society/20190725/mintruda-tadzhikistana-zarplata-velichilas-uroven-zhizni-viros-zametili).

4. Отчет волонтерского проекта ООН по энергообеспечению Таджикистана.

ИННОВАЦИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 338.62

АНАЛИЗ ФИНАНСИРОВАНИЯ СТАРТАПОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ

К.С. Гуляева, Е.А. Коробова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

guliiieva@gmail.com, ea.korobova@mail.ru

Аннотация

Начинающие фирмы сталкиваются с ограниченным доступом к финансам, что является основным препятствием для их роста. Эта статья направлена на рассмотрение аспектов финансирования для начинающих фирм на разных этапах жизненного цикла. Понимание уникальных характеристик бизнеса и выбор оптимального финансирования на ранней стадии и стадии расширения является наиболее важным моментом.

Ключевые слова

Инновационная деятельность, инновационные компании, стартапы, стадии финансирования, показатели эффективности финансирования, финансовые инструменты.

Начинающие инновационные компании или стартапы – это недавно созданные компании, продукты которых находятся на стадии разработки и на стадии исследования потребностей рынка. Начиная компании на протяжении всего своего жизненного цикла проходят три стадии развития [1]. Первый этап заключается в исследовании проблемной зоны рынка и путей ее решения (проблема/решение). В этом случае идея не самый важный элемент, так как важно согласовать решение с соответствующей проблемой, а также посмотреть, способен ли стартап разработать продукт или сервис, удовлетворяющий запросы клиентов (пользователей) и решающий возникшую проблему. Вторая фаза соответствие продукт/рынок должна ответить на вопрос, действительно ли реализованная идея нужна пользователям. После первого этапа, на котором необходимо исследовать наличие проблемы, цель решения проблемы и возможность создания прототипа или частичного решения, на следующем этапе необходимо протестировать и проанализировать различные метрики, чтобы определить степень, в которой новый продукт решает конкретные проблемы клиентов. Третий этап - это масштабирование, которое включает расширение и рост начинающих компаний, что приводит к увеличению числа сотрудников, увеличению доли на рынке или увеличению доходов. Идеальное время для сбора средств – после фазы два (соответствие продукт/ рынок) или после того, как рынок был протестирован для оценки потенциала будущего роста стартапа (масштабирование следует на третьем этапе). После второго этапа основатели стартапа, а также потенциальные инвесторы преследуют одну и ту же цель – расширение бизнеса [2].

При осуществлении инновационной деятельности, финансирование может отличаться значительным уровнем неопределенности и сопровождаться риском,

поэтому при выборе метода и источников необходимо ориентироваться на множественность источников финансирования, на юридическую защищенность и обоснованность применяемых методов финансирования, а также на эффективность внедрения инноваций, которая определяется целевой ориентацией финансирования [4].

Финансирование на ранних стадиях

Финансирование посевной стадии: достартовая ступень. Начальная фаза, также известная как стадия предварительной коммерциализации, является стадией проверки концепции, на которой бизнес-идея проверяется на предмет ее жизнеспособности. На данном этапе фундаментальные исследования уже могут быть завершены, но потенциал с коммерческой точки зрения еще не подтвержден. Как правило, формально бизнес не сформирован, так как решение о том, двигаться ли дальше, развивая бизнес, еще не принято. На начальном этапе предпринимателю, как правило, требуются относительно небольшие суммы финансирования для проведения технико-экономических обоснований бизнеса, разработки прототипов, оценки потенциала рынка, защиты интеллектуальной собственности и исследования других аспектов бизнес-идеи. В конце фазы начального финансирования предприниматели принимают решение о том, следует ли двигаться вперед с последующим созданием бизнеса.

Финансирование стартовой ступени. Предварительная фаза наступает после того, как было принято решение двигаться вперед с созданием бизнеса, на этом этапе создается основа для бизнеса. В настоящее время критически важна разработка подробного бизнес-плана, объясняющего, как бизнес будет создан и как он будет функционировать. Этот этап обычно требует значительно большего финансирования, чем предыдущая стадия. В зависимости от обстоятельств, бизнес-ангелы могут быть заинтересованы в предоставлении финансирования на данном этапе. Часто первым шагом на этом этапе является оформление организации как юридическое лицо, которое определит границы того, как будет существовать бизнес. Далее основатели бизнеса часто приступают к поиску и приобретению ресурсов, например, земли или объектов, которые необходимы для ведения и реализации бизнес-модели, наряду с этим происходит и приобретение оборудования. На данном этапе формируется кадровый состав, приобретают свои очертания и принципы ведения конкретного бизнеса, складывается понимание того, какие лицензии организации необходимо получить для осуществления деятельности по производству товаров или оказанию услуг, определяются стратегии дистрибуции и маркетинга на всей цепочке поставок.

Финансирование стадии раннего роста. На данной стадии начинается производство и стартуют первые продажи. Финансирование на данном этапе может характеризоваться как промежуточное, учитывающее вероятно большую протяженность времени с момента начала финансирования до осуществления первых операций. Более того, актуальность приобретает формирование достаточного оборотного капитала для бесперебойной работы предприятия, учитывается возможная компенсация любых потерь, в основном материальных, в том числе и появляется необходимость в средствах, которые смогут покрыть непредвиденные обстоятельства в случае неожиданного прерывания в процессе запуска деятельности организации. Финансирование стартовой стадии и стадии раннего роста может происходить одновременно.

Финансирование на этапе начального расширения бизнеса является заключительным этапом на раннем этапе финансирования. Он характеризуется наращиванием производства и продаж. Расширение бизнеса за счет увеличения продаж является показателем успеха, поскольку только так становится понятным насколько бизнес-модель компании жизнеспособна. Бизнес приближается к своей точке безубыточности, в поле зрения руководства начинает появляться прибыль. В том

случае, когда компания начинает получать прибыль на начальном этапе или демонстрирует явные признаки того, что прибыль будет достигнута на этапе начального расширения, венчурные капиталисты начинают проявлять интерес к финансированию данного этапа. Со стратегической точки зрения, способность организации ускорить темп роста может привести к тому, что она незамедлительно перейдет в стадию роста, на которой будет определена прибыльность бизнес-идеи, а значит у организации появится возможность финансирования своей деятельности за счет внутренних аккумулированных ресурсов [3].

Финансирование средней стадии (второй этап)

Финансирование стадии расширения. Это финансирование следует за финансированием первого этапа и должно обеспечивать оборотный капитал для первоначального расширения бизнеса. Данный этап отличается полноценным производством и отгрузкой готовой продукции, дебиторская задолженность растет одновременно с запасами. Хотя компания добилась прогресса, нельзя полностью исключить случаи, когда стартап может быть все еще не прибыльным.

Фаза мезонинного финансирования. Финансирование из источников мезонинного капитала, которые относят к промежуточному капиталу (относительно долгового или акционерного), предусмотрено для значительного расширения компании, которая имеет увеличивающийся объем продаж и является устойчиво-прибыльной. Средства обычно используются для дальнейших расширений, например, для постройки дополнительного завода, оптимизации маркетинговых стратегий, формирования оборотного капитала или разработки улучшенного продукта.

Бридж-финансирование. Подобное финансирование предполагает заполнение временного промежутка между моментом, когда произведены расходы и когда будет получена прибыль. Например, правительственные субсидии часто включают промежуточное финансирование, потому что грант не будет напрямую оплачивать покупку актива (например, оборудования), но возместит компании средства после совершения покупки. Бридж-финансирование может происходить на любом из этапов финансирования, описанных выше, обычно предоставляется коммерческими банками.

Хорошо известно, что очень небольшое количество начинающих компаний преуспевает и продолжает развиваться и получать прибыль после выхода на рынок продуктов и услуг. Начинаящие компании, которые в основном определяются как вновь созданные компании, обычно связаны с высокотехнологичными проектами и часто теряются на пути от основания стартапа до достижения успеха в бизнесе. Инвестиции в начинающий бизнес зачастую связаны с более высоким риском, чем бизнес, находящийся на более поздней стадии, так как у данного бизнеса уже сформированы активы, поддерживающие операционную деятельность, и известны денежные потоки, которые позволяют инвесторам и кредиторам оценивать бизнес-риски. Наиболее важным аспектом является понимание уникальных характеристик бизнеса и выбор оптимального финансирования на ранней стадии и стадии расширения.

Литература

1. Startups // URL: <http://mashable.com/follow/topics/startups> (дата обращения: 11.05.2019).
2. Start-ups: Financing and venture capital. -GründerZeiten 28, Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, Public Relations Division, Berlin, 2019.
3. Алуханян А.А. Особенности выбора финансовых инструментов для развития инновационных компаний // Пространство экономики, №1-3. – 2012.

4. Никитенко А.А. Методические основы финансирования инновационной деятельности предприятий в контексте обеспечения глобальной конкурентоспособности // Вестник Института экономических исследований. 2018. №2 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-osnovy-finansirovaniya-innovatsionnoy-deyatelnosti-predpriyatiy-v-kontekste-obespecheniya-globalnoy> (дата обращения 15.05.2019.)

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В ЛОГИСТИКЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

М.А. Ионина

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

ionninaaa@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются различные тенденции развития инноваций в логистике. Даны определения таких понятий, как «внедрение инноваций», «инновации», «логистика». Приведены примеры современных информационных технологий, например системы EDI и EDIFACT. Каждая тенденция четко обозначена и расшифрована.

Ключевые слова

Инновации, логистическая система, логистика, тенденции, инновационный метод, управление процессами.

В настоящий момент времени с уверенностью можно сказать, что научно-техническая информация является основным и важнейшим фактором производства любого предприятия. В связи с тем, что показатели эффективности применения информационных средств возрастают с каждым годом больше и больше, то предприятия стремительнее и стремительнее стараются внедрить их. Это можно связать с тем, что, увеличивается число участников на рынке, и чтобы закрепить за собой свою нишу, обязательно нужно производить качественные услуги [1].

Внедрение инноваций – новая обязанность современного предприятия и головная боль любого предпринимателя, целью которого является любыми способами занять нишу на рынке и обзавестись клиентами на рынке на долгосрочной перспективе. Логистика – такого рода сфера деятельности, в которой нет четкого определения, ведь логистический подход это и доставка грузов от пункта А к пункту Б, это и передача информации между серверами и прочее. То есть логистика – это своего рода процесс управления различными потоками в разных сферах деятельности.

Было бы логично дать также определение понятию «инновация». Инновация – это рыбок, который направлен вперед. Консервативная политика предприятия может стать причиной не только низких показателей выручки предприятия, но и выявить неспособность держать конкуренцию с более современными предприятиями. Нередко это приводит к печальному концу. Любое современное предприятие имеет на производстве инновационный отдел, создающий новые инновационные решения для предприятия при помощи технического прогресса. Данная тенденция – это залог успешного существования фирмы в современном мир [2].

Чтобы логистическая система предприятия эффективно функционировала в обязательном порядке нужно грамотно организовать немалый поток информации. В этом помогут современные информационные технологии. В качестве примера можно привести стандарты EDI и EDIFACT. Это две системы, с помощью которых осуществляется передача деловых документов и сообщений международного значения. Данные стандарты благодаря развитому интернету получили усовершенствование Internet EDI. Базовое звено – виртуальная частная сеть. Благодаря усовершенствованному стандарту получилось связать деятельность железных дорог с клиентской базой на электронном уровне [3]. Большой популярностью пользуется у

всех морских, авиационных и автомобильных предприятий. Будь то перевозимый груз или важный пакет, система позволяет взять всё под контроль.

ЭСВОД – еще один пример современной системы, позволяющий проводить управление за материальными потоками.

Не стоит забывать и про Global Positioning System – автоматизированная спутниковая система. Является современной системой слежения за транспортным средством, которая в реальном времени отслеживает местопребывание груза и транспортных средств на карте.

Как говорилось ранее, любой рынок должен следовать тенденциям к изменению. Основные тенденции современной логистики [4].

1. Тенденция к увеличению числа логистических услуг предлагаемых предприятиями на рынке услуг. Например:

- отсрочка, суть которой заключается в том, что в систему распределения товаров отправляется почти завершенная продукция, хотя ее видоизменение, а также учет конечных запросов потребителей отлагаются до последнего возможного момента, приводя к понижению уровня запасов;
- перевалка, суть которой можно объяснить использованием прямой отгрузки, приводящей запасы к минимуму, а надлежащие расходы в распределительные центры;
- быстрая прямая доставка через все возможные электронные ресурсы, через курьерские службы и службы доставки посылок в экстремально быстрые сроки;
- В2С - массовый выпуск продукции на заказ, сочетающий выгоды массового производства с эластичностью продукции на заказ ;
- подача информации о перемещении материалов таким образом, чтобы информация о передвижении груза поступала до всех серверов одновременно, сокращая при этом время для коммуникации между участниками;
- управление запасами производится продавцом, что позволяет поставщикам распоряжаться как собственными запасами, так и запасами, пребывающими в нижних звеньях цепи поставок, уменьшая общие затраты;
- и прочие.

2. Аутсорсинг

Пояснить «аутсорсинг» можно, как передачу предприятия определенных типов и видов управленческих решений другому предприятию, действующей в нужной области [5]. Современные предприятия предпочитают покупать готовые логистические решения, при этом, не тратя ни денежные ресурсы, ни временные. В свою очередь это отличная возможность использовать профессиональный опыт логистических фирм, делегирую им все полномочия в данной сфере. Также это избавит предприятие от всех ненужных проблем и предоставит возможность сосредоточиться на собственной профессиональной деятельности. Еще эта тенденция позволит предприятию уменьшить расходы по всем статьям. Делаем вывод, что эта тенденция очень важна для роста личной эффективности предприятия.

Не смотря на то, что рынок богат разнообразием логистических услуг, всё больше и больше появляется тенденция к отделению отделов логистики от больших предприятий для создания больших логистических фирм. В нашей стране транспортные организации, занимающиеся ранее только вопросами по складским услугам, становятся логистическими – снабжение организацией всех видов транспорта по всей России, а также отслеживание груза и устранение всех проблем на протяжении всей цепи поставок. Это и оформление таможенной декларации, и распределение груза по точкам, и обслуживание специальных грузов.

3. Тенденции заключения договоров на долгосрочной основе не с мелкими поставщиками, а с крупными логистическими фирмами.

Раньше конкурирование мелких поставщиков было обычным делом, что было выгодно для фирм. Фирма могла для определённых целей пользоваться услугами разных поставщиков.

Сегодня любая фирма-клиент имеет долгосрочные цели, именно поэтому им выгодно выстроить все логистические процессы на долгосрочную перспективу. Клиент крайне дорожит своим временем, поэтому выбирают профессионалов-логистов.

4. Создание инновационных методов управления процессами в логистике.

Снижение расходов и себестоимости, молниеносное отслеживание показателей изменения спроса, оптимизация транспортных потоков и прочее произойдет тогда, когда будут разработаны и усовершенствованы существующие методы управления логистическими процессами.

Приведенные тенденции в настоящее время положительным образом влияют на логистическую деятельность в стране. В будущем, если страна будет придерживаться правильно курса развития, экономические показатели в стране станут более стабильными и положительными.

Литература

1. Федотенков Д.Г. Инновационная логистика как один из ключей в развитии экономики // Молодой ученый. – 2014. – №4. – С. 623–627. URL <https://moluch.ru/archive/63/9768/> (дата обращения: 13.06.2019).
2. Александрова А.И. Концепция инновационного развития предпринимательства // Российское предпринимательство. – 2013. – №14 (236). – С. 4–14.
3. Пахомова А.В., Глушкова Ю.О. Цифровые технологии как основа моделирования логистических систем // Логистика: современные тенденции развития: материалы XVIII Международной научно-практической конференции, – СПб, – 2019. – С. 43–49.
4. Мухтарова Д.Р., Гришко О.А. Инновации в логистике // Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования: сб. ст. по мат. XXI междунар. студ. науч.-практ. конф. – № 10 (21). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/10\(21\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/10(21).pdf) (дата обращения: 14.06.2019).
5. Стоякова К.Л., Волкова Д.А. Современные тенденции развития инноваций в логистике // Молодой ученый. – 2016. – №25 (129). – С. 89–92.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРАТЕГИЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

А.Н. Семина¹, В.В. Негреева²

1 – Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

2 – Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

semina.alexa@mail.ru; v.negreeva@mail.ru

Аннотация

В данной статье рассмотрена классификация стратегий инновационного развития, как важного средства повышения эффективности инновационной деятельности в современных организациях. Применение инновационных стратегий является необходимой составляющей общего механизма поддержания стабильности в организации, а также основным источником её развития.

Ключевые слова

Стратегии, инновации.

На сегодняшний день разработка стратегии инновационного развития крайне важна для любой организации. Несомненно, инновационно развитые предприятия, организации и фирмы занимают лидирующие позиции, как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Правильный выбор инновационной стратегии позволят достичь эффективности выполнения поставленных целей организации. Еще в 2012 г. Путин В.В. заявил в СМИ, что России необходима новая экономика, имеющая высокие конкурентные преимущества при создании инновационной инфраструктуры, и как следствие были бы получены эффективные промышленность, сельское хозяйство и высокоразвитая сфера услуг. По его мнению, только на основании современной технологической базы возможно создать эффективный механизм, сущность которого состоит в привлечении высококвалифицированных трудовых ресурсов и качественных материальных ресурсов. Развитие креативного общества и формирование пространства для его реализации является объемной и глобальной социально-экономической задачей. Данный процесс осуществляется за счет инвестиций в конкурентоспособные передовые отрасли [1].

Правительством РФ также были выделены недостатки, к которым относятся [1]:

- медленное развитие технологической и организационной культуры;
- закупки малыми объемами и отдельными единицами;
- отсутствие понимания о логистической инфраструктуре и контроле качества;
- несоблюдение технологической дисциплины (самые критические сектора экономики, это строительство и транспорт).

Курс на инновационное развитие требует эффективного управления, т.е. требуются новые системы и механизмы управления, которые ведут к повышению инновационной экономики. На основании данных Федеральной государственной службы статистики (Росстат) известно, что статистика инноваций ведется с 1994 г. Из формы № 2–МП-инновация «Сведения о технологических инновациях малого предприятия: Технологические (процессные, продуктовые)» видно, что их статистика ведется с 1999 г. Информация формы № 4 – инновация «Сведения об инновационной

деятельности организации (крупные и средние организации) показывает, с какого года ведется статистика инноваций определенного их типа:

– технологические (процессные и продуктовые) – с 1994 г.;

организационные – с 2000 г.;

маркетинговые – с 2006 г.;

экологические – с 2009 г.

Но, как показывает статистика инноваций в России, представленная в таблице, динамический ряд заканчивается на 2014 г. [2].

Таблица

Инновационная активность организаций промышленного производства на 2014 г., (%)

Показатели инновационной активности организаций	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Удельный вес промышленных предприятий и сферы услуг, осуществляющих технологические инновации в России	8,9	9,1	8,9	8,8
Удельный вес инновационной продукции в общем объеме произведенной предприятиями продукции (без учета субъектов малого бизнеса)	9,6	9,9	9,7	9,7
Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме произведенной предприятиями продукции (в процентах к предыдущему году)	115,8	115,8	121,8	95,3

Анализ таблицы показывает, что удельный вес промышленных предприятий, осуществляющих технологические инновации в России, не превышает 10%, также и удельный вес инновационной продукции в общем объеме, произведенной предприятиями продукции (без учета субъектов малого бизнеса). Удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме произведенной предприятиями продукции имеет тенденцию некоторого увеличения, за исключением 2014 г., где наблюдается снижение затрат. Тем не менее, если рассматривать инновационную активность организаций, то динамика будет такова [3, С.156]:

2013 г. – 10,1%

2016 г. – 8,4%

2014 г. – 9,9%

2017 г. – 8,5%

2015 г. – 9,3%

2018 г. – 9,0%

Таким образом, следует отметить, что планирование и установка стратегических целей позволят своевременно выявлять недостатки в структуре и распределении затрат на инновационную деятельность по сферам деятельности. Шефер Е.О. утверждает, что «Недостаточная проработка стратегических подходов к планированию инноваций сдерживает предприятия в реализации краткосрочных инновационных целей, направленных, главным образом, на частичное совершенствование производства, но не позволяет использовать его инновационный потенциал. В теории и практике стратегического управления инновация рассматривается как одно из главных условий успеха, конкурентного преимущества компании» [5, С.207].

Прежде чем перейдем к стратегиям инновационного развития предприятия отметим, что российская экономика приобретает форму открытости, а чтобы сохранить

темпы экономического роста как в среднесрочной, так и в долгосрочной перспективах, она должна обладать императивным характером. [6] Современная действительность характеризуется увеличением критической массы, состоящей из технологий, методов и механизмов деятельности. В дальнейшем научно-технологический прогресс формирует многоуровневую систему технологического развития.

Богомолова И.П., Кривенко Е.И. и другие авторы считают, что разработка стратегии – это процесс непрерывный и сопряженный с изменениями положений стратегии во внешней среде. Авторы утверждают, что основной задачей стратегического управления является приспособление компании к различного рода изменениям как во внутренней, так и во внешней среде [7, С.399].

Стратегии инновационного развития предприятия могут быть классифицированы по различным критериям. До настоящего времени единого подхода не выработано. Далее будут рассмотрены наиболее известные и распространенные классификационные подходы.

1. В зависимости от научно-технической политики предприятия

Данную классификацию большинство исследователей признают наиболее распространенной. Здесь выделяется наступательная, оборонительная и имитационная стратегии инновационного развития.

1.1. Наступательная стратегия (или стратегия технологического лидера). Нацелена на технологический рынок, выпуск совершенно нового, уникального продукта на рынок. Данная стратегия характерна для крупных компаний, рыночных лидеров, а также для мелких компаний, выживание и рост которых непосредственно зависят от реализации данного инновационного проекта. Для осуществления наступательной стратегии потребуется персонал с достаточно высокой квалификацией, который способен разглядеть новые рыночные перспективы и воплотить их в продукции.

Для наступательной стратегии характерны высокие затраты на НИОКР, повышенный риск, но отличается высокой нормой прибыли, в случае если проект будет успешен.

1.2. Оборонительная стратегия (или стратегия следования за лидером). Предполагается сознательное замедление выхода нового продукта до тех пор, пока такой же продукт не выпустит другой лидер на рынке. Наряду с этим, компания отказывается от высокого уровня первоначального дохода. При этом затраты на разработку новшества, маркетинг и рекламу снижаются.

1.3. Имитационная стратегия. Данной стратегии присуще полное отсутствие реализации собственных идей. Главная задача имитационной стратегии заключается в отслеживании идей, применяемых конкурентами, и полном или частичном их использовании в собственной деятельности. «Целесообразность применения данной стратегии определена низким инновационным потенциалом организаций, не имеющих возможности развертывания собственных мер по инновационному развитию и не имеющих альтернатив в выборе средств противодействия более крупным конкурентам» [4, С.23]. Стратегия чаще всего характерна для малых и средних предприятий.

2. В зависимости от поведения компании в новых рыночных условиях

2.1. Активные (или технологические) стратегии нацелены на внедрение и развитие в организации технологических инноваций. Фирма может выбрать одну или несколько активных стратегий.

2.2. Пассивные (или маркетинговые) стратегии осуществляют инновации в области маркетинга.

3. В зависимости от стадии применения стратегии

3.1. Стратегия НИОКР. Применяя данную стратегию, предприятие нацелено на проведение исследований и разработок.

3.2. Стратегия внедрения и адаптации нововведений. Связана непосредственно с обновлением производства, выпуском новых продуктов на рынок, а также применение технологических преимуществ.

4. В зависимости от диверсификации

4.1. Горизонтальная (или родовая) стратегия. Предприятие выпускает новые виды продукции или услуг в рамках одной отрасли с целью расширения масштабов своей деятельности.

4.2. Вертикальная стратегия. Предприятие использует различные этапы производственного цикла.

4.3. Интеграционная стратегия. Предприятие выпускает новые виды продукции или услуг различных отраслей вследствие чего расширяется фирменная номенклатура.

5. В зависимости от позиции на рынке среди конкурентов

5.1. Виолентная стратегия. Главная задача – снижение издержек производства, достигающееся за счет массового выпуска сравнительно недорогих товаров достаточно высокого качества.

5.2. Пациентная стратегия. Выпуск ограниченного количества узкоспециализированного товара высокого качества. Стоимость данной продукции очень высока.

5.3. Коммутантная стратегия. Удовлетворение небольших потребностей рынка.

5.4. Эксплерентная стратегия. Предполагает радикальные нововведения.

6. Классификация в зависимости от маркетинговой стратегии

6.1. Наступательная стратегия. Компании концентрирует усилия только на одном или нескольких инновационных проектах.

6.2. Защитная стратегия. Стратегия применяется только при наличии значительной доли рынка, не занятой конкурентами, возможностью получения прибыли, в том числе за счет относительно низкого уровня издержек.

6.3. Лицензионная стратегия. Новый продукт или технология приобретаются у других предприятий путем закупки лицензии. Чаще всего для компаний лицензия обойдется намного дешевле, чем проведение собственных НИОКР.

6.4. Промежуточная стратегия. Опирается на маркетинговые исследования. От маркетинговых служб требуется высокая творческая активность.

6.5. Разбойничья стратегия. Характеризуется внезапным и резким вторжением компании на рынок. Фирма на основе новой технологии выпускает на рынок известный продукт, который имеет значительно усовершенствованные характеристики, что уменьшает общий объем данного рынка.

6.6. Стратегия создания нового рынка. Данная стратегия является радикальным решением. Она предполагает, что компания является на данный момент единственным производителем нового продукта. Применяя эту стратегию, можно добиться высокого дохода.

Таким образом, в данной статье была проанализирована инновационная активность организации, рассмотрена классификация стратегий инновационного развития. Несомненно, инновационная стратегия необходима любой компании, поскольку она обеспечивает гибкость адаптации фирмы к рынку и позволяет ей опережать конкурентов. Инновационное развитие российской экономики и переход на новый технологический уровень в условиях интеграции российской экономики в мирохозяйственные связи, требует от организаций формирования новых направлений

развития, способных генерировать и осваивать прогрессивные решения в области науки, техники, технологии и сферы услуг.

Литература

1. Путин В.В. Нам нужна новая экономика // Ведомости, 30.01.2012 г. [Электронный ресурс] URL: <https://www.vedomosti.ru/>.
2. Статистика инноваций в России [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/ind_2020/pril4.pdf.
3. Негреева В.В., Жужома Ю.Н., Башмакова К.В., Хабиров Д.А. Управление инновационной деятельностью компании // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2019. № 2(37). С. 154–162.
4. Савотеев Д.В. Классификация инновационных стратегий промышленных предприятий // Философия и социальные науки. – 2013. – № 1. – С. 21–25.
5. Шефер Е.О. Исследование стратегий инновационного развития и выбор стратегии на примере томской компании ООО «Монета» // Молодой ученый. – 2018. – №50. – С. 207–208.
6. Алексашкина Е.И., Василенок В.Л., Негреева В.В. Теоретические вопросы формирования цикличности технологических укладов // Системное моделирование социально-экономических процессов: материалы 39-ой международной научной школы-семинара (г. Санкт-Петербург, 30 сентября – 6 октября 2016 г.) / под ред. д-ра экон. наук В.Г. Гребенникова, д-ра экон. наук И.Н. Щепиной. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2016. – С. 22–26.
7. Богомолова И.П., Кривенко Е.И., Стряпчих Е.С., Шевалдова Т.В. Инновационное развитие как эффективная стратегия организации // Вестник ВГУИТ/Proceedings of VSUET, Т. 80. – 2018. – № 1. – С. 398–412.

УДК: 658.5

ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ИННОВАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕГИОНА

Л.Г. Дмитриева, О.С. Шишмарева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

dmlisichka@mail.ru, olsshe@bk.ru

Аннотация

В работе рассматривается объединение двух предприятий в отрасли сельского хозяйства, одной из самых перспективных и динамично развивающихся отраслей российской экономики. Слияние предприятий как стратегия их развития создает дополнительные возможности для создания инноваций, оказывая положительное влияние на инновационный климат на региональном уровне.

Ключевые слова

Сельское хозяйство, инновационное развитие, инновационный климат, стратегия, слияние.

Сельское хозяйство России – одна из важнейших отраслей российской экономики. По итогам 2018 года был установлен очередной рекорд экспорта российской аграрной продукции – 25 млрд. долл., что на 20% превышает аналогичный показатель 2017 года [2]. В частности, урожай зерна в России за 2018 год по оценкам Росстата составил 113,255 млн. тонн, а объем экспорта зерна (по данным на октябрь 2018 года) превысил 18 млн. тонн, что на 17% больше, чем за аналогичный период прошлого года [4].

Наличие значительных и разнообразных сельскохозяйственных ресурсов является выраженным конкурентным преимуществом российской экономики. [1]. Безусловно, данный фактор необходимо учитывать, говоря о формировании стратегии инновационного развития российской экономики, так как для результативного внедрения инноваций целесообразно выбирать перспективные отрасли экономики. Важно это и для формирования инновационного климата регионов.

В Санкт-Петербурге расположено более половины предприятий всего Северо-западного федерального округа (СЗФО). Распределение предприятий СЗФО, Санкт-Петербурга и Ленинградской области по видам экономической деятельности представлено в таб. 1.

Таблица 1

Распределение организаций по видам экономической деятельности на 1 янв. 2018 г., (шт) [3]

Виды экономической деятельности	Регион		
	СЗФО (на 2017 г.)	Ленобласть	Санкт-Петербург
Всего предприятий	590793	36028	345277
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	14891	4560	1293
Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	187879	5986	124897
Обрабатывающие производства	44592	3068	25815

Санкт-Петербург опережает Ленинградскую область по количеству предприятий по всем видам экономической деятельности, кроме сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства. Количество предприятий в сфере сельского хозяйства в Санкт-Петербурге меньше (на 71,65%), чем в Ленинградской области, что объясняется спецификой территорий города и области.

Выгодное, приносящее синергетический эффект объединение предприятий – перспективная стратегия развития организации, которая не только создает базу для внедрения инноваций, но и является инновационной, так как объединение посредством слияния или поглощения двух объектов в новую систему предполагает создание новой организационной структуры. Следовательно, на основе приведенных выше статистических данных можно предположить, что слияние сельскохозяйственных предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской области с учетом специфики этих двух регионов положительно бы повлияло на инновационный климат Санкт-Петербурга.

Рассмотрим слияние двух предприятий в отрасли сельского хозяйства: Санкт-Петербурга и более отдаленного, чем Ленинградская область, региона – Нижегородской области. По предварительным оценкам экспертов, объединение двух предприятий – ООО «Петербургская Молочная Компания» (г. Санкт-Петербург) и ООО «Первомайский завод заменителя молока» (г. Саров, Нижегородская область) должно принести обеим организациям значительные выгоды.

«Петербургская молочная компания» занимается оптовой торговлей молочными продуктами и розничной торговлей молочными продуктами в специализированных магазинах. Акцент в настоящее время делается на два наиболее перспективных направления деятельности: снабжение пищевой промышленности сухими молочными продуктами (сухое молоко, сухие сливки, сыворотка сухая) и снабжение сельского хозяйства кормами для сельскохозяйственных животных: заменители цельного молока, заменители обезжиренного молока.

Кроме того, организация предлагает и другие виды продукции, такие как яичный порошок и сливочное масло от отечественных и зарубежных производителей.

Сухое молоко представляет собой белый порошок, произведенный из цельного сгущенного молока. Оно имеет длительный срок хранения (от 6 до 8 месяцев), сохраняя при этом все полезные и вкусовые свойства «живого» молока. Сухое молоко можно использовать для различных целей, как в восстановленном, так и в сухом виде.

Заменители цельного и обезжиренного молока используются для вскармливания молодняка. Они являются высокобелковыми и, в отличие от обычного молока, в них не попадают вредные вещества из организма животного. Еще одним преимуществом является довольно большой срок хранения. Кроме того, затраты на заменители молока существенно ниже, чем на коровье молоко.

Яичный порошок представляет собой концентрированный продукт, произведенный из куриных яиц. Он сохраняет полезные свойства яиц, но практически не имеет недостатков этого продукта в натуральном виде. Порошок добавляется при изготовлении выпечки, производстве майонеза, паштетов, мясных блюд и других продуктов питания. При желании можно развести его теплой водой, взбить и приготовить обычный омлет, который ничем не будет отличаться ни по вкусу, ни по полезным свойствам от блюда из свежих яиц.

«Первомайский завод заменителя молока» производит готовые корма для животных и молочную продукцию. На данном заводе сухие смеси производятся по технологии, разработанной непосредственно специалистами предприятия.

В качестве положительных результатов предполагаемого объединения предприятий можно выделить:

- снижение стоимости продукции в связи с продажей продукции напрямую от производителя;

- снижение накладных расходов (оптимизация количества управленческого персонала, расходы на банковское обслуживание, содержание складских помещений, аренду оборудования и транспортных средств);
- объединение научно-технических разработок, производственного и управленческого опыта;
- возможность контроля как производства, так и сбыта продукции на всех этапах производственного и логистического процессов;
- объединение клиентских баз предприятий;
- увеличение возможностей для получения кредитов.

В итоге слияние двух предприятий, городского и областного, приведет к созданию более конкурентоспособной предпринимательской единицы на рынке и появлению новых возможностей для внедрения инноваций, что окажет положительное влияние на инновационный климат Санкт-Петербурга.

Литература

1. Козырев А.А. Рекомендации нобелиата экономике России, или как нам реализовать конкурентные преимущества // Управленческое консультирование. – 2016. – №1. – С. 47–63.
2. Россия увеличила экспорт продукции АПК в 2018 году на 20% // Вести. Экономика. – 2019. – 16 января. Режим доступа: <https://www.vestifinance.ru/articles/113163>.
3. Распределение организаций, учтенных в Статистическом регистре Росстата, по видам экономической деятельности на 1 января 2018 года. – СПб.: Росстат, 2018. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b18_14p/Main.htm.
4. Росстат повысил оценку урожая зерна до 113 млн. тонн в 2018 году. – М.: RT на русском, 2018. Режим доступа: <https://russian.rt.com/business/news/606706-rosstat-urozhai-zerno>.

АНАЛИЗ РИСКОВ ТРАНСФЕРА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В.О. Коротаева, И.Г. Сергеева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

vlada-korotaeva@yandex.ru

Аннотация

В статье рассмотрены сущность и виды трансфера инновационных технологий, его риски и пути их минимизации. Определено, какие риски сопутствуют каждому этапу инновационной деятельности, а так же разобраны системы управления рисками.

Ключевые слова

Инновации, риск, трансфер технологий, управление рисками.

В настоящее время инновационный вектор является необходимым условием развития высокотехнологичных и высокоэффективных производств, фактором конкурентоспособности продукции предприятия в рыночных условиях. Так как единого определения инновации не существует, необходимо обозначить, что в данной статье под инновацией подразумевается внедрённое новшество, повышающее эффективность какого-либо процесса и приносящее прибыль.

Трансфер технологий (ТТ) – процесс передачи результатов исследований и разработок, знаний для их коммерческого использования [1]. Он пронизывает весь инновационный процесс (см. рис. 1) и обеспечивает взаимодействие между различными подразделениями организации и компаниями.

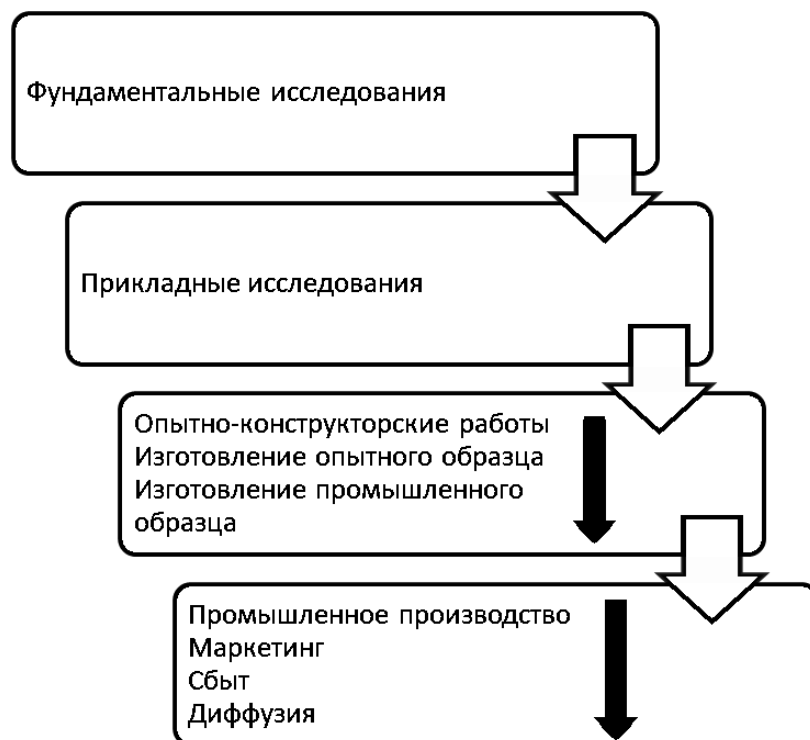


Рис. 1. Этапы инновационного процесса и трансфера технологий. Стрелки обозначают ТТ

По сфере передачи различают внутренний, квазивнутренний и внешний трансферы технологий. При внутреннем ТТ происходит передача сведений между цехами, отделами организации; квазивнутренний ТТ – это перемещение разработки, между компаниями, объединенными в союз или альянс; внешний ТТ – передача между разработчиком инновации и лицом, заинтересованным в практическом применении технологии [1]. Последняя передача может осуществляться в различных форматах соглашения: лицензирование, франчайзинг, объединение компаний, выдача прав на авторскую разработку и т.д.

При внешнем ТТ в инновационной деятельности чаще всего приобретают НИОКР для коммерциализации. В этом случае риск, что продукт вообще не выйдет на рынок, достигает 80% [2]. Причины этого – неопределённость сроков инновационного процесса, изменчивый спрос на инновацию и динамичность рынка. Для минимизации данного риска необходимо тщательно анализировать рынок, учитывать грядущие тенденции и выбирать гибкие инновации, которые можно будет подстроить под изменённый спрос.

Так же при внешнем ТТ существуют риски, связанные с защитой интеллектуальной собственности, которые выражаются в необходимости патентной защиты прав. Поэтому при составлении договоров на передачу технологии необходимо уточнить: объект передачи, степени конфиденциальности и доверия, размер технической помощи, содержание передаваемой информации, форму сотрудничества, формат и размер оплаты, право собственности на результат и т.д.

При внутреннем трансфере инновационных технологий возникают риски, вызванные нехваткой квалифицированного персонала или знаний и проблемой доступности ресурсов и их передачи. Снижению данных рисков способствует налаживание и активизация процессов партнёрства и кооперации, а также ликвидация разрывов знаний путём внешнего ТТ [3].

Риски, связанные с неэффективной системой передачи и распространения информации, могут быть устранены путем организации анализа деятельности предприятия и повышения эффективности работы менеджеров.

К тому же при любом виде трансфера инновационных технологий существуют общие риски. При переходе от фундаментальных исследований к дальнейшим этапам возникает проблема некорректного перехода от научных терминов и исследований к практическому применению результатов НИОКР. И чрезмерное, и недостаточное упрощения могут повлечь за собой негативные последствия. В каждом конкретном случае необходимо анализировать меру допустимости употребления специальной терминологии.

На этапе разработки технологии инновационные риски возникают из-за недостатка финансовых средств, несоответствия фактических и плановых параметров разработки, а так же из-за несоблюдения сроков выполнения работ [4].

Во время этапа коммерциализации риски могут быть вызваны проблемами, связанными с патентной защитой прав участников инновационной деятельности; непродуманной маркетинговой программой, включая непрофессиональное рекламное сопровождение.

Риск непринятия инновации связан не только с деятельностью предприятия, но и с внешними факторами. Ведь диффузия инноваций зависит от способности к приобретению, усвоению новых знаний и от уровня новаторства общества. Что в свою очередь может зависеть от уровня образования, дохода и даже возрастной группы[5].

Для минимизации вышеперечисленных рисков необходим не только анализ всей деятельности предприятия и составление прогнозов, но и эффективная система управления рисками.

В целом трансферу инновационных технологий, как и любой деятельности, присущи свои риски, факторами которых являются: высокая стоимость инноваций,

неопределённость и небольшой спрос на инновационные продукты, нехватка квалифицированного персонала или знаний, правовые аспекты, проблема доступности ресурсов и их передачи, недостаточный инновационный потенциал, длительные сроки окупаемости нововведений и неопределённость сроков инновационного процесса. При этом существуют эффективные пути минимизации этих рисков. Необходимо проанализировать деятельность организации, найти «узкое» проблемное место возникновения рисков и работать с ним, а не минимизировать потери от рисков по отдельности. Системный подход поможет эффективнее управлять рисками.

Одно из решений – это использование комбинации из двух стандартов управления рисками P2M и PMBOK, так как первый из них нацелен именно на оценку рисков инноваций, а второй является стандартом для текущей и стратегической деятельности.

Область знаний управления рисками проекта PMBOK содержит 7 процессов.

1. План управления рисками

Этот начальный этап включает разработку плана управления рисками, который является составной частью общего плана управления проектом. Он включает в себя такие вещи, как классификация категорий риска (рынок, закупки, ресурсы и т. д.), Определение сроков и процедур переоценки рисков, а также определения вероятности и воздействия риска.

2. Определение рисков

Создается список потенциальных рисков для стоимости проекта, графика или любого другого критического фактора. Основным результатом этого процесса является реестр рисков.

3. Выполнение качественного анализа рисков

Этот шаг включает в себя определение приоритетов рисков.

4. Количественный анализ рисков

Используя приоритеты риска, установленные на предыдущем этапе качественного анализа риска, определяется их влияние на график выполнения и бюджет проекта. В соответствии с методом Монте-Карло каждой задаче присваивается оценка вероятности для различных сценариев, например, вероятность 90%, 50% и 10%. Затем рассчитывается вероятность достижения общей стоимости и графика выполнения проекта.

5. Планирование реагирования на риски

На этом шаге следует учитывать самые важные риски для проекта и сформировать план действий не только для реагирования на риск, если он возникает, но и для мониторинга триггеров риска.

6. Реализация реагирования

На все риски проекта, которые возникли или могут возникнуть, проводятся предупреждающие или реагирующие мероприятия.

7. Мониторинг риска

На протяжении всего проекта ведется мониторинг реестра рисков, чтобы обеспечить актуальность анализа. Кроме того, приоритеты риска могут измениться, так как во всем проекте может произойти много вещей, которые изменяют профиль риска. Повторный анализ рисков может создать другие приоритеты или потребовать пересмотра плана реагирования на риски.[6]

P2M является системой знаний, созданной в Японии – это «Руководство по управлению инновационными проектами и программами для предприятий. На сегодняшний день поддерживается PMAJ (Японской ассоциацией менеджеров проектов).

Этот стандарт имеет существенное отличие от многих других – он нацелен на инновационную деятельность и создан специально для инновационных проектов. Основными средствами P2M являются непосредственно сама система знаний P2M, практический опыт, а так же поведение и профессиональная этика. Управление рисками пронизывает все сферы управления проектами и связано не только с процессами, но также с целью и миссией организации[7,8]

Сочетание этих двух стандартов – PMBOK и P2M обеспечивает ещё более системный и эффективный подход как к рискам трансфера инновационных технологий, так и к рискам любой организации, которая занимается инновационной деятельностью.

Литература

1. Работают ли «чужие» инновации?// <https://viafuture.ru/sozdanie-startapa/transfer-tehnologij>.
2. Терехова С.В., Трансфер технологий как элемент инновационного развития экономики // Проблемы развития территории. – 2010. – №4. – С.31–36.
3. О.Г. Голиченко, Самоволева С.А. Анализ и картирование рисков инновационной деятельности предприятий // ЭНСР. – 2013. – №2 (61). – С.114–127.
4. Калинин В.В., Проблемы трансфера технологий, пути их решения // Инновации. – 2003. – №7.
5. Rogers E.M. Diffusion of Innovations//5th ed. N.Y.: Free Press – 2003.
6. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). – Inc, Project Management Institute, 2008. – 463 с.
7. Ципес Г. Управление инновационными программами и проектами: стандарты, инструменты, лучшие практики// <http://www.sovnet.ru/library/Ципес%20Мастер-класс%20Дайджест.pdf>.
8. Лукьянов Д. Стандарт P2M PMAJ. Ценностный подход к управлению проектами//https://www.researchgate.net/publication/317259471_Standart_P2M_PM_AJ_Cennostnyj_podhod_k_upravleniu_proektami.

ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

К.В. Башмакова, Д.А. Хабилов, И.А. Цимбалит-Колесникова

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

kess1108@gmail.com, khdanis17@gmail.com, tsimbala@mail.ru

Аннотация

Инновационные технологии в логистике неотъемлемая часть сегодня, в частности в складской. Большое количество комплексов сталкивается с рядом проблем из-за не автоматизации. Большое количество инновационных технологий в сфере логистики способствуют решению этих проблем и повышению показателей склада, а также его конкурентоспособности на рынке. В статье рассмотрены инновационные системы в складской логистике, приведен сравнительный анализ и выявлены наиболее эффективные инновационные системы.

Ключевые слова

Склад, логистика, инновации, технологии.

Логистика сама по себе прошла долгий путь развития и до сих пор продолжает развиваться. На сегодняшний день логистика, будь то транспортная, складская или производственная требует внедрение и применение инновационных технологий.

В XXI веке развитие и применение технологий, в большей степени информационных технологий, охватило почти все сферы логистики. Следует отметить, что информационные технологии происходят на уровне региональной, национальной, международной логистике пространств и границ в соответствии с ее целью, принципами и задачами в процессе эволюции.

Роль склада с каждым днем расширяется. Появляются все новые и новые виды складов, например, склады-магазины, склады-распределительные центры. Данные склады осуществляют доставку товаров со складов продавцов до заказчиков. Роль склада заключается в формировании условий для оптимизации грузопотока на всех участках логистической цепи [1].

Однако можно наблюдать тенденцию передачи на аутсорсинг всех процессов, которые связаны с контролем запасов их хранением и обработкой. В России, в частности Санкт-Петербурге, в последнее время растет число складских комплексов, однако каждый второй склад нельзя назвать инновационным, так как на складах до сих пор применяется механизированный комплекс оснащения. Из-за этого большая часть комплексов имеет ряд проблем. Выделим три основных [2].

1. Нерациональное использование площадей (приводит также к более мелким проблемам). Увеличение затрат, недостаток площадей препятствует развитию производства, модернизации, увеличению объема выпуска и расширения ассортимента продукции – невозможно найти своевременно нужный материал. Кроме того, невозможность хранить грузы в одном месте приводит к отсутствию должного контроля. Это приводит к уменьшению производительности склада. Увеличивается время обработки заказа, обработки поступивших грузов. Также увеличивается время на поиск места для их размещения.

2. Человеческий фактор – из-за отсутствия автоматизации на складах работает большое количество людей. Человек может уставать, на его работу может влиять настроение, что приводит к несчастным случаям. В отличие от автоматизированной

системы человек не всегда может иметь высокую производительность, что сказывается на общей работе склада.

3. Отсутствие качественной отечественной автоматизированной системы для склада. Рынок складского оборудования в России переживает не лучшие времена. Конкурентная борьба между российскими торговыми компаниями заставляет их снижать цены, но в то же время многие наши покупатели изначально ориентированы на более дорогостоящую технику. Зарубежное оборудование стоит больших денег, из-за этого большое количество предприятий не решается финансировать столь дорогие проекты.

Стоит обратить внимание и на риски, которые могут возникать в логистической деятельности, в частности в складской логистике. Для оптимизации работы предприятия перечислены ниже приемы и методы логистики, рассчитанные на совершенствование работы склада, не только в настоящий момент, но при будущем росте номенклатуры товаров [4].

1. Разработка и внедрение адресной системы на складах;
2. Оптимизация складских процессов: приемки, обработки, сортировки, транспортировки товаров;
3. Внедрение и эксплуатация автоматизированной системы – именно это является основным толчком к развитию инноваций в складской логистике, что в свою очередь является решением данных проблем.

Существует большое множество инновационных технологий, однако каждая из которых имеет свои плюсы или минусы. Составим сравнительную таблицу и оценим каждую из технологий и далее подведем итог и выберем наиболее выгодную по всем параметрам систему, данные представим в таблице (таб. 1).

Таблица 1

Преимущества систем и технологий в складской логистике

Система / технология	Преимущества
WMS (Warehouse Management System-система управления складом)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Эффективное использование площади; 2. Автоматизация работ на складе; 3. Экономичность.
Автоматизированная система Ocado	<ol style="list-style-type: none"> 1. Система «Окадо» работает на базе ИИ. 2. Платформа оснащена контейнерами и роботами, которые передвигаются со скоростью 4 м/с. 3. Платформа оснащена контейнерами и роботами, которые передвигаются со скоростью 4 м/с. 4. За неделю выполняет 65 000 заказов. 5. Эффективное использование площади. 6. Безопасная работа сотрудников
Автоматические карусельные склады	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптимизация хранения за счет уменьшения территории размещения системы хранения, оптимизация времени (ускорение всех процессов). 2. Автоматизация процессов и сокращение физического труда. 3. Уменьшение ошибок при сортировке и составлении заказов. 4. Сохранность товаров. 5. Безопасная работа сотрудников.
Механизированный склад	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие требований к напольному покрытию. 2. Доступная цена. 3. Простота в эксплуатации. 4. Большая плотность складирования.

Примечание: источник [2, 3]

Разработаем таблицу оценки складских систем по ранее выбранным параметрам, данные представим в таблице (таб. 2).

Таблица 2

Выбор эффективной системы для склада

0 - ПЛОХО; 1 - ХОРОШО 2 - ОТЛИЧНО					
Цена	<i>WMS</i>	<i>Ocado</i>	<i>Карусельные</i>	<i>Механизированный склад</i>	
	2	2	1	0	<i>WMS</i>
	1	2	1	1	<i>Ocado</i>
	2	2	2	0	<i>Карусельные склады</i>
	2	2	1	2	<i>Механизированный склад</i>
	1,75	2	1,25	0,75	
Пропускная способность	<i>WMS</i>	<i>Ocado</i>	<i>Карусельные</i>	<i>Механизированный склад</i>	
	1	2	0	0	<i>WMS</i>
	1	2	0	0	<i>Ocado</i>
	2	1	2	0	<i>Карусельные склады</i>
	1	2	2	2	<i>Механизированный склад</i>
	1,25	1,75	1	0,5	
Хранение грузов различных размеров	<i>WMS</i>	<i>Ocado</i>	<i>Карусельные</i>	<i>Механизированный склад</i>	
	1	2	2	1	<i>WMS</i>
	1	2	2	1	<i>Ocado</i>
	1	1	2	2	<i>Карусельные склады</i>
	1	1	1	2	<i>Механизированный склад</i>
	1	1,5	1,75	1,5	
Доступ к грузам	<i>WMS</i>	<i>Ocado</i>	<i>Карусельные</i>	<i>Механизированный склад</i>	
	2	2	2	1	<i>WMS</i>
	1	2	2	1	<i>Ocado</i>
	1	2	2	1	<i>Карусельные склады</i>
	1	2	2	2	<i>Механизированный склад</i>
	1,25	2	2	1,25	
Легкость монтажа	<i>WMS</i>	<i>Ocado</i>	<i>Карусельные</i>	<i>Механизированный склад</i>	
	2	2	0	2	<i>WMS</i>
	2	2	0	2	<i>Ocado</i>
	2	2	2	2	<i>Карусельные склады</i>
	2	2	1	2	<i>Механизированный склад</i>
	2	2	0,75	2	
	7,25	9,25	6,75	6	

Примечание: таблица составлена авторами

Наиболее эффективными системами оказались Автоматизированная складская система «Ocado» и WMS. Обе системы имеют по сравнению с двумя другими высокие показатели цены, легкости монтажа и немаловажную характеристику пропускная способность, это значит, что данные системы быстро справляются со складскими процессами. Инновационные системы выгоднее, чем механизированные склады или отдельно стоящие стеллажи, по типу карусели. Данные виды систем уже не справляются с запросами потребителей, они не способны держать показатели на высоком уровне, чтобы складской комплекс всегда оставался конкурентоспособным по сравнению с инновационными складами.

Существует еще одна эффективная система управления, VMI – модель. Она появилась достаточно недавно в начале 90-х годов XX века. VMI – подразумевает оптимизацию функционирования цепи поставок, когда поставщик имеет доступ к данным о запасах потребителя и отвечает за поддержание их уровня, требуемого для клиента [5].

Данная модель позволяет:

- Снизить количество товарно-материальных запасов до оптимального уровня на каждом этапе цепочки поставок;
- Сократить затрат на поддержание запаса, накладных расходов;
- Увеличить продаж за счет снижения дефицита товаров;
- Повысить скорости обмена актуальными и точными данными, формирования заказа на пополнение товарно-материальных запасов.
- Расширить объем продаж и защита от конкуренции.

Большим минусом данной модели является тяжесть ее внедрения на предприятии, это дорого и тяжело для адаптации.

Кроме преимуществ данная система обладает рядом проблем организационного характера, что еще больше затрудняет ее внедрение.

- Ошибки поставщика, которые тяжело проверить и выявить, это происходит из-за потери контроля над запасами;
- Стирается понятие мотивации сотрудников, так как система бонусов деградирует. Система VMI ликвидирует стимулы;
- Зависимость от технической поддержки;
- Потеря доли рынка, так как снижаются запасы.

Для решения трех важных проблем и повышения показателей работы склада, на сегодняшний день большое количество поставщиков складского оборудования разрабатывают инновационные формы хранения. Не стоит забывать, что склад или даже отдельно стоящий логистический процесс – это уникальный, живой организм, которые имеет свои особенности. Только разрабатывая и внедряя инновационные технологии, компания может получить конкурентное преимущество и занять лидирующие позиции на любом рынке.

Литература

1. Негреева В.В., Скобелева Т.В. Роль складской логистики в цепи поставок // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. – СПб: Университет ИТМО, 2016.
2. Николаева Т.И. Инновационные технологии складской логистики: отечественный и зарубежный опыт // Евразийское пространство: добрососедство и стратегическое партнерство Материалы VIII Евразийского экономического форума молодежи, Екатеринбург, 19-21 апреля 2017 г. – 2017. – с. 93–104.
3. Михеева В.И., Шманькова А.А., Шевень Л.Н. Эволюция и инновации в складской логистике // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 4. Ч. 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/41293> (дата обращения: 01.07.2019).
4. Башмакова К.В., Шмелев А.Л. Инновационные технологии в логистике как фактор повышения эффективности работы отечественных предприятий // Стратегии и инструменты управления экономикой: отраслевой и региональный аспект: материалы VI Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 14-16 апреля 2016 г.) – 2016. – Т. 1. – С. 367–372.

5. А.В. Войцешко. Актуальные технологии оптимизации процесса взаимодействия компании с поставщиками //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. Т.2. – с. 973–975.

УДК: 336.648

РАСШИРЕНИЕ ГРАНИЦ НЕБАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ

Е.А. Вицко, Ю.Н. Жужома, А.А. Бостанов

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

vizko@yandex.ru

Аннотация

В статье проанализирован механизм работы небанковского кредитования с учетом современных реалий, проведены исследования причин сдерживающих использование альтернативных инструментов в отечественной экономической практике и даны соответствующие рекомендации по поводу расширения границ его применения.

Ключевые слова

Небанковское кредитование, онлайн-кредитование, финтехиндустрия, крауд-платформы, онлайн-платформы, краудсорсинг, краудфандинг, краудинвестинг, краудлендинг.

В современной экономической ситуации происходит существенная трансформация сектора финансового посредничества, связано это с глобализацией экономики, ростом финансовых потребностей, а также с существенным развитием технических и технологических возможностей удовлетворяющих развивающиеся потребности потребителя. Поэтому финтехиндустрия становится очень актуальной для реального сектора экономики.

Новые финансовые технологии, а именно краудсорсинг и его основные элементы краудфандинг, краудинвестинг и краудлендинг прочно заняли свои ниши в сфере небанковского кредитования. Развитие крауд-платформ отмечается совершенно в разных сферах: в производственной сфере, в частности в FoodTech индустрии, в сфере дизайна, творчества, а также оптово-розничной торговле и т.д. Знаменитые мировые онлайн-платформы могут объединять сотни фрилансеров и аутсорсеров из разных стран, самые известные из них Freelancer, Crowdfunder, Onevest, Seedrs, Kickstarter, Indiegogo и т.д. В России деятельность крауд-платформ только «набирает» обороты. Основные площадки, на которых реализуются проекты – Planeta.ru, Boomstarter.ru, Penenza, WIKIVOTE и т.п.

Рассматривая механизм работы небанковского кредитования, следует указать на то, что не зависимо от разнообразия его инструментария выделяют инвестора, заемщика (бенефициара) и организатора торгов. Инвесторы, как и заемщики (бенефициары) могут быть физическими и юридическим лицами. Третья сторона - организаторы торгов являются по своему статусу посредниками небанковского типа, т.к., выполняя функцию связующего звена, сочетают в себе ряд функций – функцию кредитного брокера и функцию организатора аукционной торговли, т.к. ставки по предоставленным ресурсам чаще всего устанавливаются на аукционных принципах.

По данным Банка России рынок краудфинансирования стремится к росту, положительная динамика отмечается в сегменте краудлендинга, а именно в B2B-кредитовании, т.е. взаимном кредитовании юридических лиц. Так только за первый квартал 2018 г. объем рынка краудфинансирования составил более чем 2,33 млрд. рублей, что превышает подобный показатель за аналогичный период предыдущего года в 1,6 раза. Как уже было отмечено, львиную долю в данном объеме заняли сделки с

использованием В2В-кредитования, а именно свыше 1,32 млрд. рублей, кроме того, можно наблюдать рост объема кредитования по сравнению с предыдущим анализируемым периодом на 11% [1].

В связи с тем, что сделки с использованием В2В-кредитования занимают существенную долю на рынке краудфинансирования, авторами делается вывод о том, что границы взаимоотношений между хозяйствующими субъектами расширяются и если предоставляемые ресурсы имеют целевой характер, то можно предположить, что данные обстоятельства будут способствовать укреплению расчетно-платежной дисциплины и налаживанию дальнейших хозяйственных связей.

Если оценивать общий объем краудфинансирования за последние несколько лет то, можно прийти к выводу, что по одному лишь краудфандингу наблюдается существенная тенденция к росту. В 2018 году объем данного рынка превысил 15,2 млрд. рублей, что на 35,7% больше, чем в 2017 году. В 2017 г. данный сегмент показал увеличение более чем на 80% по сравнению с предыдущим годом и превысил отметку в 11,2 млрд. рублей, а по сравнению с 2015 г. рынок краудфандинга вырос почти в 7,5 раза.

Рассматривая особенности краудфандинга в России, следует отметить и то, что большая его доля приходится на кредитование сектора предприятий малого и среднего бизнеса (МСБ). По данным Центрального банка РФ в 2018 г. на долю финансирования предприятий МСБ пришлось 96% всех собранных с помощью краудфандинга средств. Так, в предыдущем году объем средств, полученных МСБ посредством онлайн-кредитования вырос на 35,2%, с 10,8 млрд. рублей до 14,6 млрд. рублей.

В тоже время Центральный Банк РФ отмечает, что рост портфеля займов МСБ повлек за собой и значительное ухудшение их качества, в 2018 г. доля просроченной задолженности на рынке краудфандинга составила 14,6% от общего портфеля займов, в 2017 – 9,6% , а в 2016 году – 4,7%. Оценка просроченной задолженности онлайн-финансирования МСБ по сравнению с задолженностью на банковском рынке показывает увеличение, т.к. на 01.01.2019 г. задолженность на банковском рынке составила 12,4%, что меньше на 2,5% по сравнению с показателями предыдущего года, подобное уменьшение в банковском секторе главным образом связано с высокими требованиями скрининга клиентов и залогового обеспечения [2].

Ретроспективный анализ развития краудфинансирования в нашей стране показал, что его использование в экономическом обороте началось уже после достаточного развития на Западе, процент финансирования проектов с его использованием по сравнению с западной практикой и банковским кредитованием достаточно невысокий, а именно на 01.01.18 г. процент краудфинансирования составляет примерно 0,03% от кредитного портфеля российских банков бизнесу и населению [3].

Подобные тенденции авторы обуславливают следующими причинами:

во-первых, это мошеннические действия по отношению к владельцам финансовых ресурсов, в связи с тем, что личный контакт между, т.н. «донорами» и «реципиентами» отсутствует (хотя можно констатировать факт наличия некой определенности в рамках тендорного кредитования по схеме агентского договора). Обычно финансирующая сторона имеет только информацию об интересующем ее проекте из СМИ. Ко всему указанному можно отметить и то, что организатор торгов может не иметь статуса юридического лица;

во-вторых, особенности проектного финансирования, а именно объем, и срок инвестирования, учет интересов сторон, сфера реализации проекта и т.д.

в-третьих, экономические, политические реалии и наличие соответствующей правовой базы, касающейся данных альтернативных инструментов финансирования.

Отечественные экономисты И.В. Сарнаков и Ю.М. Слепцова в своих исследованиях отмечают, что «...Российская Федерация в настоящее время относится к

категории государств, где отсутствует регулирование рынка» [4, с.20]. Тем не менее, Государственная Дума приняла в окончательном третьем чтении проект федерального закона № 424632-7 «О внесении изменений в части первую, вторую и статью 1124 части третьей Гражданского кодекса Российской Федерации» о цифровых правах (Закон «О цифровых правах»), который вносит некую определенность в недостаточно регламентируемую сферу использования «самоисполняемых» сделок - смарт-контракты, на рассмотрении в Государственной Думе РФ находятся законопроекты, подготовленные Банком России и Минэкономразвития «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ» и «О цифровых финансовых активах». Законопроекты предлагается ввести в действие с 01.10.2019 г. Данным правовыми документами должны быть урегулированы отношения по поводу привлечения хозяйствующими субъектами финансовых ресурсов с применением онлайн-систем, кроме того в законопроекте «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ» обозначены правовые основы деятельности операторов инвестиционных платформ по организации розничного финансирования.

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что крайне необходимо государственное регулирование краудфинансирования и установление границ контроля за его деятельностью, поэтому данные законопроекты в сущности позволят в определенной мере дать толчок для динамичного развития применения краудфинансов в отечественном экономическом обороте, в особенности для хозяйствующих субъектов малого и среднего бизнеса, а также снизить риски сторон-участников.

Литература

1. Самусева С., Дугин А. Краудфандингу требуются правила игры//Газета "Коммерсантъ" №114 от 03.07.2018, стр. 8. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3675546>.
2. Задолженность, в том числе просроченная, по кредитам, предоставленным субъектам малого и среднего предпринимательства в рублях, иностранной валюте и драгоценных металлах <https://www.cbr.ru/statistics/UDStat.aspx?tblID=302-19>.
3. Обзор банковского сектора Российской Федерации (Интернет-версия). Аналитические показатели №195 январь 2019 // Центральный банк Российской Федерации, Департамент обеспечения банковского надзора, январь, 2019. – Режим доступа: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/14184/obs_195.pdf.
4. Сарнаков И.В., Слепцова Ю.М. Правовые горизонты P2P, P2B и B2B кредитования в России // Юрист. – 2018, № 5. – С. 17 – 23.

УДК: 330.047

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

И.Д. Григорьева., А.А. Нерсисян

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

irigrigoryeva27@gmail.com

Аннотация

Данная статья посвящена новшествам, которые повлияли на современный маркетинг. В статье также рассмотрены концепции технологий, которые изменили наше восприятие маркетинга. Когда речь идет о маркетинге и роли технологий в нем, мы понимаем, что новые принципы маркетинга изменили лицо маркетинговых технологий 21-го века. В настоящее время маркетинг в значительной степени зависит от технологий, появилось новое направление маркетинга, известное как цифровой маркетинг, который в основном сосредоточен на маркетинге, функционирующим с помощью цифровых мультимедийных устройств, таких как смартфоны и компьютеры.

Ключевые слова

Информационные технологии, цифровой маркетинг, цифровые устройства, технологии, маркетинг.

Маркетинг – это информирование потребителей о ценности продукта, услуги или бренда с целью его продвижения или продажи. Маркетинговые методы включают в себя выбор целевых рынков посредством их анализа и сегментации. Маркетинг сочетает в себе искусство, прикладную науку и использование информационных технологий. У технологий есть много преимуществ, но при этом существует и отрицательные характеристики. Преимущества технологий в том, что они действительно привлекают новых клиентов и помогают автоматизировать многие процессы. Эффективное общение, которое сейчас осуществляется с помощью технологий, может способствовать расширению бизнеса, формированию ассоциаций, поддержанию эффективности организаций и позволяет обществам узнавать друг о друге. Технологии, такие как Интернет, мобильные телефоны, социальные сети и (CRM – Customers Relationship Management), которые являются системами управления взаимоотношений с клиентами, значительно влияют на техническое оснащение компаний, с помощью которых они взаимодействуют с потенциальными клиентами. Большинство бизнесменов и потребителей используют компьютеры и телефоны для поиска информации и общения с другими компаниями. Когда доступно много источников информации, клиентам гораздо проще удовлетворить свои потребности на основе конкурентоспособного соотношения цены и качества.

Минусом внедрения технологий является слабая надежность, недостаточная безопасность и конфиденциальность технологий, дороговизна их внедрения. В ранних исследованиях высказано предположение, что предприятия могут использовать различные виды информационных технологий для продвижения продукции, однако данный способ действительно является дорогостоящим, и, если компания не имеет достаточного опыта и знаний в этой области, это может привести к серьезным маркетинговым проблемам [1 – 3]. Таким образом, необходимо правильно оценить преимущества и недостатки, прежде чем начинать использование инновационных информационных технологий. По мере развития технологий, на исследования,

благодаря которым появляются инновации, расходуются огромные средства. Маркетологи постоянно прикладывают усилия и стараются внедрять новые идеи для продвижения инновационных продуктов.

Имея доступ ко многим источникам информации и интересуясь интерактивными СМИ, потребители могут самостоятельно собирать большое количество информации о продукте. Также изменилась рабочая среда: все большее количество людей работают, в так называемых, виртуальных офисах, пользуются облаками для хранения данных, общаются через социальные сети, такие как ВКонтакте, Facebook и Twitter. По мере изменения средств массовой информации изменилось и количество ресурсов, которые организации тратят на коммуникации и технологии. После разработки компаниями новых продуктов и услуг, необходимо показать клиентам ценности и преимущества данных предложений. В настоящее время потребитель может получать рекламу, как через мобильный маркетинг, так и рекламу в социальных сетях. Традиционные средства массовой информации, такие как журналы, газеты, телевидение, конкурируют с такими средствами массовой информации, как интернет, сообщения, мобильные телефоны, социальные сети, пользовательский контент, например, блоги и YouTube, а также реклама вне дома, к примеру, рекламные щиты и т.д. Поэтому все формы маркетинговых СМИ вынуждены внедрять инновации и продвигать цифровой маркетинг, чтобы оставаться конкурентоспособными.

В различных исследованиях говорится, что цифровой маркетинг включает в себя исчерпывающий набор технологий, обеспечивающих взаимодействие, которое обычно применяется для корпоративных клиентов (B2B), включая программное обеспечение для системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), автоматизации отдела продаж (SFA), веб-сайты электронной торговли и экстранета [3 – 5]. Обычно информационные технологии в маркетинге можно отнести к категории программного обеспечения для онлайн-маркетинга, мобильного маркетинга и управления взаимоотношениями с клиентами (CRM). Маркетинг в социальных сетях является составной частью цифрового маркетинга. Многие организации используют сочетание традиционных и цифровых маркетинговых каналов, однако цифровой маркетинг становится все более популярным среди маркетологов, поскольку он позволяет им более точно ориентироваться и отслеживать многие аспекты, включая рентабельность инвестиций (ROI), по сравнению с другими традиционными маркетинговыми каналами. Цифровой маркетинг - это использование цифровых каналов для продвижения или маркетинга товаров и услуг для потребителей и предприятий [6]. Маркетинговая трансформация идет полным ходом, поскольку мы проводим больше времени в мобильных телефонах, планшетах и ноутбуках. Задача компаний - установить связь с клиентами через все эти устройства в режиме реального времени и создать кампании, которые работают в социальных сетях, демонстрируют рекламу и электронную коммерцию.

Одним из самых популярных инструментов цифрового маркетинга в настоящее время является контекстная реклама. Контекстная реклама – это объявления, которые показываются пользователям интернет-сети в соответствии с темами запросов, которыми они интересовались. Например, если вы в одной из поисковых программ интернета интересовались покупкой недвижимости, то на протяжении некоторого времени после изучения вами этой темы, вы будете видеть в интернете множество рекламы по интересовавшей вас ранее теме. Существует множество различных вариантов настройки подобной рекламы, их выбор зависит от специфики бизнеса и от рекламного бюджета компании. Например, есть возможность настроить рекламу так, чтобы её видели пользователи интернета, находящиеся в определённом месте или реклама показывалась только тем, кто уже был на сайте вашей компании, но по каким-то причинам не воспользовался её услугами. Также подобные методы продвижения своего продукта используются и в социальных сетях, таких как Instagram и ВКонтакте.

Благодаря развитию данного вида рекламы, знакомить аудиторию со своим продуктом стало намного проще, но конкуренция в данной области тоже стремительно развивается, а от этого напрямую зависит стоимость такого вида продвижения для бизнеса. Контекстная реклама в настоящее время является очень эффективным методом продвижения, в связи с этим появился большой спрос на специалистов в этой области, что послужило толчком к появлению новой профессии – интернет-маркетолог.

Три области маркетинга были улучшены с помощью цифровых технологий, - это скорость, актуальность и охват кампаний. Цифровой маркетинг значительно повысил свою актуальность, тем самым, охват кампаний значительно увеличился. С множеством различных способов, которыми клиенты получают доступ к медиа, будь то через Facebook, YouTube, новостные сайты, через мобильные или планшетные приложения, хорошая идея может быстро развиться до огромных масштабов. Маркетологам необходимо постоянно совершенствовать свои навыки, чтобы максимально эффективно использовать их с помощью цифровых технологий. Им необходимо тесно сотрудничать со специалистами по данным, веб-разработчиками и специалистами по социальным сетям. Маркетологу будущего необходимо объединить маркетинговые и креативные навыки с пониманием технологий реального времени. Для маркетологов в быстро меняющейся цифровой среде жизненно важным качеством является желание обучаться и развиваться.

Заключение

Информационные технологии являются основным фактором и инструментом для маркетологов, которые помогают понять целевую аудиторию и увеличить охваты. С объединением технологий и маркетинга, возросла не только роль рекламы, но и потребность в новых специалистах. Раньше было сложно представить, что может существовать другой метод маркетинга, помимо традиционных СМИ. Маркетинг и его концепции меняются, и они, несомненно, будут меняться и дальше под влиянием изменений, протекающих в цифровой экономике, способствуя развитию новой отрасли маркетинга, известной как «цифровой маркетинг».

Литература

1. Cleofhas B., Gibson K. Effects of IT in Marketing of Communication Services. 2009.
2. Hobijn B., Jovanovic B. The information- Technology Revolution and the Stock Market. 2001.
3. Litan D., Mocanu A., Olaru S., Apostu A. Modern Information Technologies Used In Market Research. 2011.
4. Trainor K.J., Rapp A., Beitelspacher L.S., and Schillewaert N. Integrating information technology and marketing: An examination of the drivers and outcomes of E-Marketing capability. 2011.
5. Gabot M., Colgate M. Information Technology and Relationship Marketing: Advances, Incompatibilities, and Opportunities. 2008.
6. Dr. Esha Jain, Ashank Yadav. Marketing and Technology: Role of Technology in Modern Marketing. 2017.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ВАЖНЫЙ ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОДУКТА: КОНТРАСТЫ И ИНТЕГРАЦИЯ PMBOK И AGILE

Б.Б. Коваленко, Т.И. Гусарова, Е.И. Барков

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

astarot111@rambler.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследования воздействия цифровых технологий на глобальное развитие, выделены положительные и отрицательные стороны цифровизации. Сделан вывод о необходимости усовершенствования инструментов проектного менеджмента и повышения их приспособляемости к изменяющимся условиям среды реализации проекта. Дана характеристика методологиям проектного менеджмента PMBOK и Agile, рассмотрены преимущества и недостатки каждой концепции. Сделан вывод о необходимости интеграции методологий PMBOK и Agile в рамках гибридного подхода с целью объединения преимуществ каждого подхода.

Ключевые слова

Цифровые технологии, цифровизация, проектный менеджмент, методология управления проектами, команда проекта, PMBOK, Agile, Scrum-методология, гибридный подход.

Среди отличительных особенностей развития всех сфер общественной жизни в последние годы следует отметить тенденцию к повышению эффективности производственных, научных, социальных, инновационных и иных процессов за счет использования информационных технологий и преобразования информации в цифровую форму, что, в свою очередь, ведет к снижению издержек, возникновению возможности автоматизировать процессы и т.д. [5]. Повсеместная цифровизация по сути выступает одним из ключевых источников глобального развития, в том числе и для экономики, поскольку в условиях цифровизации распространение информации осуществляется через всемирную сеть Интернет, обеспечивая все виды взаимодействия между субъектами предпринимательства и ускоряя реализуемые во всем мире инновационные и бизнес-процессы [4].

Глобальная цифровизация выводит конкуренцию на совершенно иной уровень. Теперь для обеспечения эффективного управления проектами, достижения всех поставленных перед проектом целей и создания конкурентоспособной продукции необходимо осуществлять проектную деятельность и принимать управленческие решения в связи с постоянно изменяющимися условиями внутренней и внешней среды чрезвычайно быстро [1].

Представляется очевидным, что прежние классические бизнес-модели и бизнес-процессы не способны учесть всё многообразие факторов современного мира и рынка, в связи с чем их эффективность снижается и рациональность их использования ставится под сомнение. Для того чтобы соответствовать новым реалиям, необходимы новые модели и процессы – не исключением является и проектный менеджмент.

На текущий момент существует множество различных инструментов проектного менеджмента, для применения которых требуется четкая система обмена актуальной информацией между всеми стейкхолдерами проекта. По сути, положения проектного

менеджмента не ставят барьеры к их усовершенствованию, а, напротив, способствуют их к постоянной адаптации в соответствии с регулярно изменяющимися внешними и внутренними условиями среды протекания проекта и корректировки конечной цели.

Благодаря вышеупомянутой цифровизации и переводу огромных массивов информации в цифровой вид, в настоящее время мы переживаем переход от модели предварительного проектирования к модели постоянного экспериментирования – если ранее продуктом являлся результат продолжительного предварительного исследования с использованием маркетинга, инжиниринга и экспертного формулирования, то на данном этапе темпы изменения обстановки на мировых рынках и возможности цифровых технологий способствуют тому, чтобы бизнес-структуры регулярно тестировали свои решения и соотносили их к реальной обстановке [4].

На данный момент существует множество методологий управления проектами, работа и совершенствование которых постоянно осуществляется. Каждая из них имеет свои положительные и отрицательные стороны, однако возникает вопрос – каким образом цифровизация влияет на данные методологии и какая методология будет наиболее эффективна в современных реалиях.

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, сравним наиболее известные и часто применяемые методологии проектного менеджмента: PMBOK и Agile.

В 1986 году было выпущено первое издание PMBOK коллективного труда Института управления проектами (PMI - Project Management Institute). Данная методология считалась революционной, её первоначальное назначение – помощь членам института в рамках подготовки к экзамену Project Management Professional. Методология получила название "A guide to the Project Management Body of Knowledge" или "PMBOK" и оказала влияние на развитие управления проектами впоследствии [2].

В соответствии с данным стандартом, управление проектом состоит из 5 групп процессов [2]:

1. Группа инициации – здесь сгруппированы процессы, связанные решениями о начале работы над проектом.
2. Группа планирования – в данной группе собраны процессы, связанные с определением и уточнением целей, задач, разработкой и планированием решений и действий, необходимых для достижения целей, а также определяется общее содержание проекта.
3. Группа исполнения – здесь сгруппированы процессы, включающие в себя координацию людей и ресурсов, взаимодействие со стейкхолдерами, а также выполнение плана.
4. Группа мониторинга и контроля – постоянный мониторинг и оценка исполнения проекта.
5. Группа завершения – процессы, связанные с завершением проекта.

Ниже на рис. 1 представлена схема последовательности исполнения процессов реализации проекта.

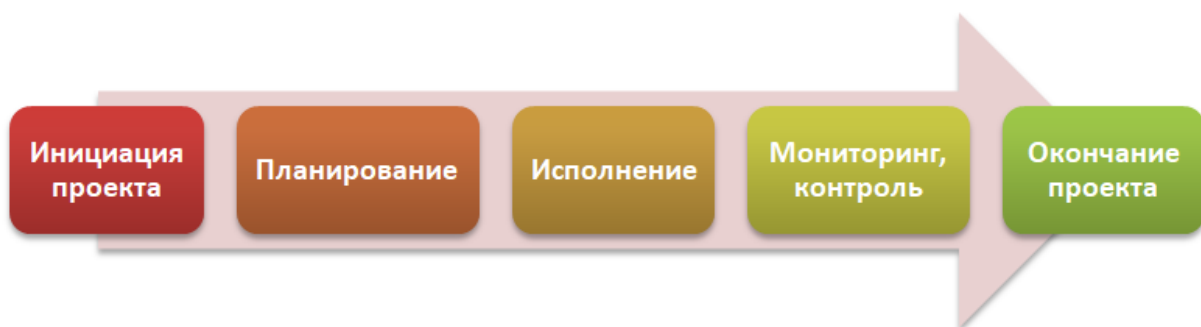


Рис. 1. Основные этапы PMBOK

Переход к следующей группе процессов должен осуществляться после окончательного завершения предыдущей группы процессов, так как данная методология характеризуется последовательностью реализации. В связи с этим, данную методологию рациональнее использовать для проектов, в которых отсутствует или практически отсутствует неопределенность.

Основным недостатком, являющимся характерным для данной методологии, является возможное устаревание продукта, так как группа процессов планирования занимает довольно много времени, в некоторых случаях до 40% времени всего проекта. В современных быстротекущих реалиях это может стать губительным для продукта. В связи с этим, PMBoK не подходит для осуществления инновационной деятельности и реализации малых проектов. Еще одним недостатком является необходимость адаптировать методологию в зависимости от сферы применения.

В PMBoK членами команды проекта являются [2]:

- Персонал, отвечающий за управление проектом – к компетенции относятся операции управления проектом, такие как планирование, бюджетирование, ведение и составление отчетности и мониторинг, управление коммуникациями, рисками и административная поддержка.

- Персонал проекта. Члены команды, которые выполняют работу по достижению поставленных результатов проекта.

Другое направление проектного менеджмента – Agile-методологии, появившись около 30 лет, стало альтернативой классическим методологиям. В последнее время особый интерес к Agile неуклонно растёт в различных отраслях: это вызвано тем, что в основе гибких Agile-методологий лежит акцент на итерационном характере реализации проекта, коммуникациях со стейкхолдерами и командной работе, молниеносной реакции на изменения в среде осуществления проекта.

Особенностью Agile является его применимость в условиях неопределенности, когда неизвестно, какую форму приобретет конечная продукция и какое количество времени будет затрачено на её создание. Это становится возможным за счет регулярных корректировок плана и условий осуществления проекта и его адаптации под новые условия рынка и конечного потребления с целью не просто выполнить заказ, обеспечить полезность создаваемого продукта.

К отрицательной стороне использования гибкой методологии принято относить сложность мониторинга и контроля менеджмента проекта.

Scrum-методология является наиболее известной и используемой среди методологий Agile. Отличием данной методики от прочих является то, что процесс работы над проектом и достижения цели проектам делится на спринты. В результате каждого спринта должен получиться конечный для пользователя продукт [3]. Схема создания продукта по Scrum представлена на рис. 2.

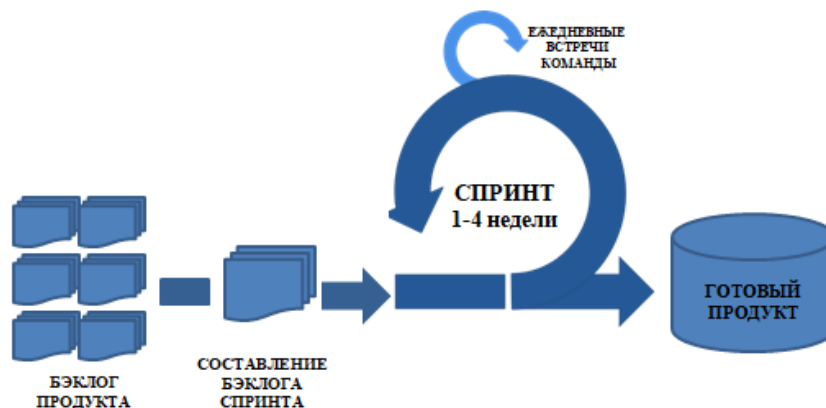


Рис. 2. Схема создания продукта по Scrum

В методологии Agile выделяют ключевые роли:

- Владелец продукта – формирует цель и стратегию проекта, осуществляет и контролирует взаимодействия со стейкхолдерами. К кругу его обязанностей относят создание бэклога, в котором отражен список характеристик и задач, представленный в форме пользовательских историй с целью доступности восприятия всеми членами команды. В ходе практической реализации проекта владелец продукта корректирует его, учитывая изменяющиеся условия.

- Фасилитатор команды (обслуживающий лидер) – в методологии Scrum обслуживающим лидером команды проекта является scrum-мастер, к кругу его обязанностей относят организацию и планирование командной работы, направленной на достижение поставленных целей проекта.

- Команда проекта – участниками проекта становятся индивиды, обладающие навыками и качествами, необходимыми для практической реализации проекта.

Цифровые технологии в области управления проектами имеют два основных тренда. Первый – связан с ускорением изменений в бизнес-среде и соответственно с принятием решений. Для того, чтобы приспособиться к новым условиям, лучше всего подходит Agile. Именно гибкость данной методологии позволяет проще варьировать для принятия наиболее эффективных, оптимальных решений.

А второй – касается технологии искусственного интеллекта. Он связан со стремительным ростом вычислительной мощности компьютеров и расширением возможностей технологии машинного обучения. Это ведет к быстрому росту числа ИИ-приложений и изменению подходов к планированию и реализации проектов.

Таким образом, становится очевидна необходимость в корректировке устоявшихся классических подходов к проектному управлению. Методология Agile позволяет проявить гибкость при создании проекта, однако возникают сложности в мониторинге протекающих процессов и контроле над ними. Однако решения по изменению и совершенствованию продукта, которые принимаются в связи с ситуацией во внутренней и внешней среде, могут ни к чему не привести. Поэтому важно использовать преимущества методологии PMBoK, процесс создания продукта в которой является более контролируемым, четким. А, значит, для максимальной эффективности данные методы рационально совмещать, используя так называемый гибридный подход.

В дальнейшем использование современных методик проектного управления и цифровых технологий позволит сформировать центры инноваций в компаниях, суть которых заключается в работе над поиском и тестированием новых направлений развития бизнеса, продуктов и решений.

Литература

1. Цифровая трансформация в России: аналитический отчет на основе результатов опроса российских компаний 2018// KMDA – URL: https://drive.google.com/file/d/1k9SpULwBFt_kwGyrw08F0ELI49nipFUw/view (дата обращения: 09.06.2019).
2. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) – Пятое издание, 2018. 590 с.
3. Agile: практическое руководство / Пер.с анлийского. – Москва: Олимп–Бизнес, 2018.
4. Халин В.Г., Чернова Г.В., Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски. Управленческое консультирование. 2018;(10):46-63. – URL: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2018-10-46-63>.

5. Талапина Э.В. Право и цифровизация: новые вызовы и перспективы // Журнал российского права. 2018. №2 (254). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravo-i-tsifrovizatsiya-novye-vyzovy-i-perspektivy> (дата обращения: 10.06.2019).

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ФИНАНСОВЫХ УСЛУГ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ

П.Р. Аптикашева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

polina.aptikasheva.98@mail.ru

Аннотация

21 век – век технологий и информационного прогресса. В 90-е годы только-только началось внедрение Интернет-технологий в России, а на сегодняшний день практически ни один человек не может представить своей жизни без карманного источника знаний, ответов на любой вопрос, а самое главное поддержание связи в режиме реального времени с любым человеком и из любой точки мира. Цифровая экономика, инновационные технологии, криптовалюта, блокчейн, искусственный интеллект, роботы, мега-тренды, нано-разработки и ещё много других современных терминов можно услышать на каждом новостном портале. С приходом цифровых технологий наша жизнь поменялась кардинальным образом, инновации и цифровизация на каждом шагу сопутствуют нашей жизни, что одновременно упрощает и усложняет ее, как бы парадоксально это не звучало. На данный момент банковский сектор России оживает после стагнации 2015–2016 годов. В то же время можно заметить появление новых игроков на данном рынке – небанковские продукты, неолбанки, финтех-компании, онлайн-сервисы. Все это способствует снижению рентабельности традиционных банков, преобразованию конкуренции банковской деятельности, а значит, побуждает искать новые источники дохода. Одно из самых перспективных направлений – это создание инновационных банковских продуктов на основе цифровых информационных технологий, а также небанковские продукты, которые произведены в интеграции со сторонними фирмами-партнерами.

Ключевые слова

Цифровая экономика, финансовые услуги, финансовые инновации, банк, банковский сектор, развитие.

Цифровую трансформацию можно наглядно наблюдать в финансовом, а более конкретно банковском секторе, так как данная сфера деятельности является одним из наиболее ярких показателей цифрового развития экономики любой страны мира. Российская банковская система стремительно развивается, совершенствуя свои каналы связи с клиентской базой и удовлетворения всех запросов разнопланового потребителя, а также поддержание инноваций и обеспечение доступными финансовыми услугами и продуктами граждан и бизнес-среду, что в дальнейшем поспособствует устойчивому и перспективному развитию финансового сектора и, в свою очередь, повышению его конкурентоспособности.

Внедрение инноваций и поддержание развития финансовых технологий позволяет усовершенствовать и ускорить предоставление и оказание финансовых услуг, донести обновленные продукты и сервисы до конечных потребителей, которые способствуют сокращению одного из важнейших ресурсов в наши дни - времени.

Наиболее яркие показатели данной специфики могут послужить дифференцированные платежи и переводы, онлайн-сервисы, обмен валют, открытие вкладов и счетов без физического присутствия в отделениях банка, предоставление

государственных услуг, и многое другое. Примером может послужить все тот же Тинькофф банк, их онлайн-сервис ипотечного брокера или идентификация пользователя по фотографии у банка "Открытие" при совершении переводов. Биометрическая идентификация все больше набирает популярность, как для идентификации личности клиента, так и для заключения договора без физического присутствия, то есть дистанционно.

В Российской Федерации высокий конкурентный рынок цифрового банкинга – клиенты легко переходят из одного банка в другой. Более 80% населения пользуется Интернетом, и большая часть клиентов по достоинству оценила преимущества цифровых каналов: мобильный банк, онлайн-банк. Данному факту способствуют мобильные приложения, которые имеют выгодные специальные предложения банка и имеют в несколько раз больше функций, чем аналогичные банки в странах Европы. В 2018 году Россия вошла в топ-5 стран Европы по развитию цифрового банкинга [1].

Наглядный пример Тинькофф Банк - один из самых первых цифровых банков, который открылся в 2006 году в России, что и послужило отправной точкой перехода России к эпохе цифровой экономики. Это самый большой виртуальный банк РФ, который не имеет физических отделений и большого кадрового персонала, но в свою очередь предлагает потребителям отлаженную финансовую электронную систему, которая коррелирует с высокими технологиями и соответствует всем запросам клиентов, предоставляя банковские услуги, ничуть не хуже традиционных банков.

Применение интегрированных информационных технологий, анализа большого объема информации, машинного обучения, цифровизации и ускорения процессов доступа, обмена, хранения и внедрения информации, роботизация являются одними из основных методов цифровой экономики в банковской сфере. Все это способствует развитию и созданию новых продуктов, услуг, всевозможных сервисов для привлечения новых и удержания уже постоянных клиентов в связи с определенными потребностями. Цифровые технологии стремительно развиваются также, как и общество в целом, и для того, чтобы оставаться на своей нише рынка и быть конкурентоспособным нужно заранее быть на шаг, а то и два впереди. Для запуска продуктовых инноваций необходимо непрерывно создавать новые идеи. Постоянное отслеживание трендов и понимание потребностей клиентов – решающие факторы для появления актуальных идей, обладающих коммерческим потенциалом. Важна тут и скорость вывода новых продуктов на рынок: чем быстрее банк запускает новые качественные продукты, тем больше конкурентных преимуществ он получает.

Координированные мероприятия всех участников влияют на эффективность и безопасность развития и инновационной деятельности цифрового финансового пространства, а также своевременное регулирование, которое, во-первых, поддерживает финансовую систему на стабильном уровне и выступает за защиту прав потребителей, и, во-вторых, способствует усовершенствованию и внедрению инноваций в цифровом пространстве.

В процессе цифровизации экономика касалась непосредственно финансовых процессов и услуг, когда на сегодняшний день без высоких технологий не может обойтись ни одна сфера управления, и это касается не только банковского сегмента, но также и социального регулирования, образовательных порталов, от оцифровки документов и до электронного государства. Данные показатели отражают постоянное и в больших объемах увеличение рынка представляемых цифровых услуг, а это, в свою очередь, влечет за собой содействие ранее разрозненных технологий и как итог совершенно новые подходы к управлению производственными и бизнес-процессами.

Для того чтобы обществу оставаться конкурентоспособным в эпоху развития цифровой экономики необходимо владеть определенным количеством навыков и умений, компетенций, отличаться высокой гибкостью и эффективностью, быть грамотным специалистом, обладать навыками эмпатии, уметь анализировать большой

объем информации. Необходимо быть грамотным и объективным лидером, который сможет вдохновить и собрать команду единомышленников. Но, чтобы идти в ногу со временем необходимо также сфокусироваться и внимательно отслеживать новые тренды, которые стремительно проникают в нашу повседневную жизнь, не только в финансовом секторе экономики, но и разного рода услуги и сервисы, которые имеют цифровой вид [2].

Для понимания того, какие же инновации требуются в банковском секторе, необходимо для начала понимать, как же развивалась данная отрасль, какие проблемы стояли на этом пути, и что можно предложить сейчас для усовершенствования и цифровизации интегрированных информационных технологий.

Цифровая трансформация проходит в основном в пять основных этапов, по мнению экспертов (рисунок). (Этапы цифровой трансформации в банковском секторе) [3].



Рисунок. Этапы цифровой трансформации в банковском секторе

Стоит обратить внимание и на тот факт, что с развитием цифровых финансовых технологий, можно столкнуться с разного рода рисками, которые могут пошатнуть экономическую безопасность банковской структуры, таких как кредитные операции и организации. Рост возникновения киберугроз, которые требуют своевременного обнаружения, вмешательства, и анализа, как можно защитить большой объем данных и минимизировать последствия, если такие случаи произойдут [4].

Подводя итог, необходимо подчеркнуть, что стремительное развитие цифровой экономики способствуют ускоренному развитию интернет-технологий, инноваций в

информационных технологиях, инновационный прогресс банковской структуры позволяет упростить процессы операций, связанных не только с денежными средствами, но и с выгодными услугами и сервисами, которые можно использовать дистанционно. А это способствует экономии самого выгодного из всех ныне существующих ресурсов – времени.

Литература

1. Проект РБК тренды. Экономика инноваций. Как инновации изменяют банковскую отрасль России. [Электронный ресурс] URL: <https://www.rbc.ru/trends/innovation/5d63fd8f9a7947e067daea90> (дата обращения 12.09.2019).
2. Филиппов Д.И. Теория и методология оценки влияния финансовых инноваций на развитие финансового рынка. / Монография. – М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2019. – 380 с.
3. Коровкина Е.В. Создание цифровой экосистемы коммерческого банка: основные пути и прогнозируемые результаты // Научные записки молодых исследователей. – 2017. – № 3. – С. 68–71.
4. Центральный банк Российской Федерации, 2018. Основные направления развития финансовых технологий на период 2018–2020 годов. [Электронный ресурс] URL: https://www.cbr.ru/statichtml/file/36231/on_fintex_2017.pdf (дата обращения 11.09.2019).

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Т.М. Денис

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

klok-dtmq@mail.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР №618279 «Методы и инструменты инновационной и предпринимательской деятельности в условиях цифровой экономики».

Аннотация

Инновационный кластер представляет наиболее действенную форму достижения высокого уровня конкурентоспособности, а также является неформальным объединением усилий различных организаций (промышленных компаний, индивидуальных предпринимателей, государственных органов управления, общественных организаций, вузов и т.д.) и требует повышенного внимания государственных органов. В работе проводится анализ инновационного территориального кластера и его влияния на развитие национальной экономики.

Ключевые слова: инновационный территориальный кластер, кластерная политика, Центр кластерного развития, эффект синергии.

В этом году исполнилось семь лет с момента начала реализации программы поддержки пилотных инновационных территориальных кластеров (ИКТ) Министерством экономического развития Российской Федерации в соответствии с поручениями Президента и Правительства Российской Федерации.

Инновационный кластер представляет наиболее действенную форму достижения высокого уровня конкурентоспособности, а также является неформальным объединением усилий различных организаций (промышленных компаний, индивидуальных предпринимателей, государственных органов управления, общественных организаций, вузов и т.д.) и требует повышенного внимания государственных органов.

Основные функции инновационного территориального кластера [1]:

- рост производительности предприятий, который осуществляется за счет специализации и взаимного дополнения участников, входящих в состав кластера;
- уменьшение затрат на производство и сбыт продукции;
- совершенствование качественных характеристик рабочей силы;
- увеличение благосостояния населения;
- интенсификация экономического развития;
- способствование развитию малого и среднего бизнеса.

Благодаря осуществлению кластерной политики, выделяют несколько моделей кластеров [2]:

1. Европейская модель основана на концентрации конкурирующих организаций в пределах одной географической области, выпускающих дифференцированный продукт;

2. Североамериканская модель кластеризации включает процесс объединения ряда отраслевых компаний, который основан на принципе территориальной специализации;

3. Азиатская модель, основана на принципе насаждения кластеризации и включающая высокую роль государства, предполагает вертикальную интеграцию и специализацию организаций в пределах одной географической области;

4. Японская модель кластеризации характеризуется концентрацией малых и средних предприятий вокруг крупной компании–монополиста.

Кластер, как форма интеграции бизнеса, имеет ряд специфических особенностей, которые проявляются в нем, вследствие, следующих положительным эффектам[3]:

1. Эффекту масштаба производства, лежащему в основе получения стоимостных выгод.

2. Эффекту агломерации, уменьшающему издержки на единицу продукции, по причине устойчивости и долгосрочности имеющихся связей между участниками кластера. Так, возникновение данного эффекта, в первую очередь, связано с сокращением транзакционных издержек.

3. Эффект синергии. Он даёт возможность в результате объединения элементов получать больший экономический результат, чем простая сумма данных экономических результатов от деятельности отдельных элементов.

В Российской Федерации образование кластеров ориентировано на принципы третьей модели, учитывая процесс инициирование кластерных инициатив государством, проведение политики кластеризации и финансирование кластерных проектов.

Документы, служащие нормативной основой кластерной политики в России[4]:

- Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года;
- Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года;
- Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах РФ.

Развитие кластера определяется новыми технологическими решениями, которые зависят, как от экстенсивных, так и интенсивных факторов развития.

Так, устаревает отраслевой принцип формирования кластеров, это связано с тем, что он основывается на отраслях из предыдущего технологического уклада и приводит к сдерживанию открывающихся возможностей кооперации. Вместо него пришли принцип проектного управления и принцип эффективного распределения ресурсов.

В настоящее время можно наблюдать процесс создания новейших супер кластеров, которые объединят IT-компании, бизнес-инкубаторы, технопарки, академические институты на единой IT – платформе. Это приведет к максимизации эффекта синергии человеческого капитала, исследовательских возможностей и производственных мощностей.

Благодаря этому, возникает необходимость в совершенствовании системы подготовки кадров. На сегодняшний день можно наблюдать рост количества новаторских методик обучения, ориентированных на практическое использование полученных знаний для коммерчески привлекательных проектов.

Кластеризация для России является сравнительно новым, перспективным путем развития экономики, активно поддерживаемым государством. Кластерную политику можно представить как систему взаимосвязанных действий федеральных, региональных и муниципальных органов власти, направленную на стимулирование инициатив, которые связаны с созданием и развитием кластеров, реализующих конкурентные преимущества.

Как и любой процесс, кластерную политику необходимо постоянно совершенствовать. Для этого были предложены следующие мероприятия:

1. развитие международного сотрудничества (является стимулом для изменения институциональной среды самим кластером, способствует расширению прогрессивных идей и технологий);

2. совершенствование информационной среды кластера (побуждает к организации совместных научно-исследовательских проектов с участием ведущих вузов и научно-исследовательских организаций, стимулирует повышение эффективности коммуникаций и взаимодействия в кластере).

Таким образом, комплекс мер может считаться эффективным в том случае, если он включает в себя специализированные программы поддержки, постоянное увеличение финансирования, создание и развитие инфраструктуры, снижение административных барьеров и т.д. Утвержденная кластерная политика региона, которая включает в себя все вышеперечисленные пункты, сможет оказать помощь, в одновременном развитии всех сфер промышленности, качественно и с полной финансовой и административной поддержкой [5]. Также, выделяют основные проблемы и ошибки, с которыми могут столкнуться кластеры, такие как: недоверие к финансовым организациям, которые предоставляют инвестиции, недостаток последовательности в деятельности, бюрократия и несоответствие нормативной системы в стране современным международным требованиям и неактуальные образовательные программы в высших учебных заведениях.

Основные перспективы развития кластеров в России на ближайшие 5-7 лет заключаются в выходе на международные рынки, развитии проектов межрегионального и международного сотрудничества, а также в расширении отраслевой специализации.

Литература

1. Козырева П.М. Малое предпринимательство в России: повседневные проблемы и трудности развития / П.М. Козырева // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2015. – №1 (37). – С. 43–58.
2. Несмачных О.В. Кластерная политика в стратегии инновационного развития России и зарубежных стран // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-1. – С. 162–165.
3. Несмачных О.В. Принципы формирования, стратегического управления и оценки эффективности промышленного кластера // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2.
4. О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р.
5. Левченко Т.А. Кластерный подход к развитию экономики: отечественный и зарубежный опыт // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2016. №4. С. 68–76.

РОЛЬ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ

А.В. Попова, И.Г. Сергеева

Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

popova@rusregister.ru, igsergeeva@gmail.com

Аннотация

Ключевую роль в развитии и совершенствовании бизнес-процессов в организации играют информационные технологии и их активное применение в производственно-хозяйственной деятельности. Появление интернета стало настоящей информационной революцией. Цифровизация представляет собой определенную систему социальных, экономических и культурных отношений, которые направлены на появление и внедрение передовых и перспективных технологий. Эволюционирование цифровых технологий оказывает влияние на ведение бизнеса, построение процессного подхода, тем самым повышая конкурентоспособность организации на рынке.

Ключевые слова

Цифровая экономика, цифровизация, система менеджмента качества, процессный подход.

В указе Президента Российской Федерации от 09.05.2017 №203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» дается следующее определение цифровой экономики: «Цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг». [1]

Импульсом развития цифровой экономики в мире стало появление глобальной сети интернет. Всемирную сеть использовали для общения посредством отправки электронной почты пользователям. Компании оценили возможность связывать тысячи пользователей по всему миру, в результате чего, появились сервисы по продаже электронных авиабилетов и первый в мире интернет-магазин по продаже книг «Amazon». Оплата банковскими картами покупок в интернете свидетельствует о переходе цифровой экономики к следующему этапу развития. В результате совершенствования технологий появляются виртуальные банки, магазины, офисы, отличительной особенностью которых является взаимодействие с клиентами при отсутствии физически отделений этих организаций. После появления виртуальных товаров и услуг, таких как компьютерные игры, музыка, программное обеспечение и электронные книги, темпы роста цифровой экономики по всему миру резко увеличились. Рост объемов продаж товаров и услуг в электронной экономике привел к появлению электронных денег.

Цифровая экономика в России не ограничивается покупками и банковскими операциями в сети. В соответствии с действующей государственной программой «Цифровая экономика Российской Федерации», [2] основным трендом цифровизации экономики является предоставление государственных услуг в электронном виде и повышение их доступности. Таким образом, правительство планирует сформировать

полноценную цифровую среду, которая позволит решить вопрос глобальной конкурентоспособности и национальной безопасности.

В обзоре развития цифровой экономики в России, проведенным Всемирным банком за 2016 г., к «плюсам» развития цифровизации можно отнести:

- повышение конкурентоспособности компаний;
- снижение издержек производства;
- создание новых рабочих мест;
- преодоление бедности и социального неравенства [3].

В настоящее время компании стремятся укрепить свои конкурентные позиции, повысить эффективность своих внутренних процессов и постоянно улучшать свою деятельность. Система менеджмента качества на современном уровне развития представляет собой идеологию качественного управления организацией. Международный стандарт ISO 9001:2015 является практической основой процесса менеджмента качества. Требования, содержащиеся в стандарте ISO 9001:2015, являются унифицированными и предназначены для применения ко всем организациям независимо от вида их деятельности, численности сотрудников, категории продукции или вида услуг. Внедрение системы менеджмента качества является тем инструментом, который ориентирует организацию на постоянное совершенствование своей деятельности и благодаря этому позволяет добиться позитивных экономических результатов. Отличительной особенностью применения системы менеджмента качества в бизнес-процессах организации является то, что процесс создания качества затрагивает все этапы жизненного цикла продукции или услуги от производства до послепродажного обслуживания.

Эволюционирование цифровых технологий оказывает существенное влияние на устоявшиеся процессы в организациях и создает возможности для улучшения и оптимизации бизнес-процессов. основополагающим принципом стандарта ISO 9001:2015 является применение процессного подхода. Процессная модель предприятия состоит из множества бизнес-процессов, участниками которых являются различные структурные подразделения. Для успешного функционирования организации следует повышать эффективность управления многочисленными взаимосвязанными видами деятельности (процессами). Влияние цифровизации способствует более масштабному анализу процессов в организации. Открытая информационная среда позволяет проводить анализ конкурентных компаний и точнее оценивать степень удовлетворенности потребителей товаров и услуг. Применение в бизнес-процессах организации искусственного интеллекта, систем больших данных позволяют сокращать издержки и избегать человеческих ошибок.

Таким образом, основным эффектом цифровизации является упрощение и ускорение процессов, устранение излишних потерь без потери качества для потребителя.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы» от 09.05.2017 г. № 203 // СЗ РФ.
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года №1632-р.
3. Развитие цифровой экономики в России, Всемирный банк, 2016, <http://www.worldbank.org/en/events/2016/12/20/>.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ**А**

Агеев О.В., 22
Аксенова О.И., 9
Алексахкина Е.И., 282
Алексеев Г.В., 9
Анцыперова М.А., 50
Аптикашева П.Р., 355
Арсеньева Т.П., 50, 162
Арыкбаева А.Б., 55
Асякина Л.К., 97, 184
Ашихмина М.С., 59

Б

Байкенова Г.Е., 222
Бакин И.А., 14
Баланов П.Е., 62
Баракова Н.В., 74
Баранов И.В., 43
Барков Е.И., 350
Башкирцева Н.А., 89
Башмакова К.В., 339
Бобко А.Л., 226
Бобко А.С., 226
Болегенова С.А., 217
Бостанов А.А., 344
Брюхачев Е.Н., 188

В

Валишев А.А., 65
Величкович Н.С., 89
Вечтомова Е.А., 93
Вирин А.А., 289
Вицко Е.А., 344
Волков С.М., 43
Волкова О.В., 50
Воробьев Е.А., 278

Г

Ганина В.И., 140
Гинетулина Н.Ю., 70
Головченко Е.А., 232
Гора Н.В., 113
Горбунов Г.Н., 256
Гордыгина Н.О., 209
Горелкина А.К., 113

Григорьева И.Д., 347
Гринюк А.Н., 103
Гуляева К.С., 320
Гуляева Ю.Н., 17, 304
Гусарова Т.И., 350
Гусейнова И.В., 294

Д

Денис Т.М., 359
Джамалдинова Б.А., 180
Дидиков А.Е., 237, 247
Динкелакер Н.В., 241, 247
Динкелакер Н.Ф.-Й., 241, 247
Дмитриева А.П., 252
Дмитриева Л.Г., 332
Доня Д.В., 28
Дужий А.Б., 48
Дышлюк Л.С., 97

Е

Евелева В.В., 74
Евлоева А.С., 193
Евстигнеева Т.Н., 70, 119
Егоров А.Р., 79
Ермолаева Е.О., 287

Ж

Жилинская Н.Т., 55
Жужома Ю.Н., 344

З

Забодалова Л.А., 59, 144
Заушинцена А.В., 184, 188

И

Иванова С.А., 97
Иванченко О.Б., 62
Ионина М.А., 324

К

Казимиров А.Д., 273
Какабаев А.А., 193, 222
Карл А.Е., 85

Ким И.С., 135
 Киселева Т.Ф., 93
 Коваленко Б.Б., 350
 Комова Е.А., 119
 Коржова А.Е., 252
 Коробова Е.А., 320
 Кортаева В.О., 335
 Коротких П.С., 103
 Коршунова Н.А., 74
 Костюгин С.А., 123
 Критченков А.С., 79, 153, 169
 Круглова А.И., 282
 Крылов В.А., 43
 Крысова М.А., 184
 Кузнецова Д.В., 149
 Кулишов Б.А., 131
 Кулишова К.Е., 131, 135
 Курманбаева А.С., 174, 193, 222
 Курникова Н.В., 198

Л

Лисицын А.Н., 43
 Лобасенко Б.А., 34

М

Мадыбекова Г.М., 174
 Мажренова Н.Р., 217
 Майтаков А.Л., 37
 Маликов М.И., 298
 Мамедова М.Р., 217
 Марков А.С., 100
 Марченко В.В., 123
 Милентьева И.С., 89
 Моисеенко Е.Н., 247
 Молодкина Н.Р., 198, 256
 Морозова О.В., 144
 Муравьев И.А., 241
 Мурадова М.Б., 149
 Мурашев С.В., 65
 Мустафина А.С., 14
 Муталиева Б.Ж., 174

Н

Надточий Л.А., 85, 149
 Назарова А.В., 198
 Назимова Е.В., 100
 Неверов Е.Н., 103
 Негреева В.В., 327

Нерсиян А.А., 347
 Нифонтова С.В., 153
 Новоселов А.Г., 17, 43, 48, 131
 Нуриева Р.Р., 232

О

Овсюк Е.А., 213, 241
 Оразов А., 85
 Орипов У., 213
 Орипова А.А., 213

П

Павлова А.С., 262
 Павлушкина Ю., 204
 Патшина М.В., 109
 Пахомова А.Н., 140
 Петрова О.В., 247
 Плотников К.Б., 3
 Плотников И.Б., 3
 Плотникова И.О., 3
 Позднякова А.В., 89
 Полятинчук В.В., 109
 Попов А.М., 3, 28
 Попова А.В., 362
 Пронина А.В., 303
 Проскура А.В., 149

Р

Рахманов Ю.А., 256
 Романов А.С., 100
 Рудометова Н.В., 131, 135

С

Савоскула В.А., 262
 Сапарбекова А.А., 193
 Свиркова С.В., 184
 Селиверстова Е.Г., 48
 Семенова Т.С., 247
 Семина А.Н., 327
 Семушина Е.А., 308
 Сергеева И.Г., 323, 335, 362
 Сергеева И.Ю., 93, 323
 Сергиенко О.И., 198, 213, 226, 232, 256, 262
 Силантьева Л.А., 159
 Синельникова Н.А., 241
 Скворцова Н.Н., 55, 162
 Смотряева И.В., 62
 Смятская Ю.А., 204

Степанова М.О., 159
Султыгова М.Б., 282
Сучкова Е.П., 79, 123, 153, 169

Т

Тамбулатова Е.В., 43
Темершин Д.Д., 17
Тимощук И.В., 113
Тишин В.Б., 17
Тлеуова А.Б., 174

У

Ульянов Н.Б., 213, 247
Устьянцева О.М., 162
Ушаева И.У., 180

Ф

Фатыхов Ю.А., 22
Фахруденова И.Б., 193
Фаязова М.А., 316
Федоров А.А., 43, 62
Фомина А.В., 43, 131, 153, 169

Х

Хабиров Д.А., 339

Ц

Цимбалист-Колесникова И.А., 339

Ш

Шарипова Б.О., 222
Шишмарева О.С., 332
Шлейкин А.Г., 55
Шортанбаева Ж.К., 217

Ю

Юльметова Р.Ф., 198, 209

Я

Яковченко Н.В., 50, 162
Ястребова М.И., 313

А

Asikainen E., 267

К

Kallio E., 267

М

Mällinen S., 267

S

Sergienko O., 267

СОДЕРЖАНИЕ**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

- Плотников К.Б., Попов А.М., Плотников И.Б., Плотникова И.О.**
ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ СЕГРЕГИРОВАННЫХ ПОТОКОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ИНСТАНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ.....3
- Аксенова О.И., Алексеев Г.В.**
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПЛАВА
РЫБОРАСТИТЕЛЬНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ КАРТОФЕЛЯ
ПРЕДМАТРИЧНОЙ ЗОНЕ ОДНОШНЕКОВОГО ЭКСТРУДЕРА.....9
- Бакин И.А., Мустафина А.С.**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЭКСТРАКЦИИ
БИОАКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ФИТОСЫРЬЯ.....14
- Гуляева Ю.Н., Новосёлов А.Г., Тишин В.Б., Темершин Д.Д.**
ЭНЕРГООБМЕН МЕЖДУ КЛЕТКАМИ И КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДОЙ
В АППАРАТАХ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ.....17
- Агеев О.В., Фатыхов Ю.А.**
НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РЫБЫ.....22
- Доня Д.В., Попов А.М.**
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ
В ОДНОШНЕКОВОМ ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОРЕ.....28
- Лобасенко Б.А.**
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МЕМБРАННОГО
КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ
С ОТВОДОМ ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО СЛОЯ.....34
- Майтаков А.Л.**
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ
ПРОИЗВОДСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ
ПИЩЕКОНЦЕНТРАТОВ С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ КАЧЕСТВА.....37
- Федоров А.В., Баранов И.В., Новоселов А.Г., Тамбулатова Е.В., Крылов В.А.,
Федоров А.А., Лисицын А.Н., Волков С.М.**
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ
ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПИЩЕВЫХ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЕЛ.....43

Селиверстова Е.Г., Новоселов А.Г., Дужий А.Б. РАЗРАБОТКА НОВОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИФФУЗИИ И РАСТВОРИМОСТИ ГАЗОВ В ЖИДКОСТЯХ.....	48
--	----

ПИЩЕВЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Анцыперова М.А., Арсеньева Т.П., Волкова О.В., Яковченко Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НИЗКОЛАКТОЗНОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ.....	50
--	----

Арыкбаева А.Б., Жилинская Н.Т., Скворцова Н.Н., Шлейкин А.Г. ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ НА КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	55
---	----

Ашихмина М.С., Забодалова Л.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАКВАСОЧНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	59
--	----

Баланов П.Е., Смотряева И.В., Федоров А.В., Иванченко О.Б. РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЛОДОВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	62
---	----

Валишев А.А., Мурашев С.В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ГИНГЕРОЛА.....	65
--	----

Гинетулина Н.Ю., Евстигнеева Т.Н. РАЗРАБОТКА СОСТАВА МОРОЖЕНОГО С РАСТИТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ.....	70
--	----

Евелева В.В., Коршунова Н.А., Баракова Н.В. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ.....	74
--	----

Егоров А.Р., Критченков А.С., Сучкова Е.П. СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ ТЕТРАЗОЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ХИТОЗАНА И ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА.....	79
--	----

Карл А.Е., Оразов А., Надточий Л.А. ОЦЕНКА МОЛОКА РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СЫРЬЕВОГО РЕСУРСА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СМЕСИ МОРОЖЕНОГО.....	85
---	----

Башкирцева Н.А., Позднякова А.В., Миленьева И.С., Величкович Н.С. ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТУРАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ВОЙСТВ ИЗОЛЯТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	89
---	----

Вечтомова Е.А., Киселева Т.Ф., Сергеева И.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАЛОИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА <i>CAPSICEAE</i> В ТЕХНОЛОГИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОВОЩЕЙ.....	93
Дышлюк Л.С., Иванова С.А., Асякина Л.К. ДИФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РАСТВОРОВ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ.....	97
Марков А.С., Романов А.С., Назимова Е.В. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ДЕФРОСТАЦИИ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ЧАСТИЧНО ВЫПЕЧЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	100
Неверов Е.Н., Коротких П.С., Гринюк А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	103
Полятинчук В.В., Патшина М.В. БИОМОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ КУРИНЫХ ЖЕЛУДКОВ В ТЕХНОЛОГИИ РЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ВЕТЧИН.....	109
Тимошук И.В., Горелкина А.К., Гора Н.В. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПРОФИЛАКТИКИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	113
Комова Е.А., Евстигнеева Т.Н. РАСТИТЕЛЬНЫЙ АНТИОКСИДАНТНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ МОРОЖЕНОГО И СПОСОБ ЕГО ПОДГОТОВКИ.....	119
Костюгин С.А., Сучкова Е.П., Марченко В.В. ПРИМЕНЕНИЕ ХИТОЗАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕСЕРТНЫХ ПРОДУКТОВ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ.....	123
Кулишов Б.А., Кулишова К.Е., Рудометова Н.В., Федоров А.В., Новоселов А.Г. ПРОБЛЕМА СТАБИЛЬНОСТИ БЕТА-КАРОТИНА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ.....	131
Кулишова К.Е., Рудометова Н.В., Ким И.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ НАНОКОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ БЕТА-КАРОТИНА.....	135
Ганина В.И., Пахомова А.Н. БИФИДОБАКТЕРИИ И ЛАКТОБАКТЕРИИ – КОМПОНЕНТЫ ПРОДУКТОВ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПИТАНИЯ.....	140
Морозова О.В., Забодалова Л.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ЗАКВАСКИ БИФИДОБАКТЕРИЙ, ОБОГАЩЕННОГО ЛИПОСОМАЛЬНОЙ ФОРМОЙ КОЭНЗИМА Q10.....	144

Надточий Л.А., Кузнецова Д.В., Проскура А.В., Мурадова М.Б. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОЗЕЛЕНИ И ЗЕЛеноЙ ЧАСТИ РАСТЕНИЯ КАК ИСТОЧНИКА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ.....	149
Нифонтова С.В., Сучкова Е.П., Критченков А.С., Фомина А.В. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ СЪЕДОБНЫХ ПИЩЕВЫХ ПЛЕНОК И ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СЫРОВ.....	153
Степанова М.О., Силантьева Л.А. ПОДБОР ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	159
Устьянцева О.М., Арсеньева Т.П., Яковченко Н.В., Скворцова Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ДЕСЕРТА БЛАНМАНЖЕ.....	162
Фомина А.В., Критченков А.С., Сучкова Е.П. РАЗРАБОТКА СОСТАВА СЪЕДОБНОГО ПИЩЕВОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СЫРОВ.....	169
Муталиева Б.Ж., Глеуова А.Б., Мадыбекова Г.М., Курманбаева А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СУБМИКРОКАПСУЛ, СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ.....	174
Джамалдинова Б.А., Ушаева И.У. НАТУРАЛЬНЫЕ КРАСИТЕЛИ ИЗ МЕСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	180
Заушинцена А.В., Асякина Л.К., Свиркова С.В., Крысова М.А. СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В БОРОДАТЫХ КОРНЯХ <i>POTENTILLA ALBA L.</i>	184
Заушинцена А.В., Брюхачев Е.Н. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РОДИОЛЫ РОЗОВОЙ.....	188

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Какабаев А.А., Фахруденова И.Б., Курманбаева А.С., Евлоева А.С., Сапарбекова А.А. ИННОВАЦИОННЫЕ ОНЛАЙН-ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА EDUENV1.....	193
---	-----

Назарова А.В., Курникова Н.В., Молодкина Н.Р., Юльметова Р.Ф., Сергиенко О.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ КОНДИТЕРСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	198
Смятская Ю.А., Павлушкина Ю. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЯСКИ В ПИЩЕВЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ.....	204
Гордыгина Н.О., Юльметова Р.Ф. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ.....	209
Орипова А.А., Овсяк Е.А., Сергиенко О.И., Ульянов Н.Б., Орипов У. ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКЕЛЕТОВ МОРСКИХ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЬЦИЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	213
Мамедова М.Р., Болегенова С.А., Мажренова Н.Р., Ж.К. Шортанбаева ОПТИМИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ BIOWIN.....	217
Курманбаева А.С., Какабаев А.А., Шарипова Б.О., Байкенова Г.Е. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИЙ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОТНОСИТЕЛЬНОМУ РИСКУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ СИГМАЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ.....	222
Бобко А.С., Бобко А.Л., Сергиенко О.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЯИЧНОГО ЖЕЛТКА ПОСЛЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ СОЛИ ПОВАРЕННОЙ ПИЩЕВОЙ.....	226
Головченко Е.А., Нуриева Р.Р., Сергиенко О.И. ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ПУТЕМ РЕМАНУФАКТУРИНГА.....	232
Дидиков А.Е. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ.....	237
Динкелакер Н.В., Овсяк Е.А., Синельникова Н.А., Муравьев И.А., Динкелакер Н.Ф.-И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ ЗАХОРОНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ НА РАСТИТЕЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ПРИЛЕЖАЩИХ ЭКОСИСТЕМ.....	241

Динкелакер Н.В., Семенова Т.С., Ульянов Н.Б., Дидиков А.Е., Петрова О.В., Моисеенко Е.Н., Динкелакер Н.Ф.-Й. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЯГОДАХ РОДА VACCINIUM НА ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ.....	247
Коржова А.Е., Молодкина Н.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОСУРФАКТАНТОВ НА ПРОЦЕССЫ БИОРЕМЕДИАЦИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	252
Рахманов Ю.А., Сергиенко О.И., Горбунов Г.Н. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРО КОГЕНЕРАЦИИ.....	256
Савоскула В.А., Сергиенко О.И., Павлова А.С. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА.....	262
Sergienko O., Kallio E., Mällinen S., Asikainen E. CREATION OF THE MASSIVE OPEN ONLINE COURSES FOR SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT: EXPERIENCE OF THE INTERNATIONAL EDUENVI PROJECT.....	267
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ	
Казимиров А.Д. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЭНЕРГОАУДИТА В РОССИИ И ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ.....	273
Воробьев Е.А. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МСФО В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ.....	278
Круглова А.И., Алексашкина Е.И., Султыгова М.Б. УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК В МЕЖДУНАРОДНЫХ ТОВАРОПРОВОДЯЩИХ СЕТЯХ.....	282
Ермолаева Е.О. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	287
Вирин А.А. ОБЗОР СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА КРУПНЕЙШИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	289
Гусейнова И.В., Гуляева К.С. ВЫБОР МЕТОДА РАСЧЕТА СТАВКИ ДИСКОНТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ.....	294

Маликов М.И. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ.....	298
Пронина А.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНТНОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ.....	303
Семушина Е.А. МЕТОДЫ АНАЛИЗА РИСКОВ ПРЯМЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА.....	308
Сергеева И.Г., Ястребова М.И. АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМК.....	313
Фаязова М.А. ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ТАДЖИКИСТАНА.....	316
ИННОВАЦИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ	
Гуляева К.С., Коробова Е.А. АНАЛИЗ ФИНАНСИРОВАНИЯ СТАРТАПОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ.....	320
Ионина М.А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В ЛОГИСТИКЕ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....	324
Семина А.Н., Негреева В.В. КЛАССИФИКАЦИЯ СТРАТЕГИЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ.....	327
Дмитриева Л.Г., Шишмарева О.С. ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ИННОВАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И РЕГИОНА.....	332
Коротаева В.О., Сергеева И.Г. АНАЛИЗ РИСКОВ ТРАНСФЕРА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	335
Башмакова К.В., Хабиров Д.А., Цимбалист-Колесникова И.А. ИННОВАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ.....	339
Вицко Е.А., Жужома Ю.Н., Бостанов А.А. РАСШИРЕНИЕ ГРАНИЦ НЕБАНКОВСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ В РОССИИ.....	344
Григорьева И.Д., Нерсисян А.А. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ.....	347

Коваленко Б.Б., Гусарова Т.И., Барков Е.И. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ВАЖНЫЙ ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ПОДХОДОВ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОДУКТА: КОНТРАСТЫ И ИНТЕГРАЦИЯ РМВОК И AGILE.....	350
Аптикашева П.Р. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ФИНАНСОВЫХ УСЛУГ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ.....	355
Денис Т.М. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КЛАСТЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ВЛИЯНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ РОССИИ.....	359
Попова А.В., Сергеева И.Г. РОЛЬ ПРОЦЕССА ЦИФРОВИЗАЦИИ В ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ.....	362
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	364

**IX Международная
научно-техническая конференция**

**«НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В XXI ВЕКЕ»**

(Санкт-Петербург, 13–15 ноября 2019 г.)

**Том II
Материалы конференции**

Научный редактор О.Б. Цветков

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати 07.11.2019

Заказ № 4347 от 07.11.2019

Тираж 50 экз.

Печатается в авторской редакции