

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENS

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПИЩЕВАЯ И МОРСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»

VIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE "FOOD AND MARINE BIOTECHNOLOGY"

<i>Агафонова С.В., Ревенько В.В.</i> Высокотемпературный гидролиз зерна белого люпина	3
<i>Агафонова С.В., Рыков А.И.</i> Мука из люпина сорта «Дега» в технологии вафель повышенной биологической ценности	8
<i>Байдалинова Л.С., Степанова К.А.</i> Использование белково-минеральных компонентов вторичного рыбного сырья при производстве мясопеченочных паштетов повышенной биологической ценности	13
<i>Байдалинова Л.С., Баженов Е.А.</i> Характеристика протеолитических ферментных препаратов из пищеварительных органов пресноводных рыб Северо-Западного региона	20
<i>Баротова М.А., Мезенова О.Я.</i> Исследования по получению рыбных закусовых изделий на основе модифицированных тканей балтийского леща	27
<i>Битютская О.Е., Лавриненко О.И., Спирато Е.В.</i> Технология кормовых добавок на основе отходов производства мидий	32
<i>Вихров Д.В., Агафонова С.В.</i> Использование комплекса водорастворимых витаминов и бетулина для стабилизации цвета вареных колбас	39
<i>Воронцов С.А., Мезенова О.Я.</i> Получение и перспективы применения аллантаина из веточек облепихи крушиновидной	45
<i>Исакова Т.С.</i> Пути повышения функциональности рубленых полуфабрикатов из мяса птицы ..	50
<i>Землякова Е.С., Васильева П.В.</i> Технология получения обогащенного печенья для детского питания	56
<i>Казакова В.С., Землякова Е.С.</i> Источники получения гиалуроновой кислоты	64
<i>Казимирова Е.А., Мезенова О.Я.</i> Исследование процессов гидролиза остаточных пивных дрожжей	69
<i>Ключко Н.Ю., Лютова Е.В., Фартышева А.Л., Филиппова Д.В.</i> Применение сырья из гидробионтов в технологии сыров	75
<i>Кузнецова Е.А., Шаяпова Л.В., Бриндза Ян., Насруллаева Г.М., Кузнецова Е.А.</i> Хлеб из цельнозерновой муки <i>Triticum dicossum</i>	81
<i>Кузнецова Т.А., Базарнова Ю.Г., Трухина Е.В.</i> Дезинтеграция клеточной оболочки микроводорослей <i>Chlorella</i> при извлечении пигментного комплекса	86
<i>Лысов Ю.А., Губайдуллин Н.М., Миронова И.В., Тагиров Х.Х.</i> Качество сенажа из люцерны с использованием разных дозировок консерванта «Биотроф» и его влияние на потребление коровами кормов и питательных веществ	93
<i>Макаров С.В., Деревеньков И.А.</i> Селен в питании	97
<i>Максимова С.Н., Полещук Д.В., Полещук В.И., Верещагина К.К.</i> Технологическая характеристика сардины тихоокеанской как сырья для получения кулинарной продукции	103
<i>Мартынец М.В., Мезенова Н.Ю.</i> Вторичное растительное сырье как источник биологически активных веществ в хлебобулочных изделиях повышенной пищевой ценности	107
<i>Мащенко З.Е., Бахарев В.В., Змиенко И.Н.</i> Влияние эритромицина на микроорганизмы надиловой жидкости	113
<i>Мезенова Н.Ю., Лайло О.В.</i> Зельц с активными пептидами ихтиоколлагена	118
<i>Мезенова Н.Ю., Аванесова Е.А.</i> Протеиновые батончики с использованием кедрового жмыха .	123

<i>Мезенова О.Я., Байдалинова Л.С., Агафонова С.В., Волков В.В., Мезенова Н.Ю.</i> Особенности гидролизной технологии переработки вторичного копченого рыбного сырья.....	127
<i>Позднякова Ю.М., Пивненко Т.Н., Ковалев Н.Н.</i> Свойства ферментативных гидролизатов из гонад гидробионтов, содержащих металлоорганические комплексы низкомолекулярных производных ДНК	134
<i>Рожнов Е.Д.</i> Исследование кинетики образования 5-гидроксиметилфурфуrolа в технологии фруктовых вин с добавлением меда	140
<i>Тупольских Т.И., Шумская Н.Н., Мальцева Т.А.</i> Результаты исследования аминокислотного состава кукурузы при различных способах влажностной обработки	147
<i>Шейнин А.А., Мезенова О.Я.</i> Методика подбора рациона питания путем расчета его энергетической ценности с использованием рангового анализа	152
<i>Ямченко Т.В., Землякова Е.С.</i> Технология производства мармелада функционального назначения.....	165

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПИЩЕВАЯ И МОРСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

**VIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
"FOOD AND MARINE BIOTECHNOLOGY"**

УДК 633.367.3

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГИДРОЛИЗ ЗЕРНА
БЕЛОГО ЛЮПИНА**

¹Агафонова Светлана Викторовна, канд. техн. наук, доцент

²Ревенько Вадим Вячеславович, студент

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

²Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь, e-mail: vadimrevenko69@gmail.com

Исследована возможность улучшения органолептических свойств зерна белого люпина сорта «Дега» при промывании его раствором молочной кислоты и рассмотрен процесс высокотемпературного гидролиза зерна с целью получения белкового концентрата. Представлен выход полученных в ходе гидролиза фракций и содержание в них сухих веществ. Приведены результаты исследования химического состава лиофильно высушенного гидролизата и его органолептических характеристик

Введение

Продукты растительного происхождения в силу относительно малозатратного их производства в последнее время все чаще используются для восполнения белка в рационе человека. Среди источников растительного белка наиболее перспективны бобовые: соя, горох, фасоль, чечевица, нут. Аминокислотный состав белка данных культур наиболее близок к аминокислотному составу белка животного происхождения: рыбного, мясного, молочного. Хорошую усвояемость белка обуславливают незаменимые аминокислоты триптофан и лизин, которыми бедны другие растения, в том числе пшеница.

Большинство зернобобовых, таких, как чечевица, горох, нут, фасоль, содержат белка от 25 до 30 %. Среди этих культур особенно выделяется соя, поскольку содержание белка в ее бобах достигает 40 %, а жира – 20 %. [1].

Недооцененной в РФ высокобелковой культурой является люпин. В белке люпина обнаружены все незаменимые аминокислоты, за счет чего его биологическая ценность сопоставима с соевым белком. Количество белка в зернах люпинов разных видов подвержено значительным колебаниям и находится на уровне 40-50 % [2]. Жиры в зерне люпина содержатся меньше, чем в соевых бобах – 6-11 % [3], что является преимуществом данной культуры.

Еще одним преимуществом люпина перед многими источниками растительного белка является низкое содержание в нем таких антипитательных веществ, как ингибиторы протеаз. Это характеризует зерна люпина как более ценное сырье для производства продуктов питания [4].

Кроме высокоусвояемого белка, бобы люпина содержат биологически активные вещества, к которым относятся, в том числе, витамины группы В, витамин С, каротиноиды [1]. По содержанию витаминов люпин превосходит многие зерновые культуры. Особенно высоко в сравнении с зерновыми культурами количество β-каротина (0,30-0,49 мг) и токоферолов (3,9-16,2 мг) [5].

Невысокая популярность люпина как сырья для производства пищевых продуктов отчасти связана с содержанием в нем антипитательных веществ – алкалоиды. К алкалоидам люпина относятся люпанин, люпинидин, гидроксилупанин и другие. Данные вещества не только обуславливают горький вкус бобов некоторых люпинов, но также являются вредными для человека [7, 8]. Снижение алкалоидности люпиновых бобов осуществляется различными способами, к которым относятся обработка СВЧ, действие высоких температур и давления, вымачивание в воде и растворах органических кислот.

Перспективным способом обработки зерна люпина является использование высоких температур и давления, под действием которых в водной среде происходит не только разрушение алкалоидов, но также идет глубокий гидролиз белковых молекул с образованием низкомолекулярных пептидов и аминокислот. Данная технология достаточно апробирована на животном и рыбном сырье, ее реализация позволяет получить протеиновые продукты, характеризующиеся высокой усвояемостью [9, 10].

Низкомолекулярные продукты гидролиза белка (до 10кДа) – пептиды – являются биологически активными веществами. Выделенные из животных тканей активные пептиды сегодня используются в качестве антиоксидантных, иммуномодулирующих и иммуностимулирующих, противовоспалительных, антитромботических, гипотензивных компонентов питания [11]. Активные пептиды растений на данный момент изучены мало, однако, зарубежными исследователями выделены и изучены пептиды некоторых бобовых растений: гороха, сои, нута, люпина. На экспериментальных животных было установлено, что гидролизаты белка люпина проявляют значительную холестерин-понижающую активность, противовоспалительную активность. Около 18 пептидов из β -конглоутинового компонента люпина идентифицированы как активные гипохолестеринемические агенты [12, 13].

Объекты и методы исследований

Зерна белого люпина сорта «Дега» замачивали, очищали от оболочки и измельчали с помощью комбайна. На рисунке 1 представлены зерна люпина после шелушения и измельчения.



Рис. 1 Очищенные и измельченные зерна люпина «Дега»

Несмотря на заявленное низкое содержание алкалоидов в люпине этого сорта, материал характеризовался достаточно выраженной горечью. Для улучшения органолептических свойств сырья вели экстракцию горьких веществ 1 %-ным раствором молочной кислоты. Экстракцию вели на лабораторном шейкере при температуре 45 °С в течение 2 часов. После надосадочную жидкость отделяли и дважды промывали осадок дистиллированной водой.

Измельченные зерна люпина после экстракции и промывки заливали подогретой до 60 °С водой (гидромодуль 1:2,5) и помещали в реактор. Термолиз вели при температуре 130 °С в продукте и 200 °С в рубашке в течение 1 часа, при постоянном перемешивании. График изменения температур в процессе термолиза представлен на рисунке 2.

По окончании процесса массу извлекали из реактора и разделяли на фракции с помощью центрифуги.

Содержание воды определяли высушиванием навесок в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С, содержание золы – сжиганием в муфельной печи при температуре 650 °С. Содержание

жира устанавливали после экстракции обезвоженной навески продукта диэтиловым эфиром в экстракторе Сокслета, содержание белка – по методу Кьельдаля.

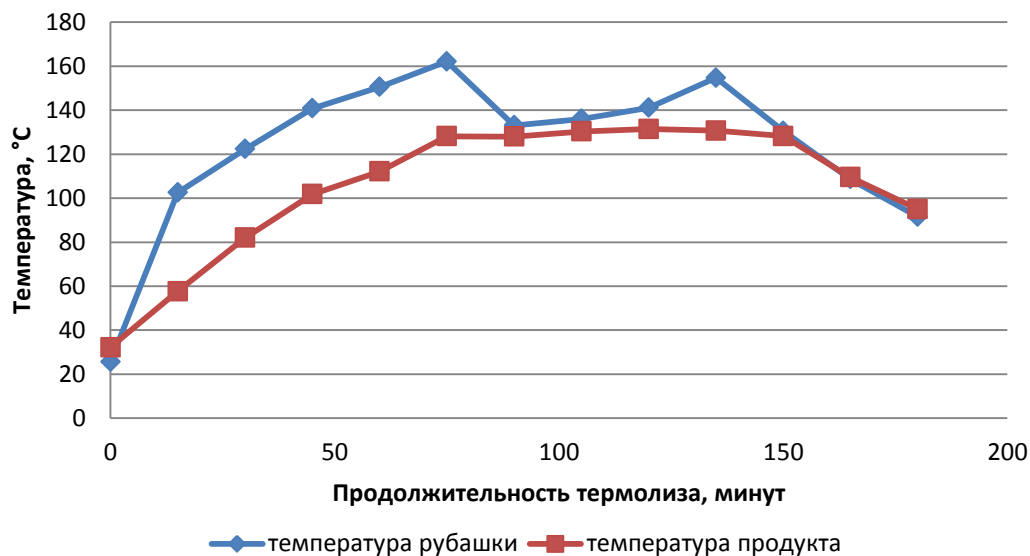


Рис. 2 График изменения температур при термическом гидролизе зерна люпина

Результаты исследований

Предварительная обработка измельченных зерен люпина 1 %-ным раствором молочной кислоты позволила существенно улучшить органолептические свойства сырья. После такой обработки и двукратной промывки дистиллированной водой вкус зерен характеризовался не такой выраженной горечью в сравнении с необработанным сырьем. Содержание сухих веществ в надосадочной жидкости после ее отделения составило 3,7 %, в том числе белка – 1,9 %.

Выход и характеристика фракций, полученных после термолиза, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Выход и содержание воды и сухих веществ в гидролизате и плотном остатке, полученных после термолиза люпина

Показатель	Жидкий гидролизат	Плотный остаток
Выход, % от общей массы сырья и воды, загруженных на термолиз	73,9	26,1
Содержание воды, %	97,2	84,3
Содержание сухих веществ, %	2,8	15,7

Жидкий гидролизат концентрировали с помощью ротационного испарителя до содержания сухих веществ 6,5 %, после чего замораживали при минус 18 °С и высушивали лиофильно при температуре минус 57 °С в течение 36 часов. После этого высушенный гидролизат измельчали с помощью лабораторной мельницы. Люпиновый гидролизат представлен на рисунке 3.



Рис. 3 Лиофильно высушенный измельченный гидролизат

Гидролизат рассыпчатый, кремового цвета, без запаха. Вкус нейтральный, с легким кислотным привкусом, с легкой горечью в послевкусии. Химический состав готового гидролизата представлен в таблице 2.

Таблица 2

Общий химический состав сухого гидролизата

Показатель	Содержание
Содержание воды, %	3,5
Содержание сухих веществ, %	96,5
Содержание белка, %	35,3
Содержание жира, %	0,7
Содержание золы, %	3,8
Содержание углеводов, %*	56,7

*Содержание углеводов установлено расчетным методом

Из данных таблицы 2 видно, что содержание белка в полученном продукте находится на уровне 35,3 %, что значительно ниже содержания белка в гидролизатах, полученных таким же способом из рыбного сырья (выше 90 %) [10]. Низкое содержание протеина связано с интенсивным гидролизом углеводной составляющей зерна. Отмечено низкое содержание жира в гидролизате, несмотря на достаточно высокое в исходном сырье – 11,3 % [3].

Выводы

Результаты исследования позволяют заключить, что промывание измельченного зерна люпина раствором молочной кислоты способствует улучшению органолептических свойств зерна люпина и полученного из него гидролизата, но не позволяет полностью избавиться от горечи. Такая подготовка сырья ведет к потерям сухого вещества, в том числе, протеинов зерна.

Готовый продукт характеризуется благоприятными органолептическими свойствами, низким содержанием жира и высоким содержанием белка и минеральных веществ, что позволяет рассматривать люпиновый гидролизат в качестве обогащающего компонента для различных пищевых продуктов: хлебобулочных, кондитерских, мясных изделий, молочных продуктов, напитков.

Рассмотренная технология высокотемпературной обработки зерна белого люпина сорта «Дега» не позволяет получить концентрированный протеиновый продукт. Тем не менее, готовый продукт содержит 35,3 % растворимых белковых веществ, среди которых присутствуют и низкомолекулярные активные пептиды. Установление молекулярной массы пептидов и их биологической активности является актуальным направлением дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Антипова Л.В., Богатырева Ж.И. Люпин – источник полноценных белков для мясной промышленности // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 6. – С. 132-133.

- 2 Мамаева Л.М. Люпин - перспективное сырье для получения белковых концентратов // Сборник трудов молодых ученых. – Ч. III: - СПб.: Изд-во СПбГУНиПТ. – 2010. – С. 4-6.
- 3 Агафонова С.В., Рыков А.И., Мезенова О.Я. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности // Вестник Международной академии холода. – 2019. – № 2. – С.79-85.
- 4 Соловьева Е.В., Дроздова Ю.В. Соловьева Ж.П. Семена люпина – ценный источник сбалансированного растительного белка для производства комбикормов [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ. – 2015. – № 5. Режим доступа: <https://ntk.kubstu.ru/file/433>
- 5 Кузнецова Л.М. Методы биотехнологии в создании новых форм белковой пищи из люпина // Восемнадцатая Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов. Аннотации работ победителей конкурса грантов для студентов, аспирантов, молодых ученых и молодых кандидатов наук. – СПб, 2013 – С. 13.
- 6 A. Unger. Das Soja des Nordens. Stern. Available at: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Documents/%D0%A2%D0%A0%20%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1%20040-2016.pdf>
- 7 Кузнецова Л.М., Доморощенко М.Л., Демьяненко Т.Ф. Исследование технологии инновационных продуктов сложного сырьевого состава на основе люпина // Сборник трудов II Всероссийского конгресса молодых ученых. – СПб: Изд-во НИУ ИТМО, 2013. – С. 79-85.
- 8 Шакиров Ш.К. и [и др.] Производство и использование экструдированных энергопротеиновых концентратов в молочном скотоводстве / Справочник. – Казань: Центр инновационных технологий, 2016. – 48 с.
- 9 Grimm T. Extraction process and application of proteins from animal residues and by-products, Internationale Konferenz zum 100. Gründungsjubiläum der KSTU, Kaliningrad, 2013.
- 10 Мезенова О.Я. [и др.] Получение и оценка качества протеинов и жиров из вторичного рыбного сырья Калининградской области // V Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана»: материалы. – Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуз, 2018. – С. 77-82.
- 11 Silva-Sanchez C., Barba De La Rosa A. P. Application of phytases from bifidobacteria in the development of cereal-based products with amaranth // J. Agric. Food Chem. 2008, 56, 1233-1240.
- 12 Tsuruki T, Kishi K, Takahashi M, Tanaka M, Matsukawa T, Yoshikawa M. Soymetide, an immunostimulating peptide derived from soybean β -conglycinin, is an fMLP agonist. FEBS Lett. 2003; 540(1-3):206-10.
- 13 Dove ER, Mori TA, Chew GT, Barden AE, Woodman RJ, et al. Lupin and soya reduce glycaemia acutely in type 2 diabetes. British J Nutr. 2011; 106:1045-51.

HIGH TEMPERATURE HYDROLYSIS OF WHITE LUPINE GRAIN

¹Agafonova Svetlana Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, associate Professor

²Revenko Vadim Vyacheslavovich, student

¹Kalininsrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

²Polesky State University,
Pinsk, Republic of Belarus, e-mail: vadimrevenko69@gmail.com

The possibility of improving the organoleptic properties of white lupine grain varieties "Degas" when shaker it with a solution of lactic acid. The process of high-temperature hydrolysis of white lupine grain of "Degas" variety in order to obtain protein concentrate is considered. Presents the output obtained during the hydrolysis of the fractions and their content of dry substances. The results of the study of the chemical composition of freeze-dried hydrolysate and its organoleptic characteristics are presented.

МУКА ИЗ ЛЮПИНА СОРТА «ДЕГА» В ТЕХНОЛОГИИ ВАФЕЛЬ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Агафонова Светлана Викторовна, канд. техн. наук, доцент

Рыков Артем Игоревич, студент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

Исследован минеральный состав зерна белого люпина сорта «Дега», произрастающего в Калининградской области. Установлено высокое содержание калия (2755,7 мг % от сухого вещества), кальция (576,6 мг % от сухого вещества), фосфора (358,6 мг % от сухого вещества), железа (23,2 мг % от сухого вещества). Исследован химический состав обогащенных люпиновой мукой вафель, которые содержат 4,50 % воды, 13,7 % белка, 25,54 % жира, 1,59 % золы. Рассчитана функциональность готовых мучных кондитерских изделий – 50 г вафель удовлетворяют суточную потребность взрослого человека в фосфоре на 16,5 % и в железе на 24 %

Введение

Мучные кондитерские изделия являются наиболее востребованным видом кондитерской продукции в России. По данным Центра исследований кондитерского рынка, потребление их в 2018 г. достигло 9,7 кг в год на человека. Наибольшей популярностью при этом пользуются печенье, вафли и пряники [1]. Вафли – широко распространенные кондитерские изделия, которые пользуются устойчивым потребительским спросом у взрослого. Вафли являются самостоятельным продуктом, используются в качестве основы для других кондитерских изделий.

Как и все мучные кондитерские изделия, вафли отличаются высоким содержанием сухих веществ, в составе которых преобладают углеводы и жиры. Сырье, используемое при производстве такой продукции небогато витаминами, минеральными веществами, содержит неполноценный растительный белок. Повышению биологической ценности мучных кондитерских изделий способствует использование при их изготовлении разнообразного растительного сырья – источника витаминов и пищевых волокон. Для обогащения изделий белком используют орехи, соевые бобы, семена подсолнечника.

Перспективным, но пока мало используемым источником ценных пищевых веществ: белка, витаминов, минеральных веществ, является люпин. Люпин по содержанию высокоусвояемого белка превосходит соевые бобы, кроме того, он не содержит антипитательных веществ, не требователен к почвенно-климатическим условиям, устойчив к вредителям, характеризуется высокой урожайностью [2]. Содержание белка в некоторых сортах люпина находится на уровне 50 % и превышает таковое в пшеничной муке (10,8) и в сое (34,9) [2,3]. Помимо белка люпин содержит такие витамины как α -токоферол, тиамин, ниацин, пиридоксин, пантотеновая кислота, рибофлавин, холин, аскорбиновая кислота, β -каротин [4]. В литературе описано использование зерна пищевого люпина для обогащения мучных кондитерских изделий: бисквитов, песочного печенья, затяжного печенья [5,6].

В пищевой промышленности используют зерна белого люпина *Lupinus albus* L, которые классифицируются как пищевые за счет невысокого содержания в них алкалоидов. В Калининградской области выращивается белый люпин сорта «Дега».

Описание, химический состав и биологическая ценность зерна белого люпина сорта «Дега»

Люпин «Дега» является сортом белого люпина, характеризуется технологичностью, устойчивостью к растрескиванию бобов, полевой устойчивостью к фузариозу. Средняя урожайность

люпина «Дега» в Калининградской области за период с 2012 по 2017 гг. составила 21,9 ц/га. Невысокое содержание алкалоидов в зерне позволяет отнести данный сорт к низкоалкалоидным сортам люпина [7].

Зерно люпина данного сорта содержит 8,25 % воды, 37,8 % белка, 11,3 % жира [8]. При исследовании аминокислотного состава зерна люпина сорта «Дега» были обнаружены все незаменимые аминокислоты. Установлено высокое содержание таких заменимых, но физиологически значимых аминокислот как глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также их амидов – глутамина и аспарагина. Расчет показал, что, несмотря на достаточно высокую биологическую ценность, белок люпина сорта «Дега» характеризуется невысокими значениями коэффициентов утилитарности. Главными лимитирующими аминокислотами являются изолейцин и лейцин (скор менее 30 %) [8].

Сравнительный аминокислотный состав зерна люпина сорта «Дега» и пшеничной муки представлен в Табл. 1

Таблица 1

Аминокислотный состав зерна люпина сорта «Дега» и пшеничной муки высшего сорта, г/100 г продукта [8,9]

Аминокислоты	Содержание в люпине сорта «Дега»	Содержание в пшеничной муке высшего сорта
Аланин	0,53	0,24
Аргинин	2,37	0,35
Аспарагин + аспарагиновая кислота	8,69	0,61
Валин	0,66	0,37
Глицин	0,52	0,13
Глутамин + глутаминовая кислота	20,37	3,48
Изолейцин + лейцин	0,89	0,87
Лизин	0,70	0,30
Метионин + цистин	0,31	0,10
Пролин	0,65	1,20
Серин	0,90	0,49
Тирозин	0,66	0,35
Треонин	0,66	0,34
Триптофан	0,12	0,13
Фенилаланин	0,60	0,34

Из таблицы 1 видно, что зерна люпина сорта «Дега» превосходят пшеничную муку высшего сорта по содержанию многих аминокислот, в том числе, по содержанию незаменимых аминокислот валина, лизина, метионина и цистина, треонина. Также использование муки из зерна люпина данного сорта позволит повысить содержание в вафлях, изготовленных из пшеничной муки высшего сорта, аспарагина, аспарагиновой кислоты, глутамина и глутаминовой кислоты, являющихся важнейшими компонентами в регуляции нервной системы.

Методы исследований

Для получения люпиновой муки семена вначале замачивали в воде с начальной температурой 80 °С в течение 3 часов, затем удаляли оболочку. После этого семена подсушивали и измельчали на лабораторной мельнице. Массовые доли минеральных веществ в семенах люпина определяли с помощью рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного спектрометра Shimadzu EDX-800P.

При разработке обогащенных вафель за основу была взята рецептура сахарных вафель, включающая муку пшеничную высшего сорта, яичный меланж, молоко коровье пастеризованное, маргарин, сахар, ванилин и натрия карбонат. Часть пшеничной муки в рецептуре заменяли на люпиновую муку. Выпечка велась при температуре 200 °С.

Содержание воды в вафлях определяли термогравиметрическим методом с помощью анализатора влажности МВ23, золы – сжиганием навески при температуре 650 °С в муфельной печи. Содержание жира устанавливали после экстракции обезвоженной навески продукта диэтиловым эфиром в экстракторе Сокслета, содержание белка – методом капиллярного электрофореза.

Результаты исследований

В таблице 2 представлены результаты исследования минерального состава зерна люпина сорта «Дега».

Таблица 2

Содержание некоторых минеральных веществ в семенах люпина сорта «Дега», мг в 100 г сухого вещества

Минерал	Содержание
<i>Макроэлементы</i>	
Калий	2755,7
Кальций	576,6
Фосфор	358,6
Хлор	120,2
Магний	28,3
<i>Микроэлементы</i>	
Железо	23,2
Кремний	19,2

Установлено особенно высокое содержание таких макроэлементов как калий и кальций, микроэлемента железа. Семена исследованного люпина являются богатым источником минеральных веществ и могут выступать в качестве обогащающей добавки для пищевых продуктов. В 100 г семян люпина сорта «Дега» содержится суточная нормы человека в калии, практически половина суточной нормы в кальции и фосфоре и двойная норма железа [10].

Достаточное поступление этих макро- и микроэлементов является необходимым для нормальной работы сердечно-сосудистой, нервной систем организма, а дефицит вызывает различные алиментарные заболевания. Наиболее распространенным дефицитом во всем мире является нехватка железа. По данным Всемирной организации здравоохранения, от дефицита железа страдает большее количество людей, чем от какого-либо другого нарушения здоровья. Более двух миллиардов людей страдают от анемии, вызванной нехваткой железа [11]. Ввиду этого создание продукции, обогащенной этим микронутриентом, является важнейшей мерой профилактики заболеваний, связанных с железомдефицитом.

При изготовлении вафель варьировали массовую долю люпиновой муки в их составе и время выпечки. Было установлено, что внесение большого количества люпиновой муки негативно сказывается на консистенции готового продукта, в результате чего вафли получались влажными и недостаточно хрусткими. Кроме того, замена более 30 % пшеничной муки на люпиновую оказывала существенное влияние на органолептические свойства продукта, отмечалось появление специфического бобового привкуса. Также отмечалось улучшение окраски вафель при увеличении массовой доли люпиновой муки, связанное, очевидно, с высоким содержанием каротиноидов в семенах люпина [12,13].

Установлено, что наиболее благоприятной является замена 15 % пшеничной муки на люпиновую и выпечка вафель в течение 1,5 минут. Готовый продукт характеризовался приятными сбалансированными вкусом и запахом, равномерным светло-коричневым цветом.

Химический состав готовых вафель приведен в таблице 3.

Химический состав вафель, обогащенных люпиновой мукой

Показатель	Содержание, %
Вода	4,50
Углеводы*	54,67
Белок	13,70
Жир	25,54
Зола	1,59

*Содержание углеводов установлено расчетным методом

Из данных таблицы 3 видно, что содержание белка в полученных вафлях (13,7 %) превосходит таковое в большинстве мучных кондитерских изделий. По содержанию влаги (4,5 %) вафли соответствуют требованиям ГОСТ 14031-2014 «Вафли. Общие технические условия» (не более 5,0 %).

Исходя из полученных данных по содержанию в люпиновой муке минеральных веществ (таблица 2) и литературных данных, было рассчитано примерное содержание макро- и микроэлементов в готовых вафлях (таблица 4).

Содержание минеральных веществ в вафлях, обогащенных люпиновой мукой [3,10]

Элемент	Содержание, мг в 100 г продукта				Содержание, мг в 100 г вафель	Суточная потребность, мг	% удовлетворения в 50 г вафель
	Люпиновая мука	Мука пшен. в/с	Молоко коровье пастер.	Яичный меланж			
<i>Макроэлементы</i>							
Калий	2528,4	122,0	146,0	140,0	618,9	2500,0	12,5
Кальций	529,0	18,0	120,0	55,0	219,6	1000,0	11,0
Фосфор	3290	86,0	90,0	192,0	268,0	800,0	16,5
Хлор	110,3	20,0	105,0	156,0	190,3	2300,0	4,0
Магний	26,0	16,0	14,0	12,0	33,4	400,0	4,0
<i>Микроэлементы</i>							
Кремний	17,6	4,0	0,0	0,0	5,3	30,0	9,0
Железо	21,3	1,2	0,1	2,5	4,8	10,0	24,0

Из таблицы 3 видно, что добавление люпиновой муки в рецептуру вафель позволяет обогатить продукт, прежде всего, калием, кальцием, фосфором и железом. Потребление рекомендуемого суточного количества вафель (50 г) удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в фосфоре на 16,5 %, в железе – на 24,0 %. Таким образом, в соответствии с ГОСТ Р 52349-2005 вафли, обогащенные мукой белого люпина сорта «Дега», являются функциональным продуктом по содержанию данных минеральных веществ.

Выводы

Зерно белого люпина сорта «Дега», выращиваемого в Калининградской области, является богатым источником белка, макро- и микроэлементов калия, кальция, фосфора, железа и может выступать в качестве обогащающей пищевой добавки.

Использование люпиновой муки в мучных кондитерских изделиях на основе пшеничной муки высшего сорта позволит повысить содержание заменимых и незаменимых аминокислот в продукции. Введение люпиновой муки в рецептуру вафель в количестве 15 % от массы пшеничной муки позволяет обогатить их белком и минеральными веществами, при этом оказывает положительное влияние на цвет выпечки. Полученный продукт по содержанию влаги удовлетворяет

требованиям ГОСТ 14031-2014, характеризуется повышенным содержанием белка и является функциональным по содержанию фосфора и железа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Рынок кондитерских изделий. Ежегодный обзор [Электронный ресурс] // Центр исследований кондитерского рынка [Официальный сайт]. Режим доступа: <http://cikr.ru/>
- 2 Буянкин Н.И., Красноперов А.Г., Федорова З.Н. Люпин на корм и сидерат в Калининградской области. Монография. – Калининград, 2018. – 148 с.
- 3 Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
- 4 Яговенко, Т., Афолина, Е. Биохимические свойства зерна белого люпина // Комбикорма. – 2018. – № 3. – С. 66-68.
- 5 Использование порошка из семян люпина при производстве песочного печенья / Д.Ю. Болгова, Н.А. Тарасенко, Ю.Н. Никонович, М.В. Михайленко // Известия вузов. Пищевая технология. – 2017. – № 4. – С. 56-59.
- 6 Мучное кондитерское изделие функционального назначения: Пат. № 2602286 Россия, МПК-8 А21D13/08 / И.А. Черных, С.А. Калманович, Н.А. Тарасенко, Н.С. Быкова; ФГБОУ ВО «КубГТУ» (Россия). – № 2015128375/13; заявл. 13.07.2015; опубл. 20.11.2016, Бюл. № 32, Приоритет 13.07.2015. 8 с.
- 7 Каталог сортов селекции Всероссийского научно-исследовательского института люпина. – Брянск: Изд-во ГНУ ВНИИ люпина, 2012. – 56 с.
- 8 Агафонова С.В., Рыков А.И., Мезенова О.Я. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности // Вестник Международной академии холода. – 2019. – № 2. – С.79-85.
- 9 Рыжкова, Т.А., Третьяков, М.Ю., Чулков, А.Н. Влияние добавок из муки люпина на биологическую ценность и структурно-механические свойства пшеничного теста // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2015. – № 1 (13). – С. 67-70.
- 10 МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.
- 11 Вопросы питания. Дефицит микроэлементов [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения [Официальный сайт]. Режим доступа: <https://www.who.int/nutrition/topics/ida/ru/>
- 12 Рыков А.И., Агафонова С.В. Перспективы использования муки из семян люпина для обогащения мучных кондитерских изделий [Электронный ресурс] // Вестник молодежной науки. – 2018. – № 5 (17). Режим доступа: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2019/01/Rykov-517.pdf>
- 13 Тарасенко, Н.А., Никонович Ю.Н., Михайленко М.В. Порошок из семян люпина – перспективный белковый обогатитель // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 129 (05). – С. 236-247.

FLOUR OF LUPINE VARIETIES DEGAS IN THE TECHNOLOGY OF WAFFLES HIGH BIOLOGICAL VALUE

Agafonova Svetlana Viktorovna, Candidate of Technical Sciences,
associate Professor
Rykov Artem Igorevich, Student

Kalininsrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

The mineral composition of white lupine grain of "Degas" variety growing in the Kaliningrad region was studied. A high content of potassium (2755.7 mg % of dry matter), calcium (576.6 mg % of dry matter), phosphorus (358.6 mg % of dry matter), iron (23.2 mg % of dry matter). The chemical composition enriched with Lupin flour waffles, which contain of 4.50 % of water, 13.7 percent protein, 25.54% of the fat of 1.59 % ash. The functionality of ready – made flour confectionery products is calculated- 50 g of wafers satisfy the daily need of an adult in phosphorus by 16.5 % and in iron by 24 %.

УДК 664.91:664.959.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВТОРИЧНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОПЕЧЕНОЧНЫХ ПАШТЕТОВ ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Байдалинова Лариса Степановна, доцент, канд. техн. наук, профессор
Степанова Ксения Алексеевна, бакалавр

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: larisa.baydalina@klgtu.ru,
e-mail: little_ksenia.1997@mail.ru

В обмене веществ человека важна роль минорных минеральных компонентов. Высока потребность в кальции, но мясные продукты содержат мало кальция. Актуально обогащение мясных продуктов биологически ценными компонентами из вторичного сырья пищевых производств. Высокой биологической ценностью обладает вторичное рыбное сырье.

Целью работы явилось обоснование использования минеральных компонентов из вторичного рыбного сырья, обладающих остео- и хондропротекторными свойствами, для обогащения мясо-печёночных паштетов. Использование белково-минерального комплекса (БМК) из голов копчёной кильки обеспечивает 16-26 % суточной потребности человека в кальции при потреблении 50 г паштета, являющегося функциональным по содержанию кальция

Мясные и мясопеченочные паштеты представляют собой колбасные изделия в виде тонкоизмельченного, гомогенного, варёного или варёно-запеченного фарша. Характерной их особенностью является отсутствие прочной коллоидно-химической связи между частицами, которой характеризуются вареные колбасы.

Основное сырьё для производства паштетов – мясное (мясо крупного рогатого скота, свиней и птицы), субпродукты, животные жиры, поваренная соль и пряности. Также в состав могут входить различные овощи, крупы, зелень и компоненты специального назначения.

В соответствии с концепциями здорового питания в обмене веществ человека важная роль отводится минорным минеральным компонентам. Минеральные вещества поддерживают работу основных систем организма, активно участвуют в работе гормональной и ферментной систем. Наиболее высока суточная потребность человека в кальции. Фосфор и кальций являются химическими веществами жизненно необходимыми, незаменимыми для поддержания здоровья человека. В составе костной ткани содержится более 90 % кальция и порядка 80 % запасов фосфора всего организма. В незначительном количестве эти компоненты имеются в ионизированной плазме крови, в нуклеиновых кислотах и фосфолипидах. При дефиците кальция у детей может развиваться рахит, у пожилых людей – остеопороз, а у основной части населения при гипокальциемии наблюдается нарушение работы нервной системы, дыхательной функции, развивается тетания.

Учитывая современные проблемы экономики, новые подходы к процессам в области мясной технологии и здорового питания, актуальной является разработка новых технологий высококачественных мясных продуктов, в которых рационально используются региональные сырьевые

ресурсы мясного и других направлений. Актуальным является использование для обогащения продуктов питания биологически ценных компонентов, получаемых из вторичного сырья пищевых производств. Чрезвычайно высокой биологической ценностью обладает рыбное сырьё, что делает его перспективным для использования в составе продуктов повышенной биологической ценности. Актуальной является разработка технологии мясных паштетов, обогащённых биологически активной добавкой, получаемой при переработке отходов от разделки рыб, отличающихся высоким содержанием животного белка, макро- и микроэлементов, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот.

Это соответствует целям и задачам государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации.

Целью работы является разработка технологии производства мясо - печёночных паштетов, обогащённых минеральными компонентами из вторичного рыбного сырья, обладающими остео- и хондропротекторными свойствами, предназначенных для питания людей с нарушениями фосфорно-кальциевого обмена.

Кальций необходим человеку в больших количествах. В организме человека кальций усваивается из пищи лишь на 10-40%. Его всасывание уменьшается при высоком содержании в рационе жиров, фитиновых кислот, фосфатов, щавелевой кислоты. Основные функции кальция – структурная и пластическая. Он входит в состав гидроксиапатита, микрокристаллы которого образуют жёсткую структуру костной ткани. Установлено, что ежедневно обновляется 10-20% минерального состава костной ткани. Высокая концентрация кальция благоприятствует осаждению его в нерастворимой форме фосфата [1] .

Кальций участвует в образовании связей между отрицательно заряженными группами фосфолипидов, белков и гликопротеинов, укрепляя таким образом клеточные мембраны. На тканевом уровне кальций способствует слипанию клеток. Также необходим кальций для нормальной возбудимости нервной ткани и сократимости мышечных волокон. Ионы кальция связываются тропонином, что вызывает конформационные сдвиги в актине, и образуется актомиозин. Таким образом происходит мышечное сокращение.

Ионы кальция являются активаторами ряда ферментов и гормонов, а также важнейшим компонентом системы свёртывания крови. Кальций участвует в проницаемости клеточных мембран, проявляет антистрессовый эффект, способствует выведению из организма солей тяжёлых металлов и радионуклидов, проявляет антиоксидантный эффект, обладает антиаллергическим действием. Он поддерживает равновесие между возбуждением и расслаблением коры головного мозга и участвует в расщеплении резервного гликогена.

Значителен тот факт, что при дефиците кальция в рационе он продолжает выделяться из организма в прежних количествах за счёт его запасов. Продолжительный дефицит кальция приводит к деминерализации позвоночника, костей таза и нижних конечностей, повышает риск развития остеопороза. Остеопороз, по данным Всемирной организации здравоохранения, занимает четвёртое место среди наиболее распространённых в мире заболеваний, уступая сердечно-сосудистым, онкологическим и эндокринным. Уточненная физиологическая потребность для взрослых – 1000мг/сут., для лиц старше 60 лет – 200 мг/сут. Физиологическая потребность для детей – от 400 до 1200 мг/сут.

Выбор паштетов в качестве объекта обогащения кальцием основан на структурно - механических свойствах их фаршевой системы, облегчающей введение дополнительных компонентов. Второй немаловажный фактор – благоприятный для усвоения кальция химический состав изготавливаемого паштета. Известно, что усвоению кальция помимо витаминов, микроэлементов и ферментов способствуют определённые соотношения белков, жиров и углеводов. Так, необходимо обеспечение оптимального количества белка в рационе питания в диапазоне от 14 до 20%. Повышение процентного содержания белка в продуктах питания больше 20% и снижение его ниже 14% ухудшает усвоение кальция. Особенно важно наличие в продуктах незаменимых аминокислот. Из углеводов хорошему всасыванию кальция в кровь способствует наличие лактозы, которая присутствует в паштете за счёт введения сухого молока или других структурирующих молочных ингредиентов. Жировая фракция паштета должна быть представлена оптимальным соотношением полиненасыщенных жирных кислот и холестерина. При повышении содержания жира в рационе наступает снижение накопления кальция и фосфора в костях.

Необходимо учитывать, что мясо и мясные продукты содержат малое количество кальция, его соотношение с фосфором резко разбалансировано и составляет 1:15, вместо рекомендуемого 1:1, что также делает целесообразным обогащение мясных изделий органическими формами кальция [2].

Для создания новых обогащённых мясопечёночных паштетов основным сырьём было выбрано мясо различных частей тушки цыплёнка-бройлера [3] и куриная печень, так как потребности производителей в данном сырье легко обеспечиваются в условиях Калининградской области. Кроме того, курица превосходит другое мясо по диетическим качествам, отличаясь повышенным содержанием белка и низким содержанием жировой ткани (таблица 1).

Наряду с мясом и печенью курицы в рецептуру разрабатываемых паштетов вводятся мука пшеничная, молоко сухое, белково-минеральный комплекс из голов кильки, лук репчатый, соль пищевая, сахар-песок, специи. В качестве жирового сырья вносится кожа курицы.

Таблица 1

Пищевая ценность тушки цыплят-бройлеров 1 категории [3]

Показатель	Содержание, г/100 г
Энергетическая ценность, ккал	190
Белки, г, не менее	16
Жиры, г, не более	14
Вода	64

Все виды мяса, в том числе мясо курицы, являются ценным источником фосфора железа и микроэлементов – цинка, марганца, йода, фтора, меди (Табл.2)

Таблица 2

Содержание минеральных веществ в мясе курицы [4]

Элементы	Количество	Суточная норма потребления	% от нормы в 100 г
<i>Макроэлементы</i>			
Калий, К, мг	194	2500	7,8%
Кальций, Са, мг	16	1000	1,6%
Магний, Mg, мг	18	400	4,5%
Натрий, Na, мг	70 мг	1300	5,4%
Сера, S, мг	186	1000	18,6%
Фосфор, P, мг	165	800	20,6%
Хлор, Cl, мг	77	2300 мг	3,3%
<i>Микроэлементы</i>			
Железо, Fe, мг	1.6	18	8,9%

Йод, I, мкг	6	150	4%
Кобальт, Co, мкг	12	10	120%
Марганец, Mn, мг	0,02	2	1%
Медь, Cu, мкг	80	1000	8%
Молибден, Mo, мкг	5	70	7,1%
Фтор, F, мкг	130	4000	3,3%
Хром, Cr, мкг	9	50	18%
Цинк, Zn, мг	2,06	12	17,2%

Для производства паштетов повышенной биологической ценности используется мясо тушек цыплят – бройлеров 2 категории [3]. Печень куриная (таблица 3) также является основным рецептурным компонентом создаваемых обогащённых паштетов [4].

Таблица 3

Пищевая ценность куриной печени [4]

Характеристика субпродукта	Массовая доля, %		Энергетическая ценность, ккал
	белка, не менее	жира, не более	
Обработанная печень, состоящая из одной или двух долей, упругой консистенции с гладкой поверхностью, от бурого до коричневатого-красного цвета. Чистая, без желчного пузыря, пятен от разлитой желчи и посторонних прирезей, с наличием незначительных остатков жировой и соединительной тканей	18	10	162

Печень является лидером среди продуктов по содержанию железа, богата фосфором, селеном, цинком и медью. Из жирорастворимых витаминов в куриной печени присутствуют витамин А, бета-каротин, альфа-каротин и витамин Е. Из водорастворимых — витамины С, В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, В₉ и В₁₂. Характерный печеночный вкус и аромат придают особую пикантность продуктам с ее использованием.

Для обогащения пищевых продуктов используются различные минералосодержащие добавки [5, 6, 7, 8].

Основным обогащающим объектом в данной работе стал белково-минеральный комплекс (БМК) из голов копчёной кильки. При получении белково-минерального комплекса измельчённые головы кильки горячего копчения (отходы производства консервов «Шпроты в масле») смешивают с водой в соотношении 1:1, подвергаются термогидролизу. После гидролиза массу центрифугированием в течение 10 минут разделяют на три фракции: протеиновую, жировую и белково-минеральную.

Белково-минеральный комплекс, получающийся в виде плотного остатка после отделения гидролизата и жира, высушивают при 60°C. После сушки массу подвергают тонкому измельчению.

Белково-минеральный комплекс представляет собой рассыпчатый, тонкоизмельчённый порошок серо-коричневого цвета, негигроскопичный, с лёгким ароматом копчёностей (таблица 4). В соответствии с целями и задачами настоящей работы проводилось определение в нем содержания кальция путём титрования трилоном Б 0,01 моль/дм³ [9].

Химический состав голов кильки горячего копчения и белково-минерального комплекса, %

Объект	Влага	Белок	Жир	Зола (минеральные вещества)
Головы кильки горячего копчения	61,08	18,11	15,79	5,07
Сухой белково-минеральный комплекс	10,95	53,89	16,58	16,64

Из данных таблицы 4 можно заключить, что содержание минеральных веществ в белково-минеральном комплексе высокое и в три раза превосходит их содержание в исходном сырье. Содержание кальция в отдельных пробах белково - минерального комплекса колебалось от 7 до 12%. Среднее содержание кальция составило 9,5%. В дальнейших расчётах при оптимизации рецептуры паштетов приняли содержание кальция в используемом обогащающем продукте 10%.

При разработке рецептуры обогащённого мясо - печёночного паштета математическое моделирование и оптимизацию осуществляли методом математического планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов [11]. В качестве варьируемых факторов, подлежащих регулированию и оптимизации, использовали массу вносимого в рецептуру паштета белково-минерального комплекса из голов копчёной кильки ($M_{\text{бмк}}$) и массу куриной печени ($M_{\text{п}}$). Масса белково – минерального комплекса изменялась от 2,5 до 5,5 %, масса печени - от 40 до 60%.

Образцы паштетов с различными массами белково-минерального комплекса и куриной печени имели следующий химический состав (Табл.5)

Таблица 5

Общий химический состав экспериментальных образцов паштетов

Номера образцов	Массовые доли, %			
	Вода	Жир	Зола	Белок
1	65,62	9,12	2,12	20,36
2	66,23	8,94	2,05	20,78
3	64,95	10,02	1,99	19,73
4	65,99	10,33	1,74	19,24
5	66,86	8,70	1,86	20,86
6	66,75	8,51	1,76	20,75
7	66,18	8,73	2,17	19,81
8	65,45	10,44	2,15	19,27
9	66,24	8,91	2,10	20,05

Образцы различались по содержанию жира, белка и минеральных веществ.

Параметром оптимизации является обобщённый показатель «у», включающий в себя два частных отклика -органолептическая оценка обогащённого мясо - печёночного паштета (О) и массовая доля кальция в паштете (M_{Ca}), наиболее полно отражающих качественные характеристики готового продукта и влияющих на эффективность разрабатываемой технологии. Обобщённый параметр оптимизации определяется суммированием безразмерных частных откликов по органолептической оценке паштетов и содержанию в них кальция.

Рассчитанные коэффициенты полиномиальной модели позволили получить уравнение второго порядка в кодированном виде:

$$y = 0,1278 - 0,01404x_1 - 0,0026x_2 - 0,0124x_{1,2} + 0,0857 \left(x_1^2 - \frac{2}{3}\right) + 0,0076 \left(x_2^2 - \frac{2}{3}\right),$$

где $x_1, x_2, x_{1,2}$ – кодированные значения уровней факторов.

После преобразования кодированного уравнения получена полиномиальная модель в натуральном виде, используемая для определения оптимальных параметров процесса:

$$y = 0,038M_{\text{бмк}}^2 + 0,000076M_{\text{п}}^2 + 0,000827M_{\text{бмк}} \cdot M_{\text{п}} - 0,43895M_{\text{бмк}} - 0,01065M_{\text{п}} + 1,5148.$$

На основе дифференцирования уравнения натуральной математической модели были определены оптимальные значения факторов: масса в рецептуре паштета белково-минерального комплекса $M_{\text{бмк}} = 5,3 \%$; масса куриной печени $M_{\text{п}} = 41,00 \%$.

По разработанному проекту технических условий на обогащенные кальцием паштеты массовая доля влаги в них должна находиться в пределах 50-65%, белка не менее 10%, жира не более 23%, хлорида натрия не более 1,5%, крахмала не более 5%, кальция не менее 0,6%.

Органолептические и физико-химические показатели обогащенных паштетов, изготовленных с использованием основных компонентов в оптимальных количествах, представлены в таблице 6. Оценка вкусовых достоинств производилась как с учётом характеристик используемых мясных компонентов, так и по солёности, насыщенности пряного вкуса и наличию вкуса и запаха копчёностей, получающихся за счёт обогащения продукта белково-минеральным комплексом из голов копчёной кильки.

Таблица 6

Органолептические и физико-химические показатели обогащенных мясо - печёночных паштетов

Наименование показателя	Характеристика и норма для паштетов в оболочке
Внешний вид	Батоны с чистой, сухой поверхностью, без повреждений оболочки, пятен и слипов. Допускается жировой ободок и желе под оболочкой размером не более 0,5 см по всему периметру батона
Консистенция	Нежная, мажущаяся
Вид на разрезе	Однородная равномерно перемешанная масса от серого до коричневого цвета, содержащая мелкие включения белково-минеральной добавки.
Запах и вкус	Свойственный данному виду продукта, вкус в меру солёный, без посторонних привкуса и запаха, запах с лёгким ароматом копчёностей
Форма и размер	В искусственных оболочках - прямые батоны длиной не более 15 см, диаметром от 30 до 45 мм.
Массовая доля белка, %	19,52
Массовая доля жира, %	10,19
Массовая доля хлорида натрия, %	1,35
Массовая доля углеводов, %	2,92
Массовая доля кальция, %	0,65

Приведенные данные показывают, что при использовании белково-минерального комплекса из голов копченой кильки удастся получить продукт с повышенным содержанием кальция. Биологическая ценность паштета обеспечивается также высоким содержанием незаменимых аминокислот, сбалансированным составом ПНЖК и минеральных веществ за счёт белково-минерального комплекса. В нем содержится до 16% ПНЖК, наиболее ценными из которых являются омега-3 жирные кислоты, и 16% минеральных веществ, включающих кальций.

Серьезных изменений в технологическом процессе при производстве обогащенных паштетов не требуется. Мясное куриное сырье и печень бланшируются и измельчаются обычным способом. Обогащающий кальцийсодержащий компонент (белково-минеральный комплекс из голов кильки горячего копчения) вводится непосредственно в куттер в виде сухого порошка.

Можно заключить, что введение в рецептуру паштета белково-минерального комплекса из голов кильки горячего копчения обеспечивает 16-26% суточной потребности человека в кальции [12] при рекомендуемой дозе потребления паштета – 50 г в сутки. Полученные данные позволяют отнести разработанный обогащённый паштет к группе функциональных продуктов по содержанию кальция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н. И. Химия пищи. - М.: КолосС, 2007. – 853 с
- 2 Жаринов, А. И. Современное мясное сырьё: особенности состава, свойств, технологического использования // Мясная индустрия. – 2017. – №3. – С. 21-26
- 3 ГОСТ 31962-2013. Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия. – М.: Стандартиформ, 2016. -10 с.
- 4 Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро - и микроэлементов, органических кислот и углеводов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
- 5 ГОСТ 31657-2012 «Субпродукты птицы. Технические условия». - М.: Стандартиформ, 2013. -10 с.
- 6 Белая, О. В. Обоснование и разработка технологии рыбного концентрата для функциональных продуктов питания в профилактике остеопороза. - Дис. ... канд. техн. наук : 05.18.07, 05.18.15.- Владивосток, 2005.-138 с.
- 7 Першина, Е. И. Исследование и разработка технологии мясных продуктов, обогащенных препаратами витаминов и пищевой костной муки. - Дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04. - Кемерово, 2000. – 148 с
- 8 Лучкина, М.В. Разработка полифункционального творожного продукта с повышенной биодоступностью кальция. - Дис...канд.техн. наук:05.18.04 – Москва, 2006 -167 с.
- 9 Коробова, Н.П. Научно-практическое обоснование технологии хлебобулочных изделий, обогащенных кальцием. - Дис...канд.техн.наук: 05.18.15. – Орёл, 2002. – 223 с.
- 10 ГОСТ 26570-95 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения кальция». - Минск: Межгосударственный Совет по стандартизации , метрологии и сертификации, 2003, 14 с.
- 11 Мезенова, О.Я., Ключко Н.Ю.. Проектирование биотехнологических производств. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 169 с.
- 12 Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.)

USE OF PROTEIN-MINERAL COMPONENTS OF SECONDARY FISH RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF MEAT -SHEATED PASTERS OF INCREASED BIOLOGICAL VALUE

Baydalinova Larisa Stepanovna, Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences, Professor
Stepanova Ksenia Alekseevna, bachelor

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: larisa.baydalinova@klgtu.ru;
e-mail: little_ksenia.1997@mail.ru

The role of minor mineral components is important in human metabolism. The need for calcium is high, but meat products contain little calcium. Actually the enrichment of meat products with biologically valuable components from secondary raw materials of food production. Secondary raw fish has high biological value. The aim of the work was to justify the use of mineral components from secondary fish raw materials with osteo and chondroprotective properties for the enrichment of meat - liver pate. The use of protein-mineral complex (BMK) from smoked sprat heads. provides 16-26 % of the daily human need for calcium with the consumption of 50 g of pate, which is functional in calcium conten.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ПРЭСНОВОДНЫХ РЫБ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА

Байдалинова Лариса Степановна, канд. тех. наук, доцент, профессор

Баженов Елисей Александрович, магистр

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: ya.elisey2013@yandex.ru

Представлены результаты исследований характеристики органолептических, физико-химических показателей ферментных препаратов из пищеварительных органов пресноводных рыб Северо-Западного региона. Также имеются результаты оптимальной температуры для проявления активности ферментов препарата и его термостабильности и термоустойчивости.

Описываются критерии оптимального уровня рН для проявления активности ферментных препаратов. Оцениваются температурные и временные параметры действия протеолитических ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб судака и леща

Введение

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства РФ 17 ноября 2008 г. № 1662-р), биотехнология включена в приоритеты высшего уровня. На основании этой концепции разработана «Стратегия развития биотехнологической отрасли промышленности в Российской Федерации до 2020 года», которая предусматривает увеличение производства ферментных препаратов. Развитие биотехнологии, инженерной энзимологии позволяет в настоящее время совершенствовать методы получения, системы очистки, стабилизации и реализации ферментов. [1]

На сегодняшний день большим спросом пользуются протеолитические ферменты (ПФ). Приоритетным направлением использования протеолитических ферментов является пищевая промышленность, об этом свидетельствуют публикации в специальной литературе, стандарты и технологические инструкции на производство продукции. Для пищевых производств представляют интерес три подкласса гидролаз: эстеразы, гидролизующие сложноэфирные связи, гликозидазы, действующие на гликозидные соединения, и протеазы, действующие на пептидные связи.[2]

Основная задача производства ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб - комплексная переработка вторичного рыбного сырья с максимально возможным сохранением ферментов протеолитического действия.

Учитывая, что в Российской Федерации недоиспользуется большое количество вторичного рыбного сырья (пищеварительные органы, чешуя, внутренности рыб и т. д.) переработка его является актуальной. Производство ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб является перспективным направлением, поскольку сырье для переработки имеет более низкую стоимость и более высокую доступность. В связи с этим исследования, направленные на обоснование технологии получения ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб Северо-Западного региона являются актуальными.

Органолептическая характеристика ферментных препаратов

Для определения качества разработанного продукта разработана 5 балльная шкала органолептической оценки. Каждому баллу качественной характеристики присуще следующее описание признака (Табл. 1)

Таблица 1

Органолептическая шкала для оценки качества жидкого ферментного препарата из пищеварительных органов судака и леща

Баллы	Описание признака
Внешний вид	Коэффициент весомости = 0,1
5	Однородная жидкость, с нормальной водянистостью, без посторонних включений.
4	Однородная слегка мутноватая жидкость, жидкая консистенция.
3	Однородная мутноватая жидкость, с небольшими масляными включениями.
2	Неоднородная сильно мутноватая жидкость, слегка отслаивающийся жир.
1	Неоднородная жидкость, содержит отслаивающийся жир, со слегка тягучей консистенцией.
Цвет ферментного препарата из пищеварительных органов судака	Коэффициент весомости = 0,1
5	Светло-жёлтый, однородный
4	Однородный, желтовато-кремовый цвет
3	Желтовато-кремовый цвет с оранжевым оттенком
2	Желтовато-кремовый цвет с коричневым оттенком
1	Светло - бурый
Цвет ферментного препарата из пищеварительных органов леща	Коэффициент весомости = 0,1
5	Светло-коричневый
4	Коричнево-кремовый цвет
3	Коричнево-кремовый цвет с оранжевым оттенком
2	Серо-кремовый цвет с коричневым оттенком
1	Светло - серый
Запах	Коэффициент весомости = 0,8
5	Приятный рыбный, без признаков прогорклости
4	Умеренно выраженный, не отталкивающий рыбный, без признаков прогорклости
3	Удовлетворительный, чрезмерно выраженный рыбный запах, без признаков окисления и прогорклости
2	Неприятный, слишком резкий рыбный запах, с признаками окисления и прогорклости
1	Очень неприятный прогорклый запах

В соответствии с таблицей 1 при учете коэффициентов весомости уровень качества продукции можно оценить по сумме баллов по всем четырём показателям. Продукт, получивший при оценке 5,0 баллов – превосходный продукт; 4,0-4,9 - хороший; 3,0-3,9 – удовлетворительный; менее 3,0 баллов – неудовлетворительный по качеству.

**Органолептическая шкала для оценки запаха жидкого ферментного препарата
из пищеварительного органов судака и леща**

Запах	
Приятный рыбный запах	
5	Приятный рыбный запах
4	Умеренно выраженный, приятный рыбный запах
3	Удовлетворительный, чрезмерно выраженный рыбный запах
2	Неприятный, рыбный запах
1	Очень неприятный рыбный запах
0	Ярко выраженный неприятный рыбный запах
Отсутствие тухлого запаха	
5	Полное отсутствие тухлого запаха
4	Еле уловимый, неприятный запах
3	Значительный, чрезмерно выраженный тухлый запах
2	Неприятный, тухлый запах
1	Очень неприятный, тухлый запах
0	Ярко выраженный тухлый запах
Отсутствие запаха прогорклого жира	
5	Отсутствие прогорклого запаха
4	Еле уловимый, запах прогорклого жира
3	Значительный, выраженный запах прогорклого жира
2	Неприятный запах прогорклого жира
1	Очень неприятный запах прогорклого жира
0	Ярко выраженный запах прогорклого жира

Органолептическая оценка ферментных препаратов была произведена 5 независимыми экспертами. В ходе органолептической оценки фиксировались внешний вид, цвет и запах с учетом коэффициентов весомости, указанных в таблицах 1 и 2. Были обобщены полученные данные, выведены средние значения. С учётом коэффициентов весомости сумма всех показателей составляет 4,66, что соответствует “хорошему” качеству полученного продукта.

Характеристика ферментных препаратов представлена в Таблице 3

Таблица 3

Характеристика ферментных препаратов «Балтийский регион»

Наименования показателя	Характеристика и нормы	
	Ферментный препарат из пищеварительных органов судака «Балтийский регион-1»	Ферментный препарат из пищеварительных органов леща «Балтийский регион -2»
Внешний вид	Жидкий раствор фермента	
Цвет	Светло – жёлтый	Светло - коричневый

Запах	Со слабым специфическим запахом, характерным для данного вида продукции	
Массовая доля сухих веществ, % не менее	16,0	17,0
Массовая доля хлористого натрия, % не менее	9,0	
Массовая доля белка, % не менее	5,0	
Протеолитическая активность по Ансону, ед./г., не менее	1,5	2,5

Физико-химические показатели готового продукта

Результаты исследования химического состава пищеварительных органов судака и леща и ферментного препарата из этого сырья представлены в табл. 4.[3;4]

Таблица 4

Общий химический состав ферментных препаратов из пищеварительных органов рыб (судак и лещ) и пищеварительных органов судака и леща

Показатели, массовые доли	Содержание, %			
	Пищеварительные органы		Ферментные препараты из пищеварительных органов	
	Судака	Леща	Судака	Леща
Влаги	65,43	73,81	83,42	82,45
Жира	18,5	10,8	0,6	0,95
Белка	13,76	13,46	5,81	5,25
Золы	0,97	1,1	9,6	9,8

Как показывают результаты, за счет центрифугирования и очистки ферментного препарата содержание жира значительно меньше по сравнению с исходным сырьем. Высокое содержание золы обусловлено тем, что в ферментном препарате присутствует поваренная соль, количество которой составляло 10% от массы ферментного раствора.

Ферментативную активность протеолитических ферментов в препарате определяли по модифицированному методу Ансона (ГОСТ 20264.2–88).

Протеолитическая активность (ПА), вычисляется по формуле (1):

$$ПА = \frac{D \cdot 4}{TЭ \cdot 10 \cdot m} \cdot 1000 \text{ ед./г.} \quad (1)$$

где:

D – оптическая плотность исследуемого раствора;

4 – отношение объемов реакционной смеси и раствора гомогената после добавления трихлоруксусной кислоты (ТХУ);

$TЭ$ – тирозиновый эквивалент, определяемый по градуировочному графику, мкмоль/см³;

10 – время гидролиза субстрата, мин;

m – масса гомогената, взятая на протеолиз (расчет ведётся на 1 см³ раствора гомогената), мг;

1000 – переводной коэффициент полученных единиц на 1 г гомогената

Изучение основных характеристик ферментных препаратов из пищеварительных органов леща и судака

Оптимальную температуру и термоустойчивость ферментного препарата из пищеварительных органов рыб определяли на основе фиксирования методом формольного титрования при-

роста азота свободных аминокрупп при воздействии фермента на субстрат – мышечную ткань салаки [7].

Количество субстрата (мышечной ткани) составляло 20 г в каждой пробе, количество ферментного препарата из пищеварительных органов рыб – 2 г. Активность протеолитических ферментов определяли при рН 2,8 (кислые протеиназы), и рН 9,5 (щелочные протеиназы).

Соотношение твердой фазы и буферного раствора равнялось 1:2,5.

Пробы встряхивали 15 мин для экстрагирования ферментов, затем термостатировали в течение трех, пяти, семи, восьми и 18 часов.

Температурные условия при термостатировании изменяли от 25°C до 60 °C.

После термостатирования все пробы выдерживали в кипящей водяной бане в течение 15 минут для прекращения действия ферментов и осаждения белков. После охлаждения объем смеси в колбах доводили в эксперименте при 30°C до 150 мл и в остальных опытах до 200 мл.

Скоагулировавшие белки и нерастворившуюся массу отделяли центрифугированием в течение 5 - 10 минут при 2700 об/мин.

Предварительно в пробах пищеварительных органов при всех уровнях рН определяли первоначальный уровень азота концевых аминокрупп (после осаждения белков путем выдерживания проб в кипящей водяной бане в течение 15 минут).

В фильтратах, освобожденных от белков при нагревании и последующем фильтровании образцов (контрольных и опытных), определяли азот концевых аминокрупп (амино-аммиачный азот) методом формольного титрования (по ГОСТ 7636 -85).

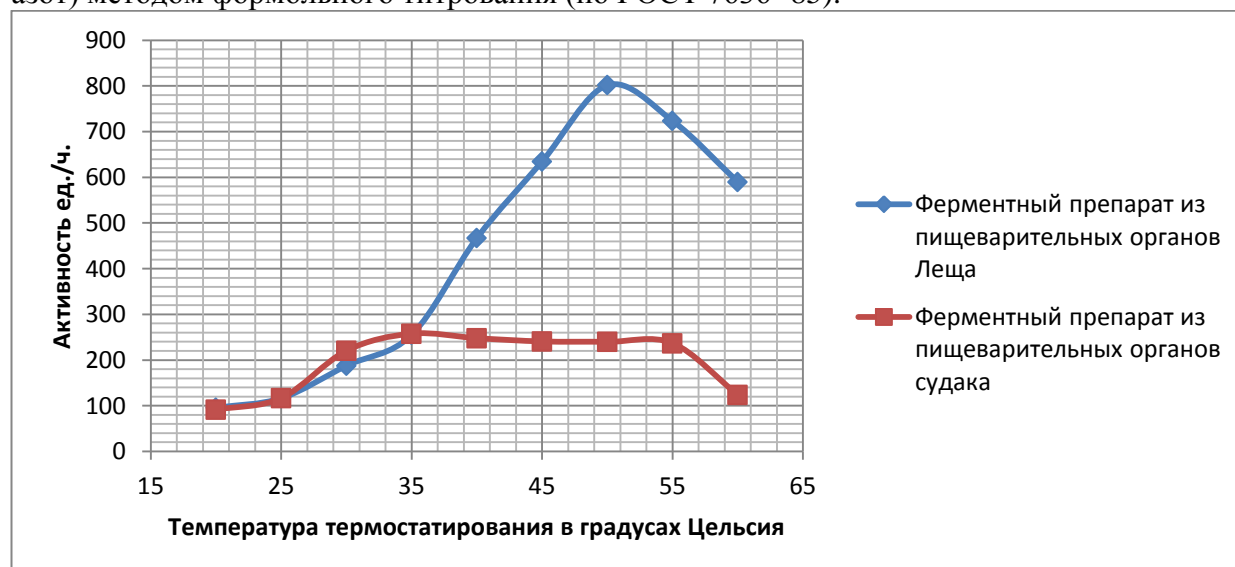


Рис. 1 – Активность ферментных препаратов при различных температурах при термостатировании в течение 2 часов

Как видно из данных рис. 1, ферментный препарат из пищеварительных органов леща имеет наивысшую ферментативную активность при температуре 50 °C, а ферментный препарат из пищеварительных органов судака - при температуре 35 °C. Также можно заметить, что у ферментного препарата из пищеварительных органов судака активность остаётся постоянной при температурах от 35 до 55 °C. Отсюда следует, что ферментный препарат из пищеварительных органов судака можно использовать в достаточно длинном ферментативном гидролизе сырья (протеины, кератин, коллаген)

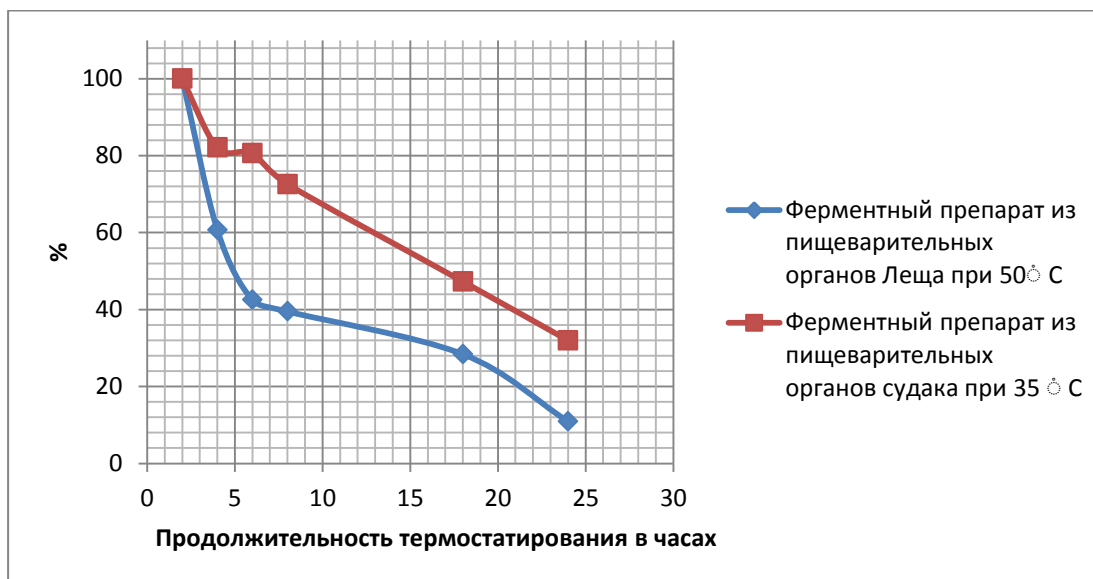


Рис. 2 – Термоустойчивость ферментных препаратов при оптимальных температурах

Для определения термоустойчивости ферментных препаратов субстраты с определенным количеством ферментного раствора выдерживали при оптимальных температурах (50 °С для ферментного препарата из пищеварительных органов леща и 35 °С для ферментного препарата из пищеварительных органов судака) до 24 часов. Ферментную активность (в % от первоначальной активности) измеряли через 4, 6, 8, 18 и 24 часа. На рисунке 2 видно, что ферментный препарат из пищеварительных органов леща после 4 часов термостатирования резко теряет свою активность (до 60 % от первоначального значения). Через 8 часов термостатирования сохраняется только 40% первоначальной активности, а к 24 часам остается только 10 % активных комплексов. Это свидетельствует, что ферментный препарат из леща имеет низкую термостабильность при температуре 50 °С.

Ферментный препарат из пищеварительных органов судака сохраняет свою активность на уровне 80 % от первоначальной до 6 часов. Это свидетельствует, что ферментный комплекс судака более стабилен, хотя максимальную активность он проявляет при температуре 35 °С. При дальнейшем увеличении продолжительности термостатирования активность падает и к 24 часам сохраняется 30 % первоначальной активности.

Таким образом, можно считать, что ферментный препарат из пищеварительных органов леща можно использовать в технологических процессах при повышенных температурах (до 50 °С). Ферментный препарат из судака больше подходит для процессов, требующих пониженных температурных режимы.

Активность протеолитических ферментов в ферментных препаратах из пищеварительных органов судака и леща при различных уровнях рН представлена на рис 3

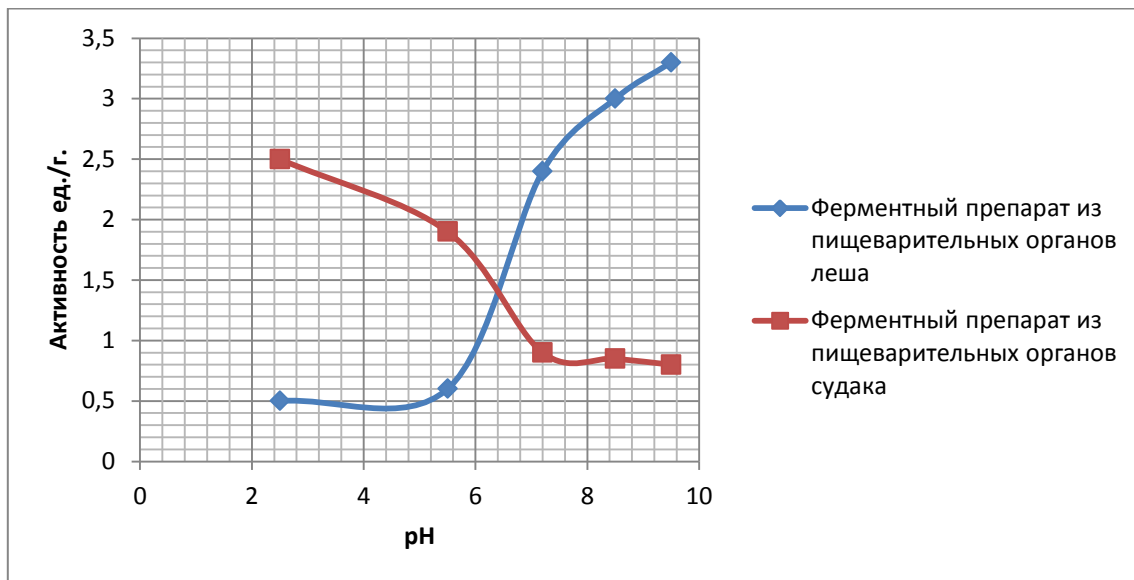


Рис. 3 Активность (количество) ферментов, активных при различных уровнях pH (по методу Ансона), в ферментных препаратах из пищеварительных органов леща и судака

Как показывает данный график (рис.3), активность протеолитических ферментов в препаратах проявляется при всех уровнях pH, но наибольшая активность для комплекса из судака при pH 2,5 (2,5 ед/г). Несколько ниже, но достаточно высокая активность в слабо кислой зоне (при pH 5,5 – 2,0 ед/г). Это свидетельствует, что в продукте из пищеварительных органов судака преобладают кислые и слабокислые протеиназы. Присутствуют также нейтральные и щелочные протеиназы, т.е препарат комплексный.

У протеолитического комплекса из леща максимальная активность наоборот при pH 9,5 (3,3 ед/г). Активность эта выше, чем у препарата из судака при всех значениях pH, начиная с pH 6,4. В нейтральной зоне pH (pH 7,2) также фиксируется ферментативная активность комплекса из леща (1,5 ед/г), что равно максимальной активности кислых протеиназ судака.

Отсюда следует, что ферментный препарат из пищеварительных органов судака и леща можно будет использовать в производстве созревающей продукции (пресервов), так как пресервы в основном имеют pH 6,5 за исключением пресервов в маринадной заливке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Целевая программа "Развитие прибрежного рыболовства в Калининградской области на 2013-2020 годы" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gov39.ru/news/101/36185/>; (дата обращения 15. 04. 2019);

2 Пивненко Т. Н. Ферментативные гидролизаты из гидробионтов Тихого океана как основа для создания биологически активных добавок к пище и продуктов функционального питания / Т. Н. Пивненко, Н. Н. Ковалев, Т. С. Запорожец [и др. ; Дальневост. федер. ун-т, Шк. естеств. наук и др.]. - Владивосток : Дальнаука, 2015. - 159 с;

3 ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М., 1985. – 24с.;

4 ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира Методы анализа. М., 2015. – 25с.;

5 ГОСТ 20264.2-88 Препараты ферментные. Методы определения протеолитической активности (с Изменением N 1). Методы анализа. М., 1988. – 24 с.

CHARACTERISTICS OF PROTEOLYTIC ENZYME PREPARATIONS FROM THE DIGESTIVE ORGANS OF FRESHWATER FISH OF THE NORTH-WESTERN REGION

Baydalinova Larisa Stepanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor
Bazhenov Elisey Alexandrovich, master

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: ya.elisey2013@yandex.ru

The results of studies of the characteristics of organoleptic, physico-chemical indicators of enzyme preparations from the digestive organs of freshwater fish of the north-western region are presented. There are also the results of the optimal temperature for the manifestation of the activity of the enzymes of the drug and its thermal stability and thermal stability.

The criteria for the optimum pH level for the activity of enzyme preparations are described. Temperature and temporal parameters of the action of proteolytic enzyme preparations from the digestive organs of pikeperch and bream fish are evaluated.

УДК 664.951(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ РЫБНЫХ ЗАКУСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТКАНЕЙ БАЛТИЙСКОГО ЛЕЩА

Баротова Мадина Абдужалиловна, аспирант
Мезенова Ольга Яковлевна, д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: jalili_94@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

Проведен анализ научно-технической и патентной литературы в области разработок рыбных структурированных закусовых изделий. Проведены эксперименты по ферментации тканей балтийского леща для отделения мышечной ткани от костей. Исследована высокотемпературная обработка тканей леща. Разработаны рецептуры закусовых изделий на основе ферментированных тканей леща и его деструктурированной костной массы. Проведены исследования по установлению органолептических и физико-химических показателей разработанных продуктов

Современная экономическая обстановка диктует необходимость максимального использования рыбного белка на пищевые цели. Ведущие ученые (Касьянов, 2001; Запорожский, 2007; Рогов, 2007; Антипова, 2009 и др.) отмечают значительные изменения в структуре питания многих слоев населения (детей дошкольного и школьного возраста, юношей и девушек, взрослого и пожилого населения), наблюдаются существенные отклонения от рекомендуемых норм потребления пищевых веществ, в том числе дефицит полноценного белка, ряда макро- и микронутриентов [1].

Основной задачей при решении вопросов организации здорового питания населения России является обеспечение его продуктами, соответствующим их возрастным, физиологическим потребностям в пищевых веществах и энергии, отвечающим принципам сбалансированности и рациональности, безопасности и гарантированного качества. Данное направление согласуется с Концепцией развития рыбного хозяйства Российской Федерации и Государственными программами в области биотехнологии и здорового питания населения. Ключевыми позициями данных документов является комплексная переработка сырья, увеличение доли функциональных пищевых продуктов, изготовление специализированных белковых пищевых изделий [2].

Концепция развития рыбного хозяйства России также предполагает глубокую разделку сырья, производство фарша из мелких видов рыб и недоиспользуемых водных объектов и изготовление на их основе разнообразной поликомпонентной продукции повышенной биологической ценности.

Для комплексной переработки мало товарного рыбного сырья (мелкие и высоко костистые рыбы, вторичное рыбное сырье) перспективно применение процессов ферментации, позволяющие ослаблять структурные связи, полностью извлекать мышечную ткань [1]. Полезное использование плотной коллагенсодержащей костной ткани возможно путем ее высокотемпературного гидролиза, позволяющего ее тонко измельчить и перевести в усвояемое состояние [3]. Смешивая реструктурированные мышечные и костные ткани можно получить рыбную массу, на основе которой изготавливать востребованную рыбную продукцию – рыбные палочки, крекеры, крипсы.

Рыбный фарш обладает хорошим функционально - технологическими свойством, что предопределяет возможность его использования в получении широкого спектра фаршевых и кулинарных изделий с высоким качеством и выходом. Рыбные палочки, производимые на основе рыбного фарша, являются одним из самых популярных рыбных продуктов во всем мире. Традиционная технология их получения базируется на использовании фарша белых рыб (треска, пикша, сайда, минтай, путассу и др.) [1].

Высокими вкусовыми свойствами отличаются фаршевые изделия из леща Балтийского моря, однако их изготовление связано с трудоемким процессом отделения мышечной ткани от костей, так как тело леща чрезвычайно костистое, а позвоночная кость обладают повышенной прочностью. В результате филетирования и измельчения выход фарша составляет 35-37%, при этом на костях остается до 25-30% всего мяса [2].

Маломерный лещ (длина 15-25 см) в настоящее время направляется в технологическую обработку исключительно в неразделанном виде (в основном, для производства вяленой рыбы), а также реализация населению в охлажденном и мороженом виде по доступным ценам, что практически не приносит прибыли добывающим предприятиям. Высокая костистость и малые размеры затрудняют изготовление из него фарша традиционным машинным способом. При использовании сепараторов до 50% массы мышечной ткани остается на костях, выход фарша составляет около 30% массы рыбы, а остающиеся кости трудно реализуемы из-за высокой прочности [5]

Целью исследования является обоснование путей безотходной переработки мелкого балтийского леща с получением гастрономически привлекательных рыбных структурированных изделий, обогащенных натуральными микроэлементами до функционального уровня.

Воздействие на ткани мелкой рыбы гидролизом (ферментализом, термолизом) позволит перевести мышечную ткань рыбы в денатурированно-коагуляционное состояние, практически без потерь освободиться от костных тканей, увеличить адгезионные свойства получаемой белковой массы и изготавливать на ее основе обогащенные изделия повышенной биологической ценности (биокрипсы). Готовый продукт внешне представляет собой высушенные пластинки прямоугольной формы (5-10 см), толщиной 0,5 см, структура прочная и хрупкая, без трещин и других повреждений на поверхности [2, 4].

Для проведения ферментативной обработки исследовали воздействия различных протеолитических ферментов и молочной сыворотки, как источника молочной кислоты, на эффективность биомодификации тканей балтийского леща (ферментные препараты «Alcalase®» 2,5 L (Novozymes, Дания, активность 2,5 AU/г), «Flavourzyme» 1000 L (Novozymes, Дания), «Pain» PSM 500 (Enzybel), Protomex (Novozymes, Дания, активность 2,5 AU/г). Исследования проводили при концентрации ферментов от 0,2 до 0,4 % к массе раствора при соотношении «сыворотка: лещ» 1:1 [2].

На Рис.1 приведен внешний вид использованных ферментных препаратов.



Рис. 1 Внешний вид ферментных препаратов

В экспериментах по ферментированию рыбную систему термостатировали в течение 1 и 2-х часов при температуре 50⁰С. По истечении данных периодов рыбу извлекали и отделяли мышечную ткань от костной. При этом мелкие реберные кости относительно легко отделялись в тех образцах рыбы, которые были выдержаны в молочной сыворотке с ферментным препаратом «Alcalase®» 2,5 L и «Flavourzyme» 1000 L. В образцах рыбы, которая была выдержана в молочной сыворотке с ферментным препаратом «PapainPSM 500» и «Protomex», отделение мелких косточек осуществлялось несколько хуже.

Последующее измельчение отделенного «сывороточно-ферментированного» мяса на мясорубке осуществлялось легко, тонкие косточки без усилий перетирались в однородную массу. Следует отметить, что фарш, полученный на основе биомодифицированной ткани леща, выдержанной в среде «молочная сыворотка + ферментный препарат «Alcalase®», имел мажущую консистенцию и специфический запах. А фарш, полученный в среде молочной сыворотки с ферментным препаратом «Flavourzyme», имел светлый цвет и высокую формуемость, натуральный приятный рыбный запах, сбалансированный с сывороточным оттенком. Поэтому данный ферментный препарат был выбран для дальнейших исследований.

Анализ качества разделки леща после ферментирования, а также мышечной ткани до и после измельчения позволил заключить, что рациональнее этот процесс осуществлять в среде молочной сыворотки с ферментным препаратом «Flavourzyme» в течение двух часов при температуре 50⁰С. При измельчении такая мышечная ткань с меньшим усилием и более качественно отделяется от костей, чем выгодно отличается от тех образцов, которые предварительно выдержаны в течение часа.

Были проведены исследования химических показателей качества мышечной ткани леща, обработанной различными ферментными препаратами при продолжительности термостатирования 2 ч. Результаты исследования химических показателей качества мышечной ткани леща, обработанной различными ферментными препаратами, приведены в Табл. 1

Таблица 1

Результаты исследования химических показателей качества мышечной ткани леща, обработанной различными ферментными препаратами

Наименование реакционной среды	Содержание аминокислотного азота, (ФТА) мг%	Буферность, (X) град	Кислотность, (X) %
Молочная Сыворотка	92,5	70	0,36
Молочная сыворотка+ ФП(Flavourzyme)	136,5	80	0,74
Молочная сыворотка+ ФП(Alcalase®)	131,5	60	0,59
Молочная сыворотка+ ФП (PapainPSM 500)	94,5	40	0,48
Молочная	110,5	30	0,30

сыворотка+ ФП(Protomex)			
----------------------------	--	--	--

Из данных табл. 1 видно, что по содержанию аминокислотного азота, показателям буферности и кислотности наивысшими значениями отличается мышечная ткань леща, обработанная молочной сывороткой с ферментным препаратом «Flavourzyme». В других образцах, обработанных в молочной сыворотке с ферментными препаратами «Alcalase®», «PapainPSM 500», «Protomex», эти показатели оказались ниже. Полученные данные свидетельствуют о том, что процесс расщепления белков в мышечной ткани рыбы идет более интенсивно в молочной сыворотке с ферментным препаратом «Flavourzyme».

Для проведения высокотемпературного гидролиза тканей леща, позволяющего провести глубокую деструкцию коллагенсодержащих и костных волокон рыбы, куски леща помещали в автоклав при соотношении рыбы и воды 1:1, и обрабатывали при 115 ° С и повышенном давлении. Продолжительность тепловой обработки составила 1 час, в течение данного времени мышечная ткань рыбы полностью денатурировала и гидролизовалась до низкомолекулярных протеинов, а косточки размягчились до мажущей консистенции. Отделенные кости измельчили до костного порошка (рис. 2), который добавляли в рыбную массу из мышечной ткани для обогащения минеральными веществами.



Рис. 2 Измельченный костный рыбный порошок

Рыбную мясокостную тонко измельченную массу направляли на производство биокрипов, смешивая с мукой, поваренной солью и пищевым разрыхлителем. Кулинарную готовность образующегося теста достигали запеканием при температуре 175 ° С в формованном тонко раскатанном виде различных фигурок до приобретения ими светло-золотистой корочки (Рис. 3)



Рис. 3 Этапы технологического процесса приготовления биокрипов на основе мясокостных тканей термогидролизованного мелкого леща:

- 1- приготовленное тесто; 2- тесто на разрезе; 3 - раскатанное тонко тесто;
2- 4 - готовые биокрипы

В результате органолептической оценки готовые биокрипсы имели приятный вкус с нежным рыбным привкусом, без посторонних запахов. Внешний вид: цельные пластинки коричневатого цвета, без трещин и других дефектов, консистенция твердая, раскусывающаяся, при разжевывании легко образуется пищевой комок. При проглатывании кусочков биокрипсов неприятных ощущений послевкусы не ощущается.

По результатам полученных данных была составлена рецептура (Табл. 2), определен общий химический состав и рассчитан уровень функциональности по содержанию минеральных веществ в готовых изделиях (Табл. 3).

Таблица 2

Рецептура биокрипсов на основе мяскокостной гидролизованной рыбной массы из балтийского мелкого леща

Наименование ингредиентов	г на 100 г
Соль	2,2
Разрыхлитель	1,5
Мука	16
Костный порошок	4,8
Гидролизованная мышечная ткань леща	75,5

Таблица 3

Общий химический состав и калорийность готовых рыбокостных биокрипсов

Калорийность	116,3 ккал/100 г
Белки	14,6 г
Жиры	1,19 г
Углеводы	11,8 г
Са	21,8 мг
Р	179,9 мг

Из данных табл. 3 следует, что по содержанию фосфора 100 г биокрипсов удовлетворяют суточную потребность организма в данном макроэлементе на 18 %, что позволяет считать разработанный продукт функциональным по данному элементу.

Таким образом, на примере маломерного балтийского леща установлены рациональные параметры отделения мышечной ткани от костей путем предварительного ферментализации кусков рыбы в молочной сыворотке с добавлением ферментного препарата «Flavourzyme» при продолжительности выдержки 2 ч. и соотношении 1:1 («молочная сыворотка с ферментным препаратом «Flavourzyme» : «рыба») при температуре 50⁰С. Доказана рациональность внесения ферментированной в молочной сыворотке рыбной массы в состав теста для биокрипсов.

Эксперименты с термогидролизом показали, что воздействие высокой температуры и давления позволяет не только доводит мышечную ткань рыбы до полной готовности с быстрым отделением ее от костей, но и размягчить кости до порошкообразного состояния с последующим приготовлением рыбной массы, обогащенной ценными натуральными минеральными веществами. Данная масса хорошо формуется, из нее возможно получать при выпечке биокрипсы с высокими вкусо-ароматическими свойствами, без сенсорных ощущений твердых включений, функциональные по содержанию фосфора и являющиеся источником полноценного белка.

Результатов исследований позволяют сделать вывод о том, что из мелкого балтийского леща, обладающего мало товарными свойствами, можно получать по безотходной технологии гастрономически привлекательный поликомпонентный рыбный продукт, востребованный многими слоями населения, страдающими дефицитом белка и кальция. Отработанные режимы комплексной переработки леща рекомендуются к промышленному применению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Аверьянова, Н.Д. Разработка технологии функциональных продуктов на основе рыбных масс: автореф. дис. /.../ канд. техн. наук (05.18.04) / Аверьянова Нелля Дамировна; ФГБОУ ВПО «АГТУ» - Калининград, 2011. -24с.
- 2 Баротова М.А. Технология функциональных рыбопродуктов структурированных изделий на основе биомодифицированной мышечной ткани маломерного леща / М.А. Баротова, О.Я. Мезенова // Вестник молодежной науки, Калининград,- КГТУ.-2016 №4 (6).-С.1
- 3 Биопотенциал вторичного рыбного сырья // О.Я. Мезенова, А. Хелинг, Т.Мерзель. Известия вузов. Пищевая технология. – 2018. - № 1. - С. 11-18.
- 4 Сравнительная оценка способов гидролиза при получении протеиновых продуктов из коллагенсодержащего рыбного сырья и оценка их качества/ О.Я. Мезенова, В.В.Волков, А.Хелинг, Т.Мерзель, Т. Гримм, Мезенова Н.Ю.// Известия КГТУ. – 2018. - № 49. - С. 125-143.
- 5 Цибизова М.Е., Аверьянова Н.Д. Изучение качественных показателей биокрипсов на основе рыбной белковой массы // Вести Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. - 2010. - №2. - С.138-143

RESEARCH ON THE PREPARATION OF FISH SNACK PRODUCTS BASED ON MODIFIED TISSUES OF THE BALTIC BREAM

Barotova Madina Abdujalilovna, graduate student
Mezenova Olga Yakovlevna, Doctor of technical Sciences, Professor

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: jalili_94@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

The analysis of scientific, technical and patent literature in the field of development of fish structured snack foods. Experiments were carried out on the fermentation of Baltic bream tissues to separate muscle tissue from bones. The high-temperature processing of bream tissues was investigated. Formulations of snack foods based on fermented bream tissues and its degraded bone mass have been developed. Studies have been conducted to establish the organoleptic and physico-chemical characteristics of the developed products.

УДК 636.087.69

ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МИДИЙ

Битютская Ольга Евгеньевна, канд. техн. наук, доцент
Лавриненко Ольга Ивановна, ст. преподаватель
Спирато Елена Викторовна, студентка магистратуры

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
г. Керчь, Россия, e-mail: olha98306@yandex.ru

В работе представлены результаты исследований отходов производства мидийного концентрата: створок моллюсков и непроферментированного плотного мидийного остатка. Предложены варианты переработки отходов с получением белково-минеральных кормовых добавок. Приведены данные их химического состава и обменной энергии. Установлены сроки годности

Одна из самых затратных статей в животноводстве – корма, на них приходится от 50 до 80 % всех расходов. С ценовой политикой на корма связана нерентабельность и неконкурентоспособность не только отдельных отраслей, но и животноводства в целом. Но и при таких затратах нет гарантии в том, что корм сбалансирован по питательным веществам, макро- и микроэлементам, витаминам. Поэтому для современного животноводства по-прежнему актуальны вопросы и полноценности рациона, и его экономичности.

Известно, что для развития животноводства особое значение имеют кормовые добавки животного происхождения. Их недостаточность в кормах приводит к перерасходу растительных кормов [1, 2]. В литературе имеются данные об использовании двустворчатых моллюсков для получения кормовых паст, гидролизатов для кормления птиц и животных [3, 4].

Исследованиями, проведенными в 2002 – 2011 гг., было показано, что черноморские мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. и отходы их переработки целесообразно использовать для получения комбинированных кормовых добавок для животноводства [5–8].

Цель работы – разработка технологии кормовых добавок на основе отходов мидийного производства.

В результате ферментативного гидролиза мидийного сырья [9] был получен плотный (непроферментированный) остаток пастообразной консистенции, который составлял в среднем 6,5 % с содержанием сухих веществ 26,7 %. Химический состав плотного остатка характеризовался содержанием в среднем: белка ($14 \pm 0,5$) %, жира ($5,8 \pm 0,7$) %, минеральных веществ ($2,6 \pm 0,1$) %, углеводов ($4,4 \pm 0,5$) % и общей энергетической питательностью (ОЭ) ($4,2 \pm 0,2$) МДж/кг ($(0,37 \pm 0,02)$ к.е.) (Табл. 1).

Таблица 1

Химический состав мидийного плотного остатка

Сухие вещества	Массовая доля, % сырого вещества				БЭР, г/кг	ОЭ, МДж/кг
	жир	минеральные вещества	белок ($N_0 \times 6,25$)	углеводы		
30,2	7,3	2,7	15,3	4,2	49,0	4,8
27,4	5,3	2,9	13,8	6,1	54,0	4,0
25,2	4,6	2,3	12,7	5,2	56,0	3,6
23,6	2,8	3,0	12,5	5,4	53,0	3,1
26,6	7,9	2,3	13,2	3,4	32,0	4,7
26,4	6,1	2,2	14,5	3,8	36,0	4,3
27,7	6,5	2,7	16,2	2,4	23,0	4,6

В аминокислотном составе белков плотного остатка преобладали аспарагиновая и глутаминовая кислоты, из незаменимых – триптофан (таблица 2). Показатели аминокислотного сора ниже такого в идеальном белке, но коэффициент аминокислотной сбалансированности ($U \rightarrow 1$) составляет 0,9.

Таблица 2

Аминокислотный состав белка мидийного плотного остатка

Наименование аминокислот	Содержание аминокислот		Аминокислотный скор относительно шкалы ФАО/ВОЗ
	в образце, г/100 г белка	в идеальном белке, г/100 г белка	
Незаменимые, в т. ч.	27,95		
Валин	3,40	5,0	0,68
Изолейцин	3,43	4,0	0,86
Лейцин	5,20	7,0	0,74
Лизин	4,57	5,5	0,83
Метионин+Цистин	1,66+0,95	3,5	0,75

Треонин	3,04	4,0	0,76
Триптофан	0,99	1,0	0,99
Фенилаланин+Тирозин	2,57+2,14	6,0	0,79
Заменимые, в т. ч.	38,51		
Аланин	3,35		
Аргинин	4,20	-	-
Аспаргиновая кислота	6,99	-	-
Гистидин	1,32	-	-
Глицин	4,90	-	-
Глутаминовая кислота	10,60	-	-
Пролин	3,66	-	-
Серин	3,49	-	-

Липиды мидийного плотного остатка содержали до 30 % ПНЖК, из них 46 % приходилось на жирные кислоты семьи ω 3 (таблица 3). Для сравнения, на долю ПНЖК в кормовых продуктах, полученных путем ферментативного гидролиза, с черноморской хамсы и криля приходится соответственно 8,60 % и 15 % [10].

Таблица 3

Жирнокислотный состав липидов мидийного плотного остатка

Наименование жирных кислот	Содержание, % суммарного содержания ЖК в пересчете на сухие вещества	Наименование жирных кислот	Содержание, % суммарного содержания ЖК в пересчете на сухие вещества
Насыщенные, в т. ч	39,0	Полиненасыщенные, у т. ч.	27,9
Лауриновая С:12	0,1	Линолевая 18:2; 9, 12 ω 6	11,9
Миристиновая С:14	6,7	α -Линоленовая 18:3; 9, 12, 15 ω 3	1,9
Пальмитиновая С:16	22,2	γ -Линоленовая 18:3; 6, 9, 12 ω 6	1,5
Стеариновая С:18	4,2	Арахидоновая 20:4; 5, 8, 11, 14 ω 6	1,6
Арахидиновая С:20	5,8	Эйкозопентаеновая 20:5; 5, 8, 11, 14, 17 ω 3	5,9
Мононенасыщенные, у т. ч.	21,6	Докозопентаеновая 22:5; 7, 10, 13, 16, 19 ω 3	0,4
Пальмитолеиновая 16:1; 9	11,7		
Олеиновая 18:1; 9	9,5		
Эруковая 22:1; 13	0,4	Докозгексаеновая 22:6; 4, 7, 10, 13, 16, 19 ω 3	4,7

Один из вариантов утилизации плотного остатка следующий: замораживание остатка для частичного удаления свободной влаги после дефростации, грануляции и сушки в потоке горячего воздуха для достижения массовой доли влаги не более 12 %. Готовый кормовой продукт – мидийного крупка – содержит (46,38 \pm 0,1) % протеина, общая энергетическая питательность – на уровне 1,17–1,19 к.е.

Эффективность мидийной крупки была подтверждена на опытных цыплятах с пятидневного возраста. Кормовая добавка вводилась в количестве 0,25 % от рациона, способствовала увеличению живой массы цыплят на 8,0 %, повышала сохранность на 5,0 %, при этом потери кормов снижались на 7,0 % [4].

Кроме плотного мидийного остатка отходами производства (до 66 %) в результате ферментативного гидролиза, как и при получении варено-мороженого мяса, являются мидийные створки.

Сухое вещество створок мидий состоит на 92,6 – 98,5 % из минеральных солей, на 1,5–7,4 % органических веществ, среди которых на долю азота общего приходится 0,15–0,50 %, липидов не более 0,05 %.

В элементарном составе сухих веществ створок 36,1 – 39,6 % приходится на кальций, 5,5 – 8,55 % – углерод, 0,01 – 0,39 % – магний, 0,01 – 0,09 % – фосфор; из микроэлементов обнаружены магний – 0,9 мг%, медь – 2,5 мг%, цинк – 0,75 мг%.

Одним из перспективных ингредиентов при изготовлении кормовых добавок может стать морская трава (зостера) – *Zostera marina* L., полисахариды которой имеют ряд полезных и целебных свойств. Установлено, что полисахарид зостерин в 2,0 – 2,5 раза увеличивает накопление в селезенке животных иммунных клеток, обладает выраженным антимикробным эффектом. Среди углеводов в зостере присутствуют редуцирующие сахара, альгиновые кислоты, пентозаны, метилпентозаны, клетчатка. Известно, что клетчатка (12,0 – 15,0 г/кг) создает благоприятные условия для нормального продвижения пищи вдоль желудочно-кишечного тракта, нормализует деятельность полезной микрофлоры, способствует выведению из организма холестерина. Кроме того, зостера содержит различные макро- и микроэлементы, в т. ч. железо, селен, йод [11–14].

У опытных животных, получавших в течение одного месяца ежедневно с рационом индикаторное количество стронция-85 и альгинат натрия, выделенного из морской травы, накопление радионуклида (по сравнению с контрольной группой) снижалось (таблица 4) [15–17].

Таблица 4

Кратность накопления стронция-85 в животных [17]

Альгинат натрия из ВБР	Кратность накопления стронция-85	% снижения от контроля
Контроль	9,74 ± 0,36	-
Ламинария японская	2,59 ± 0,30	73,4
Цистозира	2,96 ± 0,30	69,6
Зостера	2,67 ± 0,41	72,6

Таким образом, непроферментированный плотный остаток после гидролиза мяса мидий, морская трава и мидийные створки представляют интерес в качестве ингредиентов для приготовления кормовых добавок.

В таблице 5 приведены сравнительные данные по химическому составу мяса мидии-сырца (ноябрь мес.), мидии-сырца дробленой и створок мидий (воздушно сухих).

Предложены соотношения мидийной массы : створок : зостеры в белково-минеральной добавке (БМД-М) – 15:4:1, мидийной массы : створок в БМД-М-1 – 4:1. Технологическая схема производства представлена на Рис.1

Таблица 5

Химический состав исходного сырья, используемого при приготовлении кормовых добавок
($M \pm m_x$; n = 5)

Название объекта исследования	Содержание в% сырого вещества				
	СВ	протеин	жир	зола	углеводы
Створка мидий	98,9 ± 0,2	2,0 ± 0,3	-	94,2 ± 0,01	-
Мидийная масса	22,4 ± 0,2	13,5 ± 0,5	2,6 ± 0,3	3,5 ± 0,01	2,8 ± 0,1
Зостера	83,7 ± 0,4	4,8 ± 0,2	-	17,8 ± 0,01	61,1 ± 0,3

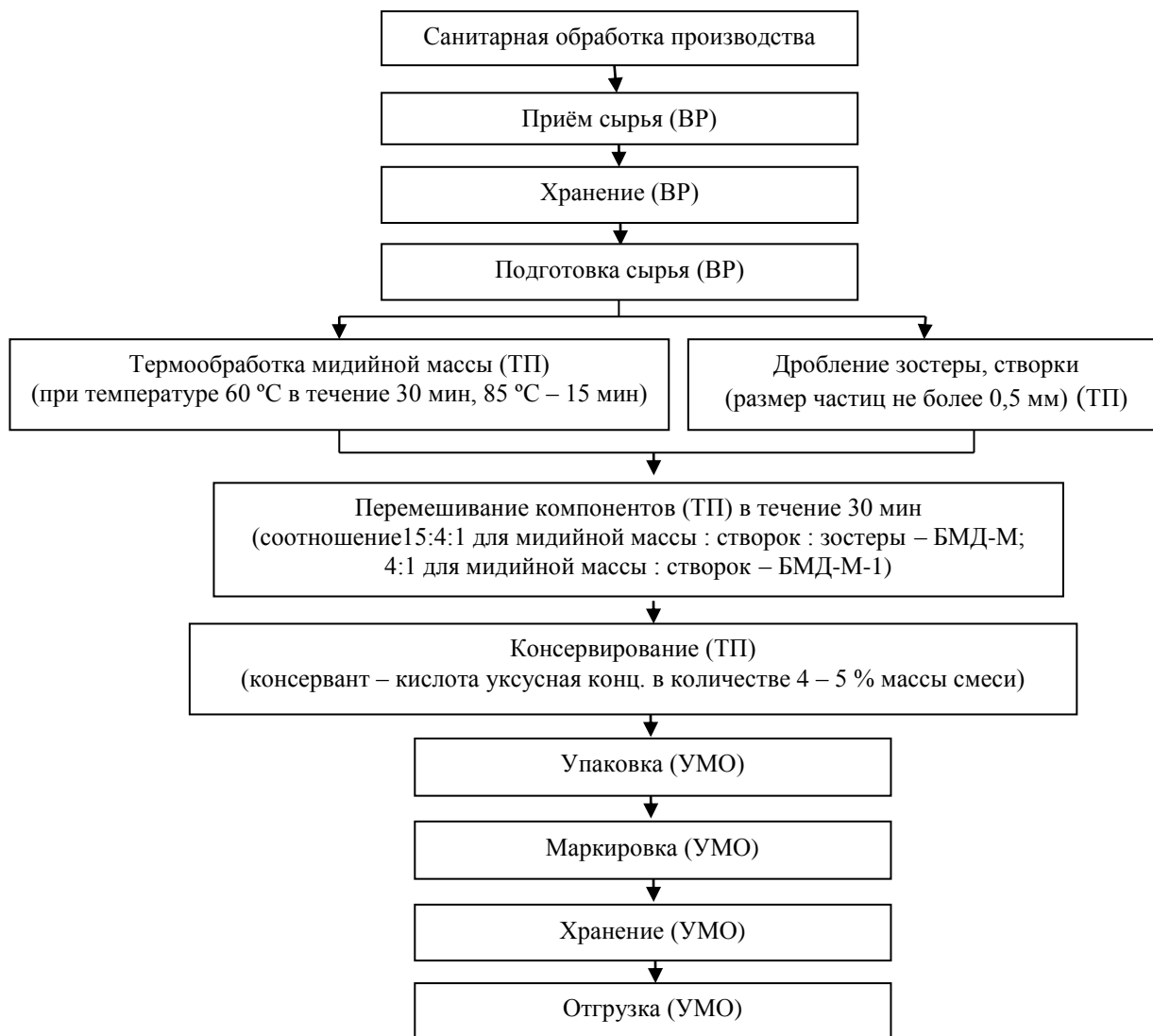


Рис. 1 – Технологическая схема производства кормовых добавок ВР – стадии вспомогательных работ ; ТП – стадии основного технологического процесса; УМО – стадия упаковки, маркирования и отгрузки готовой продукции

Протеин в кормовых добавках в среднем находился на уровне 105,0 – 110,0 г/кг (таблица 6). Из минеральных веществ преобладали макроэлементы, составляющие основу костной ткани животных: кальций (3,7 – 9,5%) и фосфор (0,13 – 0,34%). Липиды кормовых добавок содержат 19,0 – 19,5 % полиненасыщенных жирных кислот, в БМД-М преобладают арахидоновая, эйкозопентаеновая, докозопентаеновая жирные кислоты, в БМД-М-1 – линолевая и арахидоновая (таблица 7). Обменная энергия составляла 0,85 – 0,93 к. е.

Таблица 6

Химический состав кормовых добавок, ($M \pm m_x$; n = 5)

Наименование кормовых добавок	Массовая доля, г/кг				
	сырого протеина	жира	золы	в том числе	
				кальция	фосфора
БМД-М	105,0 ± 4,6	31,0 ± 2,7	250,0 ± 16,7	85,0 ± 3,6	1,2 ± 0,1
БМД-М-1	110,0 ± 3,5	44,0 ± 3,0	208,4 ± 3,3	93,0 ± 2,5	1,3 ± 0,1

Наименование кормовых добавок	Массовая доля, г/кг		ОЭ, к. е.	Активная кислотность (рН)
	углеводов	в т. ч. клетчатки		
БМД-М	45,0 ± 1,0	20,0 ± 1,3	0,87 ± 0,02	4,5
БМД-М-1	25,0 ± 1,0	-	0,95 ± 0,02	4,3

Жирнокислотный состав липидов кормовых добавок

Наименование кормовых добавок	Содержание ПНЖК, %					
	Всего	в том числе				
		С 18:2	С18:3	С 20:4	С 20:5 С 22:5	С 22:6
БМД-М	19,5	3,7	2,7	4,5	5,0	3,6
БМД-М-1	18,9	4,9	2,9	5,0	3,3	2,8

Продолжение таблицы 7

Наименование кормовых добавок	С 18:1	НЖК	Биологическая эффективность, ед./1 г жиру
БМД-М	7,6	68,5	10,0
БМД-М-1	12,5	64,2	12,0

Кислотное число жира в кормовых добавках находилось на уровне 25,0 – 40,0 мг КОН, перекисное – 0,1 % I₂.

На основе органолептических (цвета, запаха, консистенции), химических и микробиологических показателей установлен срок хранения кормовых добавок при температуре окружающей среды – 4 мес.; лимитирующим показателем хранения явился рост кислотного числа.

Таким образом, предложенные белково-минеральные кормовые добавки содержат биологически активные вещества – аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, зостерин, минеральные вещества, что позволит сбалансировать рацион животных и снизить затраты комбикормов на единицу прироста живой массы.

Внедрение технологии белково-минеральных кормовых добавок позволит отнести основное производство мидийных концентратов к малоотходный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Протеиновое питание сельскохозяйственных животных и пути решения проблемы протеина в животноводстве // Электр. дан. – Режим доступа URL: <https://ptica-ru.ru/korm/3092-proteinovoe-pitanie.html> (дата обращения: 25.07.2019).
- 2 Пути развития кормовой базы и обеспечение животных полноценными кормами // Электр. дан. – Режим доступа URL: <https://infopedia.su/7x8318.html> (дата обращения: 25.07.2019).
- 3 Белково-минеральные добавки в рационах свиней / О.Е. Битютская, Л.П. Борисова, В.И. Скрепец и др. // Аграрна наука виробництву. – 2008. – № 2. – С. 15.
- 4 Борисова Л.П. Губанова А.Г., Битютская О.Е. Кормовая добавка из отходов переработки мидий // Рыбное хозяйство Украины. – 2001. – № 2. – С. 28-31.
- 5 Гидробионты и отходы из разделки как перспективное сырье для получения БАД к пище / М.В. Новикова // Морские прибрежные экосистемы : водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : материалы 1-ой Междунар. науч.-практ. конф., Москва-Голицыно, 26-28 авг. 2002 г. – М., 2002. – С. 161-164.
- 6 Новикова М.В. Разработка технологии получения биологически активных добавок из гидробионтов и отходов их разделки: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2003. – 49 с.
- 7 Щеглов Л.Н., Истомина Т.В., Виннов А.С. Белково-минеральные кормовые продукты на основе отходов переработки двустворчатых моллюсков Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство Украины. – 2008. – № 6(59). – С. 64-68.
- 8 Murado M., Gonzalez M., Pastrana L. Mussel processing wastes as a fermentation substrate // Fisheries Processing: biotechnological applications. – 1994. – Ch. 13. – P. 311-343.
- 9 Битютская О.Е. Технология белково-углеводного концентрата из черноморских мидий: дис.... канд. техн. наук. – Киев, 2011. – 195 с.
- 10 Технологические параметры получения белковых гидролизатов и характеристика их кормовой ценности / Ю.А. Бойко, А.Г. Мухленов, Т.К. Лебская, Ю.Н. Чайковская // Морские

прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: материалы 2-ой Междунар. науч.-практ. конф., Архангельск, 5-7 окт. 2005 г. – М., 2005. – С. 180-183.

11 Биологически активные полисахариды морских водорослей и морских цветковых растений / Ю.Н. Лоенко, Г.П. Лямкин, А.А. Артюков, Г.Б. Еляков // Раст. ресурсы. – 1991. – Т. 27. – № 3. – С. 150-160.

12 Зостерин : монография / Ю.Н. Лоенко, А.А. Артюков, Э.П. Козловская и др. / Владивосток : Дальнаука, 1997. – 212 с.

13 Артюков А. А. Разработка биотехнологических основ получения некоторых биологически активных веществ из океанического сырья: дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2012. – 50 с.

14 Иммуномодулирующее действие пектина морских трав – зостерина / В.А. Мирошниченко, А.С. Шаронов, Т.Н. Суровенко и др. // Иммуномодуляторы природного происхождения (Владивосток, 9–10 окт. 1990 г.) : тез. докл. рабочего совещ. – Владивосток, 1990. – С. 36-37.

15 Корзун В.Н., Реус М.А. Использование черноморской зостеры как пищевой добавки лечебно-профилактического назначения // Громадське харчування і туристична індустрія у ринкових умовах: Сб. научн. работ. – 2001. – С. 126-130.

16 Корзун В.Н., Сагло В.И., Парац А.М. Питание в условиях широкомасштабной аварии и её последствий // Укр. мед. часопис. – 2002. – № 11-12. – С. 99-105.

17 Пищевые продукты из водорослей как способ минимизации действия радиации и эндемии / В.Н. Корзун, В.И. Сагло, А.М. Парац и др. // Проблемы питания. – 2004. – № 1(2). – С. 29-34.

TECHNOLOGY OF FEED ADDITIVES BASED ON WASTE PRODUCTION OF MUSSELS

Bityutskaya Olga Evgenievna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
head of the Department of technology food
Lavrinenko Olga Ivanovna, Senior Lecturer
Spirato Elena Viktorovna, master second course

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Kerch State Maritime Technological University”,
Kerch, Russia, e-mail: olha98306@yandex.ru

The paper presents the results of studies of waste production of mussel concentrate: clams of mollusks and unfermented fermented mussel residue. Proposed options for recycling with obtaining protein and mineral feed additives. The data of their chemical composition and exchange energy are given. Established expiration dates.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ И БЕТУЛИНА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЦВЕТА ВАРЕННЫХ КОЛБАС

Вихров Денис Витальевич, студент
Агафонова Светлана Викторовна, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

Исследован химический состав мясного сырья для производства вареных колбас. Исследованы органолептические и физико-химические показатели, характеризующие качество образцов вареных колбас с различным содержанием витаминных концентратов и бетулина. Установлены оптимальные количества вносимых в вареную колбасу витаминов – 65,4 мг на 100 г сырья (тиамина – 1,2 мг, рибофлавина – 0,7 мг, ниацина – 10,6 мг, аскорбиновой кислоты – 52,9 мг) и бетулина – 29,4 мг на 100 г сырья. Представлены результаты микробиологических исследований вареных колбас с пониженным содержанием нитрита натрия

Введение

Установлено, что около 90 % всех заболеваний человека связано с питанием. Постоянное потребление фаст-фуда способно привести к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы, ожирению, диабету. Низкое содержание или полное отсутствие в продуктах быстрого приготовления эссенциальных нутриентов вызывает гипо- и авитаминоз, которые, в свою очередь, приводят к нарушению метаболизма белков, жиров, углеводов, образования ферментов, ослабляя иммунитет организма, делая его более уязвимым к возникновению другого рода заболеваний [1,2].

В Российской Федерации решением вопроса здорового питания населения на государственном уровне было принято несколько законопроектов, приведенных в [3,4]. Документы содержат комплекс мероприятий, направленных на снижение распространения заболеваний, связанных с питанием, и создание условий по производству необходимых для здорового питания населения пищевых продуктов. В изложенном плане действий выделяется несколько основных путей решения проблемы обеспечения населения в микронутриентах. Наиболее оптимальным вариантом является создание условий функционального питания, зародившегося в Японии в 1989 году после принятия закона об улучшении питания, признанного японским правительством как альтернатива медикаментозной терапии и определялось как Food for Specific Health Use (FOSHU). Новая система была направлена на разработку так называемых функциональных продуктов питания (ФПП) – специальных продуктов для систематического потребления в составе пищевого рациона всеми группами населения. Химический состав ФПП изменяется посредством добавления пищевых ингредиентов или веществ природного происхождения, содержание которых должно быть не ниже 15 % от суточной нормы вносимого вещества. В результате получаемый продукт способен оказывать благоприятное воздействие на организм человека: предупреждает различные заболевания, улучшает функции иммунной системы, контролирует физические и психические недуги.

Наибольшие возможности для производства ФПП имеет мясная промышленность, во многом благодаря наличию используемых при выработке мясных продуктов больших резервов белкового сырья (крови, плазмы и сыворотки крови, казеинатов, яичных белков), обладающего высокой биологической ценностью, что позволяет сбалансировать жирно- и аминокислотный составы, регулировать энергетическую ценность и учитывать специфику метаболизма макронутриентов.

Анализ рынка мясной продукции показал, что наиболее популярными среди потребителей за период с 2012 по 2018 года являются колбасные изделия, на долю которых приходится более 65 % всей мясной продукции. При этом производителем предпочтение отдается вареным колбасам, пользующихся наибольшим спросом у граждан, 80 % которых употребляют вареные колбасы минимум 1 раз в неделю. Согласно исследованиям компании Neo Analytics, проведенным на основа-

нии данных Росстата и ФТС РФ в 2018 году, на долю вареных колбас, производство которых выросло на 2 % по отношению к 2017 году, приходилось уже 37 % рынка колбасных изделий в натуральном выражении (рисунок 1) [5].

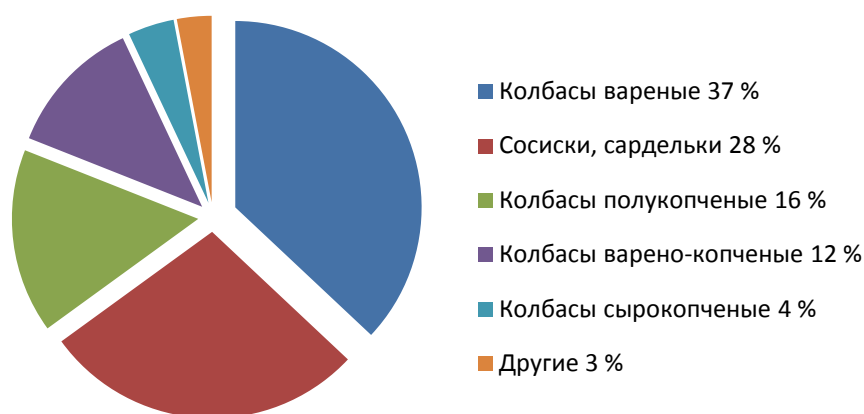


Рис. 1 Сегментация рынка колбасных изделий в 2018 г.

Широкий спрос среди населения, наращивание темпов производства, щадящие режимы технологической обработки, обеспечивающие равномерное распределение компонентов фарша, исключая наличие высоких температурных режимов, а также благоприятная динамика роста объемов выпускаемых колбасных изделий – совокупность этих факторов обосновывает рациональность выбора вареных колбас в качестве объекта обогащения.

Еще одним аспектом в сторону выбора вареной колбасы в качестве объекта обогащения является предполагаемое технологией ее производства использование нитрита натрия, пищевой добавки E250, относящейся к группе консервантов. Количество нитрита натрия строго регламентируется практически во всех странах. В России нитрит натрия допускается к применению только в составе НИСО или рассолов и количество его равно 7,5 г на 100 кг несоленого мясного сырья. Добавляясь на этапе посола, азотистая кислота в составе нитрита натрия в результате взаимодействует с белком мяса – миоглобином, пигментом мяса, на 90 % влияющим на итоговый цвет продукта. В результате сложных химических преобразований возможны образования трех различных форм миоглобина (оксимиоглобина, нитрозомиоглобина и метмиоглобина), различающиеся цветовой характеристикой, готовое мясо приобретает конечный цвет. При соблюдении всех условий и технологических параметров колбасное изделие имеет розовую окраску. В таком продукте преобладает нитрозомиоглобин. Минусом данного процесса является токсичность и мутагенность нитрита натрия, способного вызвать негативное воздействие на организм человека при использовании в больших количествах. Некоторыми исследователями выдвигаются предположения, что даже установленное в ГОСТ Р 52196-2011 количество добавки E250 может быть достаточно для образования вредных нитрозаминов. Несмотря на это, использование нитрита натрия является неотъемлемой частью мясной промышленности. Отсутствие альтернативы, в связи с антибактериальной и антиокислительной функциями добавки, не позволяет полностью исключить его из рецептуры мясных изделий [6, 7].

Поэтому предполагается частичная замена нитрита натрия биологически активными веществами. Обзор литературы по данной тематике и результаты прошлых исследований [8-12] показали, что наиболее подходящими на роль обогащающих компонентов являются водорастворимые витамины: В₁, В₂, В₃ и витамин С. Аскорбиновая кислота используется в качестве восстановителя в традиционной технологии производства мясных изделий в составе пищевой добавки из группы антиокислителей E300, превращая нитрит натрия в окись азота, тем самым ускоряя процесс образования нитрозомиоглобина. Тиамин (витамин В₁) обладает антиоксидантным воздействием в отношении аскорбиновой кислоты, рибофлавин (витамин В₂) применяется в качестве красителя и способствует образованию ниацина (витамина РР) из аминокислоты триптофана, использование которого (из-за структурной схожести с небелковой частью миоглобина – гемом) способствует улучшению цвета мясного продукта при хранении. При анализе результатов научного труда [13]

было выявлено положительного влияния на окраску мясного продукта открытого российским химиком Т.Е. Ловицем в березовой воде вещества бетулина – природного соединения из группы тритерпенов, получаемого экстрагированием из коры и сока березы. Наиболее распространенная форма производства бетулина как БАД к пище в виде капсул с порошком. Само вещество представляет собой кристаллическое органическое вещество, белого цвета, без запаха и вкуса, температура плавления равна 240-260 °С. Химическая формула: C₃₀H₅₀O₂. Применительно к мясному продукту бетулин выступает в роли восстановителя, выполняя антиоксидантное воздействие, и проявляет эмульгирующее свойство в отношении жиров. Биологическое действие добавки проявляется основными свойствами: противовоспалительным, иммуномодулирующим, антиоксидантным, гастро- и нейтропротекторным, антимуtagenным [14]. БАД соответствует требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» п. 1.10.5 по микробиологическим показателям, содержанию токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов. Суточная потребность организма человека в бетулине составляет 80 мг. Не рекомендуется принимать беременным и кормящим женщинам [15].

Совместное использование данных БАВ должно благоприятно отразиться на стабилизации цвета конечного мясного продукта и позволить получить функциональный продукт питания по нескольким компонентам.

Объекты и методы исследований

Для изготовления вареной колбасы использовали следующее мясное сырье: говядину жилованную 1 сорта по ГОСТ Р 54704-2011, свинину жилованную нежирную (жировой ткани до 30 %) по ГОСТ Р 54704-2011, шпик свиной хребтовой по ГОСТ 31778-2012.

Массовую долю белка в мясном сырье определяли арбитражным методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-2017 и ГОСТ Р 50453-92. Определение массовой доли жира – ускоренным методом по ГОСТ 23042-2015. Определение массовой доли влаги – методом арбитражной сушки по ГОСТ 9793-2016.

Для обогащения использовали витаминные концентраты: раствор тиамин хлорида, раствор рибофлавина, раствор никотината натрия, порошок аскорбиновой кислоты и порошкообразный экстракт «Бетулиновый березовый». В таблице 1 представлены исследуемые уровни обогащения колбасы витаминами.

Таблица 1

Количества витаминов для обогащения вареной колбасы, мг на 100 г сырья

Уровень обогащения	Витамин				Сумма
	тиамин	рибофлавин	ниацин	аскорбиновая кислота	
Нижний (-1)	1,0	0,3	5,0	25,0	31,3
Нулевой (0)	1,25	0,65	10,0	50,0	61,9
Верхний (1)	1,5	1,0	15,0	75,0	92,5

Для установления уровня обогащения, достаточного для стабилизации цвета вареной колбасы, были приготовлены и исследованы 9 опытных образцов с различными дозировками витаминов и бетулина (таблица 2). В образцы вносили уменьшенное в сравнении со стандартными рецептурами количество нитрита натрия – 3,5 мг на 100 г сырья. Возможность снижения нитрита натрия до такого уровня была установлена в предыдущих исследованиях [11, 12]. Витамины и бетулин вносили на стадии куттерования.

Таблица 2

Количество вносимых обогащающих компонентов при приготовлении экспериментальных образцов вареных колбас

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суммарное количество витаминов, мг	92,5	31,3	92,5	31,3	92,5	31,3	61,9	61,9	61,9
Количество бетулина, мг	40,0	40,0	20,0	20,0	30,0	30,0	40,0	20,0	30,0

Органолептическую оценку вареных колбас осуществляли по специально разработанной шкале, при этом оценивали цвет, внешний вид, вкус, запах, сочность, консистенцию.

Общие пигменты определяли при последовательном экстрагировании пигментов мяса водным и солянокислым ацетоном и фотоколориметрированием вытяжки при длине волны 540 нм в отношении солянокислого ацетона [16].

Установление оптимальных количеств вносимых витаминных концентратов (Мв) и бетулина (Мб) осуществляли с помощью ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов [17]. В качестве частных откликов выступали суммарная органолептическая оценка (О, баллы) и общее содержание пигментов (Оп, ед. оптической плотности).

Для проведения микробиологических исследований и установления хранимоспособности колбас с пониженным содержанием нитрита натрия было изготовлено 4 образца вареных. Образец А был изготовлен по ГОСТ Р 52196-2011 и являлся контрольным. Остальные образцы были обогащены витаминами и бетулином в количествах, установленных в описанном выше эксперименте, но отличались дозировками нитрита натрия: образец Б – 2,5 мг нитрита натрия на 100 г сырья; образец В – 2,5 мг нитрита натрия на 100 г сырья; образец Г – 7,5 мг нитрита натрия на 100 г сырья.

Отбор и подготовка проб для микробиологического анализа осуществлялась по ГОСТ 32901-2014, ГОСТ 20264.1-89, ГОСТ 26669-85, ГОСТ 31904-2012, ГОСТ 10444.15-94.

Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) осуществляли по ГОСТ 10444.15-94. Метод основан на высеве продукта или разведения навески продукта в питательную среду, инкубировании посевов, подсчете всех выросших видимых колоний.

Результаты исследований

В таблице 3 представлены результаты исследования химического состава мясного сырья для изготовления вареной колбасы. Установлено соответствие химического состава сырья требованиям стандартов.

Таблица 3

Химический состав мясного сырья, %

Наименование мясного сырья	Массовая доля влаги	Массовая доля белка	Массовая доля жира	Массовая доля золы
Говядина жилованная 1 сорта	73,7	22,86	2,01	1,43
Свинина жилованная нежирная	72,3	21,09	5,48	1,13
Шпик свиной	10,17	6,75	83,05	0,03

В таблице 4 представлена органолептическая характеристика 9-ти экспериментальных образцов вареных колбас и общее содержание в них пигментов.

Таблица 4

Варьирование обогащающих компонентов в рецептуре вареной колбасы

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суммарное количество витаминов, мг	92,5	31,3	92,5	31,3	92,5	31,3	61,9	61,9	61,9
Количество бетулина, мг	40,0	40,0	20,0	20,0	30,0	30,0	40,0	20,0	30,0
<i>Результаты органолептической оценки обогащенной вареной колбасы</i>									
Цвет	6,72	5,76	5,60	5,28	5,76	5,28	5,44	6,08	5,92
Внешний вид	5,74	5,46	5,60	4,62	5,60	4,62	6,02	5,18	5,18
Вкус	4,92	3,84	4,44	3,48	4,32	3,84	4,56	4,32	3,72
Запах	3,36	2,88	3,28	2,80	3,12	2,88	2,80	2,96	2,32
Сочность	2,40	1,98	2,22	1,62	2,22	2,04	2,52	2,46	2,04
Консистенция	1,64	1,40	1,60	1,44	1,56	1,44	1,68	1,60	1,36
<i>Результаты физико-химических исследований обогащенной вареной колбасы</i>									
Общее содержание пигментов, единицы оптической плотности	0,115	0,100	0,114	0,105	0,093	0,109	0,105	0,103	0,105

Данные таблицы 5 позволили составить план эксперимента (Табл. 5).

Таблица 5

План эксперимента при оптимизации рецептуры вареной колбасы

Номер опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Обобщенный параметр оптимизации
	Мв, мг	Мб, мг	О, баллы	Оп, ед. о. пл.	S_{O^2}	S_{Op^2}	
1	92,5	40	24,78	0,115	0,0068	0,0543	0,0611
2	31,3	40	21,32	0,100	0,0443	0,1109	0,1552
3	92,5	20	22,74	0,114	0,0250	0,0576	0,0826
4	31,3	20	19,24	0,105	0,0826	0,0900	0,1726
5	92,5	30	22,58	0,093	0,0268	0,1444	0,1712
6	31,3	30	20,10	0,109	0,0653	0,0745	0,1398
7	61,9	40	23,02	0,105	0,0217	0,0900	0,1117
8	61,9	20	22,60	0,103	0,0266	0,0980	0,1246
9	61,9	30	20,54	0,105	0,0573	0,0900	0,1473

В результате математической обработки данных таблицы 6 были установлены оптимальные количества вносимых в вареную колбасу витаминов – 65,4 мг на 100 г сырья (тиамина – 1,2 мг, рибофлавина – 0,7 мг, ниацина – 10,6 мг, аскорбиновой кислоты – 52,9 мг) и бетулина – 29,4 мг на 100 г сырья.

Расчетным путем установлено, что помимо обеспечения стабильности цвета вареных колбас, внесение витаминов и бетулина позволяет обогатить продукт этими веществами. Учитывая сохранность обогащающих компонентов при переработке сырья, было установлено, что потребление 100 г колбасы удовлетворяет суточную потребность человека в тиамине на 81,3 %, рибофлавине на 45,6 %, ниацине на 44,5 %, аскорбиновой кислоте на 41,7 %, бетулине на 31,3% [18].

Данное количество витаминов и бетулина использовали для обогащения образцов вареных колбас с различным дозировками нитрита натрия. Результаты микробиологических исследований полученных образцов при хранении их при температуре 0...4 °С представлены в таблице 6

Таблица 6

Результаты микробиологических показателей обогащенной вареной колбасы в процессе хранения при температуре 0...4 °С

День исследования	КМАФАнМ, КОЕ/г			
	Образец А	Образец Б	Образец В	Образец Г
Норматив	1x10 ³			
0-я точка (контроль)	1,2x10 ²	1,8x10 ²	1,5x10 ²	1,0x10 ²
1 сутки	1,3x10 ²	2,3x10 ²	1,8x10 ²	1,2x10 ²
5 сутки	2,9x10 ²	3,5x10 ²	3,1x10 ²	2,5x10 ²
10 сутки	3,8x10 ²	5,2x10 ²	4,5x10 ²	3,2x10 ²
15 сутки	5,9x10 ²	7,6x10 ²	6,3x10 ²	4,8x10 ²
20 сутки	6,7x10 ²	9,8x10 ²	8,5x10 ²	7,2x10 ²
25 сутки	8,5x10 ²	1,2x10 ³	9,7x10 ²	8,9x10 ²
30 сутки	9,8x10 ²	2,5x10 ³	1,5x10 ³	9,5x10 ²

Согласно данным микробиологических исследований, приведенным в таблице 7, удалось установить срок годности образцов вареной колбасы в процессе хранения при оптимальных условиях (0-4 °С). Наибольшим сроком хранения обладают Образцы А и Г – до 30 суток при условии сохранности оболочки и до 72 ч после ее вскрытия; затем образец В – до 25 суток; меньшим – образец Б: до 20 суток.

Выводы

Совместное использование комплекса водорастворимых витаминов (тиамина, рибофлавина, ниацина и аскорбиновой кислоты) и бетулина в рецептуре вареных колбас позволяет снизить количество вносимого нитрита натрия до 3,5 г на 100 кг мясного несоленого сырья, то есть на 53,3% от изначального количества. Внесение витаминного комплекса в количестве 65,4 мг на 100 г сырья и бетулина в количестве 29,4 мг на 100 г сырья способствует не только стабилизации цвета мясного продукта, но и обогащению его этими нутриентами. Готовый продукт является безопасным за счет пониженного содержания нитрита натрия и относится к категории функциональных продуктов по содержанию тиамина, рибофлавина, ниацина, аскорбиновой кислоты и бетулина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Княжев В.А., Суханов Б.П., Тутельян В.А. Правильное питание. Биодобавки, которые вам необходимы – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1998. – 208 с.
- 2 Политика здорового питания. Федеральный и региональный уровни / В.И. Покровский, Г.А. Романенко, В.А. Княжев и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с.
- 3 Распоряжение правительства РФ № 1873-р. Основы государственной политики в области здорового питания населения на период до 2020 года. – 2010.
- 4 Постановление № 31. О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения. – 2013.
- 5 Маркетинговые исследования рынка IndexBox Russia [Электронный ресурс]. URL: <http://indexbox.ru/>
- 6 Кудряшов Л.С., Кудряшова О.А., Саранцев Т.А. Некоторые аспекты применения нитрита натрия в мясных продуктах // Хранение и переработка сельхоз. сырья. – 2017. – № 5. – С. 35-37.
- 7 Дымар О.В. Гордынец С.А., Калтович И.В. Разработка технологии производства вареных колбас функционального назначения с пониженным содержанием нитрита натрия // Мясной ряд. – №1. – 2013. – С. 65-70.
- 8 Патракова С.И., Гуринович Г.В. Технология функциональных мясопродуктов: учебно-методический комплекс. – Кемерово, 2007. – 128 с.
- 9 Позняковский В.М., Шатнюк Л.Н., Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / Наука и технология. – 2004. – С.516.
- 10 Толкунов С. Н., Бидюк А.Я., Толкунова Н.Н. Обеспечение приемлемых цветовых характеристик колбасного фарша при низком уровне добавления нитритов // Пищевая промышленность. – 2006. – №8. – С. 32.
- 11 Вихров Д.В., Агафонова С.В., Байдалинова Л.С. Использование витаминно-минерального комплекса «Биомакс» в технологии вареной колбасы // Вестник молодежной науки: сетевое издание – КГТУ. – Калининград, 2016. - №4(6). – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2016/12/Vikhrov-6.pdf>
- 12 Вихров Д.В., Агафонова С.В. Использование витаминов и растительных компонентов для стабилизации цвета вареных колбас // Вестник молодежной науки: сетевое издание – КГТУ. – Калининград, 2017. - №5 (12). – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2018/01/Vikhrov-512.pdf>
- 13 Мурашев С.В., Светличная В.Д., Петухова Д.Б. Особенности изменения цветового тона вареных колбасных изделий, возникающие под влиянием бетулина // НИУ ИТМО. Сер.«Процессы и аппараты пищевых производств». – № 4. – 2014. – С. 131.
- 14 Matsuda H., Ishikado A., Nishida N. Hepatoprotective, superoxide scavenging and antioxidative activities of aro-matic constituents from the bark of betula platyphylla var. japonica // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 1998. Vol. 8. P. 2939–2944.
- 15 Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 28 мая 2010 года № 299.

16 Современные методы анализа мяса и мясопродуктов / Э.Ш. Юнусов [и др.] – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 156 с.

17 Мезенова О.Я. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства продуктов питания путем математического планирования эксперимента. – Калининград КГТУ, 2008. – 45 с.

18 МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

THE USE OF COMPLEX WATER-SOLUBLE VITAMINS AND BETULIN FOR STABILIZING THE COLOR OF COOKED SAUSAGES

Vikhrov Denis Vital'evich, Student
Agafonova Svetlana Viktorovna, Candidate of Technical Sciences,
associate Professor

Kalinihrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: svetlana.agafonova@klgtu.ru

The chemical composition of raw meat for the production of cooked sausages was studied. Organoleptic and physico-chemical parameters characterizing the quality of samples of cooked sausages with different content of vitamin concentrates and betulin were investigated. The optimal amounts of vitamins introduced into cooked sausage – 65.4 mg per 100 g of raw materials (thiamine – 1.2 mg, Riboflavin – 0.7 mg, Niacin – 10.6 mg, ascorbic acid – 52.9 mg) and betulin – 29.4 mg per 100 g of raw materials were determined. The results of microbiological studies of cooked sausages with a low content of sodium nitrite are presented.

УДК 661.124

ПОЛУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЛАНТОИНА ИЗ ВЕТОЧЕК ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ

Воронцов Станислав Андреевич, студент
Мезенова Ольга Яковлевна, д-р тех. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: stas13061337@gmail.com, mezenova@klgtu.ru

*Обоснована технология получения аллантоина из веточек облепихи крушиновидной вида *Hippophae rhamnoides L.* путем его экстракции раствором этилового спирта. Установлены рациональные параметры экстракции (температура, pH, концентрация этилового спирта) при количественной идентификации аллантоина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Разработана технологическая схема производства аллантоина и отмечены перспективы его производства из дикорастущей облепихи Калининградской области*

В настоящее время возрос интерес к лекарственным и косметическим препаратам из дикорастущих растений. Плоды и листья облепихи вида *Hippophae rhamnoides L.* издавна применялись в народной медицине в качестве источника антисептических, отхаркивающих, противоожоговых, болеутоляющих компонентов, а облепиховое масло активно используется в медицине, косметологии и пищевой промышленности.

На территории Калининградской области, прежде всего, Земландском полуострове, произрастает большое количество дикорастущей облепихи крушиновидной, площадь ее ареала составляет около 1150 га, среднегодовой урожай плодов составляет около 1450 т, соотношение полов в популяции облепихи - 42 % мужских и 45 % женских растений, средний возраст растений – 8 лет. Преобладающее жизненное состояние растений - 80 % зрелых генеративных особей, возрастной спектр полночленный и включает все возрастные состояния.

Несмотря на такое значительное количество занятых облепихой площадей, ее биопотенциал, как источник многих биологически активных веществ, полностью не используется [1,2]. Если ягоды облепихи еще собираются частными лицами и применяются для изготовления варений, джемов, компотов, облепихового масла и других пищевых изделий, то листья, кора и побеги облепихи из-за недостаточной изученности и по ряду других объективных причин вообще не используются [3].

Следует отметить, что в побегах и коре облепихи содержится ценное биологически активное вещество аллантиин, являющееся производным мочевины, которое применяется в практике в качестве протеолитического и антимикробного средства в составе косметических и лекарственных препаратов и кремов.

Аллантиин природный содержится в слизи улиток, окопнике лекарственном, но основной источник его получения - мочевины крупного рогатого скота. Получение аллантиина из растительного сырья более предпочтительно для косметических компаний, ориентирующихся на дорогую натуральную косметику [3]. Благодаря противовоспалительному эффекту Всемирная Организация Здравоохранения включила аллантиин в список анестетиков и рекомендует его концентрации в готовом продукте 0,5 - 2 % массы.

В настоящее время в России производство аллантиина отсутствует, его поставки осуществляются исключительно из стран Евросоюза и Азии. Европейский продукт более считается высокого качества, его применяют в фармацевтике при варьировании цены от 1 до 145 долларов за грамм. Китайский аллантиин стоит в среднем 10 тысяч долларов за тонну, но он более низкого качества и не соответствует требованиям, предъявляемым к фармацевтическим препаратам [4].

Сейчас аллантиин производит ООО «Модификатор» и фирма «Новохим» г. Томск. по разработанному ТУ. Аллантиин получают путем конденсации глиоксалево́й кислоты и мочевины из животного сырья, при этом в Томске есть производство глиоксаля. Отечественный аллантиин не уступает по качеству импортному, однако его производство не покрывает потребности отечественного рынка. Средняя цена российского аллантиина составляет 500 рублей за 1 кг готового продукта, что в перерасчёте в иностранную валюту составляет 7800 долларов за 1 т готового продукта [5].

Представляется перспективным организовать в Калининградской области получение аллантиина из быстро растущей и широко произрастающей здесь региональной облепихи. В регионе имеются фармацевтические предприятия (ООО «Медисана-Фарм», ООО «Панацея Фарм», ООО «Медицинские технологии» и др.), на которых можно было бы организовать использование аллантиина в качестве фармакологического средства.

Целью настоящих исследований являлось обоснование технологической схемы получения аллантиина из молодых побегов облепихи крушиновидной вида *Hippophae rhamnoides L.*, произрастающей в Калининградской области, и анализ перспектив его применения аллантиина в косметической продукции российского производства.

Исследования по обоснованию рациональных параметров извлечению аллантиина из веточек облепихи проводились в экспериментальной биохимической лаборатории научно-консультирующего исследовательского центра UBF – Untersuchungs-, Beratungs-, Forschungslaboratorium GmbH в Берлине, с конца мая до начала августа 2018 года.

В исследовании использовались побеги и веточки облепихи крушиновидной *Hippophae rhamnoides L.* 2017 и 2018 годов двух различных сортов: Лекора (Lekora), произрастающие в своей основной массе на побережьях Германии вдоль Балтийского моря, в том числе на территории Калининградской области и Херго (Herger), который также распространен по всей территории Германии.

Первоначально было необходимо подобрать растворитель и обосновать рациональные факторы экстракции аллантиина из молодых побегов облепихи. В процессе исследований были апро-

бировааны разлчнне растворители, наибольший эффект показал этиловый спирт. Исследовалось разлчное сырье (веточки, кора, прошлогодние и свежие побеги облепихи). Варьировались факторы экстракции (активная кислотность, температура экстракции, продолжительность). Для повышения эффективности выхода аллантаина применялась ультразвуковая баня с регулировкой температуры и широким диапазоном частоты и длины волны. Результаты контролировались анализом образцов полученных экстрактов (рис. 1) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

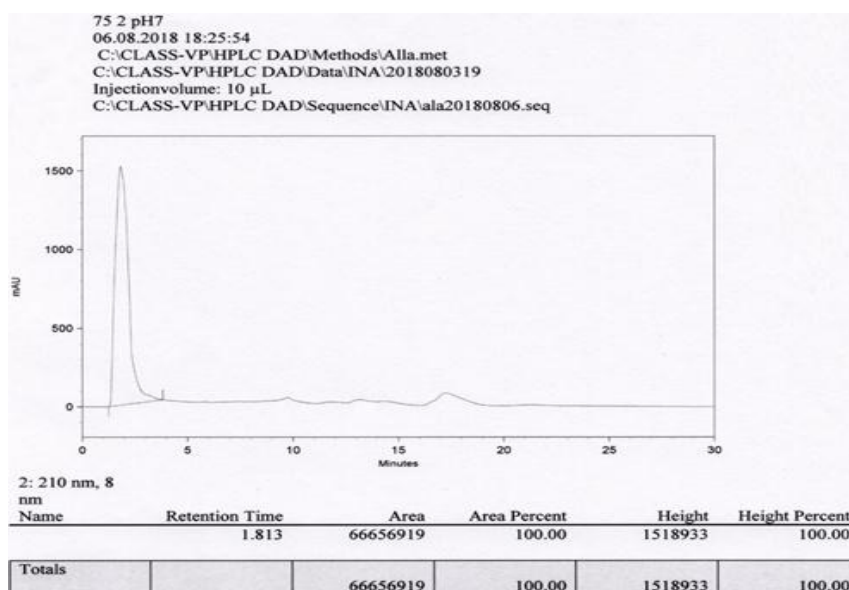


Рис. 1. Хроматограмма количественного определения аллантаина методом ВЭЖХ из этиловых экстрактов из веточек облепихи крушиновидной

Из рисунка 1 следует, что наличие аллантаина фиксируется в промежутке времени с первой по третью минуту от начала работы ВЭЖХ. После максимально возможного выхода в начале второй минуты, начинается резкий спад с последующим плавным спадом, что свидетельствует о наличии в составе веточек облепихи аллантаиновой кислоты. Начиная с десятой по пятнадцатую минуты, происходит выделение дубильных веществ, тритерпеновых кислот, флаваноидных соединений и других веществ. Последним же выделяющимся в промежутке с семнадцатой по девятнадцатую минуту веществом является мочевая кислота, которая завершает количественное определение ВЭЖХ в этиловых экстрактах из побегов облепихи.

Результаты количественной экстракции аллантаина при различной рН и варьировании концентрации водного раствора экстрагента (этилового спирта) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание аллантаина в водно-спиртовых экстрактах из молодых побегов облепихи сорта Лекора в кислой (рН=5) и нейтральной (рН=7) средах

Lekora					
рН7			рН5		
Процентное соотношение вода : этанол	С [мг/10мл]	Погрешность	Процентное соотношение вода : ацетат аммония	С [мг/10мл]	Погрешность
100:0	0,120	±0,001	100:0	0,113	±0,001
75:25	0,200	±0,001	75:25	0,124	±0,001
50:50	0,182	±0,001	50:50	0,119	±0,001
\bar{X}	0,167		\bar{X}	0,119	
ω , мг%	0,837		ω , мг%	0,593	

Анализ результатов исследования позволили установить следующие рациональные параметры для экстракции аллантаина из побегов облепихи крушиновидной, позволяющие получить наибольший выход аллантаина (0,084 мг % от массы сырья) : рН=7, температуре экстракции - от 20 до 21 С°, продолжительность – 2 часа при концентрации водного раствора этилового спирта 25%.

Учитывая полученные экспериментальные данные, были разработаны проекты технических условий и технологической инструкции (ТУ 2639-013-00471544-2019 «Аллантаин из молодых побегов облепихи крушиновидной *Hippophaerhamnoides L.*»), регламентирующих получение аллантаина из побегов облепихи, подобрано соответствующее аппаратное представление, обеспечении теххимический контроль производства. Соответствующая технологическая схема производства аллантаина из побегов облепихи крушиновидной приведена на рис. 2.

Побеги облепихи первоначально грубо измельчают ударно-дробным способом в течение часа до размеров 0,5-2 мм, затем помещают в щековую дробилку, в которой их измельчают до состояния мелкой крошки с диаметром частицы не более 1 мм. Полученную смесь помещают в экстрактор, куда заливают 25%-й раствор этилового спирта при соотношении 1:2. Смесь перемешивают со скоростью 20-50 оборотов в минуту в течение 2 часов в экстракционном аппарате с ультразвуковой ванной при температуре 20-30 °С и частотой излучения УЗ от $10^5 \dots 10^7$ Гц при длине волны $\lambda = 1,5 \times 10^{-2} \dots 1,5 \times 10^{-4}$ см, в нейтральной среде (рН=7). После экстракции полученный раствор поступает на очистку и концентрирование, а облепиховая древесная масса после фильтрования направляется на прессование. Полученный раствор аллантаина помещают в декантерную центрифугу, в которой происходит отделение осадка, а оставшийся раствор после очистки кристаллизуется при температуре 50°С и выпадает белым осадком. Полученный осадок высушивают для удаления остатков спирта и воды в течение 2 часов конвекционным способом до влажности около 5%.

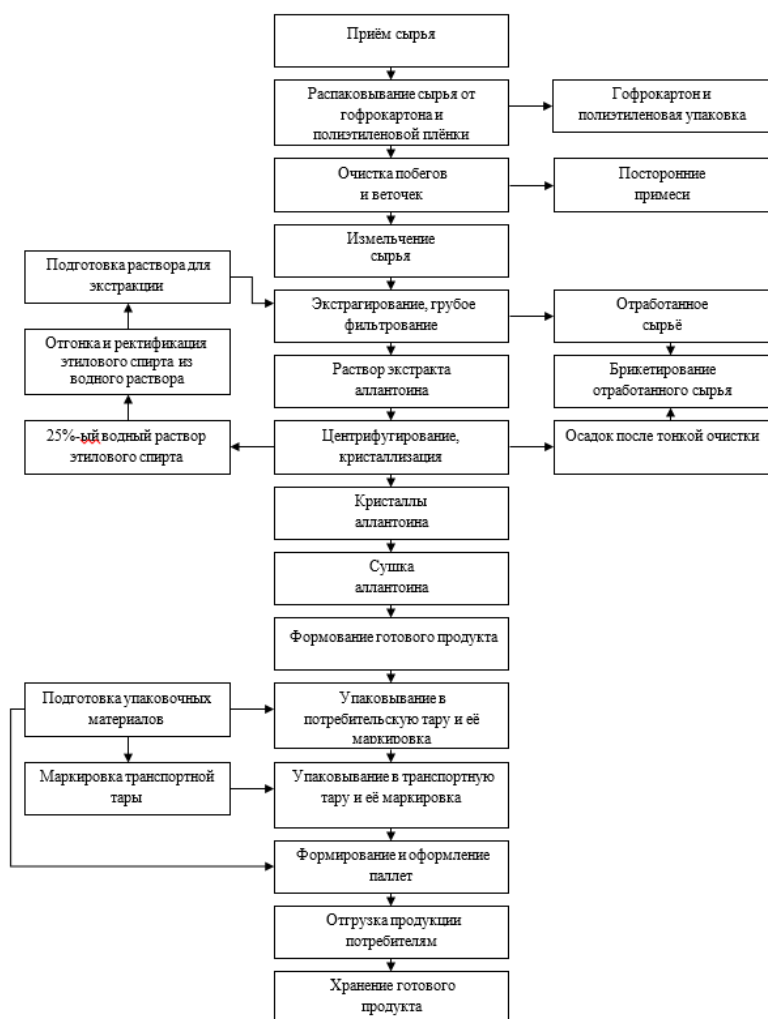


Рис.1 Технологическая схема производства аллантаина

Органолептические показатели качества аллантина: это кристаллы тетрагональной формы белого цвета, без посторонних примесей, вкуса и запаха; плотность - не более 1450 кг/м³; вязкость 2 %-го водного раствора - не более 6,0-6,7 мПа×с; рН 2 %-го водного раствора - не более 6,5-7,0. По безопасности полученный аллантин должен соответствовать показателям, регламентированным в Техническом Регламенте Таможенного Союза ТР ТС 033/2013 и ТР ЕАЭС 041/2017.

Таким образом, производство аллантина из побегов и веточек облепихи крушиновидной, произрастающей в Калининградской области, является рациональным, поскольку на территории региона поросль дикорастущего кустарника не реализует всех возможностей своего потенциала и практически не перерабатывается. Выпуск аллантина на территории региона будет способствовать развитию фармакологического и биотехнологического производства, разработке новых лекарственных и косметических препаратов. Обоснованы перспективы применения и развития производства аллантина из веточек облепихи крушиновидной на территории Калининградской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Федеральные целевые программы России. Социально экономическое положение Калининградской области. – 2019. [Электронный ресурс] URL: http://www.programs-gov.ru/37_1.php (дата обращения 12.07.2019);

2 Правительство Калининградской области. Географическое положение. – 2019. [Электронный ресурс] URL: <https://gov39.ru/region/> (дата обращения 11.07.2019);

3 Азарова О.В. Кора и побеги облепихи крушиновидной - новый сырьевой источник биологически активных веществ: дисс... канд. биол. наук: 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов/ АГАУ; О.В. Азарова. – Барнаул, 1998. – 79-113 с. [Электронный ресурс] URL: <https://www.dissercat.com/content/kora-i-pobegi-oblepikhi-krushinovidnoi-novyi-syrevoi-istochnik-biologicheskii-aktivnykh-veshch> (дата обращения 26.06.2019);

4 Кузнецова Е.А. Технология получения аллантина разработана в Томске /Е.А. Кузнецова// Новости GMP. – 2014. [Электронный ресурс] URL: <https://gmpnews.ru/2014/10/tehnologiya-polucheniya-bolee-kachestvennogo-i-deshevogo-allantoina-razrabotana-v-tomske/> (дата обращения 03.07.2019);

5 НОВОХИМ. Продукты органического синтеза. Аллантин. – 2017. [Электронный ресурс] URL: <http://novochem.ru/products/raw/allantoin/> (дата обращения 14.07.2019);

OBTAINING AND PROSPECTS OF APPLICATION ALLANTOIN FROM SEA BUCKTHORN

Vorontsov Stanislav Andreevich, graduate student

Mezenova Olga Yakovlevna, doctor of technical sciences, professor

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: elenasumina.95@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

The technology of obtaining Allantoin from the branches of sea buckthorn of Hippophae rhamnoides L. is substantiated. Allantoin is an effective number of drugs, cosmetics and creams. Traditionally, it is obtained from uric acid. Allantoin from the branches of the sea buckthorn of Hippophae rhamnoides L. is substantiated. A technological scheme for the production of allantoin has been developed and the prospects for its production from wild buckthorn of the Kaliningrad region have been noted.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

Исакова Татьяна Сергеевна, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: kartashevats@mail.ru

Птицеперерабатывающая промышленность Калининградской области развивающаяся и весьма перспективная. Существует необходимость в расширении ассортимента продуктов переработки мяса птицы, в том числе функциональной направленности. Целью научно-исследовательской работы стало разработать и обосновать технологию обогащенных витамином С рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с брокколи.

Таким образом, был получен диетический продукт из мяса птицы, содержащий в своем составе полезные вещества брокколи и удовлетворяющий порцией в 200 г суточную потребность в витамине С на 72 %

Птицеводство – комплексная отрасль, которая включает в себя разведение кур, перепелок, индеек, уток и т.д. Это одна из наиболее динамично развивающихся отраслей сельского хозяйства.

За последние два десятилетия производство мяса птицы в мире возросло более чем в три раза. Основными причинами такого роста являются высокие питательные и диетические свойства птичьего мяса, а также высокая эффективность промышленного птицеводства. Затраты кормов на производство одного килограмма мяса бройлеров в 2 раза ниже, чем на производство одного килограмма свинины и в 3 раза ниже, чем на производство одного килограмма говядины.

В настоящее время в Калининградском регионе производится 25 тысяч тонн мяса птицы, пищевая потребность жителей обеспечена на 90 %. В регионе работает порядка 36 малых и крупных птицеперерабатывающих предприятия. Регулярно расширяется это производство. Регион активно выполняет поставленную правительством РФ задачу развития импортозамещения по мясу птицы.

Одним из путей повышения эффективности работы птицеперерабатывающей отрасли является рациональное использование мяса птицы, основанное на глубокой переработке и предусматривающее внедрение в рецептуру компонентов, повышающих биологическую ценность конечного продукта.

Химический состав мяса птицы практически не отличается от мяса убойных животных по содержанию биологически ценных белков. При этом процентное содержание основных компонентов мяса птицы практически аналогично убойным животным.

О биологической ценности мяса птицы также свидетельствует высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот птичьего жира, особенно линолевой (16,33% от общего жира), которые легко усваиваются организмом, благодаря низкой температуре плавления.

Анализ структуры и причин смертности в Калининградской области, заболеваемости и инвалидности показал, что приоритетом государственной политики в области здравоохранения должно стать улучшение здоровья населения трудоспособного возраста. Причем акцент должен быть сделан на борьбу с онкологическими заболеваниями, заболеваниями системы кровообращения и внешними причинами смертности (стратегия развития здравоохранения региона до 2020г). В 2018 году коэффициент смертности от опухолевых заболеваний на 100 тысяч населения Калининградской области составил 203, что выше среднего коэффициента России (196,7).

Ученые полагают, что тридцать процентов случаев смертности от рака, можно предотвратить с помощью диеты (Dr. David Jockers DC, Kennesaw, Georgia).

Одним из распространенных растений с доказанным свойством подавлять рост раковых клеток является однолетнее растение из семейства капустных - брокколи.

Содержащиеся в его соцветиях серосодержащие соединения глюкозинолаты с их основным действующим веществом сульфорафаном, обладают антиоксидантными и иммуностимулирующими свойствами, способствует связыванию свободных радикалов в организме и препятствует старению клеток. Кроме того, брокколи содержит большое количество биологически активных веществ: почти все витамины, минералы, аминокислоты (в том числе незаменимые), каротин, органические кислоты, флавоноиды, дубильные вещества, фитонциды, обладающие фунгицидными и бактерицидными свойствами.

Белка в брокколи больше в несколько раз, чем в других видах капусты. Велико содержание витамина С (в 100 граммах свежей брокколи содержится свыше суточной нормы для взрослого человека), витамина А (таблица 1). В ста граммах брокколи (0,78 мг) содержится больше витамина Е, чем в чайной ложке оливкового масла (0,65 мг). Витамин U (или метил-метионин-сульфоний), в составе брокколи способен регулировать и нормализовать уровень кислотности желудочного содержимого, предотвращая этим развитие язв в желудочно-кишечном тракте, разлагается на свету, легко растворяется в воде, гигроскопичен, термолабилен.

Таблица 1

Витаминный состав капусты брокколи

Витамины	Содержание в брокколи на 100 г	Суточная норма	
		для взрослого человека усреднен.	% в брокколи
Витамин А	386 мкг	800 мкг	21
Витамин В1	0,071 мг	1,7 мг	5
Витамин В2	0,117 мг	2 мг	0.11
Витамин В5	0,573 мг	5 мг	6
Витамин В6	0,175 мг	2 мг	9
Витамин В9	63 мкг	25 г	16
Витамин С	89,2 мг	80 мг	149
Витамин Е	0,78 мг	0,25 мкг	5
Витамин К	101,6 мкг	90 мкг	127
Витамин РР	1,107 мг	20 мг	5,5
Витамин U	18.9 мг	200 мг	9,8

Кроме того, брокколи богата микро- и макроэлементами в мг: калий – 316 (13%), сера – 140 (14%), фосфор – 66 (8%), марганец – 0,21 (11%), кремний – 78 (260 %); в мкг: йод – 15 (10%), марганец – 210 (11%), бор – 185 (264% суточной нормы нормы).

Целью научно-исследовательской работы стало разработать и обосновать технологию обогащенных витамином С рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с брокколи.

Методы исследований

Маркетинговое исследование потребителей проводилось методом опроса путем заполнения анкет респондентами. Применялся структурированный опрос.

Органолептическую оценку качества рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с добавлением брокколи проводили согласно ГОСТ 31470-2012. В готовых образцах рубленых полуфабрикатов проводили определение влажности по ГОСТ 9793-74 «Продукты мясные. Методы определения влаги»; определение массовой доли белка и массовой доли жира проводилось расчетным путём (путём учёта белков, жира в каждом ингредиенте и перерасчёте их на готовый продукт).

Определение содержания витамина С в продукте проводилось йодометрическим титрованием, с помощью добавления крахмала и титрованием раствора йода.

Результаты исследования

Среди 160 респондентов, жителей города Калининграда (59% мужчин и 41% женщин возрастом от 18 до 65 лет), 115 наиболее часто предпочитают мясо птицы, в том числе натуральные и рубленые полуфабрикаты (рисунок 1).

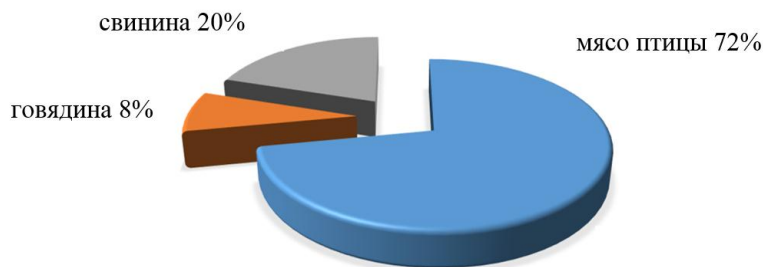


Рис. 1. Диаграмма выбора вида мяса

Также в результате анкетирования было выявлено, что из приобретаемых изделий из мяса птицы рубленые полуфабрикаты пользуются достаточно большим спросом (рисунок 2)

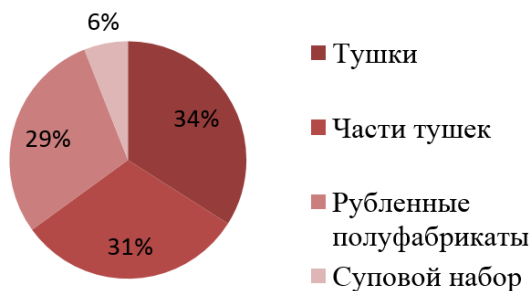


Рис. 2 Диаграмма потребительского предпочтения полуфабрикатов из мяса птицы

Рубленые полуфабрикаты из мяса птицы имеют не большой ассортимент на Калининградском рынке мясных изделий, кроме того, респонденты выразили интерес к низкокалорийным (35% опрошенных), недорогим изделиям из мяса птицы (64%), в том числе функционального назначения (47%).

Исходя из норм содержания ингредиентов, регламентируемых в ГОСТ 31936-2012 «Полуфабрикаты из мяса и пищевых субпродуктов птицы. Общие технические условия» были предложены рецептура обогащенных рубленых полуфабрикатов из мяса птицы, в которой растительное сырье (брокколи) будет замещать мясную составляющую полуфабрикатов на 20, 30 и 40% (таблица 2). Данные пределы были выбраны из соображения достижения оптимальных характеристик консистенции и удовлетворения определенного процента суточной потребности человека в витамине С.

Далее, проведя бальную оценку органолептических показателей была выбрана рецептура рубленых полуфабрикатов из мяса птицы, получившая максимальную оценку органолептических характеристик с заменой мяса птицы брокколи на 40%. При оценке готового фарша были оценены внешний вид, консистенция, запах, вкус, липкость и формообразование.

Исходя из расчета замены мясного сырья 40% брокколи, был получен продукт с содержанием витамина С в сыром полуфабрикате 39,64% и с расчетным содержанием витамина К более 44% от суточной нормы.

Технологическая схема производства рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с брокколи представлена на рисунке 3

Рецептура обогащенных рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с брокколи

Наименование сырья и вспомогательных ингредиентов	Содержание в килограммах на 100 кг с заменой основного сырья брокколи на:		
	20%	30%	40%
Белое и красное мясо птицы	60	50	40
Брокколи	20	30	40
Лук	5	5	5
Соль	1,5	1,5	1,5
Перец черный молотый	1	1	1
Яйцо	5,5	5,5	5,5
Картофельный крахмал	3	3	3
Сухари	4	4	4
Итого	100		

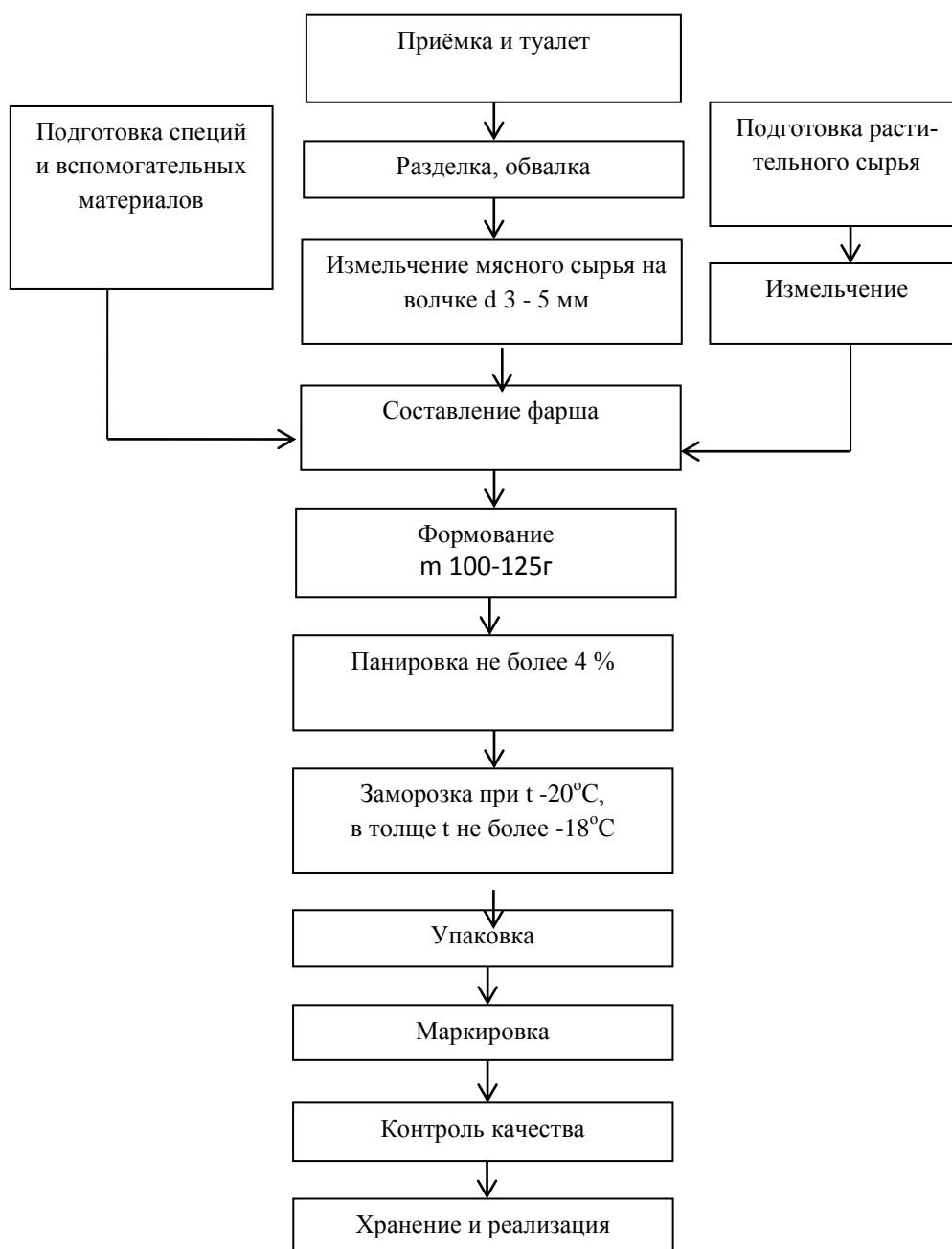


Рис. 3. Технологическая схема производства рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с брокколи

Результаты органолептической оценки готовых рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с брокколи говорят о том, что полученный новый продукт обладает привлекательными потребительскими свойствами, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические показатели обогащенных рубленых полуфабрикатов

Наименование показателя	Характеристика и норма
Внешний вид	Форма овальная, поверхность ровная, без трещин, покрытая тонким слоем панировочных сухарей.
Запах и вкус	Свойственные данному полуфабрикату, с учетом используемых рецептурных компонентов панировки, предусмотренных рецептурой, без посторонних привкуса и запахов
Консистенция	Плотная, нежная
Цвет	Продукт имеет от светло-желтого, до золотисто-коричневого цвета. На разрезе зеленоватые включения брокколи, диаметром не более 2 мм.

По физико-химическим показателям обогащенные рубленые полуфабрикаты из мяса птицы соответствовали показателям, представленным в таблице 3

Таблица 3

Физико-химические показатели обогащенных рубленых полуфабрикатов из мяса птицы

Наименование показателя	Значение показателя, на 100г продукта
Массовая доля белка, %	14,5
Массовая доля жира, %	8,5
Массовая доля хлорида натрия, %	1,5
Массовая доля крахмала, %	3
Массовая доля брокколи %	40
Массовая доля панировки %	4
Массовая доля витамина С, мг	31,7

По микробиологическим показателям обогащенные рубленые полуфабрикаты из мяса птицы соответствовали требованиям ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции".

Полученный диетический продукт предполагает выбор технологии приготовления на пару. Во время приготовления на пару пища не подвергается воздействию слишком высокой температуры — процесс кулинарной обработки происходит при температуре внутри полуфабриката до 75 градусов. Такая невысокая температура позволяет продуктам сохранить максимум полезных веществ.

Согласно обзору исследователей из Калифорнийского университета в Дэвисе, в зависимости от используемого метода, потеря витамина С во время домашней кулинарии, как правило, может варьироваться от 15 до 55 процентов, витамин К устойчив к действию высоких температур.

Результаты анализа содержания витамина С в продукте показали, что рубленый полуфабрикат из мяса птицы, предварительно замороженный, дефростированный в течении 3 часов при комнатной температуре и приготовленный на пару в течении 20 минут имел по-



тери витамина С 27 % (с первоначального 31,7 до 23,13 мг). Таким образом, при расчете на одну порцию полуфабриката общей массой в 200 гр., в которой будет содержаться 80 г брокколи, будет содержаться витамина С 57,8 мг (72% от суточной нормы 80 мг).

Учитывая ранее полученный опыт в области изучения потерь витамина К при кулинарной обработки (витамин К достаточно стабилен) можно предположить, что в аналогичной порции готового рубленного полуфабриката из мяса птицы с добавлением брокколи значение витамина К будет около 80 мкг - 90% от суточной нормы.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, полученный продукт является функциональным. Он будет диетическим, а также стимулировать белковый, жировой, углеводный обмен, обмен холестерина, синтез ряда гормонов, гемоглобина, снизит риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, улучшит иммунную систему человека, также предотвратит появление катаракты и атеросклероза.

Результаты исследования

1 Проведенные маркетинговые исследования показали целесообразность производства рубленых полуфабрикатов из мяса птицы с капустой брокколи в составе. Научно обоснованно и экспериментально подтверждено целесообразность совершенствования технологии.

2 Исследована пищевая ценность продукта, установлены оптимальные органолептические характеристики, количественный уровень содержания брокколи, определен общий химический состав.

3 Технологическая схема производства обогащенных рубленых полуфабрикатов включает в себя следующие операции: прием мясного сырья, подготовка мясного сырья (разделка, обвалка), дозирование компонентов рецептуры, измельчение мяса, составление фарша, формование, панировка, замораживание, маркирование и упаковывание.

4 Определено содержание в сыром и приготовленном на пару рубленном полуфабрикате из мяса птицы витамина С. В приготовленном продукте содержание витамина С позволит удовлетворить суточную потребность взрослого человека на 72% при употреблении в количестве 200г продукта.

5 На новую технологию обогащенных рубленых полуфабрикатов из мяса птицы «Правильные котлеты» подготовлены проекты технической документации (ТИ 10.13.14.167-XXX-00471544-2019 и ТУ 10.13.14.167-XXX-00471544-2019).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ 31936-2012 Полуфабрикаты из мяса и пищевых субпродуктов птицы. Общие технические условия

2 ГОСТ 31962-2013 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия

3 ГОСТ 33854-2016 Капуста брокколи свежая. Технические условия.

4 ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности мяса и мясной продукции"

5 Капуста брокколи (BRASSICA OLERACEA L. VAR. ITALICA PLENCK) как источник ценных лекарственных соединений Потапова Д.А., Рендюк Т.Д., Даргаева Т.Д. Сборник: Молодые ученые и фармация XXI века сборник научных трудов третьей научно-практической конференции с международным участием. 2015. С. 329-333.

6 Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для Различных групп населения Российской Федерации». - М. - 2008 г.

7 Рогов, И.А. Общая технология мяса и мясopодуKтов. Книга 2 учеб.пособие/ И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. - М.: - КолосС, 2001. - 712с.

8 Стефанова, И.Л. Научное обоснование, разработка и реализация технологии продуктов детского и функционального питания из мяса птицы: автореф. дис на соиск. учен. степ. док.техн.наук (05.18.04.) / Изабелла Львовна Стефанова; ГУ ВНИИПП. – Москва, 2005. – 78 с.

9 Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных веществ и энергетической ценности пищевых продуктов/ под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина, проф., д-ра мед.наук М.Н. Волгарева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 224 с

10 Шалимова, О.А. Изменение функциональных свойств белковых компонентов мясного сырья при механической обработке / О.А. Шалимова, И.В. Горькова // Все о мясе – 2006. – № 1 – С.10 – 13.

11 Феденишина Е.Ю. Разработка и обоснование технологии приготовления кулинарной продукции в пароконвектомате: диссертация кандидата технических наук: 05.18.15 Б. м., 2007 139 с.

12 Bioavailability of Sulforaphane from two broccoli sprout beverages: results of a short-term, cross-over clinical trial in Qidong, China

13 Dietary sulforaphane-rich broccoli sprouts reduce colonization and attenuate gastritis in Helicobacter pylori-infected mice and humans. - Division of Clinical Pharmacology, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Tokyo University of Science, Chiba-Ken, Tokyo, Japan

14 Department of Nutrition, Faculty of Human Life Science, Yamaguchi Prefectural University, Japan.

WAYS TO IMPROVE THE FUNCTIONALITY OF RUBLES SEMI-FINISHED POULTRY MEAT

Isakova Tatyana Sergeevna, candidate of technical Sciences

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: kartashevats@mail.ru

Poultry processing industry of the Kaliningrad region is a developing and very promising industry. There is a need to expand the range of products of poultry meat processing, including functional orientation. The purpose of the research work was to justify the technology of high content of vitamin C semi-chop from poultry with broccoli. Thus was obtained dietary product of poultry containing in its composition of nutrients, useful substance broccoli and this the product, which when used in an amount of 200 grams grant daily requirement of vitamin C by 72 %.

УДК 664.68

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБОГАЩЕННОГО ПЕЧЕНЬЯ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

Землякова Евгения Сергеевна, канд. техн. наук, доцент
Васильева Полина Валерьевна, бакалавр

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Проведены маркетинговые исследования на предмет актуальности разработки технологии обогащенного печенья для детского питания. Обоснован выбор сырья, изучена его характеристика. Описана технологическая схема производства обогащённого печенья для детского пита-

ния. Исследованы его физико-химические показатели: массовая доля воды, сахара, жира, минеральных и дубильных веществ, количество клетчатки, щёлочность и намокаемость, а также дана органолептическая оценка готовому продукту. Обоснована функциональность по содержанию клетчатки и дубильных веществ в разработанном новом продукте для детского питания

Кондитерские изделия - продукты питания с большим содержанием сахара, отличающиеся высокой калорийностью и усваиваемостью. Они делятся на два вида: сахаристые и мучные изделия. Основными компонентами мучных кондитерских изделий (МКИ) являются углеводы (от 25 до 70%) и жиры (до 36%), что и определяет их высокую энергетическую ценность. Эти качества МКИ в сумме с высокими вкусовыми характеристиками делают их незаменимыми в питании детей [1].

Основными источниками пищевых волокон и биофлавоноидов, важных составляющих основы рационального питания, являются фрукты, овощи и отруби. Трудно назвать эти источники - продуктами, которые дети употребляют с удовольствием, в отличие от МКИ.

Рафинация современных продуктов привела к истощению рациона пищевыми волокнами и БАВ, поэтому разработка продуктов функционального назначения обогащённых данными веществами, а именно печенья для детского питания, является актуальной темой и перспективным направлением.

Цель исследования – обоснование технологии обогащения печенья, которая позволит получить продукт, предназначенный для детей дошкольного возраста, путем внесения банана, мяты и кукурузной муки.

Предпочтения потребителей в выборе МКИ позволяют выявить перспективные направления обогащения выпускаемой продукции. На основании проведенных весной 2019 года маркетинговых исследований в г. Калининграде был осуществлен анализ потребительского спроса на детское печенье. В опросе приняло участие 100 респондентов, которым было предложено ответить на следующие вопросы:

1. Ваш пол? а) М; б) Ж. 2. Ваш возраст? а) от 18 до 25; б) от 25 до 45; в) до 18; г) старше 45. 3. Есть ли у Вас дети дошкольного возраста? а) да; б) нет. 4. Часто ли Ваши дети употребляют мучные кондитерские изделия? а) каждый день; б) воздерживаю от употребления; в) несколько раз в неделю; г) один раз в неделю. 5. Заинтересовало ли бы Вас обогащённое детское печенье? а) да; б) скорее да, чем нет; в) скорее нет, чем да; г) нет.

На основании обработки анкет построены диаграммы, которые представлены на рисунках 1 - 6.

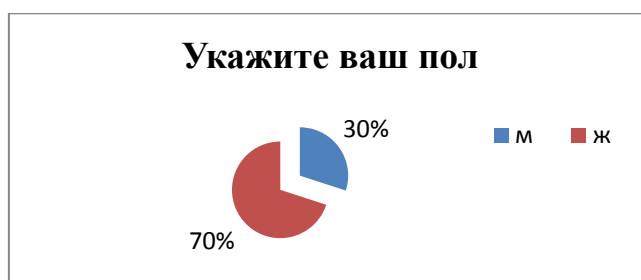


Рисунок 1 Результаты анкетирования, вопрос № 1



Рис.2 Результаты анкетирования, вопрос № 2



Рис. 3 Результаты анкетирования, вопрос № 3



Рис.4 - Результаты анкетирования, вопрос № 4

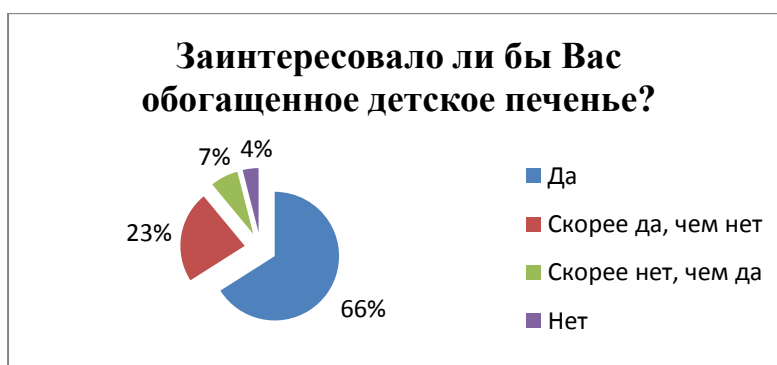


Рис. 5 Результаты анкетирования, вопрос № 5

В опросе приняло участие 70 % женщин и 30 % мужчин, в основном (85%) это люди в возрасте от 18 до 45 лет. У 72 % опрошенных имеются дети дошкольного возраста и подавляющее большинство, а именно 73 % респондентов отметили, что их дети употребляют МКИ каждый день (48%) или несколько раз в неделю (25%), воздерживают от употребления лишь 5 % опрошенных. Результаты ответа на последний вопрос анкеты, представленные на рисунке 5, показывают заинтересованность большинства респондентов (89%) в появлении нового обогащенного печенья для детского питания. Таким образом, разработка технологии обогащенного печенья для детского питания, по результатам маркетингового исследования, является актуальной и своевременной.

Производство печенья предусматривает использование классического сырьевого материала – пшеничной муки, питьевой воды, яйцепродуктов, сливочного масла, сахара и разрыхлителя. При изготовлении нового продукта было выделено несколько проблем: избыточный вес детей из-за большого потребления сахара, риски связанные с высоким гликемическим индексом, гиперактивность. В рецептуру нового продукта вводятся новые компоненты. Часть пшеничной муки заменяется на кукурузную, ГИ индекс которой значительно ниже, а содержание клетчатки выше. Банан, также как источник клетчатки и минеральных компонентов и в качестве частичной замены сахара.

Также экстракт мяты, для профилактики гиперактивности у детей.

Технологическая схема производства обогащенного печенья для детского питания представлена на рисунке 6

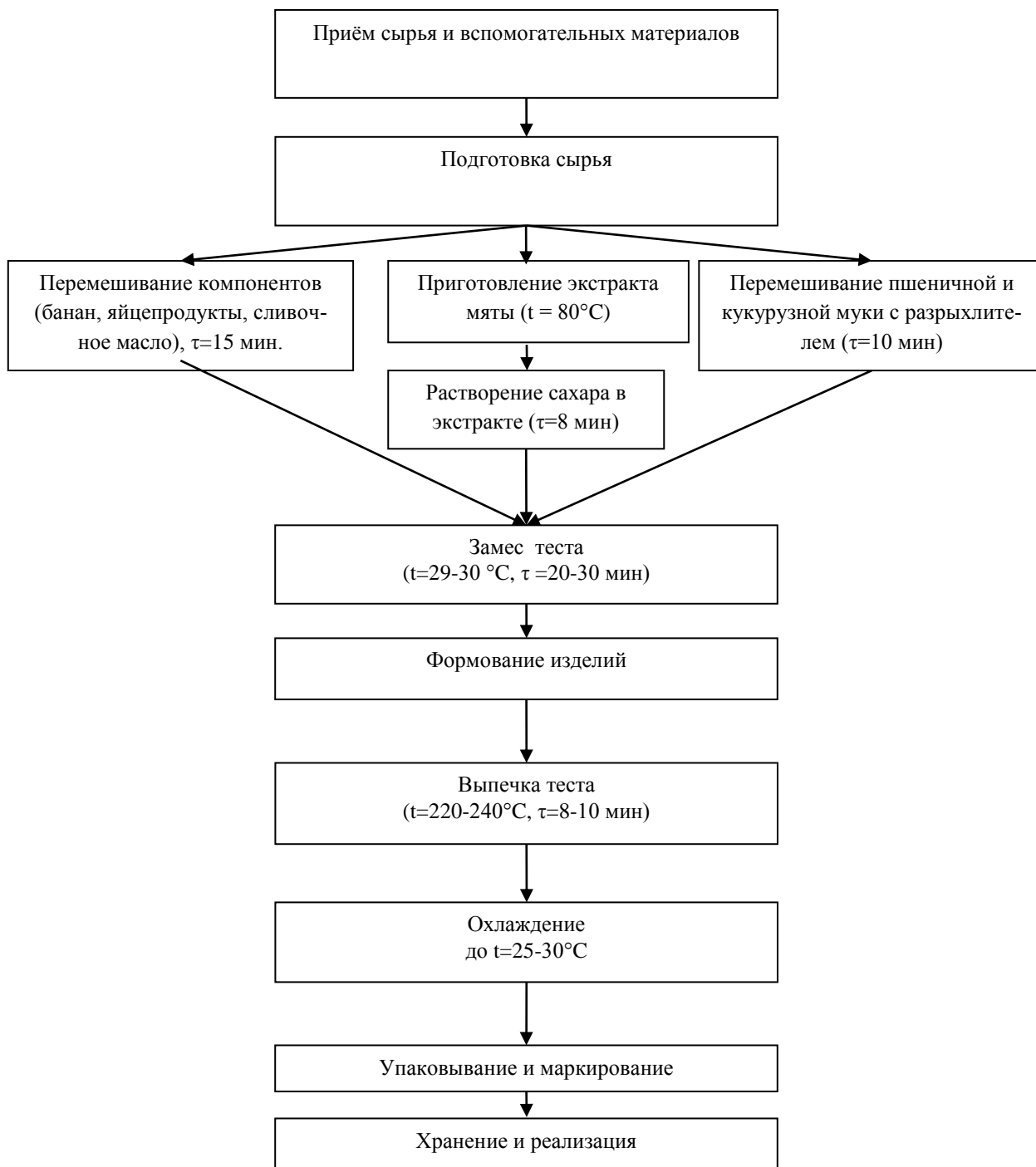


Рис. 6 Технологическая схема производства обогащенного печенья для детского питания «Сказка»

Технологическая схема производства обогащенного печенья для детского питания «Сказка» включает в себя следующие основные операции:

- 1) получение экстракта мяты, растворение в нём сахара;
- 2) приготовление смеси (сахар растворяется в экстракте, яйцопродукты перетираются с бананом и сливочным маслом, затем в данную смесь вводится экстракт с растворённым сахаром);
- 3) приготовление смеси (кукурузная мука, пшеничная мука, разрыхлитель);
- 4) приготовление теста, замес;
- 5) формование изделий;

б) выпечка, охлаждение

Приём сырья и вспомогательных материалов

Прием сырья осуществляют по качеству и массе. По качеству производят прием в соответствии с нормативными и техническими документами. По массе производится сверка исходя из рецептуры изделия и выхода готового продукта. Все сырье, поступающее на предприятия должно удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТов или ТУ.

Подготовка сырья к производству

После приёмки, осуществляется мойка бананов, чистка. Мойка осуществляется водой, температурой не более +15 °С. После мойки плоды выгружаются на перфорированный стол для стекания воды, продолжительность стекания – 15 мин.

Перемешивание. Экстракция. Первоначально смешиваются бананы, яйцопродукты, сливочное масло, поваренная соль ($\tau=15$ мин). Параллельно происходит приготовление экстракта. В экстрактор помещают сушёные листья перечной мяты и заливают питьевой водой $t=80^{\circ}\text{C}$. Оставляют для экстрагирования ($\tau=20$ мин). По истечению этого времени в горячем экстракте растворяют сахар ($\tau=8$ мин.). В это же время происходит просеивание пшеничной и кукурузной муки с последующим добавлением разрыхлителя ($\tau=10$ мин.).

Замес теста. Замес теста производится в тестомесильной машине периодического действия. Первоначально помещается смесь из банана, яйцопродуктов, сливочного масла и поваренной соли. Затем происходит добавление экстракта мяты перечной с растворённым уже в нём сахаром. После происходит перемешивание с мукой и разрыхлителем.

Полученная смесь перемешивается в течение 25-30 мин. до образования однородной массы. $t=29-30^{\circ}\text{C}$, $\tau=20-30$ мин.

Формование изделий

Формовочная машина для печенья наносит тесто методом экструзии, через специальные насадки с отверстиями.

Выпечка теста

Выпекают изделия при температуре $t=220-240^{\circ}\text{C}$. Продолжительность выпечки $\tau=8-10$ мин. Печенье после выпечки *охлаждают* на металлических стеллажах до $t=25-30^{\circ}\text{C}$. Далее направляют на *фасование, упаковывание и транспортирование*.

В готовых образцах определение *влажности* проводилось по ГОСТ 5900-73 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ». Данный опыт осуществлялся экспресс – методом на приборе «Влагомер Чижовой (ВЧ)». Сущность метода заключается в высушивании навески изделия при определенной температуре до постоянно сухой массы и определении потери массы по отношению к навеске [2].

Определение *щелочности* проводили по ГОСТ 5898-87 «Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности». Метод основан на нейтрализации кислоты, содержащейся в навеске, гидроокисью натрия (гидроокисью калия) в присутствии фенолфталеина до появления розовой окраски [3].

Определение *массовой доли сахара* в продукте проводили по ГОСТ 5903-89 «Изделия кондитерские. Методы определения сахара». Метод основан на восстановлении щелочного раствора меди некоторым количеством раствора редуцирующих веществ и определении количества образовавшегося оксида меди (I) или не восстановившейся меди йодометрическим способом [4].

Определение *массовой доли жира* проводили по ГОСТ 31902-2012 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира». Метод основан на экстракции жира из анализируемой пробы изделия растворителем и определении массовой доли жира после удаления растворителя [5].

Определение *намокаемости* проводили по ГОСТ 10114-80 «Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости». Метод основан на установлении увеличения массы мучных кондитерских изделий при погружении в воду при температуре 20°C на определенное время [6].

Определение *минеральных веществ* (зола), нерастворимых в 10% растворе соляной кислоты проводили по ГОСТ 5901-87 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси». Метод основан на сжигании органических веществ в навеске исследуемого продукта [7].

Определение *дубильных веществ* проводили по методическим указаниями. Метод основан на способности перманганата калия окислять дубильные вещества. Определение *клетчатки* проводили по Методическим указаниям. Метод основан на гидролизе легкорастворимых углеводов растворами кислоты и щёлочи с последующим их удалением, промывке и очистке нерастворимого осадка [8].

Результаты исследований по представленным выше методикам представлены в таблице 1

Таблица 1

Результаты исследований конечного продукта

№	Наименование показателя	Содержание
1	Массовая доля воды, %	7,85
2	Массовая доля сахара, %	26,1
3	Массовая доля жира, %	24,33
4	Массовая доля минеральных веществ (зола), %	0,2
5	Массовая доля дубильных веществ, %	0,12
6	Массовая доля клетчатки, %	2,6
7	Щелочность, град	0,9
8	Намокаемость, %, не менее	194

Согласно МР 2.3.1.2432-08 [9] физиологическая потребность в пищевых волокнах для детей старше 3 лет составляет - 10-20 г/сут, в биофлавоноидах (дубильных веществах) – 150 мг/сут. Таким образом, 100 г печенья удовлетворяет потребность организма ребёнка в клетчатке на 13-26%, в дубильных веществах на 80 %, Поэтому новый продукт может считаться функциональным.

Органолептические показатели качества обогащенного печенья для детского питания «Сказка» представлены в таблице 2

Таблица 2

Органолептические показатели обогащенного печенья для детского питания «Сказка»

Наименование показателя	Характеристика и норма для печенья
Форма	Правильная, прямоугольная или круглая без вмятин, края печенья должны быть ровными или фигурными. Допускаются изделия с односторонним надрывом (след от разлома двух изделий, слипшихся ребрами во время выпечки) не более 2 шт. в упаковочной единице Не более 3% к массе в весовом печенье и в печенье с количеством штук в 1 кг – более 200, а также изделия с незначительной деформацией – не более 4% к массе; изделия надломанные – не более 1 шт. в упаковочной единице массой до 400 г, не более 2 шт. в упаковочной единице массой более 400 г и не более 5% к массе в весовом печенье; печенье, содержащее более 5% надломанного, относят к лому.

Поверхность	<p>Гладкая с четким рисунком на лицевой стороне, не подгорелая, без вкрапленных крошек.</p> <p>Допускаются изделия с небольшими вздутиями, нечетким рисунком и слегка шероховатой поверхностью не более 1 шт. в фасованном печенье и не более 5% к массе в весовом.</p> <p>Печенье, изготавливаемое на тестовыжимных машинах типов ФАК и ФПЛ, может иметь рифленую шероховатую поверхность; нижняя сторона ровная.</p> <p>Допускаются следы от кромок и швов листов и транспортерного полотна, не деформирующие печенье, а также изделия с углублениями в виде раковин, площадью не более 20 мм² и с вкраплениями крошек: не более 1 шт. в фасованном печенье и не более 4% к массе в весовом. Углубления площадью более 20 мм² допускаются в количестве не более 4% только в весовом печенье. Для печенья, изготавливаемого на поточных линиях со стальной сплошной лентой, допускается без ограничения наличие раковин на нижней стороне печенья.</p>
Цвет	Свойственный, различных оттенков, равномерный. Допускается более темная окраска выступающих частей рельефного рисунка и краев печенья, а также нижней стороны печенья и темноокрашенные следы от сетки печей или трафаретов.
Вкус и запах	Свойственные данному наименованию печенья, с соответствующим привкусом банана и мяты
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористостью, без пустот и следов непромеса.

По санитарно-гигиеническим требованиям обогащенное печенье для детского питания «Сказка» должно соответствовать требованиям к безопасности пищевых продуктов представленных в таблицах 3-5 [10].

Таблица 3

Требования к показателям безопасности
(содержание токсичных элементов и радионуклидов)

Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.5.5. Мучные кондитерские изделия	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,3	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,02	
	Микотоксины:		
	афлатоксин В ₁	0,005	
	дезоксиниваленол	0,7	
	Радионуклиды:		
	цезий-137	50	Бк/кг
	стронций-90	30	то же
	Пестициды*:		
	гексахлорциклогексан (α,β,γ-изомеры)	0,2	
ДДТ и его метаболиты	0,02		

Требования к показателям безопасности
(микробиологические показатели)

Индекс, группа продуктов	КМА-ФАНМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плени, КОЕ/г, не более	Примечания
		БГ КП (колиформы)	S. au re us	Патогенные, в т. Ч. Сальмонеллы			
Печенье:							
сахарное	1·10 ⁴	0,1	-	25	50	100	

Выводы

По результатам анализа научно-технической литературы по выбранной теме и проведенного анкетирования жителей Калининградской области обоснована актуальность разработки технологии производства обогащённого печенья для детского питания.

В ходе проведенных научных исследований, было подобрано сырьё и изучены показатели качества готовой продукции. Обоснована функциональность нового продукта: 100 г печенья удовлетворяет потребность организма ребёнка в клетчатке на 13-26%, в дубильных веществах на 80%. Полученные результаты легли в основу проекта ТУ и ТИ к ним на новый продукт.

Технологическая схема производства нового продукта включает следующие операции: приёмка сырья, подготовка сырья, перемешивание компонентов (банан, яйцопродукты, сливочное масло), приготовление экстракта мяты с последующим растворением в нём сахара, перемешивание пшеничной и кукурузной муки с разрыхлителем, замес теста, формование изделий, выпекание, охлаждение, упаковывание и маркирование, хранение и реализация.

Готовая продукция по органолептическим и физико-химическим показателям должна соответствовать требованиям разработанного проекта ТУ, по микробиологическим показателям, содержанию токсических элементов, микотоксинов, радионуклидов – требованиям ТР ТС 021/2011.

Произведен расчет себестоимости единицы продукции (упаковка массой 0,5 кг), которая составила 71,59 руб. Планируемая цена при условии, что товарная наценка составит 30-50% - 93 – 107 руб. за упаковку. Рентабельность производства – 50%, срок окупаемости капитальных вложений 9 месяцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Драгилев, А.И. Производство мучных кондитерских изделий [Текст]: учебник /А.И. Драгилев, Я.М. Сезанаев. — М.: Де Ли, 2000. - 265 с.
- 2 ГОСТ 5900-73 Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ.
- 3 ГОСТ 5898-87 Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щёлочности.
- 4 ГОСТ 5903 Изделия кондитерские. Методы определения сахара.
- 5 ГОСТ 31902 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира
- 6 ГОСТ 10114-80 Изделия кондитерские мучные. Метод определения намокаемости
- 7 ГОСТ 5901 Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси.
- 8 Байдалинова, Л.С. Пищевая химия: лабораторный практикум для подготовки бакалавров / Байдалинова Л.С., Городниченко А.В. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2009. - 88 с.

9 МР 2.3.1.2432—08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4583

10 Технический Регламент Таможенного Союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: М., 2011. – 242 с.

TECHNOLOGY OF GETTING ENRICHED LIVER FOR CHILDREN'S FOOD

Zemlyakova Evgenia Sergeevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Vasilyeva Polina Valerevna., bachelor

Baltic fishing fleet state academy FSBEI HE "KSTU",
Kaliningrad, Russia, e-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Conducted marketing research on the relevance of the development of technology enriched cookies for baby food. The choice of raw materials is grounded, its characteristic is studied. Describes the technological scheme of production of enriched cookies for baby food. Its physicochemical parameters were investigated: mass fraction of water, sugar, fat, mass fraction of mineral and tannins, amount of fiber, alkalinity and wetting, as well as an organoleptic evaluation of the finished product. The functionality of the content of fiber and tannins in the developed new product for baby food is substantiated.

УДК 664.959.5

ИСТОЧНИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Казакова Виктория Сергеевна, аспирант
Землякова Евгения Сергеевна, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: vashilo_vika@mail.ru

Статья посвящена источникам получения гиалуроновой кислоты. Предложены альтернативные источники для получения биополимера из сырья доступного на территории Калининградской области. Проведены исследования общего химического состава вторичного рыбного сырья, а именно покровных тканей промысловых рыб области (килька, судак, плотва). Определено содержание белковых веществ, жира, влаги и золы. Данное сырьё рассмотрено как альтернативный источник получения гиалуроновой кислоты

Гиалуроновая кислота (ГК) входит в состав хрящей, костей, связок, кожи, сухожилий, суставных поверхностей, и клапанов сердца человека. Является пищевым компонентом. На сегодняшний день разработаны технологии получения данного гликозаминагликана из таких источников как: петушиные гребни, пупочные канатики, семенники крупного рогатого скота, шкуры прудовых рыб, штаммы микроорганизмов культур *Streptococcus* и *Pasteurella* [1-6]. Согласно [7] гиалуроновая кислота относится к группе биологически активных веществ, не оказывающих вредного воздействия на здоровье человека. По своей химической структуре представляет собой линейный полисахарид, состоящий из чередующихся дисахаридов, которые включают D-глюкуроновую кислоту и N-ацетилглюкозамин, соединенные β -1,4- и β -1,3-гликозидными связями (рис. 1).

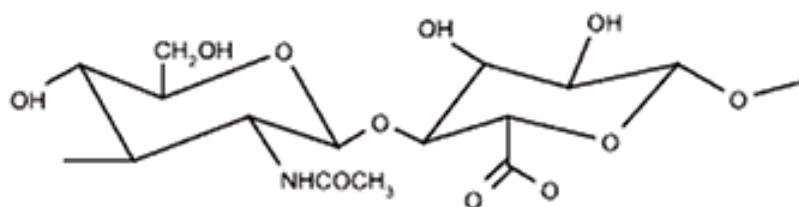


Рис. 1. Дисахаридный фрагмент полимерной цепи ГК [1]

Молекула ГК обладает высокой гигроскопичностью, за счет этого обеспечивается оптимальный уровень гидратации тканей, что способствует не только поддержанию внутреннего объема и повышению устойчивости кожи к внешней механической нагрузке, но и обеспечивает оптимальную «организацию» белкового каркаса дермы, включающего волокна коллагена и эластина.

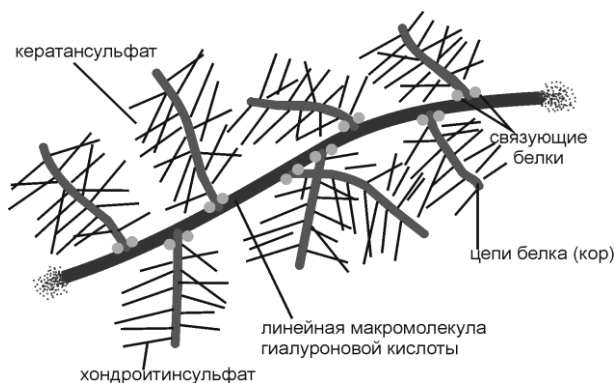


Рис. 2. Расположение линейной макромолекулы ГК в системе белкового каркаса дермы [8]

На рисунке 2 наглядно демонстрируется структурообразующая роль ГК в организации гелеобразного компонента внеклеточного матрикса дермы.

ГК в большой концентрации присутствует в коже эмбриона человека, достаточно высокий ее уровень сохраняется до зрелого возраста. В синовиальной жидкости, высокая концентрация ГК обеспечивает необходимую смазку и служит как амортизатор удара, уменьшая трение движущихся костей и износ сустава. При старении большая часть ГК оказывается связанной с белками, из-за чего снижаются ее гидрофильность и гигроскопичность. Это ведет к изменению вязкости внеклеточного матрикса, снижению уровня его гидратации. Меняется структура и метаболизм белковых молекул, ухудшаются амортизирующие свойства, что приводит к ухудшению движения и болям в суставах [9].

У позвоночных животных наибольшее количество ГК обнаруживается в мягких соединительных тканях. Кроме позвоночных животных, ГК присутствует в капсулах некоторых бактерий (например, штаммы *Streptococcus*), но отсутствует у грибов, растений, и насекомых.

Благодаря уникальным вязкоупругим и реологическим свойствам ГК выполняет важную физиологическую роль в живых организмах, что делает ее привлекательным биополимером для промышленного получения и использования в пищевых биотехнологиях, медицине и косметологии.

Как описано выше, ГК является важным функциональным компонентом тканей организма позвоночных. Экзогенная ГК, вводимая перорально может увеличить концентрацию эндогенной ГК от дермы до эпидермиса. Таким образом, она может играть системную роль, замедляя старение и предотвращая заболевания суставов [10]. Клиническая эффективность после инъекций ГК продемонстрирована в многократных контролируемых исследованиях. Поддержание оптимальных концентраций ГК в синовиальной жидкости предотвращает потерю протеогликанов суставным матриксом [11]. Многочисленными исследованиями подтверждено, что ГК модулирует процесс ранозаживления, пролиферацию и миграцию клеток, проявляет антиоксидантную активность. После кожного нанесения состава, включающего ГК, болезненность и отек в области воспаленного воспаления значительно уменьшаются [12].

На сегодняшний день в РФ для получения ГК используют сырье животного происхождения (спилки шкур крупного рогатого скота, гребни птицы). Однако в настоящее время, в целом, Россия импортозависима; у птиц - бройлеров гребней практически нет, а выделение ГУК из пупочных канатиков и синовиальной жидкости экономически нецелесообразно для широкомасштабного использования [13, 14]. Также ГК производится путем ферментации с использованием штамма микроорганизмов *Streptococcus zooepidemicus*. Однако, риск мутации бактериальных штаммов, возможное совместное производство различных токсинов, пирогенов, иммуногенов препятствует широкому применению ферментированной ГК. Таким образом, в настоящее время ведется поиск альтернативных источников для производства ГК.

Одним из перспективных источников является вторичное рыбное сырье. Научные исследования таких учёных, как Самойлова Д. А., Цибизова М. Е., Андреева М.П., Антипова Л.В., Ершова А.М., Боевая Н.П., Ибрагимова О.Г., Васильева Л.М., Касьянова Г.И., Хаустова Г.А., Югай А.В., Королева О.С., Сафронова Т.М., Сапожникова А.И., Снежко А.Г., Сколков С.А. и др., заложили основу комплексного подхода к глубокой переработке вторичного рыбного сырья [15, 16].

заложили основу комплексного подхода к глубокой переработке вторичного рыбного сырья [15, 16].

Современные рыбоперерабатывающие предприятия работают стабильно, однако выработка дополнительной товарной продукции из отходов и вторичных сырьевых ресурсов имеет узкую направленность. Наиболее распространенными методами утилизации являются производство силоса, рыбной муки или использование вторичного сырья в производстве органических удобрений, в то время как они могут быть использованы в качестве источников потенциально ценных веществ. Например, покровные ткани рыб могут быть рассмотрены для получения биополимеров (в частности гиалуриновой кислоты).

Химический состав кожи рыб является непостоянным и зависит от таких факторов, как место обитания, условия жизни, время года вылова объекта, поэтому актуальным является изучение сырья на территории конкретного региона. В качестве источника для получения биополимеров на территории Калининградской области начаты исследования общего химического состава местных источников вторичного рыбного сырья, а именно покровных тканей рыб: килька, судак, плотва.

Общий химический состав выбранного сырья определялся в соответствии с ГОСТ 7636 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа» с установлением массовых долей влаги, жира, золы и белка. Белок определяли арбитражным методом, используемым для установления качества пищевых продуктов (метод Кьельдаля). Подготовка проб (покровные ткани рыб) осуществлялась также в соответствии с ГОСТ 7636.

Исследовались образцы покровных тканей рыб, выловленных в октябре и декабре 2018 года. Химический состав кожи рыб, выловленных в октябре и декабре 2018 г. представлены в таблице 1 и 2, соответственно. Данные по содержанию белка представлены на рисунках 3 и 4.

Таблица 1

Химический состав кожи рыб (октябрь, 2018 г.), %

Вид рыбы	Наименование показателя		
	содержание влаги	содержание липидов	зольность
Килька	72,90	9,20	2,00
Судак	63,40	2,30	14,80
Плотва	66,80	5,80	12,60

По данным таблице 1 химический состав покровных тканей разных видов рыб значительно отличается по всем исследуемым показателям, наибольшей зольностью обладает кожа судака – 14,8 %, самое высокое содержание жира в коже кильки балтийской – 9,2 %, средние показатели у кожи плотвы 5, 8% и 12,6 % по содержанию жира и золы соответственно.

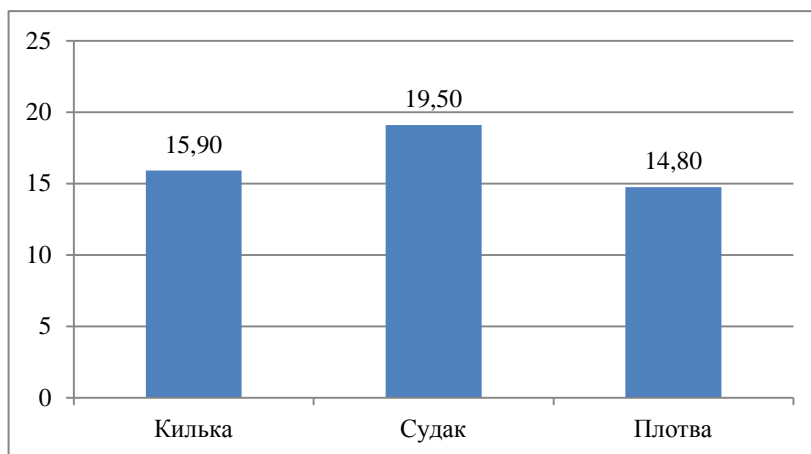


Рис. 3 Содержание белка в покровных тканях рыб (% , октябрь, 2018 г.)

Как видно из данных представленных в виде диаграмм на рисунке 3 содержание белка в покровных тканях рыб различается на 2-4%. В исследуемых образцах наибольшее содержание белка отмечается в покровных тканях судака.

Таблица 2

Химический состав кожи рыб (декабрь, 2018 г.), %

Вид рыб	Наименование показателя		
	содержание влаги	содержание липидов	зольность
Килька	73,00	7,20	1,40
Судак	66,50	4,10	9,50
Плотва	68,30	5,60	10,70

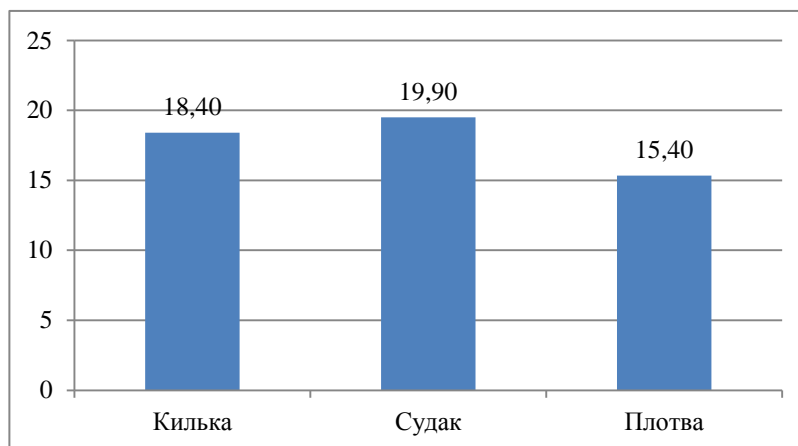


Рис. 4 Содержание белка в покровных тканях рыб (% , декабрь)

Согласно данным таблицы 2 и 4, значительные изменения произошли в химическом составе покровных тканей рыб в таких показателях как содержание липидов и зольность, по показателю содержание белка изменения не значительные. Наибольшее содержание белка наблюдается в покровных тканях судака, как и в октябре месяца.

ГК в покровных тканях рыб находится в комплексах с коллагеновыми белками. Высокое содержание белков в коже судака позволяет судить о ней как о перспективном источнике получения рассматриваемого биополимера. Получение ГК заключается в экстрагировании биополимера из предварительно подготовленных покровных тканей рыб (разрушением коллагеновых комплексов). В развитие темы перспективным представляется проведение ряда исследований по выявлению зависимости между содержанием белка и количеством выделенной гиалуроновой кислоты из покровных тканей рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Волков В.Г. Гиалуроновая кислота и основные направления ее применения в медицине / В.Г. Волков, В.В. Строителев, И.А. Федорищев // Вестник новых медицинских технологий. – 2001. – Т. 8. – №. 1. – С. 67-70.
- 2 Биотехнологические аспекты экстракции гиалуроновой кислоты из вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности / Р.В. Новикова и др. // Вестник современных исследований. – №. 2. – С. 55.
- 3 Полянских С.В., Солдатова К.А. Технологические решения рационального использования побочного животного сырья // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. – 2016. – С. 427-431.
- 4 Белодед А.В. Микробиологический синтез и деградация гиалуроновой кислоты бактериями р. *Streptococcus*: Автореф. дис. канд. биол. наук: МГУПБ — М., 2008. — 23 с.
- 5 Радаева И.Ф., Костина Г.А., Змиевский А.В. Гиалуроновая кислота: биологическая роль, строение, синтез, выделение, очистка и применение // Прикл. биохим. микробиол., 1997. — Т. 33, №2. — С. 133-137.
- 6 Хаустова Г.А., Антипова Л.В. Разработка технологий глубокой переработки рыбного шкурсырья для получения коллагена, гиалуроновой кислоты и готовых кож // Материалы отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2012 г. – 2012. – С. 78-78.
- 7 Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01. - М.: Минздрав РФ. - 2002. - 164 с.
- 8 Общая и экологическая биохимия: структура, функции, количественное определение и обмен углеводов : пособие / Е. А. Докучаева [и др.] – Минск : ИВЦ Минфина, 2017 – 100 с.
- 9 Хисматуллина З.Н. Биохимические изменения соединительной ткани при старении и других патологических процессах // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15. – №. 8. – С. 237–243.
- 10 Huang S.L., Ling P.X., Zhang T.M. Oral absorption of hyaluronic acid and phospholipids complexes in rats // World Journal of Gastroenterology: WJG. – 2007. – Т. 13. – №. 6. – С. 945.
- 11 Страхов М.А., Скороглядов А.В. Современные тенденции использования средств, замещающих синовиальную жидкость, на основе связанной гиалуроновой кислоты в лечении пациентов с травмами и заболеваниями опорно-двигательного аппарата // Вестник травматологии и ортопедии им. НН Приорова. – 2013. – №. 4. – С. 85.
- 12 Ferguson E.L. et al. Evaluation of the physical and biological properties of hyaluronan and hyaluronan fragments // International journal of pharmaceuticals. – 2011. – Т. 420. – №. 1. – С. 84–92.
- 13 Антипова, Л.В. Эффективность применения вторичных рыбоперерабатывающих ресурсов для производства функциональных продуктов массового потребления [Текст] / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова // Известия высших учебных учреждений. Пищевая технология. - 2002 г. - №5-6, С. 24-26.
- 14 Воронина, И.С. Новые перспективные источники выделения гиалуроновой кислоты [Текст] / И.С. Воронина, Л.В. Антипова, Г.А. Хаустова, М.М. Данылиев // Успехи современного естествознания» - 2011 г.- №7 - С. 88.
- 15 Самойлова Д.А., Цибизова М.Е. Вторичные ресурсы рыбной промышленности как источник пищевых и биологически активных добавок // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2015. – №. 2. – С. 129–136.
- 16 Антипова Л.В. и др. Свойства препаратов функциональных биополимеров рыбного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – №. 3 (61). – С. 103–105.

SOURCES OF HYALURONIC ACID

Kazakova Victoria Sergeevna, post-graduate student
Zemlyakova Yevgenia Sergeevna, PHD in engineering, associate Professor of food biotechnology

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: vashilo_vika@mail.ru

The article is devoted to the sources of hyaluronic acid. Alternative sources for biopolymer production from raw materials available in the Kaliningrad region are proposed. Studies of the General chemical composition of secondary fish raw materials, namely the cover tissues of commercial fish of the region (sprat, pike, roach). The content of protein substances, fat, moisture and ash was determined. This raw material is considered as an alternative source of hyaluronic acid.

УДК 636.087.24; 663.48

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОЛИЗА ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Казимирова Екатерина Андреевна, аспирант
Мезенова Ольга Яковлевна, д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: kazimirova_kat@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

Рассмотрены различные способы гидролиза остаточных пивных дрожжей, проводимые для глубокой деструкции белка и уменьшения содержания горечей. Проанализирован общий химический состав дрожжей. Исследован аминокислотный состав белков и биологическая ценность дрожжей. Установлено влияние промывки остаточных пивных дрожжей и способа гидролиза на степень расщепления белка по содержанию аминного азота и проявления горечей. Показаны преимущества высокотемпературного термолиза дрожжей перед ферментативным гидролизом

В настоящее время остро стоит вопрос о недостатке полноценного белка в питании населения нашей планеты. Например, в некоторых странах СНГ дефицит белка у граждан составляет 14-20 % от суточной нормы. А в некоторых странах Азии и Африки полноценное потребление белка является очень редким явлением. В связи с этим фактом актуальны разработки пищевых белковых концентратов, направленных на устранение данного дефицита, с использованием нетрадиционных белковых источников. За прошедшие три десятилетия с применением методов биотехнологии получены разнообразные белковые продукты с улучшенным качеством белка. Это: белковые гидролизаты, концентраты, изоляты, все более широко в пищевой биотехнологии применяются пептидные продукты, представляющие собой концентраты низкомолекулярных продуктов глубокого гидролитического расщепления белка, состоящие из отдельных аминокислот, моно-, ди-, трипептидов и полипептидных остатков, находящихся в легкоусвояемой форме [1].

Для получения качественных легкоусвояемых гидролизатов используют сырье с высоким содержанием белка, которое подвергают различным способам гидролиза (ферментативный, термический, кислотный, щелочной, комбинированный). Так как животный белок довольно дорог, сегодня на рынке отдают предпочтение растительным белкам, например соевым, которые несколько дешевле, однако биологически менее ценные. Поэтому целесообразно использовать для получения протеиновых гидролизатов белоксодержащее вторичное сырье пищевых производств, белок которого не уступает по биологической ценности белку мышечной ткани животных. Данное сырье позволяют существенно снизить стоимость белковых гидролизатов.

В связи с этим, представляет интерес вторичный продукт пивоваренных производств - остаточные пивные дрожжи, которые образуются в больших количествах после брожения пивного сусле и являются ценным источником легкоусвояемого белка, витаминов группы В и других биологически активных веществ. Примерно 30 % дрожжей используют в дальнейших циклах брожения сусле, а оставшиеся 70 % практически не перерабатываются и, представляют особую проблему для пивных производства [2,3].

В Российской Федерации остаточные пивные дрожжи, образующиеся в больших количествах, утилизируются различными способами, часто экологически опасными. В странах Евросоюза пивных дрожжи давно и широко применяются в качестве белкового компонента в различных пищевых продуктах. Из них получают дрожжевые экстракты и пищевой белок. Сухие дрожжевые экстракты широко используются в фармацевтической промышленности при производстве различных биологически активных добавок [4].

Химический состав биомассы пивных дрожжей позволяет считать данный вид сырьевого источника перспективным для производства белковых легкоусвояемых гидролизатов. Белок пивных дрожжей сбалансирован по содержанию аминокислот, но плохо усваивается организмом человека за счет высокой устойчивости дрожжевых клеток к воздействию пищеварительных ферментов. Гидролиз дрожжей позволяет разрушить клеточную стенку дрожжевой клетки и выделить легкоусвояемые белковые вещества. Остаточные пивные дрожжи являются очень горькими на вкус, поэтому актуально отыскать способ уменьшения степени горечи при получении гидролизатов пищевого назначения.

Целью исследования являлось получение высоко гидролизованных остаточных пивных дрожжей различными способами гидролиза (ферментативным и термическим) с пониженной степенью горечи для возможного использования в качестве пищевого белкового компонента.

Химический состав пивных дрожжей зависит от расы, питательной среды и их физиологического состояния (таблица 1). Он очень подвержен значительным колебаниям.

Таблица 1

Усредненный химический состав остаточных пивных дрожжей (на сухое вещество)[5]

Показатель	Содержание, %
Белок	40 – 64
Жир	2 – 3
Углеводы	10 – 25
Зола	6 – 8
Витамины, мг/г	
В ₁ (тиамин)	0,092
В ₂ (рибофлавин)	1,16
В ₃ (никотиновая кислота)	3,80
В ₄ (холин)	460,1
В ₅ (пантотеновая кислота)	1,105
В ₆ (пиридоксин)	0,152
В ₇ (биотин, Н)	0,0075
В ₉ (фолиевая кислота)	0,144
В ₁₂ (кобаламин)	0,0036
Минеральные вещества, мг/г	
Железо	1,67
Цинк	0,22
Марганец	0,06
Медь	0,24
Калий	540,7
Натрий	450,7
Кальций	329,4
Магний	372,5

Как видно из таблицы 1, содержание белка в пивных дрожжах может достигать более 60 % от общей массы сухого вещества, при этом примерно 16 % массы составляют незаменимые аминокислоты. Белковые вещества дрожжей хорошо усваиваются организмом (почти на 85 %) [5]. В таблице 2 представлены аминокислотный скор и биологическая ценность пивных дрожжей.

Таблица 2

Аминокислотный скор и биологическая ценность пивных дрожжей

Незаменимая аминокислота	Содержание аминокислоты г/100г белка	Содержание НАК в белке (ФАО/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %	Биологическая ценность, %
Валин	3,65	5,0	73,0	83,16
Изолейцин	3,73	4,0	93,25	
Лейцин	2,36	7,0	33,7	
Лизин	6,34	5,5	115,27	
Метионин + цистин	3,69	3,5	105,4	
Фенилаланин + тирозин	6,47	6,0	107,8	
Треонин	1,04	4,0	26,0	
Триптофан	0,84	1,0	84,0	

Как видно из таблицы 2, содержание большинства незаменимых аминокислот в пивных дрожжах приближено к значениям, рекомендуемых ФАО/ВОЗ, а показатели аминокислотного сора свидетельствуют о высокой биологической ценности белка.

Специфические вещества, переходящие в пиво из хмеля и сорбируемые поверхностными структурами дрожжевых клеток, придают горечь пивным дрожжам, что является основной причиной, которая препятствует обширному использованию остаточных пивных дрожжей в пищевой промышленности. Горький привкус дрожжей обусловлен, прежде всего, пиваизо- α -кислотами, переходящими из хмеля и адсорбированными на поверхности клеток дрожжей [5].

Основные горечи хмеля относят к полипептидам, они представляют собой смесь смол и кислых веществ. На рисунке 1 представлен состав смол хмеля.



Рисунок 1 Схема состава смол хмеля

Нами были проведены исследования по уменьшению степени проявления горечи в остаточных пивных дрожжах путем их промывания водой, результаты которых представлены в Таблице 3

Таблица 3

Количество горечи в остаточных пивных дрожжах

Исследуемый объект	Количество горечи, ВU	Выраженность
Остаточные пивные дрожжи	47,9	+++++
Остаточные пивные дрожжи (после 1 промывки)	35,1	+++
Остаточные пивные дрожжи (после 2 промывки)	29,3	+++
Остаточные пивные дрожжи (после 3 промывки)	21,6	+++
Остаточные пивные дрожжи (после 4 промывки)	17,8	++

Выраженность горечи оценивали органолептическим способом через количество «+»:

- +++++ - ярко выраженный, очень горький вкус;
- ++++ - выраженный, очень горький вкус;
- +++ - выраженный, горький вкус;
- ++ - слабо выраженный, средней горечи;
- + - слабый привкус горечи.

Исходя из данных, представленных в таблице 3, можно сделать вывод о том, что пятикратная промывка дрожжей позволяет уменьшить количество горечи в 2,5 раза.

Объектом исследования являлись остаточные пивные дрожжи от пивного суслу, в том числе промытые, рода и вида *Saccharomyces carlsbergensis* (низового брожения). Дрожжи были взяты для исследований в малой пивоварне «Редюит» (г. Калининград).

Для обоснования рациональных параметров процесса гидролиза, а также выбора наиболее эффективного способа гидролиза были использованы ферментативный и тепловой (термолиз) методы. Степень гидролиза определяли методом формольного титрования по количеству накопления аминного азота (ГОСТ 7835-61).

Ферментативный процесс гидролиза проводили с применением 2-х протеолитических ферментных препаратов: «Alcalase®» 2,5 L (активность 2,5 AU/г) и «Flavourzyme» 1000 L (производство фирмы «Novozymes», Дания). Продолжительность гидролиза в обоих случаях составляла 5 ч при температуре 50-52 °С. В таблице 4 представлены показатели степени гидролиза белков, оцененные по содержанию аминного азота в исследуемой дрожжевой суспензии.

Таблица 4

Содержание аминного азота в дрожжевой суспензии после ее ферментализации

Количество промывок дрожжей от суслу	Ферментный препарат	Содержание аминного азота перед гидролизом, мг / 100 г	Содержание аминного азота после гидролиза, мг / 100 г
0	Alcalase	22	57
0	Flavourzyme		46
4	Alcalase		159,0
4	Flavourzyme		148,7

Как видно из таблицы 4, ферментализ промытых пивных дрожжей позволяет существенно увеличить степень гидролиза белка, что отражается в повышении концентрации аминного азота в гидролизуемой суспензии в 6,8 - 7,2 раза. Низкую степень гидролиза в непромытых дрожжах можно объяснить присутствие горьких веществ хмеля на поверхности клеток, которые вымываются при промывке, что позволяет увеличить степень гидролиза белка и уменьшит степень проявления горького привкуса.

Показатели степени гидролиза белка в остаточных промытых и непромытых дрожжах при использовании термического гидролиза (1 ч при температуре 130⁰С) приведены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание аминного азота в дрожжевой суспензии после ее термолиза

Исследуемый объект	Содержание аминного азота перед гидролизом, мг/ 100 г	Содержание аминного азота после гидролиза, мг / 100 г
Остаточные пивные дрожжи (до промывки)	22	379,0
Остаточные пивные дрожжи (после 4 промывки)		448,2

Из данных таблицы 5 видно, что термолиз остаточных пивных дрожжей эффективнее, чем ферментализ, влияет на степень гидролиза их белка (содержание аминного азота увеличивается в 17,2-20,4 раза). Существенно, что в данном случае горечи, присутствующие в остаточных пивных дрожжах, не так существенно влияют на степень накопления аминного азота (рисунок 2).

Сравнительные данные по степени гидролиза белка при различных способах гидролиза остаточных пивных дрожжей приведены на рисунке 2.

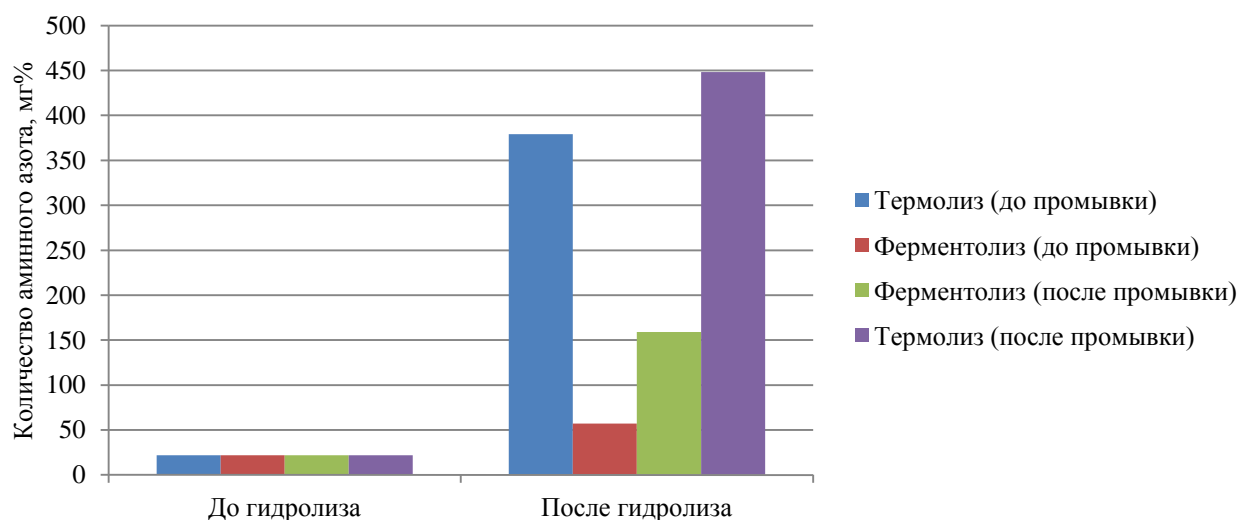


Рис 2 Содержание аминного азота при различных способах гидролиза остаточных пивных дрожжей до и после промывки их водой

Исходя из данных рисунка 2, можно сделать вывод о том, что наличие веществ, обуславливающих горечи в остаточных пивных дрожжах, блокирует автоферментализ (автолиз), т.е. процесс деструкции белка под действием собственных ферментов, о чем свидетельствует низкое содержание аминного азота на начальном этапе (22 мг/100 г). С помощью 4-кратной промывки водой дрожжей горечи несколько вымываются, что позволяет ферментам, внесенным в дрожжевую суспензию, активнее расщеплять белки. При сравнении способов гидролиза видно, что высокотемпературный термолиз более эффективен, чем ферментализ, позволяя получать протеины более глубокой степени гидролиза, о чем свидетельствуют показатели содержания аминного азота, в 2,5 -

2,8 раз превышающие его содержание в ферментированной дрожжевой суспензии. Следовательно, термический способ гидролиза рациональнее применять для получения легкоусвояемых протеиновых концентратов, включающих свободные аминокислоты, полипептиды и пептидные остатки, которые могут быть применимы для пищевого использования, что подтверждено исследованиями вторичного белоксодержащего рыбного сырья [6]. При этом в промытых и гидролизованных дрожжах существенно уменьшается органолептическая степень проявления привкуса горечи, что может быть объяснено термическим разрушением смол и полипептидных соединений, переходящих в другое химическое состояние. Эти оттенки уже могут быть компенсированы веществами - корректорами, что позволяет изыскивать и обосновывать рецептуры поликомпонентных концентрированных белковых композиций (пищевых и биологически активных добавок, протеиновых батончиков и др.), включающих компенсационные вещества, маскирующие горечи (например, фитодобавки).

Получение белковых гидролизатов глубокой деструкции с пониженным содержанием горечи из остаточных пивных дрожжей позволяет не только решить проблему утилизации отходов пивоваренных производств, но и получить продукт, который можно использовать в качестве функционального ингредиента для обогащения традиционных пищевых изделий белковым компонентом повышенной биологической ценности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Андреев А. Н., Жилинский Д. В., Попова И. А. Применение пептидных продуктов, выделенных методами бионанотехнологией, на жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей при стрессовых факторах //Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2012. – №. 1. – С. 12-16.

2 Дадашев М. Н. и др. Экологически безопасная технология переработки отходов пивоварения //Пиво и напитки. – 2011. – №. 5. – С. 34-38.

3 Булатов С. Ю., Свистунов А. И. Анализ технологий получения кормов с высоким содержанием белков из малоценных сырьевых ресурсов и отходов производства //Вестник НГиЭи. – 2013. – №. 10 (29).

4 Назаров В. И., Бичев М. А. Разработка процессов утилизации отходов пивоварения с получением гранулированного продукта //Пиво и напитки. – 2011. – № 2. – С. 24-27.

5 Куцакова В. Е. Разработка технологии удаления горечи из отработанных пивных дрожжей //Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – Т. 328. – №. 4.- С. 36-41.

6 Мезенова О.Я. Перспективы получения и использования протеинов из вторичного рыбного сырья // Вестник Международной Академии Холода. – 2018. - №1. - С.5-10.

THE STUDY OF PROCESSES OF HYDROLYSIS OF RESIDUAL BEER YEAST

Kazimirova Ekaterina Andreevna, graduate student

Mezenova Olga Yakovlevna, Doctor of technical Sciences, Professor

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: kazimirova_kat@mail.ru, mezenova@klgtu.ru

Various methods of hydrolysis of residual brewer's yeast, carried out for the deep destruction of protein and reduce the content of bitterness, are considered. The overall chemical composition of the yeast is analyzed. The amino acid composition of proteins and the biological value of yeast were studied. The effect of washing residual brewer's yeast and the hydrolysis method on the degree of protein breakdown by the content of amine nitrogen and the manifestation of bitterness are established. The advantages of high-temperature thermolysis of yeast over enzymatic hydrolysis are shown.

ПРИМЕНЕНИЕ СЫРЬЯ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРОВ

Ключко Наталия Юрьевна, канд. техн. наук, доцент
Лютова Екатерина Владимировна, канд. техн. наук
Фартышева Анастасия Леонидовна, аспирант
Филиппова Дарья Вячеславовна, студент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

Производство сыров в Калининградской области является одним из наиболее активно развивающихся сегментов молочного рынка. В ходе маркетингового исследования были установлены основные предпочтения респондентов при выборе сыров. Обоснована перспективность совершенствования традиционной рецептуры рассольных сыров путём их обогащения функциональными ингредиентами. Проведены исследования по обогащению рассольных сыров водорослью фукус пузырчатый и гидролизатом коллагена из кожи трески балтийской, судака обыкновенного; плавленого сыра – икрой и молоками салаки балтийской. Даны рекомендации по употреблению функциональных продуктов

Современная молочная отрасль находится в непростом положении. С одной стороны, наблюдается спрос на традиционные молочные продукты, отличающиеся доступностью, статусом природных функциональных изделий, которыми они являются. С другой стороны, – острая нехватка качественного молочного сырья, жесткая конкуренция, тенденция к увеличению сегмента инновационных продуктов [1, 2].

Активное развитие рынка молочных продуктов Калининградской области диктует производителю требования соответствия выпускаемой продукции современным тенденциям молочной отрасли. Один из сегментов, в котором идет интенсивное развитие, – производство рассольных, мягких, плавленых сыров, являющихся источником легкоусвояемых белков, липидов, витаминов, микроэлементов и имеющих невысокую стоимость. Такие продукты рекомендованы к ежедневному употреблению всеми группами здорового населения [3–5].

В настоящее время доказано, что степень усвоения биологически активных веществ (БАВ), поступающих в организм человека в составе натуральных пищевых продуктов выше, чем БАВ, употребляемых в форме специальных препаратов. Кроме того, не вызывает сомнений факт синергического воздействия компонентов продуктов на организм.

Молочные продукты являются основным наиболее доступным источником кальция. Анализ научно-технической литературы показал, что такие комплексы БАВ, как кальций и йод, кальций и коллаген проявляют синергические свойства [6–8]. В связи с этим перспективным представляется обогащение молочных продуктов указанными БАВ.

Йод относится к микроэлементам, запас которых необходимо пополнять за счет введения в рацион йодсодержащих препаратов или продуктов с его высоким содержанием. К доступным натуральным источникам йода относятся гидробионты (морская рыба, ракообразные, морские водоросли и пр.).

Коллаген составляет основную долю всех белков организма человека, основу соединительной ткани, к которой относятся дерма, хрящи, кости и сухожилия. Он отвечает за состояние суставов, кожи и волос, лечит синдром повышенной кишечной проницаемости, улучшает метаболизм и ускоряет рост мышц, укрепляет ногти и зубы, помогает восстановлению печени, защищает сердечно-сосудистую систему, способствует усвоению кальция. Морской коллаген рекомендуется к употреблению человеком, так как его структура схожа со структурой коллагена человека. Поэтому переработка рыбного коллагенсодержащего сырья в настоящее время является одной из основных задач для рыбной промышленности как в мире, так и в России.

В настоящее время доказано, что костный метаболизм и биосинтез коллагена нуждаются в поддержке «остеотропных» микронутриентов: ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} как кофакторов соответствующих ферментов. Поэтому использование кожи рыбы целиком будет способствовать обеспечению организма данными веществами и повышать потенциал образования коллагена в соединительной ткани [9].

На кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ» ведутся исследования по обоснованию и разработке рецептур рассольных сыров, обогащенных йод- и коллагенсодержащим сырьем из гидробионтов. В качестве источника йода выбран фукус (*Fucus vesiculosus*) – морская макрофитная многолетняя водоросль, в качестве источника коллагена выбрана кожа трески балтийской (*Gadus morhua callarias*), судака обыкновенного (*Sander lucioperca*).

Базовой для разработки обогащенных продуктов была выбрана рецептура сыра типа «Брынза». Технология сыра заключается в следующем. В подготовленное пастеризованное молоко вносят хлорид кальция, бактериальную закваску и сычужный фермент. После образования сырного сгустка его измельчают специальными ножами-мешалками и удаляют часть сыворотки. После постановки сырного зерна смесь формируют наливным методом, оставляют для самопрессования, затем сырный пласт разрезают на бруски, подпрессовывают и направляют на посолку и созревание.

Экспериментально установлено, что наиболее рационально введение фукуса на стадии постановки сырного зерна, что обеспечивает равномерное распределение водоросли по всему объему сырного теста. За счет предварительного отделения части сыворотки достигается уменьшение потерь фукуса. Вызревание в рассоле позволяет не проводить предварительное гидратирование водоросли, а использовать ее в сухом виде. Время созревания брынзы достаточно для набухания водоросли и приобретения ею оптимальных органолептических показателей.

Органолептическая оценка готового продукта показала высокое качество сыра, которое было достигнуто за счет размягчения частиц фукуса. Размер частиц водоросли подобран опытным путем. При степени измельчения фукуса менее 3 мм тесто сыра окрашивалось в зеленоватый цвет, что снижало внешнюю привлекательность готового продукта. При размерах частиц фукуса более 6 мм они неравномерно распределялись в объеме сыра. Нами рекомендованы оптимальные размеры частиц фукуса от 3 до 5 мм. Готовый опытный образец сыра имел цвет, соответствующий требованиям стандарта для данного вида сыра, с равномерным распределением частиц фукуса в сырном тесте.

Содержание йода в фукусе, по экспериментальным данным, составило 233 мг / 100 г. Готовый продукт является функциональным и будет удовлетворять 20% суточной потребности в йоде. Полученные физико-химические и органолептические показатели качества рассольного сыра и данные о его функциональности представлены в таблицах 1–3 соответственно.

Таблица 1

Органолептические показатели качества рассольного сыра, обогащенного фукусом

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Поверхность ровная, со следами серпянки. На поверхности сыра видны включения фукуса
Вид на разрезе	На разрезе видны включения фукуса, которые равномерно распределены
Цвет	Белый
Консистенция	Однородная, умеренно плотная, слегка нежная
Рисунок	Отсутствует
Вкус и запах	Умеренно выраженный сырный, в меру соленый вкус с характерным привкусом водорослей

Результаты оценки органолептических и физико-химических показателей рассольного сыра, обогащенного фукусом, показали, что полученный сыр оценен как продукт «отличного» качества и соответствует требованиям технической документации (ТУ 922520-025-00471544–2018). При употреблении в пищу 70 г обогащенного фукусом рассольного сыра будет удовлетворена суточная потребность в кальции и йоде более чем на 15%: в кальции на 37%, в йоде – на 20%.

Физико-химические показатели рассольного сыра, обогащенного фукусом

Наименование показателя	Норма по ТУ 922520-025-00471544–2018	Результаты экспериментальных определений
Массовая доля влаги, %, не более	55	53,9
Массовая доля белка, %	-	14,7
Массовая доля жира в сухом веществе, %, не менее	40	40,7
Массовая доля поваренной соли, %	2,0-4,0	4,0
Энергетическая ценность продукта, ккал	210-260	221

Показатели биологической ценности рассольного сыра, обогащенного фукусом

Компонент	Суточная потребность	Содержание в 100 г сыра	% удовлетворения суточной потребности (~70 г)	Функциональность продукта по данному компоненту
Кальций	1200 мг	630 мг	37	функциональный
Йод	150 мкг	42,86 мкг	20	функциональный

Другое направление исследований – совершенствование технологии рассольного сыра за счет использования в рецептуре коллагенсодержащего сырья из кожи трески балтийской, судака обыкновенного. Кожу отделяют при переработке рыбы на предприятиях Калининградской области, она накапливается вместе с другими отходами и большей частью утилизируется либо на корм пушным зверям, либо захоранивается на полигонах.

При подготовке коллагенсодержащего полуфабриката кожу рыб зачищали от чешуи и прирезей, промывали и направляли на гидролиз. В качестве гидролизующего агента использовали подсырную сыворотку, остающуюся как побочный продукт при производстве сыров. С помощью математического планирования эксперимента были определены оптимальные условия гидролиза в зависимости от продолжительности и соотношения «массовая доля сыворотки : массовая доля кожи рыбы». Гидролиз проводили при температуре 20⁰С. По истечении заданного времени кожу измельчали до однородной консистенции, пастеризовали в течение 30 с при температуре 74⁰С. Затем смесь охлаждали до температуры 32⁰С для дальнейшего использования. В ходе эксперимента выявлено, что рационально введение гидролизата в сыр на стадии внесения бактериальной закваски. При этом происходит его более равномерное распределение, интенсифицируется процесс увеличения кислотности смеси. Органолептическая оценка готового продукта показала, что пигменты, содержащиеся в коже, равномерно окрашивает сырное тесто в серый цвет, при этом рыбный запах и вкус отсутствуют.

Другой разработкой кафедры пищевой биотехнологии является технология плавленого сыра, обогащенного икрой и молоками сельди балтийской (*Clupea harengus membras*) или салаки. По своему биологическому потенциалу указанное сырье не уступает аналогичным продуктам из лососевых видов рыб. Они так же содержат все незаменимые аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты ω3 и ω6 семейств с оптимальным для здоровья человека соотношением, нуклеиновый материал (ДНК), функциональные белки, протамины, витамины, минеральные и другие БАВ, незаменимые в питании и обеспечении здоровья человека [10].

Авторами проведены исследования по совершенствованию технологии плавленого сыра с добавлением икры и молок салаки. Готовая продукция представляет собой однородную массу с чистой, ровной поверхностью, вкус и запах – приятные, с выраженным сырным и сливочным оттенком, консистенция - нежная, мажущаяся, цвет – желтовато-кремовый по всей массе.

Оценку качества нового продукта проводили по комплексу показателей пищевой ценности. Сравнительный химический состав, проведенный относительно контрольного образца сыра «Нежный», показывает, что введение икры и молок в рецептуру приводит к обогащению продукта белками при некотором снижении содержания липидов и энергетической ценности (таблица 4).

Сравнительный общий химический состав и энергетическая ценность плавленых сыров

Наименование показателя	Контрольный образец (без икры и молок салаки)	Экспериментальный образец (с икрой и молоками салаки)
Массовая доля, %		
- воды	53,0±0,20	57,0±0,20
- белка	10,0±0,10	9,4±0,20
- жира	27,0±0,10	21,9±0,10
- минеральных веществ	7,5±0,10	9,2±0,15
- углеводов	2,5±0,05	2,5±0,05
Энергетическая ценность, ккал	293	245

Содержание незаменимых и частично заменимых аминокислот в белках плавленых сыров (рисунок 1), а также оценка сбалансированности белков по их аминокислотному составу (таблица 5), показывает, что обогащенный плавленный сыр имеет повышенные значения сбалансированности по сумме незаменимых аминокислот, показателям аминокислотного сора, биологической ценности при уменьшении коэффициента рациональности аминокислотного состава и показателю сопоставимой избыточности незаменимых аминокислот относительно контрольного образца сыра (без икры и молок).

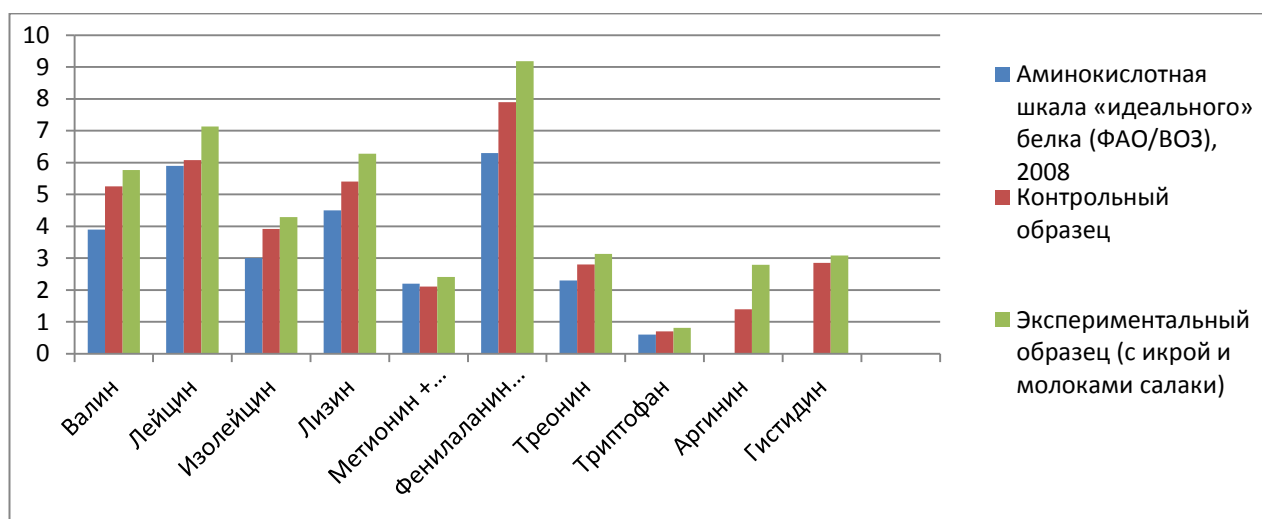


Рисунок 1 – Содержание незаменимых и частично заменимых аминокислот в белках плавленых сыров, г/100г

Сравнительное содержание жирных кислот в липидах плавленых сыров и показатели их жирнокислотной сбалансированности представлены в таблице 6.

Установлен рост в обогащенной продукции содержания ненасыщенных жирных кислот семейств ω -3 и ω -6 на 100 и 44,4%. При этом содержание α -линоленовой (ω -3) и γ -линоленовой (ω -6) ЖК повышается соответственно в 1,5–1,6 и 2,9–3,0 раза, эйкозопентаеновой (ω -3) и докозотетраеновой (ω -3) ЖК в 2–3 и 6–7 раз.

Сравнительная оценка показателей аминокислотной сбалансированности белков плавленых сыров

Наименование показателя	Идеальные значения	Содержание аминокислот, г/100 г белка (АК) и аминокислотный скор, % (АС)	
		Контрольный образец (без икры и молок салаки)	Экспериментальный образец (с икрой и молоками салаки)
АСmin	100	86	99

Биологическая ценность	100	61,37	73,08
Коэффициент рациональности аминокислотного состава, дол. ед.	1,0	0,74	0,72
Показатель сопоставимой избыточности незаменимых АК, г/100 г белка эталона	0	13,3	11,0

Таблица 6

Содержание жирных кислот в плавленых сырах и коэффициенты жирнокислотной сбалансированности

Наименование показателя	Содержание ЖК		
	МР 2.3.1.2432-08*	Контрольный образец (без икры и молок салаки)	Экспериментальный образец (с икрой и молоками салаки)
НЖК, % от \sum ЖК	30,0	69,4	65,0
ННЖК, % от \sum ЖК		30,6	35,0
МНЖК, % от \sum ЖК	60	20,0	18,8
ПНЖК, % от \sum ЖК	10	10,6	16,2
\sum ЖК ω 3 семейства, % от \sum ЖК		1,6	3,2
\sum ЖК ω 6 семейства, % от \sum ЖК		9,0	13,3
Показатели жирнокислотной сбалансированности			
Эссенциальные ЖК	10,0	10,4	15,5
Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:6:3	1:1,9:6,5	1:1,6:4
R _i , дол.ед. i=1...3	R _i →1	0,72	0,73
i=1...6	R _i →1	0,39	0,41

Расчет показал, что при употреблении 100 г плавленого сыра, обогащенного икрой и молоками происходит удовлетворение суточной потребности организма (Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), №299, 2010 г.) в жирных кислотах ω 3 семейства на 35 %, ω 6 семейства - на 28 %, α -линолевой ЖК - на 68 %, β -линолевой ЖК - на 88 %, линоленовой - на 230 %, ПНЖК - на 30 %, НЖК - на 94 %. При этом суточный уровень ДНК (150 мг) удовлетворяется на 22 – 47% (таблица 7).

Таблица 7

Содержание ДНК в обогащенном плавленом сыре

Наименование показателя	Обогащенный плавленый сыр с икрой и молоками
Содержание ДНК, г/100 г продукта	0,050
Адекватный уровень потребления, г/сутки	0,15
Удовлетворение адекватного уровня от употребления 100 г продукта, %	33

Сырье из гидробионтов с учетом их высокого биотехнологического потенциала можно рассматривать как полифункциональную пищевую добавку натурального происхождения, которая богата незаменимыми минеральными веществами, аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами, ДНК, коллагеном и другими БАВами. Принимая во внимание развитые отрасли пищевой промышленности региона, можно констатировать рациональность разработки новых поликомпонентных продуктов на основе молочного сыря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902343994>
- 2 Перспективы развития отечественного сыроделия. – URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/current.php?article=2252>
- 3 Россия в цифрах. 2018: Крат. стат. сб. / Росстат. – М., Р76, 2018. – 522 с.
- 4 Калининградская область – Характеристика. – URL: <http://www.polpred.com/?cnt=195&fo=2&obl=23&dsc=1>
- 5 Бабура Е.А. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Калининградской области по показателям социально-гигиенического мониторинга в 2016 году. – URL: http://39.rospotrebnadzor.ru/sites/default/files/byulleten_zdorove_2017.pdf
- 6 Рыбалова Т.И. Мировой рынок сыров // Сыроделие и маслоделие. – 2014. – № 1. – С. 4–5.
- 7 Громова О.А., Торшин И.Ю., Кошелева Н.Г. Молекулярные синергисты йода: новые подходы к эффективной профилактике и терапии йод-дефицитных заболеваний у беременных // Мать и дитя. – 2011. – № 1 – С. 51–57.
- 8 Кальций и биосинтез коллагена: систематический анализ молекулярных механизмов воздействия / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, И.К. Томилова [и др.] // Мать и дитя. – 2016. – № 15. – С. 1009–1017.
- 9 Sadowska M., Kolodziejska I., Niecikowska C. Isolation of collagen from the skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) // Food Chemistry. – 2003. – № 81. – P. 257–262.
- 10 Лютова Е.В. Совершенствование технологии плавленого сыра, обогащенного икрой и молочками сельди балтийской (*Clupea harengus membras*): дис. ... канд. техн. наук. – Калининград, 2015. – 212 с.

THE USE OF RAW MATERIAL FROM HYDROBIONTS IN THE TECHNOLOGY OF CHEESE

Klyuchko Nataliya Yurievna, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor
Liutova Ekaterina Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences
Fartysheva Anastasiya Leonidovna, PhD student
Filippova Dariya Vyacheslavovna, student

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: natalya.kluchko@klgtu.ru

*Cheese production in the Kaliningrad region is one of the most actively developing segments of the dairy market. During the marketing research, the main preferences of respondents in the selection of cheeses were established. The prospects of improving the traditional recipe of brine cheeses by enriching them with functional ingredients are substantiated. The study on the enrichment of pickled cheeses *Alga fucus vesiculosus*, and a hydrolysate of collagen from the skin of Baltic cod, pike-perch common; processed cheese – caviar and cream and herring in the Baltic. Recommendations on the use of functional products are given.*

ХЛЕБ ИЗ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОЙ МУКИ TRITICUM DICOSSUM

¹Кузнецова Елена Анатольевна, д-р техн. наук, доцент

¹Шаяпова Людмила Васильевна, канд. техн. наук, доцент

²Бриндза Ян, PhD, доцент, директор Института сохранения биоразнообразия и биобезопасности

³Насруллаева Гюнеш Мазахир кызы, PhD, старший преподаватель

¹Кузнецова Елена Александровна, студент магистратуры

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

г. Орел, Россия, e-mail: elkuznetcova@yandex.ru

²Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре,

г. Нитра, Словакия, e-mail: jan.brindza@uniag.sk

³Азербайджанский государственный экономический университет,

г. Баку, Азербайджан, e-mail: gunesh15@mail.ru

Цель работы состояла в разработке технологии зерновых хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки полбы (Triticum dicossum). Известно, что зерно полбы отличается прочными оболочками, имеет низкое содержание клейковины невысокого качества. Технология хлеба из цельнозерновой муки полбы, позволяющая получить хлеб повышенного качества, является новой и актуальной задачей. Разработана технология зернового хлеба из полбы с применением густой ацидофильной зерновой закваски в количестве 40 %. Полученный хлеб имел удовлетворительные физико-химические показатели качества, увеличенный срок свежести и содержал повышенное количество ароматообразующих соединений

Полба (Triticum dicossum) - один из древних сортов пшеницы. В отличие от современной пшеницы, зерно полбы имеет очень прочные покровы, представленные несколькими слоями плодовых и семенных оболочек. Из-за невысокой урожайности и трудностей при обработке зерна полба на долгое время была несправедливо забыта. В последнее время Triticum dicossum вновь становится популярной. Зерно этого сорта пшеницы очень полезно: в нем находят высокое содержание белка, витаминов группы В, железа и незаменимых аминокислот [5].

Triticum dicossum используют во всем мире для изготовления обжаренных зерен, хлопьев для завтрака, блинов, каш, блюд для детского питания, местных видов макаронных изделий. Установлено, что из-за невысокого качества и содержания клейковины из пшеницы Triticum dicossum получают хлеб с более низким качеством, чем из традиционных сортов пшеницы [4, 6].

Диетологи рекомендуют зерновые продукты с целью обеспечить рацион питания пищевыми волокнами, белками, витаминами и минеральными веществами, расположенными преимущественно в оболочках зерна [2]. Регулярное употребление продуктов из целого зерна злаков может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых видов рака на 30 %, защитить от ожирения и диабета 2 типа [3, 7].

Цель работы состояла в разработке технологии зерновых хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки полбы (Triticum dicossum).

Для исследования было взято зерно Triticum dicossum var. Dicossum, выращенное в условиях Апшеронского полуострова в республике Азербайджан.

Для модификации структуры плотных плодовой и семенной оболочек зерна *Triticum dicossum* (Schrank) с целью получения зерновых изделий с высокими органолептическими показателями использовали ферментный препарат основе фитазы F 4.2В (ИБФМ РАН г. Пущино), продуцент *Penicillium canescens*. В состав ферментного препарата входит комплекс ферментов: целлюбиогидролаза, β-глюканаза, ксиланаза и фитаза (ксиланазная – 803 ед/г) Ферментный препарат применяли на стадии замачивания зерна. Процесс проводили при рН 4,5 и температуре 50 °С в условиях термостата. Выбор параметров замачивания обусловлен оптимальными температурой и рН для дей-

ствия ферментов, входящих в состав ферментного комплекса. Для поддержания рН среды использовали цитратный буфер. Рациональная доза препарата установлена экспериментально и составила 0,12 % от массы сухих веществ зерна, продолжительность замачивания – 10 часов. После ферментации осуществляли промывание зерна водой в течении 5-10 минут. Затем ферментированное зерно полбы подвергали сушке в установке сушильной конвейерной СК-70 в течение 120-180 мин при $t=50-60$ °С. Измельчение зерна проводили на мельнице WM-200 до дисперсности 0,06-0,08 мкм. В работе использовали стандартные методы исследования хлебобулочных изделий.

Проведенные ранее исследования по разработке технологии зерновых хлебобулочных изделий позволили установить, что наиболее эффективный способ улучшения качества хлеба – повышение кислотности теста за счет применением заквасок, добавление которых уменьшает активность протеиназы в тесте, а также снижает температуру инактивации α -амилазы при выпечке хлеба [1].

В технологии зерновых хлебобулочных изделий из полбы использовали густую ацидофильную молочнокислую закваску. Ее микробиологический состав следующий *L. acidophilus*-146, *L. brevis*-B78, *S. minor* «Чернореченский» и *S. cerevisiae*. Схема производства густой ацидофильной молочнокислой закваски представлена на рисунке 1.

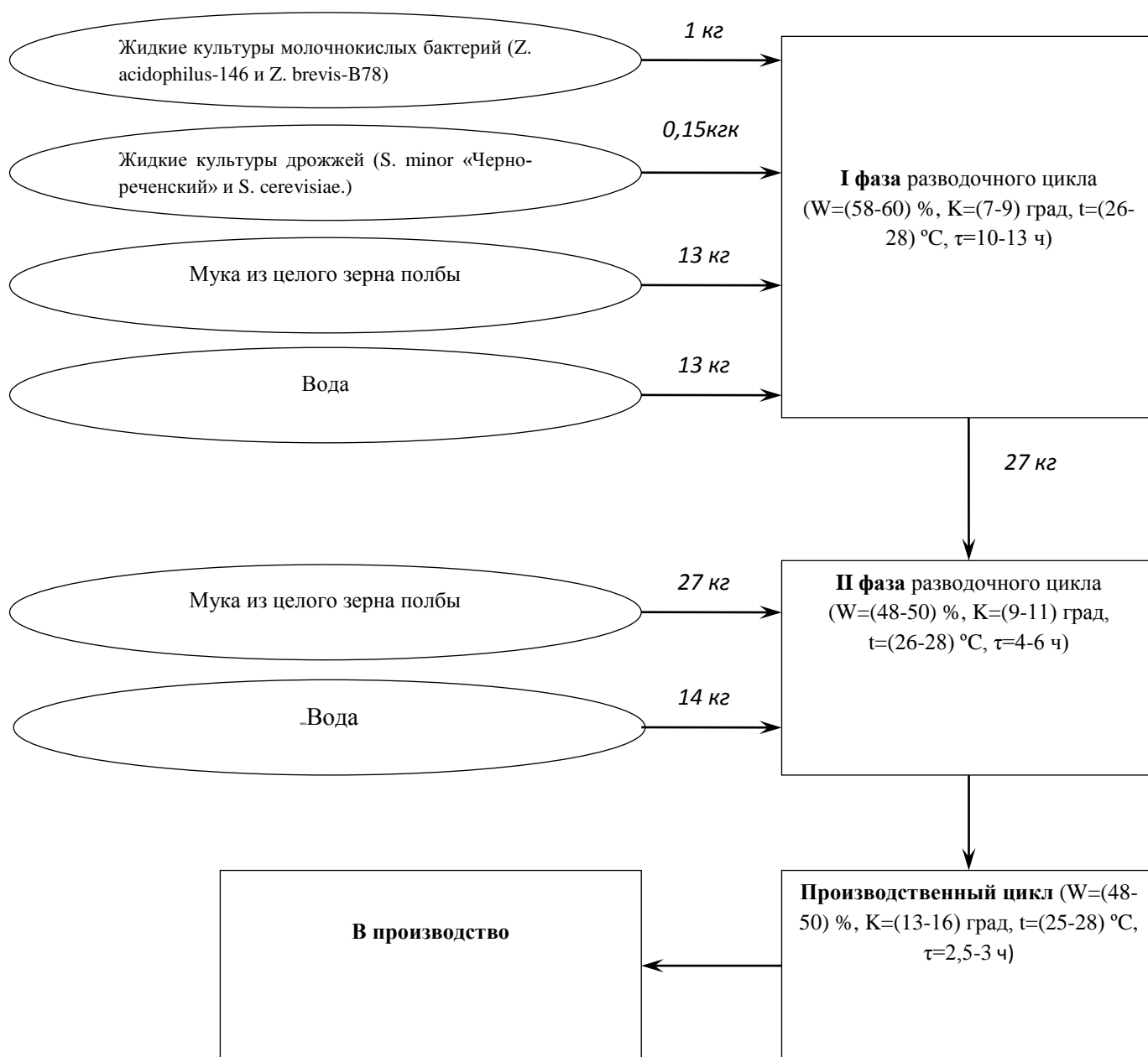


Рис. 1 – Схема производства густой ацидофильной молочнокислой закваски

В Таблице 1 приведена качественная характеристика закваски.

Таблица 1

Характеристика закваски

Наименование показателей	Густая ацидофильная молочнокислая закваска
Влажность, %	49,76
Титруемая кислотность, град	15,4
Бродильная активность, мин	5
Подъемная сила «по шарик», мин	30
Количество микроорганизмов в полуфабрикате всего:	111×10^6
в том числе:	
дрожжей	100×10^6
бактерий	11×10^6

Изучение бродильной и газообразующей способности закваски показало, что она характеризовалась высокой бродильной активностью. Суммарное количество углекислого газа, выделившегося за 210 минут (3,5 ч) брожения составило 214 см^3 .

Известно, что количество закваски оказывает существенное влияние на технологические показатели процесса тестоведения и качество хлеба. Поэтому экспериментально путем пробных выпечек было установлено рациональное количество вносимой закваски. За контроль принимали хлеб, приготовленный из целого зерна полбы без применения заквасок. Брожение осуществляли в условиях термостата при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 60 минут. После брожения, готовое тесто делили на куски массой 350 г, которым придавали продолговато-овальную форму с гладкой поверхностью, и помещали в формы для выпечки. Расстойку тестовых заготовок проводили при температуре $38 \text{ }^\circ\text{C}$ - $40 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 75 % - 80 %. Выпекали хлебобулочные изделия при температуре $200 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 40-50 мин. Данные анализа физико-химических показателей качества изделий представлены в таблице 2.

Таблица 2

Подбор рационального количества густой ацидофильной молочнокислой закваски

Наименование исследуемого показателя хлебобулочного изделия	Контроль	Количество вносимой в тесто густой ацидофильной молочнокислой закваски, % от массы муки из зерна полбы					
		20	30	40	50	60	70
Вкус	Свойственный	Свойственный, ярко выраженный			Кислый		
Массовая доля влаги, %	50,14	46,09	45,35	44,31	43,74	43,60	43,42
Кислотность, град	4,4	6,0	6,8	8,0	9,2	10,0	11,4
Пористость, %	39,08	47,99	48,76	51,76	51,89	52,33	53,01
Удельный объем, $\text{см}^3/\text{г}$	1,17	1,49	1,50	1,56	1,56	1,58	1,59

Установлено, что при увеличении количества закваски улучшались физико-химические показатели готового продукта: снижалась влажность, возрастали пористость и удельный объем. Одновременно с этим наблюдалось ухудшение органолептических показателей готовых хлебобулочных изделий ввиду чрезмерного накопления кислотности в мякише. В связи с этим наиболее целесообразным количеством вносимой густой ацидофильной молочнокислой закваски является 40 %.

Были проведены исследования скорости черствения хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки полбы. Готовые изделия хранили без упаковки при температуре $18 \text{ }^\circ\text{C}$ - $25 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 65 % - 70 %. О степени черствения судили по изменению структурно-механических свойств мякиша (общей сжимаемости, упругости и пластичности) через 3, 16, 24 и 48 часов хранения, определенных на приборах структурометр СТ-1 и пенетрометре АП-4/2 по методикам, прилагаемым к ним. Результаты приведены в таблице 3

Анализ экспериментальных данных показал, что в процессе хранения влажность всех образцов снижается незначительно. Вероятно, это можно объяснить присутствием в готовых

изделиях значительного количества пищевых волокон, которые способны связывать влагу адсорбционно, более прочно, чем другие структурные компоненты. Это способствует сохранению влаги внутри изделия в процессе хранения.

Таблица 3

Изменение структурно-механических свойств мякиша хлеба в процессе хранения

Время хранения	Общая деформация сжатия мякиша						
	Контроль			Хлеб зерновой из цельнозерновой муки полбы			
	Влажность %	$\Delta H_{\text{общ}}$, ед. прибора АП-4/2	$\Delta H_{\text{общ}}$, мм.	Влажность %	$\Delta H_{\text{общ}}$, ед. прибора АП-4/2	$\Delta H_{\text{общ}}$, мм.	
3 часа	45,01	50,5	4,70	44,39	91,5	5,26	
16 часов	44,60	39,0	3,82	44,09	73,0	4,83	
24 часа	43,88	26,5	2,88	43,99	63,0	4,51	
48 часов	43,16	18,0	2,29	43,49	51,0	3,54	

Из результатов исследований, видно, что мякиш опытных образцов хлеба имел более высокие значения показателя сжимаемости в течение всего периода хранения по сравнению с контрольным. Срок сохранения свежести хлеба при этом увеличивался, в среднем, на 20 часов по сравнению с контрольным вариантом. Вероятно, это объясняется комплексом действий (внесение ферментного препарата на стадии замачивания, приготовление хлебобулочных изделий на заквасках), отсутствующих при производстве контрольного образца. В результате этого в опытном варианте содержится значительное количество низкомолекулярных соединений, обладающих высокой влагоудерживающей способностью, и тем самым препятствующим процессу ретроградации крахмала.

При производстве хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки полбы с применением густых заквасок количество ароматобразующих веществ существенно возрастает. Так, по сравнению с контролем в образце хлебобулочного изделия, приготовленного с использованием густой ацидофильной молочнокислой закваски, количество ароматобразующих соединений возросло на 94,3 %.

Таким образом проведенные исследования показали, что из цельнозерновой муки полбы при использовании технологии с применением густой ацидофильной зерновой закваски можно получить зерновые хлебобулочные изделия высокого качества. Разработана технология производства хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки полбы *Triticum dicoccum*. Технология включает подготовку зерна с помощью обработки ферментным препаратом на основе целлюлаз и фитазы, получение цельнозерновой муки, приготовление хлеба на густой ацидофильной зерновой закваске, рациональная дозировка которой составляет 40 %. Полученный хлеб имел удовлетворительное качество, увеличенный срок свежести и содержал повышенное количество ароматобразующих соединений.

Данная статья была подготовлена при активном участии исследователей международной сети AgroBioNet. Соавтор Е.А. Кузнецова (ID 25847) благодарит Агентство SAIA за предоставленную финансовую поддержку и возможность проведения исследований в Институте сохранения биоразнообразия и биобезопасности факультета агробиологии и пищевых ресурсов Словацкого сельскохозяйственного университета в Нитре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Корячкина, С.Я., Кузнецова, Е.А., Черепнина, Л.В. Использование зерна тритикале в технологии зернового хлеба. // Хлебопродукты, 2007.- №5.- С.38-39

2 Buddrick, O., Jones, O.A.N., Cornell, H.J., Small, D.M. The influence of fermentation processes and cereal grains in wholegrain bread on reducing phytate content. *Journal of Cereal Science*, 2014, vol. 59. p. 3 – 8

3 Chatenoud, L., Tavani, A., La Vecchia, C., Jacobs Jr. D.R., Negri, E., Levi, F., Franceschi, S. Whole grain food intake and cancer risk. *International Journal of Cancer*, 1998, vol. 77, no. 1, p. 24-28

4 Kissing, L., Dyckb, K.E., Russellc, J., Clarkd, L., Hamelmane, J., Burns-Leaderf, Sh., Sendersg, S., Jonesh, J., Benschera, D., Davisa, M., Rothi, G., Zwingerj, S., Sorrellsa, M.E., Dawsonk, J.C. Evaluation of wheat and emmer varieties for artisanal baking, pasta making, and sensory quality. *Journal of Cereal Science*, 2017, vol. 74, p. 19-27

5 Lachman, J., Orsák, M., Pivec, V., Jírů, K. Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum mono-coccum* L.), emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [schränk]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant, Soil and Environment*, 2012, vol. 58, no.1, p. 15-21

6 Longin, C.F.H., Ziegler, J., Schweiggert, R., Carle, R., Würschum, T. Comparative study of hulled (einkorn, emmer, and spelt) and naked wheats (durum and bread wheat): Agronomic performance and quality traits. *Crop Science*, 2016, vol. 56, no.1, p. 302-311

7 Montonen, J., Knekt, P., Järvinen, R., Aromaa, A., Reunanen, A. Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2003, vol. 77, no. 3, p. 622-629

BREAD FROM WHOLE WHEAT FLOUR TRITICUM DICOCCUM

¹Kuznetsova Elena Anatolievna, Doctor of technical Sciences, Associate Professor

¹Shayapova Lyudmila Vasilyevna, Candidate of technical Sciences, Associate Professor

²Brindza Ján, PhD, Associate Professor, Director of the Institute of Biological Conservation and Biosafety

³Nasrullaeva Gunesh Mazakhir, PhD, senior lecturer;

¹Kuznetsova Elena Aleksandrovna, graduate student

¹Orel state University named after I. S. Turgenev",

Orel, Russia, e-mail: elkuznetcova@yandex.ru

²Slovak University of Agriculture in Nitra,

Nitra, Slovakia, e-mail: Jan.Brindza@uniag.sk.

³Azerbaijan State Economic University,

Baku, Azerbaijan, e-mail: gunesh15@mail.ru1

*The purpose of the work was to develop the technology of grain bakery products from the purpose-spelt flour (*Triticum dicoccum*). It is known that the grain of the spelt is characterized by strong shells, has a low quality and gluten content. Technology of bread from whole wheat flour spelt, allowing to obtain bread of high quality is a new. The technology of grain bread from spelt using a thick acidophilic grain leaven in the amount of 40 %. The resulting bread had satisfactory physical and chemical quality indicators, increased freshness and contained an increased number of aroma-forming compounds.*

ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ КЛЕТОЧНОЙ ОБОЛОЧКИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *CHLORELLA* ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ПИГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА

Кузнецова Татьяна Алексеевна, канд. биол. наук, доцент
Базарнова Юлия Генриховна, д-р техн. наук, профессор
Трухина Елена Владимировна, аспирант

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru, j.bazarnova@spbstu.ru
trukhina_ev@spbstu.ru

Одноклеточные водоросли Chlorella – перспективный источник ценных веществ для пищевой промышленности и фармации. При переработке полученной в аквакультуре биомассы микроводорослей рода Chlorella возникает проблема дезинтеграции клеточной оболочки. При извлечении пигментного комплекса из микроводорослей изучены различные способы дезинтеграции клеточной оболочки: высокочастотная гомогенизация, обработка ультразвуком и сверхчастотным микроволновым излучением. Установлено, что эффективным способом дезинтеграции клеточной стенки микроводоросли C. sorokiniana для извлечения комплекса пигментов является УЗ-обработка (в режиме 40 кГц, при 50 °С в течение 30 мин), который позволяет достигать выхода суммы пигментов около 35 мг/г, при содержании суммы каротиноидов в полученном пигментном комплексе до 6,1±0,4 мг/г в пересчете на воздушно-сухую биомассу

Введение

Микроводоросли *Chlorella sorokiniana* отличается интенсивными темпами роста, нетребовательна в аквакультуре. Для культивирования *Chlorella* можно использовать углекислый газ (побочный продукт производств), она не нуждается в плодородных почвах. Некоторые штаммы *C. sorokiniana* при определенных условиях могут достигать продуктивности 0,66 г·л⁻¹ в сутки [9].

Биомасса микроводоросли *C. sorokiniana* является источником ценных пищевых веществ: белков (до 40% сухой биомассы), липидов (до 22% сухой биомассы), углеводов (до 30% сухой биомассы), фитохимических веществ, содержание которых зависит от условий культивирования и возраста популяции [2]. Одним из актуальных направлений использования биомассы *Chlorella* является получение из нее экологически чистого топлива – биодизеля [1].

Однако извлечение ценных компонентов из биомассы микроводорослей *Chlorella* сопряжена с проблемой дезинтеграции ее клеточной оболочки, при этом немаловажное значение имеет микроскопический размер клеток, который колеблется от 1,5 до 5 мкм в диаметре.

Известно, что клеточная оболочка различных видов микроводорослей обладает различной прочностью и ультраструктурой, что требует избирательного подхода к выбору способа и условий дезинтеграции [6]. Процесс дезинтеграции должен быть энергоэффективным и неразрушающим относительно извлекаемых биомолекул.

На рисунке 1 (а) представлено микроизображение клетки *C. sorokiniana* с окрашенными включениями и органеллами, а также схема строения клеточной оболочки (рис. 1 б).

Клеточная оболочка *C. sorokiniana* является триламелярной. Микрофибриллярная структура встроена в матрицу, состав которой отличается высоким содержанием белков, по сравнению с клеточной стенкой высших растений, большая часть из которых представлена гликопротеином. В состав клеточной стенки *C. sorokiniana* входит также до 45% целлюлозы и гемицеллюлозы.

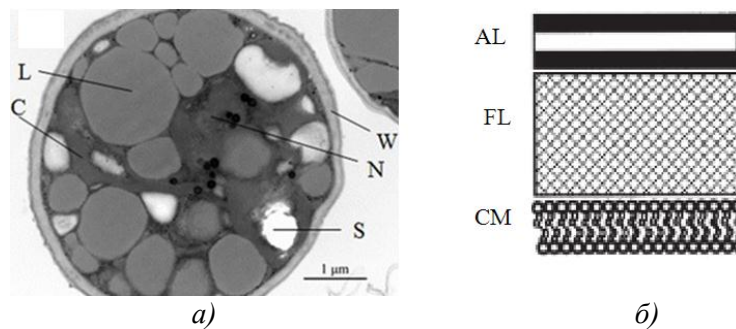


Рис. 1 Ультраструктура клетки *C. sorokiniana*: а) изображение получено с помощью сканирующего электронного микроскопа: L – липидные капли; S – крахмальные гранулы; C – хлоропласт; N – ядрышко; W – клеточная оболочка [9]; б) схема клеточной оболочки [4]: AL – слой на основе альгинатов; FL – фибриллярный слой; CM – клеточная мембрана

Внутренний слой оболочки состоит из целлюлозы, имеющей микрофибриллярную структуру [17], а также содержит хитиноподобный гликан, уроновые кислоты, рамнозу, арабинозу, фукозу, ксилозу, маннозу, галактозу, глюкозу и пектин [6].

Внешний слой оболочки может быть или одинарным, или тройным, и состоит из солей альгиновой кислоты. Альгинаты являются высокостойкими алифатическими полимерами [19], поэтому для разрушения клеточной оболочки требуется подбор эффективных методов дезинтеграции [4].

В технологиях извлечения ценных компонентов активно исследуются различные методы дезинтеграции клеточной оболочки:

- механические, в том числе, шаровые мельницы, высокоскоростные гомогенизаторы, гомогенизаторы высокого давления, воздействие ультразвукового, лазерного и микроволнового излучения;
- биохимические, в том числе, ферментативный гидролиз;
- термические, в том числе, автоклавирование.

Обычно используемые способы воздействия на клеточную оболочку *Chlorella* применяют для клеточных суспензий, где жидкой фазой является экстрагирующий раствор, часто способы дезинтеграции комбинируют.

В основе механических методов дезинтеграции – прямой перенос внешней энергии в клетку. Тот же принцип используется при обработке клеточной суспензии ультразвуковым, лазерным и микроволновым излучением, а также в результате теплового воздействия и применения импульсного электрического поля [11, 15].

Широко описаны методы с использованием разрушающих шариков различного размера [11], выполненных из различных материалов [17]. Фрезерованные шарики увеличивают эффективность дезинтеграции клеток микроводорослей [5]. Однако этот тип дезинтеграции характеризуется неэффективной передачей энергии к клеткам и считается энергозатратным. Другим недостатком этого способа воздействия на клетку является повышение температуры и разрушение хлоропластов, что может активировать внутриклеточные окислительные ферменты.

Высокочастотные гомогенизаторы воздействуют на клетку за счет гидродинамической кавитации и сдвиговых сил, вызванных перемешиванием с высокой частотой, что создает высокие скорости сдвига [8]. Однако тепловыделение и высокое потребление энергии являются основными недостатками этого способа дезинтеграции при его применении в промышленных масштабах [4].

Одним из механизмов воздействия ультразвука на биологические объекты являются звукохимические реакции [21] и явление кавитации. При обработке клеточной суспензии ультразвуком дезинтеграция оболочки осуществляется при относительно низких температурах, относительно обработки микроволновым излучением или автоклавированием. Кроме того, обработка ультразвуком не требует добавления шаровидных элементов или химических веществ, что снижает себестоимость полученного продукта [15].

Обработка клеточной суспензии микроволновым излучением считается альтернативным методом дезинтеграции, подходящим для извлечения из микроводорослей термолабильных ве-

ществ. При использовании в качестве модельного объекта *Chlorella vulgaris* этот метод зарекомендовал себя как эффективный способ извлечения белков, в том числе, связанных с фотосистемой [20].

При экстракции пигментов из микроводорослей *Dunaliella tertiolecta* микроволновая дезинтеграция является более эффективной в сравнении с использованием ультразвука. Воздействие микроволн вызывает гомогенный нагрев и быстрое проникновение растворителя внутрь клетки, сопровождающееся их агглютинацией. Однако данный способ дезинтеграции может приводить к разрушению пигментов. Авторами [14] отмечено, что деградация каротиноидов начинается при температурах выше 60 °С.

Цель работы – определение наилучшего метода дезинтеграции клеточной оболочки одноклеточной водоросли *C. sorokiniana* для извлечения пигментного комплекса.

1 Материалы и методы

1.1 Получение биомассы *C. sorokiniana* в аквакультуре

Биомассу микроводоросли *C. sorokiniana* (штамм 211-8к) получали при культивировании в лабораторном биореакторе [16]. Для этого использовалась универсальная питательная среда, сбалансированная по микро- и макроэлементам [3]. Интенсивность освещенности лампами дневного света – 2000-2500 Лк (в режиме «день-ночь»). Перемешивание осуществляли барботированием с помощью компрессора Xilong AP-001 в режиме – 1,5 л/ч. Температура культивирования – 20-22 °С. Исходная концентрация клеток в питательной среде составляла $4,14 \times 10^6$ кл./мл. В течение 7-8 дней концентрация клеток достигала $41,12 \times 10^6$ кл.

/мл.

1.2 Получение воздушно-сухой биомассы

Концентрирование биомассы проводили автофлокуляцией в присутствии 0,1М NaOH (рН 10-11) с последующим центрифугированием концентрированной суспензии в режиме 6000 об./мин. в течение 5 мин. [24, 25]. Жидкую фазу отделяли декантацией, а осадок сушили на воздухе в темном месте при температуре 22-23 °С. Содержание влаги в полученной воздушно-сухой биомассе не превышало 2%. Полученную биомассу подвергали механической гомогенизации до порошкообразного состояния.

1.3 Определение содержания пигментов в биомассе *C. sorokiniana*

Навеску 0,025 г заливали 10 мл 96%-ного этилового спирта (ГОСТ 5962-2013) и подвергали дезинтеграции различными способами:

Способ 1 – механическая дезинтеграция с использованием высокочастотного гомогенизатора Silent Crusher M (IKA® Werke, T25 Basic) в режимах: 5000, 10000, 15000 об./ мин. в течение 2 мин при температурах 25, 35, 45 °С соответственно.

Способ 2 – УЗ-обработка в ультразвуковой ванне WUC-A01H DAIHAN в режиме: 40 кГц в течение 30 мин при температуре 50 °С.

Способ 3 – СВЧ обработка в СВЧ-минерализаторе «МИНОТАВР» (ЛЮМЭКС) мощностью 120 Вт, при атмосферном давлении в течение 10 мин при температуре 65 °С.

Полученный гомогенат центрифугировали при 3500 об. / мин. в течение 3 мин., полученный центрифугат доводили до 50 мл 96%-ным этиловым спиртом.

Эффективность используемых способов дезинтеграции оценивали по суммарному количеству пигментов в центрифугатах, а также определяли содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и суммы каротиноидов спектрофотометрическим методом [13].

Концентрацию пигментов в центрифугатах, мкг/мл, рассчитывали по формулам 1-3:

$$Ch_a = 13,36A_{664} - 5,19A_{649}, \quad (1)$$

$$Ch_b = 27,43A_{649} - 8,12A_{664}, \quad (2)$$

$$Ch_{x+c} = 1000A_{470} - 2.13Ch_a - 97,63Ch_b / 209, \quad (3)$$

где:

Ch_a – концентрация хлорофилла a ;

Ch_b – концентрация хлорофилла b ;

C_{x+c} – концентрация каротиноидов;

$A_{470}, A_{649}, A_{664}$ – оптическая плотность при длинах волн 470 нм, 649 нм и 664 нм соответственно.

Содержание пигментов A , мг/г в пересчете на массу навески определяли по формуле (4):

$$A = \frac{C \cdot V}{m \cdot 1000}, \quad (4)$$

где:

C – концентрация пигментов, рассчитанная по формулам 1-3, мг/л;

V – объем центрифугата, мл;

m – масса навески, г.

С целью оценки влияния способа дезинтеграции на состав извлекаемого пигментного комплекса, определяли также соотношение хлорофилла a к хлорофиллу b ($Ch\ a/Chl\ b$).

Анализ проводили в трехкратной повторности, результаты обрабатывали методом регрессионного анализа.

1.4 Микрокопирование препаратов биомассы

Для исследования влияния способов дезинтеграции клеточной оболочки использовали микрокопирование биомассы *C. sorokiniana* после отделения центрифугата. Микрокопирование препаратов «раздавленная капля» проводили при увеличении не менее чем в 640 раз с использованием цифровой видеокамеры IS-500 и программного обеспечения MC-foto.

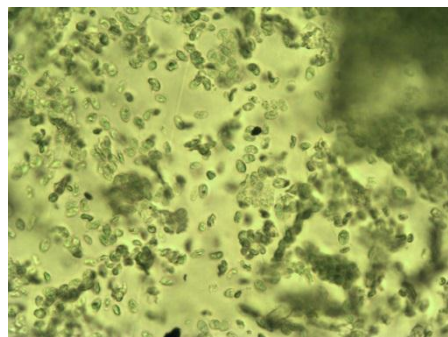
2 Результаты и обсуждение

Микроскопическая картина образцов суспензии биомассы в 96%-ном этаноле после дезинтеграции представлена на рисунке 2.

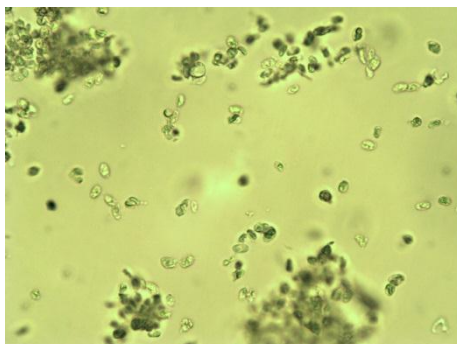
Выявлено, что высокочастотная гомогенизация (ВЧГ) не приводит к видимому разрушению клеток, суспензия неоднородна, в поле зрения наблюдаются флокки различного размера (рис. 2 а-в).

УЗ-обработка также не приводит к видимому разрушению клеток, однако отмечены видимые полости (кавитационные пузырьки) в цитоплазме нескольких клеток (рис. 2 д).

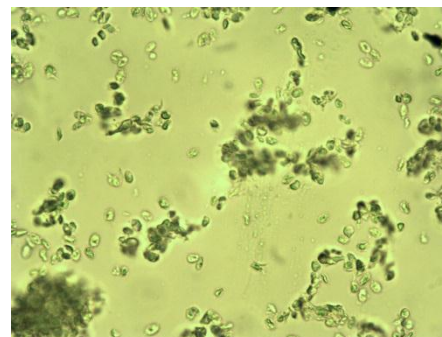
СВЧ-обработка приводит к разрушению клеток, в поле зрения наблюдаются фрагменты клеточных оболочек, деформированные «раздутые» клетки (рис. 2 г).



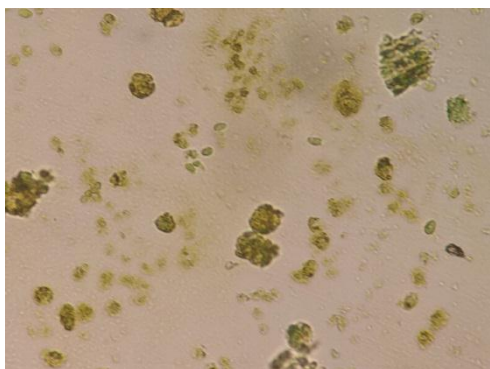
а) ВЧГ, 5000 об/мин.)



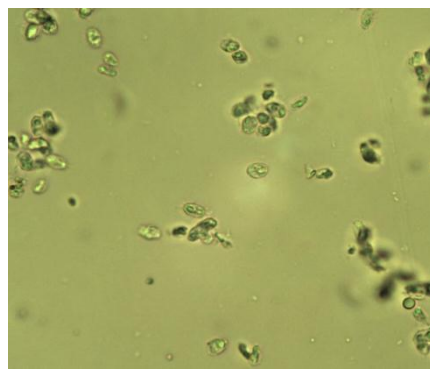
б) ВЧГ, 10000 об/мин.



в) ВЧГ, 15000 об/мин.



г) СВЧ



д) УЗ

Рис. 2 Микроскопическая картина образцов суспензии биомассы в 96%-ном этиловом спирте после дезинтеграции

На рисунке 3 представлена гистограмма, иллюстрирующая выход пигментов при использовании различных видов дезинтеграции в пересчете на воздушно-сухую биомассу.

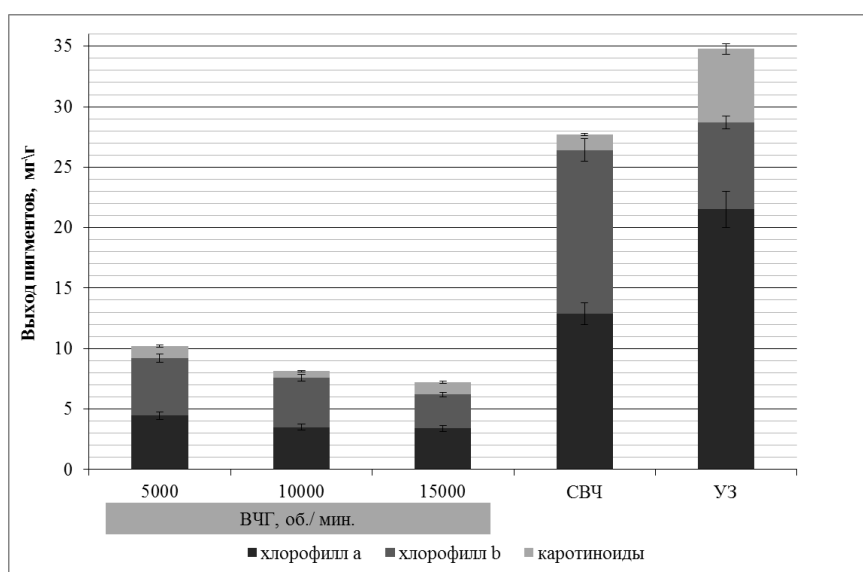


Рис. 3 Влияние способов дезинтеграции клеточной оболочки микроводорослей *C. sorokiniana* на выход пигментов: ВЧГ – высокочастотный гомогенизатор; УЗ – ультразвуковое воздействие, СВЧ - сверхвысокочастотное излучение

На основании сопоставления результатов микроскопирования биомассы и данным по выходу пигментов установлено, что наиболее эффективным способом дезинтеграции является УЗ-обработка, при котором достигается максимальный выход пигментов (34,79±1,05 мг/г в пересчете на воздушно-сухую биомассу), что примерно на 25 % выше, чем при использовании СВЧ-обработки, при котором достигается максимальный выход суммы каротиноидов (6,09±0,36 мг/г) и хлорофилла *a* (21,52±0,36 мг/г).

Использование ВЧГ-обработки вызывает резкое повышение температуры гомогената, что провоцирует деградацию пигментов. Важным фактором является также флокуляция клеток, которая характерна для этого способа дезинтеграции. Увеличение числа оборотов гомогенизатора приводит к уменьшению выхода пигментного комплекса.

СВЧ-обработка приводит к повышению выхода пигментов, однако увеличение температуры выше 60 °С также способствует разрушению пигментов, что хорошо согласуется с литературными данными [14].

УЗ-обработка не вызывает разрушения клеток микроводоросли, однако частичная деструкция клеточной оболочки и плазматической мембраны способствует повышению выхода пигментов.

Согласно литературным данным, хлорофилл *b* (*Chb*) является более термостойким, чем хлорофилл *a* (*Cha*). Хлорофилл *a* при окислении переходит в хлорофилл *b* [23, 26]. Повышение соотношения *Cha/Chb* свидетельствует о снижении степени деструкции пигментов.

Таким образом, выявлено, что способ УЗ-воздействия (40 кГц, 30 мин, 50 °С) на клетки *C. sorokiniana* приводит к минимальной деструкции пигментного комплекса. При повышении температуры более 50 °С происходит снижение выхода пигментного комплекса, при температурах ниже 50 °С степень дезинтеграции клеточной оболочки недостаточна [22].

Заключение

В технологии получения ценных компонентов из биомассы микроводорослей *Chlorella* важной операцией является дезинтеграция клеточной оболочки микроводоросли. Выбранные способы должны отвечать конкретному виду микроводорослей, отличаться энергоэффективностью и не оказывать разрушающего воздействия на извлекаемые биомолекулы.

Эффективным способом дезинтеграции клеточной стенки микроводоросли *C. sorokiniana* для извлечения комплекса пигментов является УЗ-обработка (в режиме 40кГц, при 50°С в течение 30 мин.), который позволяет достигать выхода суммы пигментов около 35 мг/г, при содержании суммы каротиноидов в полученном пигментном комплексе до 6,1±0,4 мг/г в пересчете на воздушно-сухую биомассу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Aarthy, A. Kumari, S. Turkar, P. Subramanian, S. An insight on algal cell disruption for biodiesel production // Asian J Pharm Clin Res, 2018. – Vol 11, Issue 2. – Pp. 21-26.
- 2 Belkoura, M. Benider, A. Dauta, A. Influence de la température, de l'intensité lumineuse et du stade de croissance sur la composition biochimique de *Chlorella sorokiniana* Shihira & Krauss // Annls Limnol, 1997. – 33 (1). – Pp. 3-11.
- 3 Crofcheck C., Shea A., et al. Influence of media composition on the growth rate of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus acutus* utilized for CO₂ mitigation // J Biochem Tech., 2012. – 4(2). – Pp. 589-594.
- 4 D'Hondt, E. Martín-Juárez, J. Bolado, S. Kasperoviciene, J. Koreiviene, J. Sulcius, S. Elst, K. Bastiaens, L. Cell disruption technologies. In *Microalgae-Based Biofuels and Bioproducts: From Feedstock Cultivation to End-Products*; Elsevier: New York, NY, USA, 2017 – Pp. 133–154.
- 5 Doucha, J.; Lívanský, K. Influence of processing parameters on disintegration of *Chlorella* cells in various types of homogenizers // Appl. Microbiol. Biotechnol, 2008. – 81. – Pp. 431–440.
- 6 Garcia, E.S. Lo, C., Eppink M.H.M., Wijffels R.H., C. Berg V.D.C. Understanding mild cell disintegration of microalgae in bead mills for the release of biomolecules // Chemical Engineering Science, 2019. – 203. – Pp. 380–390.
- 7 Gerken, H.G., Donohoe, B., Knoshaug, E.P. Enzymatic cell wall degradation of *Chlorella vulgaris* and other microalgae for biofuels production // Planta, 2013. – 237. – Pp. 239–253.
- 8 Günerken, E.; D'Hondt, E.; Eppink, M.H.M.; Garcia-Gonzalez, L.; Elst, K.; Wijffels, R.H. Cell disruption for microalgae biorefineries. *Biotechnol. Adv.* 2015, 33, 243–260.
- 9 Jiang, L. Zhang, L. Nie, C. and Pei, H. Lipid productivity in limnetic *Chlorella* is doubled by seawater added with anaerobically digested effluent from kitchen waste // Jiang et al. *Biotechnol Biofuels*, 2018. – 11(68). Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1064-5>
- 10 Lizzul, A.M. Lekuona-Amundarain, S.P. and Cintra L. Campos Characterization of *Chlorella sorokiniana*, UTEX 1230 // *Biology*, 2018. – 7 (25). – Pp. 1-12.
- 11 Ma, Y., Gao, Z., Wang, Q., Liu, Y. Biodiesels from Microbial Oils: Opportunity and Challenges // *Bioresour Technol*, 2018. – 263. – Pp. 631-641.
- 12 Montalescot, V., Rinaldi, T., Touchard, R. et al. Optimization of bead milling parameters for the cell disruption of microalgae: Process modeling and application to *Porphyridium cruentum* and *Nannochloropsis oculata* // *Bioresour. Technol.*, 2015. – 196. – Pp. 339–346.

- 13 Nayek, S., Haque, C.I., Nishika, J. and Suprakash, R. Spectrophotometric Analysis of Chlorophylls and Carotenoids from Commonly Grown Fern Species by Using Various Extracting Solvents // *Research Journal of Chemical Sciences*, 2014. – Vol. 4(9) – P. 63-69.
- 14 Pasquet, V., Chérouvrier, J.R., Farhat, F. Study on the microalgal pigments extraction process: Performance of microwave assisted extraction // *Process Biochemistry*, January 2011. – Volume 46(1). – Pp. 59-67. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2010.07.009>
- 15 Patel, A., Mikes, F. and Matsakas, L. An Overview of Current Pretreatment Methods Used to Improve Lipid Extraction from Oleaginous Microorganisms // *Molecules*, 2018. – 23. – Pp. 1562.
- 16 Politaeva, N., Kuznetsova, T, et al. Impact of various physical exposures on *Chlorella Sorokiniana* microalgae cultivation // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2017. – Volume 12 (21). – Pp. 11488-11492.
- 17 Postma, P.R., Miron, T.L., Olivieri, G. et al. Mild disintegration of the green microalgae *Chlorella vulgaris* using bead milling // *Bioresour. Technol.*, 2015. – 184. – Pp. 297–304.
- 18 Rodrigues, M.A. Silva Bon, E.P. Evaluation of *Chlorella* (Chlorophyta) as source of fermentable sugars via cell wall enzymatic hydrolysis. *Enzyme Res*, 2011. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.4061/2011/405603>.
- 19 Scholz, M.J., Weiss, T.L., Jinkerson, R.E., Jing, J., Roth, R., Goodenough, U., Posewitz, M.C., Gerken, H.G. Ultrastructure and composition of the *Nannochloropsis gaditana* cell wall. *Eukaryot // Cell*, 2014. – 13 (11). – Pp. 1450–1464.
- 20 Zocher, K., Lackmann, J.-W., Volzke, J., et al. Profiling microalgal protein extraction by microwave burst heating in comparison to spark plasma exposures // *Algal Research*, 2019. – Volume 39. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/332788003_Profiling_microalgal_protein_extraction_by_microwave_burst_heating_in_comparison_to_spark_plasma_exposures
- 21 Антушева Т. И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы // *Живые и биокосные системы*, 2013. – № 4. Режим доступа: URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11>.
- 22 Боргоякова, А.С., Кузнецова, Т.А., Базарнова, Ю.Г. Влияние температуры на экстракцию пигментов из биомассы *Chlorella sorokiniana* // *Пищевые технологии и биотехнологии. XVI Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященная 150-летию Периодической таблицы химических элементов (16–19 апреля 2019 г.)* : материалы конференции : в 3 ч. Ч. 2 / Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2019.— С. 24-28.
- 23 Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов: пер с англ. – М.: Мир, 1986. – 422 с.
- 24 Кузнецова Т.А. Динамика процесса автофлокуляции клеток микроводорослей *Chlorella sorokiniana* в аквакультуре / Кузнецова Т.А., Базарнова Ю.Г., Боргоякова А.С. // В сборнике: Балтийский морской форум. Материалы VI Международного Балтийского морского форума. – 2018. – С. 19-25.
- 25 Кузнецова, Т.А., Базарнова, Ю.Г., Боргоякова, А.С. Исследование влияния процесса автофлокуляции клеток микроводоросли *Chlorella sorokiniana* в аквакультуре на получение комплекса пигментов // *Известия КГТУ*, 2018. – № 51. – С. 69-80.
- 26 Попова, В.О., Иванова, А.Р., Кузнецова, Т.А. Влияние методов дезинтеграции на содержание фотосинтезирующих пигментов в биомассе *Chlorella sorokiniana* // В сборнике: биотехнология: взгляд в будущее. Материалы IV международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 210-216.

DISINTEGRATION OF MICROBELLACEIN CELL SHELL CHLORELLA IN THE EXTRACTION OF THE PIGMENT COMPLEX

Kuznetsova Tatiana Alekseevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Bazarnova Julia Genrikhovna, Doctor of Engineering Sciences, Director GsB&FP
Trukhina Elena Vladimirovna, Senior Lecturer

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia, e-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru, j.bazarnova@spbstu.ru,
trukhina_ev@spbstu.ru

Chlorella unicellular algae are a promising source of valuable substances for the food industry and pharmacy. When processing the biomass of microalgae of the Chlorella genus obtained in aquaculture, the problem of cell wall disintegration arises. When extracting the pigment complex from microalgae, various ways of disintegrating the cell membrane have been studied: high-frequency homogenization, as well as ultrasonic treatment and microwave frequency radiation. It has been established that an effective method of disintegrating the cell wall of the C. sorokiniana microalgae to extract the complex of pigments is ultrasonic treatment (in 40 kHz mode, at 50 °C for 30 minutes), which allows to reach the output of the amount of pigments about 35 mg / g, the amount of carotenoids in the resulting pigment complex to 6.1 ± 0.4 mg / g in terms of air-dry biomass.

УДК 636.086.21

КАЧЕСТВО СЕНАЖА ИЗ ЛЮЦЕРНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ ДОЗИРОВОК КОНСЕРВАНТА «БИОТРОФ» И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ КОРОВАМИ КОРМОВ И ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Лысов Юрий Александрович, ассистент кафедры
Губайдуллин Наиль Мирзаханович, д-р с.-х. наук, профессор
Миронова Ирина Валерьевна, д-р биол. наук, доцент, профессор
Тагиров Хамит Харисович, д-р с.-х. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
г. Уфа, Россия, e-mail: kafedra.tmm@yandex.ru, ngubaidullin@yandex.ru,
mironova_irina-v@mail.ru, tagirov-57@mail.ru

Сочные корма из зеленых растений, применяемые в зимний сезон года, являются незаменимыми в структуре полноценного рациона, а их качеству отводится важная роль, так как оно определяет уровень продуктивности животных. Потеря питательных веществ, снижение качества, а, следовательно, и поедаемости, присущие традиционному способу заготовки, которые можно предотвратить используя консерванты при закладке в траншею. В этой связи нами предлагается применять новый отечественный консервант на основе пропионовокислых бактерий

Эффективным способом увеличения молочной продуктивности коров является скармливание полноценных кормов. В их число входят силос и сенаж, а производство осуществляется из зелёной массы растений. Классический способ их заготовки имеет существенный недостаток, связанный с потерями питательных веществ. Для повышения сохранности корма и сокращения потерь при его заготовке рекомендуется использовать консервирующие вещества, произведенные на основе органических кислот и бактериальных заквасок. Биологические консерванты повышают активную кислотность зелёной массы, что обеспечивает торможение жизнедеятельности клеток растений и ликвидацию нежелательных процессов, протекающих при силосовании [1-4].

В этой связи, мы предлагаем в процессе закладки сенажа из люцерны применять новый отечественный препарат «Биотроф». Его эффективность планируется рассмотреть при введении в разных концентрациях рабочего раствора, с последующим анализом состава и свойств и влияния на потребление кормов и питательных веществ черно-пестрыми коровами.

Известно, что основным кормом крупного рогатого скота в стойловый период в большин-

стве хозяйств республики Башкортостан является силос, заготовленный из кукурузы. По сравнению с другими кормами, каротин кукурузного силоса в 1,5-2,0 раза усваивается хуже. Учитывая данный недостаток для засушливой зоны Южного Урала, в последние годы набирает популярность, такая перспективная многолетняя культура как люцерна [5-6].

Люцерна это высокобелковая продуктивная бобовая культура. За сезон она дает 2-3 укоса травы с высокой питательностью. Но недостаток культуры, проявляющийся в низком содержании сахаров и повышенной буферности, наталкивает производителей использовать консерванты, чтобы сохранить питательную ценность люцерны в процессе ее заготовки на сенаж [7-8].

В нашем опыте, организованном в СПК «Алга» Чекмагушевского района республики, при закладке сенажа из люцерны использовали консервант «Биотроф» в концентрации рабочего раствора 2, 4 и 6 л. Спустя 1,5 мес после закладки сенажа отбирали средние пробы, которые исследовали органолептическим и лабораторным методами (табл. 1)

Таблица 1

Органолептические и физико-химические показатели сенажа

Показатель	Способ заготовки			
	без консерванта	с консервантом «Биотроф» в дозе рабочего раствора, л		
		2	4	6
Консистенция	Немажущаяся, без ослизлости			
Цвет	зелёный			
Запах	Приятный, фруктовый, быстро исчезающий при растирании в руках			
Наличие посторонних примесей	отсутствуют			
рН	4,62	4,73	4,89	4,81
Содержание, %				
влаги	51,2	50,7	49,8	50,1
кислот всего	4,1	4,3	4,4	4,3
в т.ч. молочной	3,4	3,7	3,8	3,8
уксусной	0,7	0,6	0,6	0,5
Отношение молочной кислоты к сумме органических кислот, %	82,1	85,7	87,6	86,8

Оценка органолептических показателей сенажа по ГОСТ Р 55452-2013 свидетельствует о соответствии всех образцов его требованиям. При этом по внешним признакам консервированный и сенаж без консерванта не отличались.

При анализе физико-химических свойств готового корма отмечается положительный эффект от действия консерванта. Так, в образцах сенажа с препаратом «Биотроф» доля молочной кислоты была выше на 0,25-0,43%, чем в контрольном образце, а уксусной – ниже на 0,13-0,20%.

Следует отметить, что на долю молочной кислоты по отношению к общей массе кислот, контрольный образец уступал опытным на 3,57-5,53%. Аналогичная закономерность установлена и по питательной ценности тестируемого вида корма. В 1 кг контрольного образца сенажа содержалось 481 г сухого вещества, 0,46 ЭКЕ, 4,68 МДж обменной энергии, 86,4 г сырого протеина и 59,8 г переваримого протеина, что ниже, чем в опытных пробах на 8-24 г; 0,11-0,25 МДж; 3,3-8,4 г; 1,9-4,1 г или на 1,66-4,99%; 2,35-5,34%; 3,82-9,72% и 3,18-6,86%, соответственно.

Лучший эффект получен при использовании консерванта «Биотроф» при закладке сенажа в дозе рабочего раствора 4 л на 1 т зеленой массы люцерны.

Чтобы оценить действие сенажа, заготовленного по традиционной технологии и с участием консервантов по принципу групп аналогов, учитывающий возраст, живую массу и уровень молочной продуктивности, 48 коров разделили на 4 группы по 12 животных в каждой. В качестве контрольной группы выступили коровы, получающие традиционный сенаж из люцерны. При этом сверстницы опытных групп в составе рациона потребляли сенаж, консервированный закваской «Биотроф» из расчета 2, 4 и 6 л рабочего раствора на 1 т закладываемой массы.

Рацион кормления был представлен следующей структурой: 40,89% – сочных кормов;

34,08% – концентрированных и 25,03% грубых. Для всех животных применялся достаточно высокий уровень кормления.

У коров всех подопытных групп после потребления кормового рациона имелись остатки корма, которые подвергались взвешиванию и учету. Исключение составляло по жмыху и кормовой патоки, которые животные всех групп поедали полностью. Следовательно, животные разных групп потребили разный объем корма и содержащийся в них набор питательных веществ (рис. 1, 2)

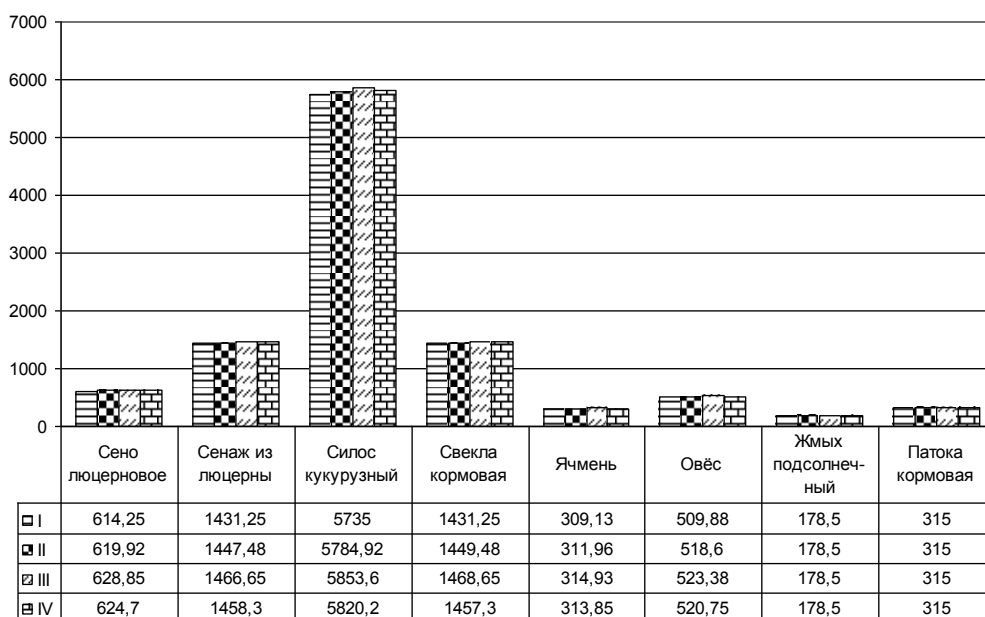


Рис.1 Фактическая масса потребленного корма коровами за период опыта, кг/гол

Коровы опытных (II-IV) групп, по сравнению с контрольными (I группа) аналогами лучше потребляли кормовой набор рациона. Так, по потреблению сена люцернового лидерство коров II, III и IV групп над сверстницами I (контрольной) группы составляло – 5,67 кг, 10,45, 14,60 кг или 0,92%; 1,70 и 1,02%; сенажа люцернового – 16,23 кг; 27,05 и 35,40 кг или 1,13%; 1,89 и 2,47%; силоса кукурузного – 49,92 кг; 85,2 и 118,6 кг или 0,87%; 1,49 и 2,07%; свеклы кормовой – 18,23 кг; 26,05 и 37,40 кг или 1,27%; 1,82 и 2,61%; ячменя – 2,83 кг; 4,72 и 5,80 кг или 0,92%; 1,53 и 1,88% и овса – 8,72 кг; 10,87 и 13,50 кг или 1,71%; 2,13% и 2,65%, соответственно.

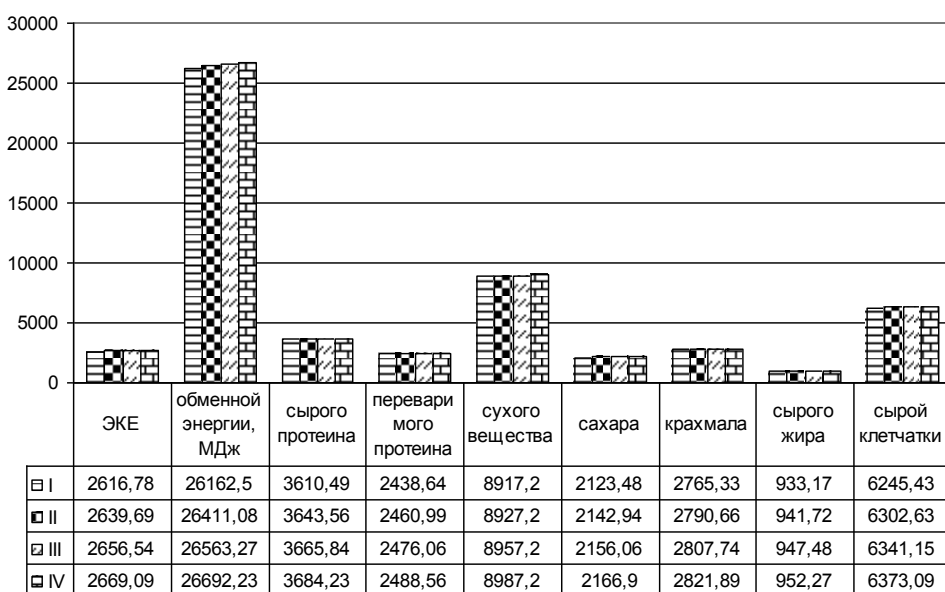


Рис.2 Фактическое потребление за период опыта одним животным питательных веществ, кг
В связи с тем, что у животных контрольной и опытных групп за весь период опыта поедае-

мость кормового набора рациона была различной, это отразилось и на потреблении питательных веществ. Во всех случаях лидировали коровы II, III и IV групп. По ЭКЕ разница в абсолютных показателях составляла 22,91 ед.; 39,76 и 52,31, в относительных 0,88%; 1,52 и 2,00%; обменной энергии –248,58 МДж; 400,77 и 529,73 МДж или 0,95%; 1,53 и 2,02%; сырого протеина –33,07 кг; 55,35 и 73,74 кг или 0,92%; 1,53 и 2,04%; переваримого протеина – 22,35 кг; 37,42 и 49,92 кг или 0,91%; 1,54 и 2,05%; сухого вещества – 10,00 кг; 37,42 и 49,92 кг или 0,11%; 1,55 и 2,06%, по сравнению с аналогами I (контрольной) группы.

Максимальное потребление корма и питательных веществ отмечается у коров, получавших консервированный сенаж закваской «Биотроф» в дозе 4 л рабочего раствора на 1 т зеленой массы.

Таким образом, применение биологического консерванта «Биотроф» в разных концентрациях позволяют получить высококачественный люцерновый сенаж. При этом ценность сенажа, поедаемость коровами кормов и питательных элементов рациона повышаются по сравнению с кормом, заготовленным без консервантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Даниленко, И.А. Перевозина, К.А. Польщикова, М.В. Силосования и консервирование кормов. М.: Урожай, 2010. – 203 с.
2. Груздев, И.С. Хохрин, С.Н. Приготовление и использование закваски Биотроф для консервирования силоса // Вестник Студенческого научного общества. 2010. – № 1. – С. 66-68.
3. Чамурлиев, Н.Г. Сивков, А.И. Петрухина, Е.А. Чепляева О.В. Влияние силоса, заготовленного с консервантом, на молочную продуктивность и качество молока коров // Известия Нижегородского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 4 (48). – С. 183-189.
4. Хазиахметов, Ф.С. Шарифьянов, Б.Г. Нугуманов, А.Х. Сафин, Х.М. Сахибгареев, К.К. Терегулов, А.Н. Галлямов, Р.А. Опарин, Д.П. Кузнецов, А.А. Япаров, Г.Х. Силосование трав и консервирование влажного кормового зерна с использованием микробиологической закваски «Биотроф» // практическое руководство / Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан; Башкирский государственный аграрный университет; Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; ЗАО «Экопром». – Уфа, 2007.
5. Ибраимова, Ж.К. Рустенов, А.Р. Елеугалиева, Н.Ж. Олексиевич Е.А. Исследование эффективности силосования различного растительного сырья с применением некоторых видов молочнокислых бактерий в качестве консервантов // Биотехнология. Теория и практика. – 2013. – № 3. – С. 41-45.
6. Тагиров, Х.Х. Фисенко, Н.В. Качество и кормовое достоинство сенажа из люцерны с использованием консервантов Лаксил и Силостан // Вестник мясного скотоводства. 2017. – № 3 (99). – С. 166-170.
7. Жеруков, Б.Х. Магомедов, К.Г. Камилов Р.К. Люцерна ценная кормовая культура // Нальчик, 2013. – 120 с.
8. Забашта, С.Н. Забашта, Н.Н. Головкин Е.Н. Сенаж из люцерны с консервантом // В сборнике: Сборник научных трудов КРИА ДПО ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. Краснодар, 2015. – С. 112-120.

THE QUALITY OF SILAGE FROM ALFALFA USING DIFFERENT DOSAGES OF THE PRESERVATIVE "BIOTROF" AND ITS EFFECT ON CONSUMPTION OF FEED AND NUTRIENTS BY COW

Iysov Yuri Alexandrovich, assistant

Gubaidullin Nail Myrzahanovich, Dr. of agricultural Sciences, Professor

Mironova Irina Valerievna, Dr. of Biol. Sciences, associate Professor

Tagirov Hamit Kharisovich, Dr. of agricultural Sciences, Professor

Bashkir State Agrarian University,
Ufa, Russia, e-mail: kafedra.tmm@yandex.ru, ngubaidullin@yandex.ru,
mironova_irina-v@mail.ru, tagirov-57@mail.ru

As part of the diet of cows juicy feed harvested from green plants, plays an important role, and the quality of haylage determines the level of productivity of animals. The traditional method of haylage harvesting has a number of disadvantages, which are expressed in a significant loss of nutrients compared to the green mass before its processing, poor feed quality and poor palatability of animals. To preserve the feed dignity of the feed raw material, we propose to use a new domestic preservative based on propionic acid bacteria "Biotrof".

УДК 577.1, 577.118

СЕЛЕН В ПИТАНИИ

Макаров Сергей Васильевич, д-р хим. наук
Деревеньков Илья Александрович, канд. хим. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»,
г. Иваново, Россия, e-mail: makarov@isuct.ru

В обзоре представлены современные данные о роли селена в питании человека, свойствах неорганических (селенита, селената, селеноводорода) и органических (селеноцистеина, селенометионина) биологически активных соединений селена и селеносодержащих ферментов и их влиянии на здоровье человека. Обсуждаются методы обогащения продуктов питания соединениями селена и их взаимодействие с витаминами B₁₂ и E, а также тиолами. Сопоставлены свойства сходных по строению серо- и селеносодержащих аминокислот – цистеина и селеноцистеина

1 Введение

Селен является незаменимым микроэлементом для человека. Многие регионы нашей страны, однако, селенодефицитны, поэтому исследования соединений селена для России очень актуальны. О важности селена свидетельствует большое число работ, в которых рассматриваются свойства его соединений (авторами большинства из них, правда, являются зарубежные ученые). В последние годы опубликованы обзоры, посвященные реакциям селеновых белков [1], антиоксидантным свойствам селеновых аминокислот [2], биохимии селеноводорода [3], биогеохимии селена [4], сравнению свойств селено- и серосодержащих соединений [5], формам селена, используемым для обогащения пищевых продуктов [6], использованию соединений селена при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, рака, нейродегенеративных болезней, расстройств половой системы у мужчин [5], катаракты [7]. Следует отметить, что в этих статьях рассматриваются в основном биологические и медицинские аспекты. Однако решение задач, связанных с соединениями селена в биологии и медицине, невозможно без параллельного накопления данных о химии этих веществ, кинетике и механизмах их реакций с другими биологически активными веществами, особенно в многокомпонентных системах, включающих несколько соединений. В настоящем обзоре рассмотрены наиболее важные аспекты химии и биохимии селена.

2 Биологически активные соединения селена

Селен был открыт в 1817 г. шведским химиком Й.Я. Берцелиусом [8] и в течение многих лет рассматривался лишь в качестве аналога серы, обладающего токсическими свойствами и поэтому играющего в организме человека сугубо отрицательную роль [9]. В 30-е гг. 20-го века было установлено, что селен, накапливаясь в пищевых продуктах в больших количествах, может вызы-

вать некоторые формы селеноза. В это же время К. Франке показал, что избыток селена присутствует в белковой части продуктов, и сделал предположение, что селен находится в соединении, напоминающем цистин [5]. Спустя приблизительно 40 лет Т. Штадтман открыла селеноцистеин, являющийся 21-ой протеиногенной аминокислотой [10]. Позднее было показано, что селеноцистеин кодируется в ДНК UGA-кодоном, который также является стоп-кодоном. Для кодирования селеноцистеина в мРНК после UGA-кодона должна идти особая SECIS-последовательность. В настоящее время химии и биохимии соединений селена посвящается большое число исследований, многие из которых важны для понимания биологических свойств этого микроэлемента и его поведения в пищевых продуктах [5].

Низкомолекулярные соединения

Основной биологической формой селена в организме человека является селеноцистеин (Рис.1). Он представляет собой аналог цистеина, в котором атом серы замещен на атом селена. Несмотря на небольшие структурные различия между селеноцистеином и цистеином, их химические свойства заметно различаются, что и определило биологическую роль селена. Селеноцистеин при физиологических условиях является более сильным нуклеофилом, чем цистеин, что связано с более высокой кислотностью селенольной группы по сравнению с тиольной. Селеноцистеин обладает более сильными восстановительными свойствами: обычно константы скорости реакций селеноцистеина с основными биологическими окислителями превосходят константы скорости аналогичных реакций с участием цистеина в 10-100 раз, что указывает на сильные антиоксидантные свойства селеноцистеина [5]. В связи с этим селеноцистеин иногда называют “суперцистеином”.

В пищевых продуктах присутствуют и другие соединения селена: метилселеноцистеин, селенометионин и другие (Рис. 1). Эти соединения обладают антиоксидантными свойствами, однако играют значительно меньшую роль в организме человека, чем селеноцистеин. В результате последовательных биохимических превращений они переходят в селеноцистеин. В пищевых продуктах могут содержаться и неорганические соединения селена – селениты и селенаты. Эти соединения обладают окислительными свойствами и в ходе реакций с биологическими восстановителями генерируют селеноводород. Селеноводород участвует в биосинтезе селеноцистеина, который включает стадию образования селенофосфата [11,12].

Избыточные количества селеноцистеина и селеноводорода нежелательны для организма человека, поскольку эти соединения проявляют прооксидантный эффект. Прооксидантными свойствами обладает и селенит [13].

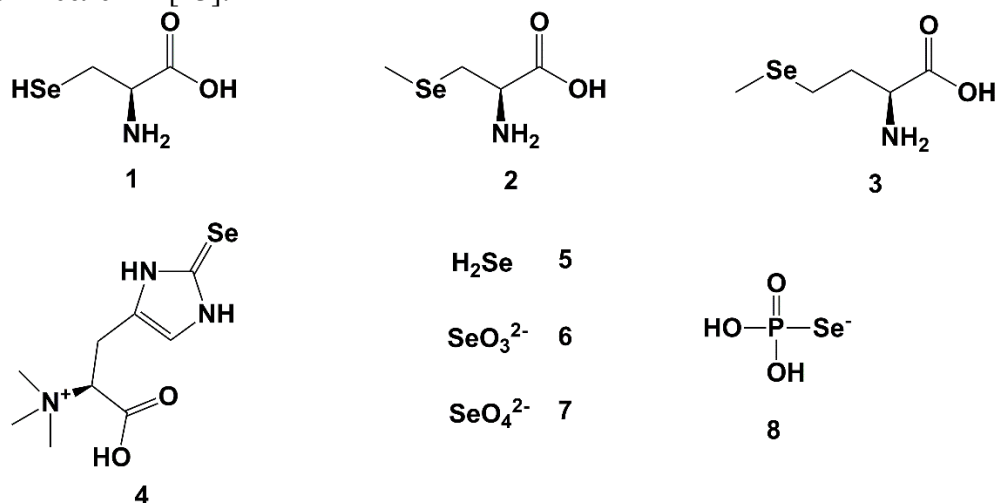


Рис. 1. Основные биологически активные соединения селена: 1 – селеноцистеин; 2 – метилселеноцистеин; 3 – селенометионин; 4 – селенонеин; 5 – селеноводород; 6 – селенит; 7 – селенат; 8 – селенофосфат

Селеносодержащие ферменты

В организме человека присутствуют следующие селеносодержащие ферменты, в состав активных центров которых входит остаток селеноцистеина:

- Глутатионпероксидаза, являющаяся наиболее важным селеносодержащим ферментом; она нейтрализует гидропероксиды и пероксид водорода и защищает клетки от окислительного повреждения. В организме млекопитающих присутствуют пять изоформ глутатионпероксидаз (GPx1, GPx2, GPx3, GPx4 и GPx6), содержащих в активном центре остаток селеноцистеина. Активный центр других гомологов (GPx5, GPx7 и GPx8) включает остаток цистеина. Наиболее распространенным селеносодержащим ферментом в клетках млекопитающих является глутатионпероксидаза GPx1. Реакция селенольного остатка (RSe^-) с пероксидом водорода или гидропероксидом приводит к образованию селеноновой кислоты ($RSeOH$), которая реагирует с молекулой глутатиона (GSH) и образует селеносульфид ($RSeSG$). Реакция селеносульфида со второй молекулой глутатиона регенерирует селенольный остаток и образует дисульфид глутатиона. Таким образом, в ходе каталитического цикла фермента происходит окисление двух молей глутатиона одним молем пероксида и образование одного моля дисульфида глутатиона и двух молей воды или одного моля воды и одного моля спирта. Уменьшение активности глутатионпероксидазы в клетках приводит к повышению содержания окислителей и, как следствие, окислению липидов, карбонилированию белков, разрыву цепей ДНК;

- Тиоредоксинредуктаза, участвующая в поддержании в восстановленной форме белка тиоредоксина, обладающего антиоксидантными свойствами;

- Метионинсульфоксидредуктаза, катализирующая восстановление метионинсульфоксида, образующегося в ходе окислительного повреждения белков;

- Иодотирониндеиодиназа. Этот фермент не обладает антиоксидантными свойствами. Он участвует в восстановлении C-I связей в тироксине и трийодотиронине, что объясняет связь метаболизма селена с метаболизмом иода [5]

1 Влияние селена на здоровье человека

Избыточное или недостаточное поступление селена в организм негативно отражается на здоровье. В России установлены следующие нормы потребления селена – 55 мкг/сутки для женщин, 75 мкг/сутки для мужчин, 10-50 мкг/сутки для детей [14].

Дефицит селена у человека проявляется в основном заболеваниями сердечной мышцы и суставов. Могут наблюдаться бесплодие у мужчин, рак простаты, заболевания нервной системы, нефропатия и другие явления. Важным фактором, приводящим к болезням Кашина-Бека и Кешана, является дефицит селена.

Избыток селена в диете приводит к появлению тошноты, рвоты, общей слабости организма. В результате накопления селена в организме развивается селеноз, который характеризуется выпадением волос, бесплодием, хрупкостью ногтей, желудочно-кишечными расстройствами, кожной сыпью, появлением неприятного «чесночного» запаха в выдыхаемом воздухе, нарушениями в работе нервной и эндокринной систем [12].

Многие области центральной России, например, Ивановская, Ярославская и Костромская, относятся к селенодефицитным регионам Российской Федерации (и в целом Россия относится к странам, наиболее бедным селеном). Так, только у 6% юношей и 7% девушек содержание селена в волосах находится в диапазоне оптимальных значений 1.01-1.5 мкг/г (норма 0.5-1.5 мкг/г) [15]. Дефицит селена сильнее выражен у женщин и определяется у 30% девушек и 18% юношей. Этот недостаток обусловлен не только проживанием в селенодефицитном регионе, но и особенностями пищевого поведения, т.е. потреблением продуктов с малым содержанием селена.

2 Обогащение пищевых продуктов соединениями селена

Селен содержится в продуктах животного и растительного происхождения в виде селената, селенометионина, селеноцистеина, метилселеноцистеина и других соединений. Наиболее богата селеном рыба (Табл. 1). Другими важными источниками селена являются мясо, крупы, яйца, ово-

щи. В капусте и некоторых видах рыб селен присутствует в основном в виде селената, в чесноке, луке и брокколи - в виде метилселеноцистеина, в большинстве растительных источников, дрожжах – в виде селенометионина, в большинстве животных источников – в виде селеноцистеина. Известны и другие соединения селена, входящие в состав пищевых продуктов. Например, в мясе тунца содержится селенонеин (Рис.1), обладающий сильными антиоксидантными свойствами [16].

Содержание селена в пищевых продуктах определяется рядом факторов. В растениях оно зависит от его количества в почве, типа почвы, ее pH, редокс потенциала, влажности, присутствия в ней сульфатов, органических и неорганических соединений, степени окисления селена в поглощаемых соединениях и других факторов [13]. В кислой почве селен присутствует преимущественно в форме селенита и плохо усваивается растениями, тогда как в щелочной – в форме селената, который более доступен для растений. Существуют почвы с очень низкой (< 0,05 ppm) и высокой (> 5 ppm) концентрацией селена. Животные получают селен с пищей.

В результате антропогенной деятельности может наблюдаться загрязнение водных ресурсов селеном, что приводит к увеличению его содержания в живой природе и проявлению токсических эффектов [13].

Таблица 1

Содержание селена в основных пищевых источниках [12]

Источник	Содержание селена, нг/г
Фрукты и овощи	1-20
Молочные продукты	1-170
Рыба	110-970
Мясо, мясные продукты, яйца	10-360
Злаки и продукты на их основе	10-550

В случае низкого содержания селена в окружающей среде для обеспечения населения необходимым количеством селена могут быть использованы следующие стратегии [13]:

1 Применение селеносодержащих удобрений.

Как правило, в состав удобрений вводится селенат. Этот метод применяется для повышения содержания селена в растениях, используемых в пищу людьми, и в кормах для животных. Использование селеносодержащих удобрений позволило повысить уровень селена в растительных и животных продуктах в Финляндии, Австралии, США, Китае и других странах.

2 Введение селеносодержащих добавок в корм животных.

Повысить содержание селена в продуктах животного происхождения можно, увеличив его концентрацию в кормах. Одним из способов введения селена в рацион животных является внесение соединений селена в почву на территории пастбищ.

К другим способам введения селена в организм животных относятся:

- включение селенитов и селенатов в состав солевых блоков;
- непосредственное использование растворов селенитов и селенатов;
- использование гранул, медленно выделяющих препараты селена в организме животных.

Нашли применение добавки, включающие одновременно соединения селена и витамины. Например, в кормах для крупного рогатого скота и овец используются препараты «Cobalife VB12 Plus Selenium» (Bayer) и «Cobalex 2000 B12 plus Selenium» (Jurox), которые содержат селенат натрия и гидроксокобаламин (витамин B₁₂). Известно, что добавки кобаламина снижают токсичность селенита [17], образующегося при восстановлении селената, и повышают выделение нетоксичных диметилселенида ((CH₃)₂Se) и триметилселенония ((CH₃)₃Se⁺). Следует подчеркнуть, что реакции аквакобаламина и кобаламина(II) с селенитом и селенатом не протекают. Снижение токсичности селенита кобаламином может быть связано с участием в метилировании селеноводорода, метилселенида (CH₃SeH) и диметилселенида метионинсинтазы - кобаламинзависимого фермента, катализирующего образование метионина из гомоцистеина и метилтетрагидрофолата. Кроме того, известно, что Co(I)-кобаламин способен восстанавливать селенит до селеноводорода, а аквакобаламин (Co(III)-форма кобаламина) – окислять селеноводород до малотоксичного Se(0) [18]. Кобаламины участвуют в окислении селеноцистеина, большое количество которого способствует обра-

зованию активных форм кислорода и может вызвать окислительный стресс [19,20]. Приведенные факты указывают на сложный механизм взаимодействия кобаламина с соединениями селена.

Фирма Eurobiopharm Trading International GmbH (Германия) выпускает наноэмульсию селенита с витамином Е. В присутствии витамина Е снижается прооксидантный эффект селенита.

1 Использование селеносодержащих добавок в питании.

Соединения селена (селениты, селенометионин и др.) входят в состав различных витаминно-минеральных препаратов. Реже они используются в индивидуальном виде для непосредственного употребления или для обогащения пищевых продуктов. Как правило, реакции соединений селена, входящих в состав этих препаратов, с составными частями витаминно-минеральных комплексов не протекают или протекают с низкой скоростью. Следует отметить, однако, что взаимодействие метаболитов селена, образующихся в организме человека, с компонентами этих препаратов изучено недостаточно.

При внесении добавок селена в пищевые продукты необходимо учитывать возможные побочные реакции, протекающие с участием их компонентов. Особенно это актуально при использовании реакционноспособного селенита. Например, селенит с высокой скоростью взаимодействует с тиолами и в итоге переходит в малорастворимый в воде $Se(0)$. Эта реакция может протекать в пищевых продуктах, содержащих большое количество цистеина, что приведет к превращению селенита в форму, неспособную абсорбироваться в желудочно-кишечном тракте.

Нашли применение добавки на основе микроорганизмов, обогащенных селеном. Например, используются дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, выращенные на питательной среде, содержащей селениты или селенаты. Дрожжи метаболизируют неорганический селен в органическую форму (преимущественно в селенометионин). Это позволяет снизить токсичность соединений селена, поскольку селенометионин обладает значительно меньшей токсичностью по сравнению с неорганическими соединениями (особенно селенитами). Кроме того, этот способ является более дешевым по сравнению с использованием селенометионина в чистом виде. Обогащенные селеном дрожжи могут быть использованы в пищевых производствах, например, в хлебопечении, что позволит получить продукты с более высоким содержанием этого микроэлемента.

Заключение

Приведенные в обзоре данные показывают, что, несмотря на достигнутый в последние годы большой прогресс в понимании роли соединений селена в жизнедеятельности человека, остается еще много вопросов, связанных с механизмами процессов их взаимодействия с другими биологически активными веществами, особенно обладающими окислительно-восстановительными свойствами. Поскольку многие регионы Российской Федерации селенодефицитны, данные о реакционной способности важнейших биологически активных соединений селена – селеноцистеина, селенита и других имеют значительную практическую ценность и могут служить основой для разработки научно обоснованных рекомендаций по изменению пищевого поведения жителей этих регионов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых-кандидатов наук (МК-1083.2019.3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Labunskyy V.M., Hatfield D.L., Gladyshev V.N. Selenoproteins: molecular pathways and physiological roles // *Physiol. Rev.* – 2014.- Vol. 94.- № 3.- P. 739-777.
- 2 Rahmanto A.S., Davies M.R. Selenium-containing aminoacids as direct and indirect antioxidants // *IUBMB Life.* – 2012.- Vol. 64.- № 11.- P. 863-871.
- 3 Cupp-Sutton K.A., Ashby M.T. Biological Chemistry of Hydrogen Selenide // *Antioxidants.* – 2016.- Vol. 5.- № 4.- P. 42.
- 4 Sharma V.K., McDonald T.J., Sohn M., Anquandah G.A.K., Pettine M., Zboril R. Biogeochemistry of selenium. A review // *Environ. Chem. Lett.* - 2015.- Vol. 13. № 1. – P. 49-58.

- 5 Reich H.J., Hondal R.J. Why Nature Chose Selenium // ACS Chem. Biol. – 2016. – Vol. 11. – № 4. – P. 821–841.
- 6 Niedzielski P., Rudnicka M., Wachelka M., Kozak L., Rzany M., Wozniak M., Kaskow Z. Selenium species in selenium fortified dietary supplements // Food Chem.- 2016.- Vol. 190. – P. 454-459.
- 7 Dai J., Zhou J., Liu H., Huang K. Selenite and ebselen supplementation attenuates d-galactose-induced oxidative stress and increases expression of SELR and SEP15 in rat lens // J.Biol.Inorg. Chem.- 2016.- Vol. 21.- N 8.- P. 1037-1046.
- 8 Trofast, J. Berzelius' Discovery of Selenium // Chemistry Int. – 2011.- Vol. 33.- № 5.- P. 16-19.
- 9 Toohee J.I., Cooper A.J.L. Thiosulfoxide (Sulfane) Sulfur: New Chemistry and New Regulatory Roles in Biology // Molecules.- 2104.- Vol. 19. – P. 12789-12813.
- 10 Cone J.E., Del Rio R.M., Davis J.N., Stadtman T.C. Chemical characterization of the seleno-protein component of clostridial glycine reductase: identification of selenocysteine as the organoselenium moiety // Proc. Natl. Acad. Sci. USA.- 1976.- Vol. 73.- P. 2659-2663.
- 11 Kieliszek M., Błażej S. Current Knowledge on the Importance of Selenium in Food for Living Organisms: A Review// Molecules. – 2016. – Vol. 21. – № 609. C.49
- 12 Santhosh Kumar B., Priyadarsini K.I. Selenium nutrition: How important is it?// Biomed. Prev. Nutr. – 2014. – Vol. 4. – № 2. – P. 333–341.
- 13 Navarro-Alarcon M., Cabrera-Vique C. Selenium in food and the human body: A review // Sci. Total. Environ. – 2008. – Vol. 400. – P. 115–141.
- 14 Методические рекомендации 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. 4.2.2.2.2.6. Селен.
- 15 Сатарина Т.Е., Калачева А.Г., Гришина Т.Р., Громова О.А., Шиляев Р.Р., Жидоморов Н.Ю. Типичные дисэлементозы у молодых людей, проживающих на территории Ивановской области // Вестн. Ивановской мед академии. – 2009.- Т. 14.- № 3.- С. 12-17.
- 16 Yamashita Y., Yabu T., Yamashita M. Discovery of strong antioxidant selenoneine in the tuna and selenium metabolism // World J. Biol. Chem. – 2010.- Vol. 1.- № 5.- P. 144-150.
- 17 Chen C.L., Whanger P.D. Effect of Vitamin B₁₂ Status on Selenium Methylation and Toxicity in Rats: In Vivo and in Vitro Studies // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1993. – Vol. 118. – № 1. – P. 65–72.
- 18 Dereven'kov I.A., Salnikov D.S., Makarov S.V. Interaction between Super-reduced Cobalamin and Selenite // Russ. J. Phys. Chem. A. – 2017. – Vol. 91. – № 12. – P. 2404–2408.
- 19 Dereven'kov I.A., Polyakova A.Yu., Makarov S.V. Kinetic and Mechanistic Studies on the Reaction between Aquacobalamin and Selenocysteine // Eur. J. Inorg. Chem. – 2017. – Vol. 2017. – № 36. – P. 4174–4179.
- 20 Dereven'kov I.A., Makarov S.V. Mechanistic studies on the reaction between glutathionylcobalamin and selenocysteine // J. Coord. Chem. – 2019. – Vol. 72. – № 8. – P. 1298–1306.

SELENIUM IN NUTRITION

Makarov Sergei Vasilevich, Head of Department of Food Chemistry and Biotechnology
 Dereven'kov Ilia Alexandrovich, Associate Professor of Department of Food Chemistry and Biotechnology

Ivanovo State University of Chemistry and Technology,
 Ivanovo, Russia, e-mail: makarov@isuct.ru

This review comprises the novel data on selenium role in human nutrition, properties of inorganic (selenite, selenate, hydrogen selenide) and organic (selenocysteine, selenomethionine) selenium biologically active compounds, selenium-containing enzymes and their influence on human health. Methods of food supplementation by selenium and its reactions with vitamins B₁₂ and E as well as thiols are discussed. Properties of structurally resembling sulfur- and selenium-containing aminoacids (i.e. cysteine and selenocysteine) are compared.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САРДИНЫ ТИХООКЕАНСКОЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Максимова Светлана Николаевна, д-р техн. наук, профессор
Полещук Денис Владимирович, канд. техн. наук, доцент
Полещук Виктория Игоревна, аспирант
Верещагина Ксения Константиновна, магистрант

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,
г. Владивосток, Россия, e-mail: maxsvet61@mail.ru

Представлены данные по прогнозам популяции сардины тихоокеанской (иваси) в тихоокеанских водах, позволяющие рассматривать этот объект как перспективное сырье в пищевой технологии и биотехнологии. Исследованы химический состав и физические показатели сардины. Предложено использование данного сырья в технологии комбинированной формованной кулинарной продукции

Начиная с 2014 года учеными ТИНРО-Центра установлена устойчивая тенденция к росту запасов сардины тихоокеанской (*Sardinops melanostictus*) в дальневосточных водах. Так, если в 2014 году запас учтенной биомассы сардины составил около 300 тыс. т., в 2015 – около 700 тыс. т., то в 2016 запасы оценивались в более чем 1.5 млн. тонн. Траловые съемки позволили сделать вывод о благоприятном прогнозе увеличения популяции сардины в тихоокеанских водах, объемы нереста сардины увеличивались каждый год (2015-2017) более чем в 1,5 раза по сравнению с предыдущим [1].

Благоприятные прогнозы и постоянно увеличивающийся объем добычи сардины позволяет отнести ее к перспективным объектам промысла в дальневосточном регионе и, как следствие, возникает необходимость создания из этого объекта высококачественной пищевой продукции.

Удаленность районов промысла, отсутствие необходимого перерабатывающего флота не позволяет производить глубокую переработку сардины тихоокеанской в морских условиях, ограничиваясь производством мороженой продукции.

Выпускаемая в данный момент продукция из сардины тихоокеанской не всегда в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к высококачественной пищевой продукции, что обусловлено биологическими и технологическими особенностями сырья. Ассортимент готовых продуктов из сардины весьма ограничен.

Анализ отечественной и зарубежной литературы указывает на широкий спектр исследований, посвященных созданию комбинированных продуктов из водных биоресурсов. Однако сведения о свойствах такого ценного сырья, как молоки лососевых, при его использовании в производстве формованной кулинарной продукции весьма ограничены.

Молоки лососевых – рыбное сырье, относящиеся к вторичному, их объем ежегодно составляет 16-17 тыс. т. Данный вид сырья в основном направляют на заморозку или (в небольших количествах) - на производство соленых, маринованных, консервированных продуктов. Изделия, выработанные только из молок, пользуются ограниченным спросом у потребителя. В связи с чем, поиск новых путей использования этого сырья является важной технологической задачей.

Молоки лососевых рыб являются протеиновым сырьем, так же в них содержится значительное количество нуклеотидов, полиненасыщенных жирных кислот (40-43% от суммы всех жирных кислот), жирорастворимых витаминов, гормонов, ферментов. Все перечисленное предопределяет перспективность использования данного сырья в производстве кулинарной формованной продукции.

Положительным производственным аспектом выпуска кулинарной рыбной продукции можно считать невысокую трудоемкость процесса и употребление в пищу практически без обработки. Данное технологическое направление отличается большим ассортиментом товаров, который постоянно расширяется [2].

Производство кулинарных продуктов открывает большие возможности в решении технологических задач использования вторичных ресурсов, образующихся при производстве рыбных продуктов, сырья с пониженной товарной ценностью и выпуска на их основе высококачественной биологически ценной пищевой продукции, особенно за счет применения принципов пищевой комбинаторики.

За рубежом такая продукция пользуется активным спросом у населения, рынки кулинарной рыбной продукции Канады, США, Германии и Англии в несколько раз превышают отечественный. Наиболее распространенным кулинарным рыбным продуктом в данных странах являются рыбные палочки, производимые из филе тресковых рыб. Данная продукция по своим характеристикам может предназначаться для диетического и функционального питания [3].

Скандинавские страны, известные большим потреблением рыбных продуктов, также характеризуются развитым производством кулинарных рыбных изделий. Изготовленные из мяса пикши, сайды, тресковых и окуневых рыбные пудинги, тефтели и котлеты пользуются большим спросом у населения [4].

Рассматривая японский рынок кулинарных рыбных продуктов, следует отметить использование в качестве основного сырья минтая и производство на его основе рыбных ветчин, колбас, пастообразных продуктов, гамбургеров и других изделий [5].

В нашей стране также известны исследования по изготовлению кулинарных рыбных продуктов из измельченного мяса рыбы. Фаршевую консистенцию получают, перетирая рыбную массу до состояния однородной системы с размером частиц не более 5 мм, вносят в фарш различные молочные продукты (сливки, сметану, творог) и гомогенизируют полученную массу. В качестве сырья используют филе различных видов рыб [6].

При проектировании кулинарной продукции из сардины следует учитывать ее биохимические особенности.

Химический состав сардины отличается большим непостоянством, пределы его изменений приведены на рисунке 1.

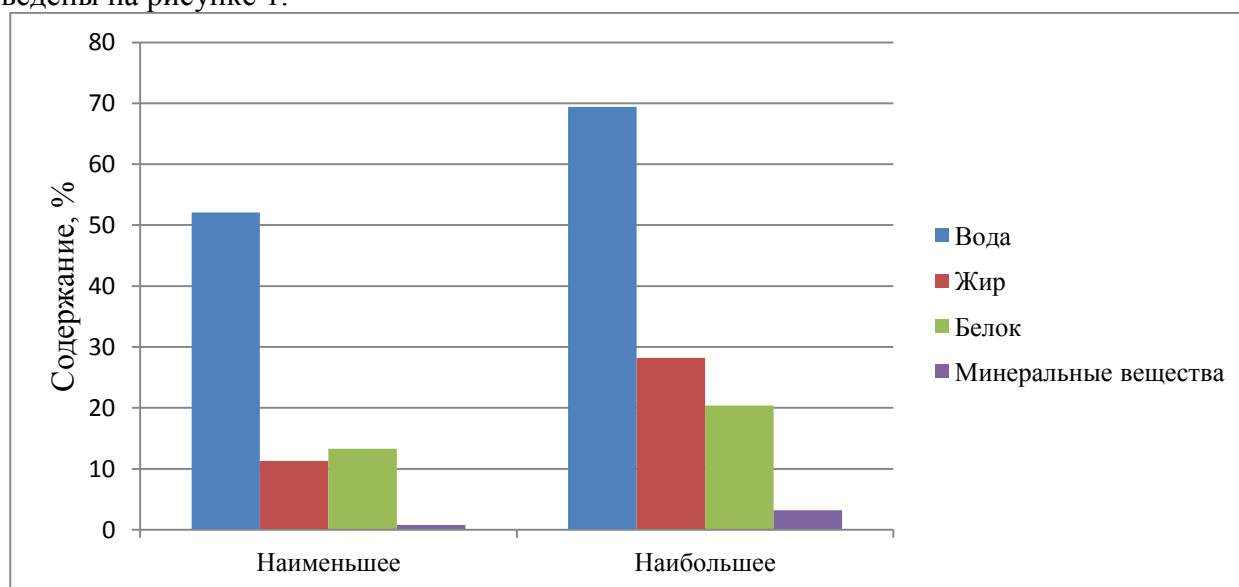


Рис.1 – Пределы изменений химического состава мышечной ткани сардины тихоокеанской, %

Подобное непостоянство зависит не только от половой принадлежности исследуемых образцов, но и от физиологического состояния.

В мышечной ткани в стадии нагула содержится меньшее количество жира, чем в самках аналогичной стадии жизненного цикла (рисунок 2) [8]

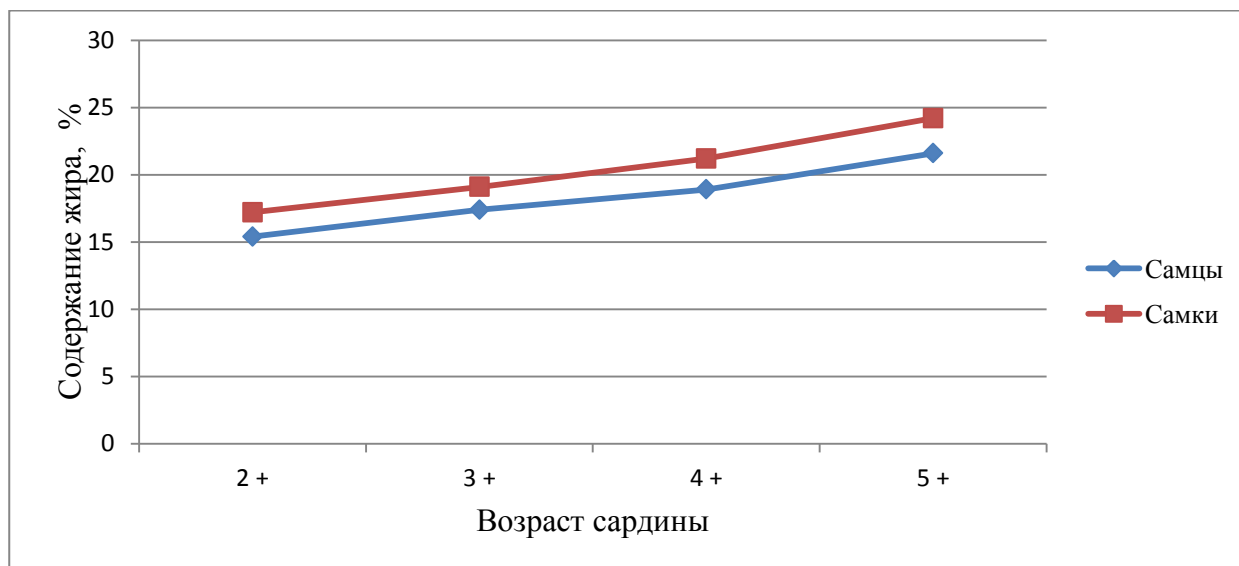


Рис.2 - Содержание жира в мясе сардин тихоокеанской (иваси) в зависимости от возраста, %

Увеличение доли более старшей возрастной группы в улове приводит к увеличению среднего содержания жира в сырье. При этом более крупная сардина может содержать меньшее количество жира по сравнению с мелкой, добытой в смежные годы.

В целом при преобладании в улове сардины старшей возрастной группы происходит увеличение среднего содержания жира.

Содержание жира в мясе у одной возрастной группы сардин может значительно изменяться в зависимости от питания и условий обитания рыб.

Жир сардины тихоокеанской имеет специфический запах и вкус и светло-желтую окраску, выделение обильного осадка твердых глицеридов (50 – 70 % объема жира) происходит при температуре 6 - 10 °С. Путем охлаждения сардинового жира с применением фильтрования можно выделить 11,2 % стеарина, при понижении температуры до 1,5 °С - 64,5 % и 79,8 % - при снижении температуры до 0 °С.

Содержание насыщенных жирных кислот в жире сардин обнаружено в пределах от 19,7 до 22,7 %, в том числе 13,9 – 14,1 % - миристиновой, 4,6 – 5,9 % - пальмитиновой и 1,0 – 3,2 % - стеариновой [8].

Содержание ненасыщенных жирных кислот в липидах сардины составляет от 70,1 до 79,5 %, при этом они в большинстве своем представлены кислотами олеинового ряда, такими как азелаиновая, изоолеиновая, клупанононовая, экориновая и гадолеиновая кислоты.

В жире тихоокеанской сардины (иваси) обнаружены фукоксантин (от 0,30 до 0,84), ксантофилл (от 0,49 до 0,84) и каротин (от 0,02 – 0,25 все в % к весу жира), в подкожном жире содержится витамин Д (от 20 до 100 и.е на 1 г) и витамин А (от 10 до 55 и.е на 1г).

Жир сардины имеет теплотворную способность 9187 калорий, температуру сгорания в пределах 200 - 245 °С и температуру воспламенения от 140 до 225 °С [8].

В мясе свежей сардины азотистые вещества представлены на 90 – 92% азотом истинных белков. Экстрактивные вещества от общего количества азота составляют 6 – 7%, из них азот экстрактивных небелковых веществ 3-3,5% [8].

В белках светлой мускулатуры сардины тихоокеанской обнаружен полный спектр аминокислот (таблица 1).

Таблица 1

Содержание заменимых и незаменимых аминокислот в мясе сардины тихоокеанской, % к содержанию белка

Незаменимые аминокислоты		Заменимые аминокислоты	
Валин	7 - 7,75	Глицин	5,1 – 5,6
Лейцин	8 – 9,3	Аланин	6,4 – 7,3
Изолейцин	5,2 – 6,0	Серин	4,1 – 5,1 15,6 – 18,0
Треонин	5,1 – 5,6 25,3 – 28,8		

Лизин	6,8 – 11,0	Аспарагиновая кислота	10,1 – 11,2
Метионин	<u>2,0 – 3,6</u> 27,3 – 32,0	Глютаминовая кислота	<u>12,8 – 14,7</u> 22,9 – 25,9
Фенилаланин	3,5 – 4,7	Аргинин	5,4 – 6,9
Триптофан	<u>1,0 – 1,3</u> 6,6 – 8,5	Пролин	3,0 – 4,0
Гистидин	1,2 – 2,5	Тирозин	<u>4,0 – 4,5</u> 7,0 – 8,5

Мышечная ткань сардины тихоокеанской обладает высокой активностью протеолитических ферментов от 4,4 до 5,3 условных единиц при pH 6,0, что позволяет отнести ее к быстрозревающим объектам.

При разработке технологии кулинарной формованной продукции из сардины тихоокеанской (иваси) следует учитывать следующее. Наличие жира в фаршевых системах при производстве кулинарных изделий из данной рыбы может оказывать негативный эффект, поскольку помимо протекающих окислительных процессов, в результате термической обработки происходит выделение жира, что может отрицательно влиять на реологические и органолептические характеристики готового продукта, а так же на его хранимоспособность.

Следует отметить сравнительно низкую жиродерживающую способность фарша из сардины тихоокеанской (иваси), что объясняется исходным высоким содержанием жира (таблица 2)

Таблица 2

Физические показатели фарша из сардины тихоокеанской (иваси)

Вид рыбы	ВУС, %	ЖУС, %
Сардина тихоокеанская (иваси)	53,2	27,2

Согласно рекомендациям Н. И. Рехиной и Е. Ф. Рамбеца [9], рыбный фарш с показателями ВУС от 50 до 60% может быть использован для изготовления различных кулинарных изделий, таких как биточки, котлеты, пироги и т.д.

Однако для улучшения технологических свойств фарша сардины как сырья для производства кулинарных продуктов необходимо повысить его ЖУС, например, путем внесения в фаршевую композицию жиропоглощающих компонентов. Таким дополнительным компонентом в составе рецептуры могут рассматриваться молоки лососевых, обладающие достаточно высокими технологическими свойствами, в частности, эмульгирующей способностью.

Таким образом, сардину тихоокеанскую (иваси) можно считать перспективным сырьем в технологии комбинированной формованной кулинарной продукции. Исследования в данном направлении продолжаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барышко М.Е. Промысел скумбрии и сардины-иваси на Дальнем Востоке // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. - № 8. – С. 229-230.
- 2 Рюмшина С.Ф., Дедкова Е.В., Батраченко Е.А. Пути совершенствования ассортимента и повышения качества рыбных полуфабрикатов и кулинарных изделий // Региональный вестник. - 2017. - № 4 (9). - С. 23-25.
- 3 Романова А.С. Анализ рынка рыбы и рыбной продукции // Аграрный вестник Урала. - 2015.- № 1 (131). - С. 80-85.
- 4 Лисовой В.В. Совершенствование технологии структурированных продуктов питания повышенной пищевой ценности из растительного и прудового рыбного сырья: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Краснодар, 2009. – 26 с.
- 5 Антипова Л.В., Батищев В.В., Головина И.Н. Кулинарные рыбные изделия // Рыбное хозяйство. – 2001. - № 2. - С. 53-54.
- 6 Пакляченко С.А. Совершенствование технологии рыбомучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Владивосток, 2009. – 25 с.

7 Дударев В.А., Демина Т.В. Образование скоплений сардины-иваси в японском море // Рыбное хозяйство. - 1984. № 3. - С. 16.

8 Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. - Владивосток: Дальиздат, 1971. - 298 с.

9 Рамбега Е.Ф., Рехина Н.И. Влияние химического состава мяса рыбы на качество и сроки хранения пищевого мороженого рыбного фарша // Рыбное хозяйство. – 1980. - №3. - С. 66-68.

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SARDINE PACIFIC AS RAW MATERIALS FOR RECEIVING CULINARY PRODUCTS

Maksimova Svetlana Nikolaevna, Dc. Sc. Engineering, Prof.

Poleschuk Denis Vladimirovich., Cand. Sc. Engineering, Assoc. Prof.

Poleschuk Victoria Igorevna, postgraduate student

Vereshagina Ksenia Konstantinovna, master student

FSBEI HE "Dalrybvtuz"

Vladivostok, Russia, e-mail: maxsvet61@mail.ru

The data on the forecasts of the Pacific Sardine (Ivasi) population in Pacific waters are presented, making it possible to consider this object as a promising raw material in food technology. The chemical composition and physical indicators of sardine are investigated. The use of this raw material in the technology of combined molded culinary products is proposed.

УДК 664.6 : 664.154

ВТОРИЧНОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ КАК ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

Мартынец Мария Владимировна, магистрант

Мезенова Наталья Юрьевна, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: mrtsmarya@gmail.com, lost_13@inbox.ru

Исследован общий химический состав яблочного жмыха и тыквы. Проведены органолептическая оценка и физико-химические исследования нового пшеничного хлеба с добавлением яблочного жмыха и тыквы. Установлено, что данные ингредиенты положительно влияют на органолептическую оценку образцов

Главной задачей создания современных продуктов питания, которое будет благоприятно влиять на здоровье человека является применение вторичного сырья, отличающегося от традиционного наличием дефицитных для человечества питательных веществ с повышенной пищевой и биологической ценностью. Более перспективным для повышения биологической ценности кондитерских изделий является применение плодово-ягодного сырья, которое дает изделиям вкус и

аромат, присущий свежим фруктам и ягодам и обогащает биологически активными веществами [10].

На крупнейшей торговой производственно-логистической компании Калининградской области Агрофабрике «Натурово», занимающейся глубокой переработкой овощей и фруктов, одним из вторичных продуктов является яблочный жмых, который образуется при производстве яблочного сока.

Яблочный жмых является продуктом, который остается после механической обработки сырья для производстве сока. Использование данного компонента как вспомогательного в функциональных продуктах питания, подходит для дополнительной витаминизации, улучшения органолептических свойств, в целях профилактики некоторых заболеваний и поддержания нормального состояния естественной микрофлоры организма [3].

Несмотря на то, что жмых относят к вторичным продуктам, он богат большим количеством биологически активных веществ: пищевые волокнами и полифенолами, которые могут применяться для производства ферментов, клеточного белка, ароматических соединений, этанола, органических кислот, полисахаридов. В данный момент используется в кормовых целях. Яблочные выжимки могут выступать как компоненты питательной среды для выращивания плесневых грибов с целью получения пектолитических ферментных препаратов, для производства низкосортного пюре как кормового источника, яблочного концентрата, для получения продуктов брожения – спирта и уксуса. Путем метанового брожения из яблочного жмыха можно получать биогаз [3,5].

Выжимка обладает высокой влажностью (66,4–78,2%) и состоит из большого количества углеводов, из которых около 70% относят к простым сахарам - глюкоза, фруктоза, сахароза и ксилоза (48,0–62,0%). Яблочная выжимка содержит 10-12% глюкозы, а также является высоким источником арабинозы и рамнозы, являющиеся составляющими биополимера, такого как гемицеллюлоза. Помимо углеводов выжимка также является источником белков (3-6%). Аспарагиновая и глутаминовая кислоты преобладают аминокислотами в свежем яблоке [5].

Яблочная выжимка насыщена биологически активными веществами, а именно имеет в своем составе большое количество флавоноидов (флаванолов и флавонолов), которые состоят из 3-орутинозидов кверцетина, 3-О-галактозидов кверцетина, 3-О-глюкозидов кверцетина, 3-оксилозидов кверцетина, 3-О-арабинозидов кверцетина и 3-О-рамнозина кверцетина. Богата фитохимическими веществами - антоцианами (цианидин-3-галактозид), кумаровая кислота, хлорогеновая кислота, галловая кислота. Другим сильным антиоксидантом, присутствующим в данном сырье, является кверцетин, оказывающий защитное действие от рака молочной железы, толстой кишки и заболеваний сердца, предотвращает печень от окислительного повреждения [4].

Яблочные выжимки состоят из перегородок, семенной камеры, плодоножек семян, укрепленной части мякоти. Полученный образец яблочного жмыха на Агрофабрике «Натурово» представлял собой пюре с кусочками кожуры и семян (рис.) с вкусом-ароматическими характеристиками подобные яблоку.



Рис.1 Яблочный жмых

В таблице 1 представлен сравнительный анализ общего химического состава исследуемого образца яблочного жмыха с литературными данными [4].

Таблица 1

Химический состав яблочного жмыха

Показатель	Содержание, %	
	по литературным данным	результаты исследований
Углеводы	48.0–62.0	97,54
Белки	2.94–5.67	1,21
Минеральные вещества	10	0,85
Жиры	1.20–3.90	0,40

В данном образце преобладает количество углеводной части. Данные различия в результатах могут наблюдаться в зависимости от различной географии произрастания и сезона сбора культур, условиями их хранения и переработки.

В таблице 2 представлено содержание углеводов в яблочных выжимках.

Таблица 2

Содержание растворимых и нерастворимых фракций углеводов в яблочных выжимках

Показатель	Содержание, %
Сахароза	6,7
Глюкоза	19,6
Фруктоза	48,30
Ксилоза, манноза и галактоза	2,8
Арабиноза и рамноза	6,95
Глюкоолигосахариды	3,6
Арабиноолигосахариды	4,85
Уроновая кислота	4,4
Глюкан	63,35
Крахмал	15,75
Целлюлоза	29
Полисахариды ксилозы, маннозы и галактозы	13,45
Полисахариды арабинозы и рамнозы	12,6
Лигнин	17,8
Уроновая кислота	15,30

В таблице 3 представлено содержание макро- и микроэлементов

Таблица 3

Содержание макро- и микроэлементов 100 г свежих яблочных выжимок

Макроэлементы	Мг/100г
Ca	24,2
K	49,1
Mg	23,7
P	21,2

Микроэлементы	
Fe	0,58

Еще одним компонентом добавленным в наш продукт является тыква сорта «Матильда». По содержанию углеводов, витаминов и минеральных солей превосходит многие овощи. Также является богатым источником солей К, поддерживающие щелочную реакцию крови организма, понижают кислотность желудочного сока. В ней содержится 222 мг/100 г сырого вещества.

В плодах тыквы содержится 85–94 % воды. Углеводы (8–12 %) в основном представлены полисахаридами. Плоды содержат 2,5–16 % крахмала, который во время их хранения переходит в растворимые простые сахара. Поскольку в тыкве много сахаров и мало органических кислот (кислотность – 0,8–2,9 %), ее широко используют в целях изготовления цукатов и пастилы. Белка в тыквах сравнительно мало (0,5–1,1 %), однако содержится высокое количество пектина (2,6–14,0 %), способствующий выведению из организма холестерина. Данный аспект позволяет считать данное сырье перспективным для получения желирующих материалов, широко используемых в кондитерском производстве. Характерным свойством является низкое содержание клетчатки (0,3–1,2 %), которая имеет особенность хорошо развариваться, не волокниста и в подобном пюре виде легко усваивается. Тыква является главным источником каротина в растительном мире, содержание которого в плодах тыквы составляет 16–17 мг на 100 г сырого продукта.

Кроме того, в плодах содержатся витамины: тиамин (В₁ – 0,04–0,06 мг/100 г), недостаток которого вызывает различные нарушения нервной системы, быструю умственную и физическую усталость; рибофлавин (В₂ – 0,03–0,06 мг), недостаток которого вызывает нарушение аппетита, слабость, сокращение массы тела; токоферол (Е), недостаток которого вызывает расстройство половых функций организма; никотиновая кислота (РР – 0,4–0,5 мг), недостаток которого вызывает пеллагру, а также аскорбиновая кислота (С – 10,0–50,0 мг), пантотеновая кислота (В₃ – 0,2–0,4 мг), пиридоксин (В₆ – 0,11–0,13 мг), фолиевая кислота (В₉ – 4–19 мкг). Содержат плоды и особенно ценный для детского организма витамин D, который ускоряет рост детей, помогает лучше и быстрее усваивать грубую пищу, усиливает жизнеспособность организма. Тыква ценна и минеральными солями, особенно К (170–380 мг/100 г сырого вещества), Fe (0,4–0,8 мг), Са (25–40 мг) и F (25 мг)[7,8].

В таблице 4 представлен сравнительный химический состав тыквы с литературными данными и экспериментальными данными.

Таблица 4

Химический состав тыквы

Содержание пищевых веществ в 100 г тыквы (%)		
Показатель	По литературным данным	По экспериментальным данным
Вода	90,0	87,31
Белки	1,0	1,073
Жиры	0,1	0,0054
Углеводы	4,0	5,96
Крахмал	0,2	
Клетчатка	1,2	1,5
Зола	0,6	5,6
Кислотность	0,8-2,9	0,201

Минеральные вещества	мг
Na	4
K	204
Ca	25
Mg	14
P	25
Fe	0,4
Co	0,16
Cu	2,5
Витамины: Каротин	мг 1,50
B ₁	0,05
B ₂	0,06
PP	0,50
C	8

Из таблицы 4 следует, что в исследованном образце тыквы содержится большое количество минеральных веществ, а из витаминов большое количество витамина С, каротина, а также низкое содержание органических кислот.

Продуктом для обогащения вторичным сырьем был выбран пшеничный хлеб. За основу была взята стандартная рецептура данного вида хлеба. Образец хлеба выпекали в электрической хлебопечи. В результате исследований было определено количество вносимой яблочной выжимки, которое составило 15,0 % к массе готового изделия (750 г). Был изготовлен образец, для которого часть воды в рецептуре была пропорционально снижена с учитывая количество воды в яблочной выжимке и тыкве [6].

Таблица 5

Рецептура пшеничного хлеба

Наименование сырья	Содержание на 100 кг муки, кг
Мука пшеничная	100
Вода	52,38
Масло подсолнечное	3,95
Дрожжи	0,35
Сахар	7,14
Соль	1,42

Выжимка яблочная	15,0
Порошок тыквенный	9,19
ИТОГО	200

Для новой продукции с использованием яблочной выжимки и тыквенного порошка были проведены исследования с целью установления физико-химических показателей (таблица 6). В образцах контрольного хлеба и обогащенного хлеба также проводили сравнительное определение показателей влажности по ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности», кислотности по ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности» и пористости по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости». Повторность экспериментальных исследований была трехкратной, за окончательный результат принимали среднее арифметическое значение при допуске относительном расхождении величин 5 %.

Таблица 6

Физико-химические показатели пшеничного хлеба

Показатель	Значение:		ГОСТ
	контрольного образца	обогащенного продукта	
Влажность мякиша, %	39,0	36,21	48
Кислотность мякиша, град	1,8	2,9	3
Пористость мякиша, %	77,0	1,0	72

Проанализировав таблицу 6, можно сделать вывод, что физико-химические показатели соответствуют требованиям ГОСТ.

Таким образом, в проведенных исследованиях было установлено, что внесение яблочных выжимок и тыквы в рецептуру пшеничного хлеба благоприятно влияет как на органолептические свойства продукта так и с точки зрения физико-химических свойств. Рационально производить продукцию повышенной пищевой ценности профилактического назначения с уменьшением ее критерия стоимости. Данный аспект определяет рациональность дальнейших исследований в выбранном направлении, решая, тем самым, приоритетные задачи «Комплексной программы развития биотехнологии в РФ на период до 2020 г.».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бондарь, С.Н. Исследование процесса получения биогаза из отходов плодоконсервного производства / С.Н. Бондарь, О.Б. Чабанова, Т.В. Недобийчук // Экологічна безпека. – 2008. - №2. – С. 68-72
- 2 Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности : (образование и использ.): справочник/ гл. редкол.: А.Е. Юрченко; М.: «Экономика», 1984-327 с.
- 3 Егоров, Б.В. Перспективы переработки и использования яблочных выжимок / Б.В.Егоров, А.Г.Цюндык, В.Г. Орехова // Зернові продукти і комбікори. – Одесса .- 2015.- С.38-43

4 Кручек М. Промышленные побочные продукты яблочной выжимки как потенциальный источник про-медицинских соединений в функциональном питании/М.Кручек// Журнал микробиологии, биотехнологии и пищевых наук.-2017.-С. 22-24

5 Перфилова, О.В. Яблочные выжимки как источник биологически активных веществ в технологии продуктов питания/ О.В. Перфилова// Новые технологии.- 2017.- №4.-7 с.

6 Сборник рецептур и технологических инструкций по приготовлению хлебобулочных изделий для профилактического и лечебного питания. – М.: Пищепромиздат, 2004. – 252 с.

7 Скрипников Ю.Г., Коровкина М.Ю. Использование тыквы для производства консервов // Труды ВГАУ. – Воронеж, 2003. – Т. 2. – Ч 1. С.10-14

8 Типсина Н.Н., Селезнева Г.К. Использование пюре из тыквы в пищевой промышленности/Н.Н. Типсина, Г.К. Селезнева// Вестник КрасГАУ.-2012.-№12-С.243-247

9 Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных веществ и энергетической ценности пищевых продуктов/ под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 224 с.

10 «Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная приказом Председателя Правительства РФ № 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г.

USE OF SECONDARY RAW MATERIAL IN THE RECIPE OF BAKERY PRODUCTS OF HIGH FOOD VALUES

Martynets Maria Vladimirovna, student
Mezenova Natalia Yuryevna, PhD

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: mrtsmarya@gmail.ru

The overall chemical composition of apple cake and pumpkin. An organoleptic assessment and physico-chemical parameters of the new wheat bread with the addition of apple pomace and pumpkin powder have been carried out. It's established that these ingredients have a positive effect on the organoleptic evaluation of samples.

УДК 628.355.3

ВЛИЯНИЕ ЭРИТРОМИЦИНА НА МИКРООРГАНИЗМЫ НАДИЛОВОЙ ЖИДКОСТИ

Машенко Зинаида Евгеньевна, доцент, канд. фармацевт. наук
Бахарев Владимир Валентинович, доцент, д-р хим. наук
Змиенко Ирина Николаевна, студент

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
г. Самара, Россия, e-mail: mzinaida@yandex.ru

Микроценоз активного ила обладает высокой чувствительностью к изменениям в среде. Проводились исследования, которые должны были показать, как влияет эритромицин при однократном и многократном действии на жизнедеятельность биоценоза активного ила. При однократном действии ксенобиотика рост микроорганизмов начинался позже, чем в контрольной пробе, но быстрее чем при многократном действии. Однократное и многократное введение ис-

следуемых концентраций антибиотика оказывало бактериостатическое действие на чистую культуру микроорганизмов надилловой жидкости

Сточные воды городов и предприятий, в большей своей части, являются отрицательным следствием жизнедеятельности человека. Вследствие высоких темпов роста населения Земли и хозяйственной деятельности человека сточные воды стали негативным фактором для живых организмов водной среды.

В настоящее время появилась проблема появления в очищенных сточных водах лекарственных средств. Неизменные остатки лекарственных средств попадают в больших количествах в окружающую среду вследствие физиологической экскреции людей, животных и в составе бытового фармацевтического мусора. Лекарственные вещества были обнаружены в сточных, природных водах и в питьевой воде в США, Европе и многих других странах. В России данная проблема остается недостаточно изученной [1].

Очистка сточных вод оказывает наибольшее влияние на показатели дальнейшего присутствия лекарств в окружающей среде. Различные методы очистки обладают разной эффективностью в отношении удаления лекарственных средств в целом и отдельных наименований лекарственного средства в частности. Сгущенные иловые отложения, остающиеся после очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, часто используются в сельском хозяйстве в качестве удобрений, открывая путь проникновения в почву остаткам лекарственных средств, абсорбированных илом.

Очищенные стоки сливаются в поверхностные воды и приносят с собой остатки лекарственных средств, не удаленных системой очистки и процессами естественной деградации фармацевтических субстанций. Поверхностные воды несут лекарственных средств к морским берегам и пополняют водоносные слои грунтовых вод.

Цель исследовательской работы – изучение влияния эритромицина на микроорганизмы надилловой жидкости при однократном и многократном действии.

В качестве тест-организмов в экспериментах использовали активный ил городских очистных сооружений г. Самара.

В качестве материала исследования использовали эритромицин.

Эритромицин – первый природный 14-ти членный макролидный антибиотик, эффективность и безопасность которого подтверждена многими контролируемыми исследованиями и многолетней клинической практикой.

Основное клиническое значение имеет микробиологическая активность эритромицина против стрептококков, стафилококков, хламидий, микоплазм, легионелл, возбудителей дифтерии и коклюша. Наиболее часто препарат применяется при тонзиллофарингитах, внебольничных пневмониях (включая атипичные), инфекциях кожи и мягких тканей, хламидийных инфекциях. Эритромицин может использоваться с профилактическими целями в ревматологии и хирургии.

Известны шесть разновидностей эритромицина, которые обозначаются латинскими буквами от А до F. Из них только эритромицин А используется в клинической практике. Химическая структура препарата включает макроциклическое лактонное кольцо, содержащее 14 атомов углерода, к которому присоединены дезозаминоза и кладиноза (рис.1). Эритромицин представляет собой слабое основание, плохо растворимое в воде, которое быстро разрушается под действием соляной кислоты [2].

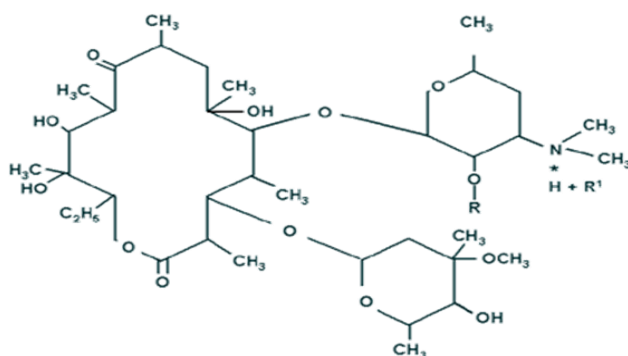


Рис. 1 Химическая структура эритромицина основания, его солей и эфиров для приема внутрь

R

R1

Эритромицин	Н		(основание)
Пропионилэритромицин	(CH ₂) ₂ CO		(эфир)
Эритромицин этилсукцинат	(CH ₂) ₂ OOC(CH ₂) ₂ COO		(эфир)
Эритромицин стеарат	Н	C17H35COO	(соль)
Эритромицин эстолат	(CH ₂) ₂ CO	C12H25OSO3	(соль эфира)
Пропионил эритромицин меркаптосукцинат	(CH ₂) ₂ CO	COOH-CH-SH	(соль эфира)
		COOH-CH ₂	

Для выделения чистых культур микроорганизмов активного ила с целью дальнейшего изучения влияния на них эритромицина производили посев надилловой жидкости на твердую питательную среду в чашках Петри. Для обнаружения бактерий активного ила и получения чистых культур была использована плотная среда следующего состава (%): ферментативный пептон – 2, агар – 2. При приготовлении жидкой питательной среды использовали ферментативный пептон в той же концентрации без внесения агара. Стерилизацию сред проводили в автоклаве в течение часа (при t=100°C и P=1 атм.). Растворы эритромицина готовили на стерильной дистиллированной воде в концентрациях 0,1; 0,3; 0,5; 1; 3; 5 мг/мл.

Для надилловой жидкости характерно разнообразие видового состава бактерий. Была отобрана изолированная колония бактерий наибольшего размера, и произведен ее рассев на плотную питательную среду с целью получения колоний чистых культур. По определителю Берджи была установлена родовая принадлежность полученной культуры микроорганизмов – р. *Bacillus* [3,4].

Непосредственно изучение влияния эритромицина на чистую культуру бактерий активного ила осуществлялось на жидкой среде. Посевным материалом служила 18-часовая культура бактерий. При определении однократного влияния на рост микроорганизмов активного ила в шесть колб вместимостью 100 мл приливали 50 мл жидкой питательной среды, 1 мл раствора антибиотика различной концентрации и 1 мл жидкой питательной среды с микроорганизмами. В качестве контроля использовали колбу с 50 мл жидкой питательной среды и 1 мл жидкой питательной среды с микроорганизмами. Инкубацию проводили в течение 28 часов.

При определении многократного влияния на рост микроорганизмов активного ила в семь колб вместимостью 100 мл приливали 50 мл жидкой питательной среды и 1 мл жидкой питательной среды с микроорганизмами. Антибиотик добавляли каждые 24 ч в течение 56 ч в пробы виде 1 мл водного раствора различных концентраций. В качестве контроля использовали колбу с 50 мл жидкой питательной среды и 1 мл жидкой питательной среды с микроорганизмами.

Выращивание микроорганизмов производят при 37 °С на качалке со скоростью оборота 100 об/мин, пробы отбирают каждые 4 ч. Контроль за ростом культуры осуществляли, определяя изменение оптической плотности культуры. Прирост биомассы определяется нефелометрически на ФЭК со светофильтром 9 при длине волны 590 нм. За единицу биомассы принимают поглощение в 1 см кювете [5].

Данные по исследованию влияния эритромицина при однократном действии представлены в Табл. 1

Таблица 1

Значения оптической плотности в процессе инкубации при однократном введении эритромицина

Время инкубации, ч	Концентрации антибиотика, мг/мл						
	Контрольная проба	0,1	0,3	0,5	1	2	3
0	0,120	0,121	0,124	0,116	0,120	0,115	0,117
4	0,444	0,235	0,135	0,140	0,198	0,126	0,122
8	0,974	0,623	0,514	0,512	0,489	0,452	0,256
24	2,251	1,657	1,652	1,673	1,458	1,555	1,514

28	2,274	1,763	1,632	1,760	1,555	1,528	1,565
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Из табл. 1 видно, что рост бактерий в контрольной пробе был быстрее, чем с добавлением эритромицина. При низких концентрациях (0,1-0,5 мг/мл) рост *Bacillus* наблюдался раньше и был больше, чем при большей концентрации ксенобиотика (1-3 мг/мл).

Таким образом, за время культивирования чистой культуры надильной жидкости с добавлением антибиотиком рост микроорганизмов был мал, но не останавливался, что говорит о бактериостатическом действии эритромицина на микроорганизмы активного ила.

На рис. 3 представлена динамика роста бактерий р. *Bacillus* при однократном действии эритромицина.

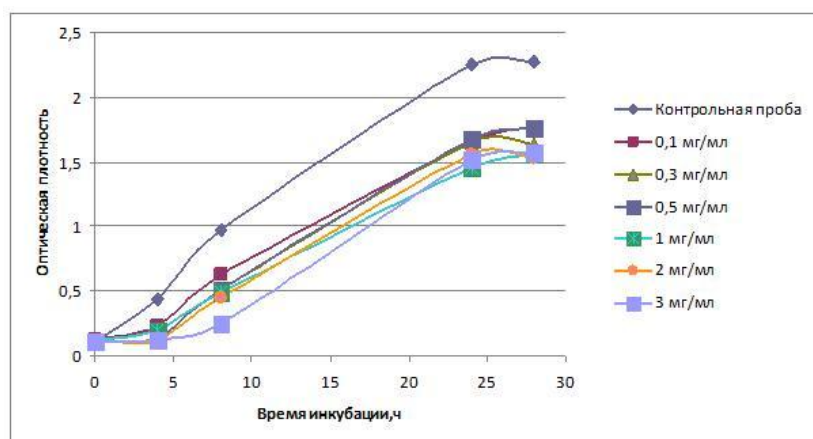


Рис. 3 Динамика роста бактерий р. *Bacillus* при однократном введении эритромицина

Данные по исследованию влияния эритромицина при однократном действии представлены в табл. 2

Таблица 2

Значения оптической плотности в процессе инкубации при многократном введении эритромицина

Время инкубации, ч	Оптическая плотность при разных концентрациях антибиотика						
	Контрольная проба	0,1 мг/мл	0,3 мг/мл	0,5 мг/мл	1 мг/мл	2 мг/мл	3 мг/мл
0	0,106	0,105	0,109	0,104	0,107	0,104	0,1
4	0,497	0,084	0,088	0,082	0,088	0,086	0,085
8	0,86	0,127	0,115	0,103	0,117	0,109	0,102
24	1,603	1,04	0,76	0,171	0,132	0,112	0,11
28	1,632	1,099	0,828	0,355	0,174	0,104	0,1
32	1,726	1,471	0,972	0,719	0,338	0,12	0,165
48	1,78	1,954	2,079	1,667	1,977	1,31	1,277
52	1,754	2	2,234	2,14	2,113	1,487	1,412
56	1,74	2,051	2,376	2,225	2,211	1,901	1,573

На Рис. 4 представлена динамика роста бактерий р. *Bacillus* при многократном внесении антибиотика.

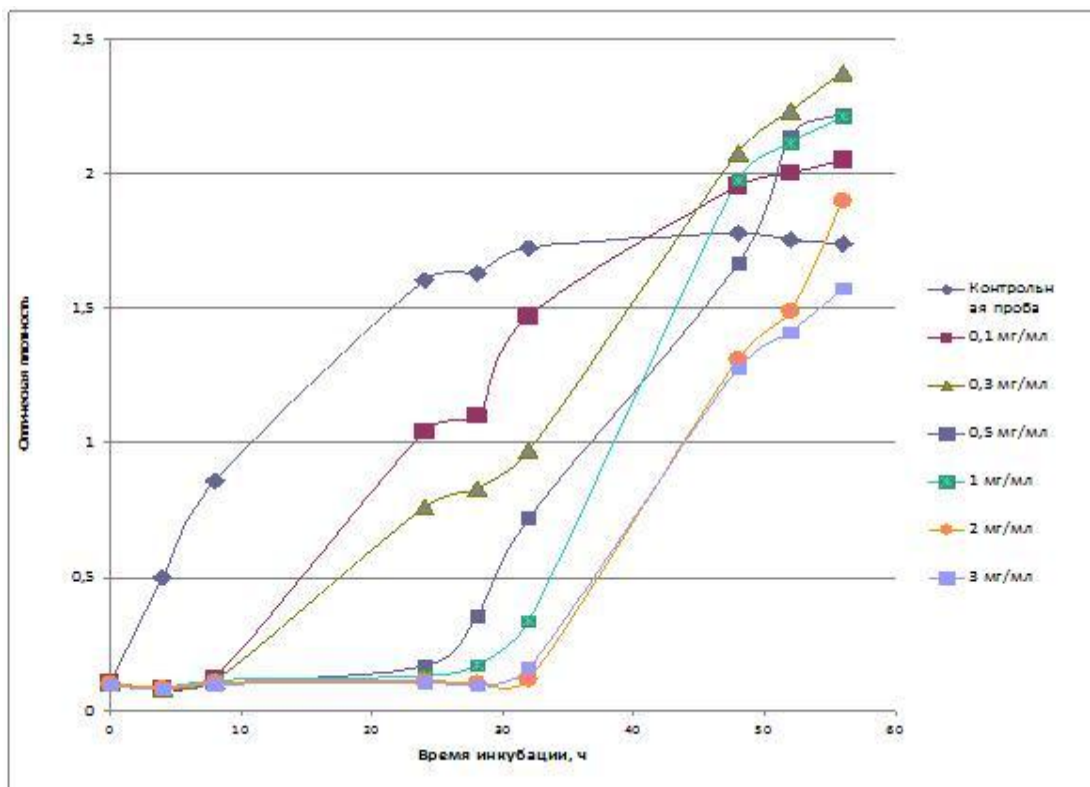


Рис. 4 Динамика роста бактерий р. *Bacillus* при многократном внесении эритромицина

Анализ динамики роста бактерий р. *Bacillus* показал, что при многократном внесении антибиотика микроорганизмы долго остаются в лаг-фазе по сравнению с контрольной пробой:

- при концентрации эритромицина 0,1 и 0,3 мг/мл этот процесс заканчивается через 8 и далее идет резкий скачек роста и через 24 часа после повторного внесения антибиотика рост микроорганизмов продолжался, также рост продолжался и при последующих внесениях антибиотика;
- при концентрации эритромицина при 0,5 и 1 мг/мл рост начинается только на вторые сутки культивирования и при повторном внесении антибиотика рост не приостанавливался;
- при концентрации антибиотика 2 и 3 мг/мл рост микроорганизмов наблюдался через четыре часа после повторного внесения антибиотика (28 часов) и не прекращался при дальнейшем культивировании.

По полученным результатам анализа влияния эритромицина на чистую культуру р. *Bacillus* активного ила можно сделать вывод, что как при однократном и многократном введении ксенобиотика на микроорганизмы оказывалось бактериостатическое действие. При многократном введении антибиотик задерживал рост чистой культуры надидловой жидкости сильнее по сравнению с однократным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Маслова Е.В., Машенко З.Е., Шаталаев И.Ф. Лекарственные препараты в окружающей среде // Аспирантский вестник Поволжья. 2017. № 1-2. С. 215-217.
- 2 Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 512 с.
- 3 Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. – М.: Мир, 1997. – 432 с.
- 4 Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. Т. 2: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. – М.: Мир, 1997. – 368 с.
- 5 Михайлова Е. О., Ахмадиева С.В., Хабибулина Л.И., Шулаев М.В. Влияние мелафена на микроорганизмы, входящие в состав активного ила очистных сооружений. Вестник Казанского технологического университета. –2017. – № 5. – С. 184-187.

THE EFFECT OF ERYTHROMYCIN ON MICROORGANISMS NADIL LIQUID

Mashchenko Zinaida Evgenyevna, C. Pharm.N., associate Professor
Bakharev Vladimir Valentinovich, Ph. D., associate Professor
Zmienko Irina Nikolaevna, student

Samara State Technical University,
Samara, Russia, e-mail: mzinaida@yandex.ru

Microcenosis of activated sludge is highly sensitive to changes in the environment. Studies were conducted to show the effect of erythromycin in single and multiple actions on the vital activity of the bio-cenosis of activated sludge. With a single action of xenobiotics, the growth of microorganisms began later than in the control sample, but faster than with repeated action. A single and multiple administration of the studied antibiotic concentrations had a bacteriostatic effect on the pure culture of microorganisms of nadil liquid.

УДК 664

ЗЕЛЬЦ С АКТИВНЫМИ ПЕПТИДАМИ ИХТИОКОЛЛАГЕНА

Мезенова Наталья Юрьевна, канд. техн. наук, доцент
Лайло Ольга Владимировна, студентка

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: Nataliya.mezenova@klgtu.ru

Предложено использование активных пептидов ихтиоколлагена в рецептуре зельца геродиетического назначения. Проведен социологический опрос среди реального контингента потребителей. Разработана специальная органолептическая шкала для оценки качества готовой продукции. Исследованы физико-химические показатели и рассчитана биологическая ценность белковой фракции зельца. Рассчитаны основные экономические показатели технологии

Старения организма человека является генетически запрограммированным процессом и сопровождается ростом общих и хронических патологий. Среди наиболее характерных болезней пожилых людей особенно преобладают заболевания опорно-двигательной системы, обусловленные снижением синтеза коллагена – основного белка соединительной ткани. Особый интерес в геронтологии представляет включение в состав пищевых продуктов пептидных биорегуляторов коллагеновой природы с целью преодоления «предела Хейфлика» - ограниченного числа деления соматических клеток (50-100 делений) и, таким образом, профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата. Для большинства человеческих клеток предел Хейфлика составляет 52 деления, после чего клетки умирают. При этом при приближении к этой границе клетки проявляют признаки старения [1].

По возрастной классификации ВОЗ к пожилым относятся люди возраста более 60 лет. При питании им особенно рекомендуются вещества, обладающие геропротекторными свойствами. Это, прежде всего, антиоксиданты, которые при систематическом употреблении способны увеличивать среднюю продолжительность жизни человека на 5-10 лет [2].

В качестве обогащаемого продукта в настоящих исследованиях был выбран зельц, пользующийся популярностью в геронтологическом питании. Зельцы производятся обычно из свиного мяса, шпика, языков и других субпродуктов. Данный продукт традиционно рекомендован для профилактики опорно-двигательного аппарата всех групп населения.

Крупнейшим открытием биохимии XX века является установление факта, что употребление морского коллагена (ихтиоколлагена) позволяет стимулировать фибропласты, ответственные за механизм выработки собственного коллагена. Ранее на кафедре ПБТ была разработана технология пищевой технологической добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат» из чешуи сардинеллы - пептидного биорегулятора коллагеновой природы [3].

По своим физико-химическим и технологическим свойствам пищевая технологическая добавка представляет собой порошкообразную композицию тонко диспергированных биологически активных веществ размером в несколько микрометров (менее 0,08 - 0,1 мкм), скорость и полнота всасывания которых в организме идентичны показателям биологических жидкостей [4].

Согласно «Комплексной программе развития биотехнологии в РФ на период до 2020 г.», основными приоритетами пищевой биотехнологии являются глубокая переработка пищевого сырья, производство специализированных пищевых продуктов, а также функциональных пищевых продуктов, включая лечебные и профилактические [5]. В настоящей работе предложено использовать данную ихтиоколлагеновую пищевую технологическую добавку в качестве источников геропротекторов соединительной ткани.

Из рисунка 1 видно, что на низкомолекулярную фракцию пептидных осколков с ММ менее 10 кДа приходится основное количество общей массы белков (89,6 %) пищевой технологической добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат». Именно данная низкомолекулярная фракция пептидов относится к пептидным биорегуляторам и представляет интерес при производстве зельца геродиетического назначения. Активные пептиды не только проявляют строительные функции, но и характеризуются доказанными биологическими эффектами (иммунным, антиокислительным, гипотензивным и др.), а также проявляют высокую терапевтическую эффективность [4, 6].

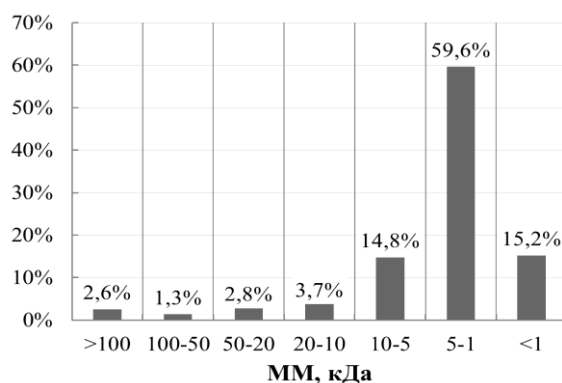


Рис.1 - Молекулярно-массовое распределение протеиновых частиц пищевой технологической добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат»

В качестве источника мощных геропротекторов антиоксидантной природы в разрабатываемой технологии рассматривались СО₂-экстракты различных растений. Данные экстракты представляют собой экологически чистые натуральные продукты, извлеченные из природного сырья сжатым до жидкого состояния углекислым газом, и являющиеся концентратами биологически активных веществ исходного сырья [7, 8]. Применительно к рецептуре зельца исследовались экстракты шалфея, зеленого чая и травы иссоп с помощью органолептического метода профилограмм с оценкой каждого профиля по 5-балльной системе (рисунок 2). На основании органолептической оценки, а так же изучения сравнительного действия на организм пожилых людей в разрабатываемой технологии в дальнейшем было решено использовать СО₂-экстракт зеленого чая.



Рис.2 - Вкусовые характеристики зельца «Герц», приготовленного с добавлением различных CO_2 -экстрактов: зеленого чая, иссоп, шалфея

Биохимический состав CO_2 -экстракта зеленого чая включает такие витамины, как B_1 , B_2 , А, С, РР и др. Благодаря флавоноидам экстракт стимулирует микроциркуляцию, укрепляет и повышает эластичность стенок кровеносных сосудов. Высокое антиоксидантное действие экстракта, предотвращает окисление органических соединений, снижает образование свободных радикалов, замедляется старение [8]. Важно, что при комбинировании CO_2 -экстракта с биологически активными пептидами ихтиоколлагена, последние будут способствовать доставке активных веществ экстракта к органам - «мишеням» опорно-двигательного аппарата.

Социологический опрос, проведенный среди 40 пожилых жителей Калининградской области с помощью специально разработанных анкет показал, что опрашиваемые респонденты заинтересованы в употреблении предлагаемого зельца геродиетического назначения, что свидетельствует о целесообразности совершенствования технологии данного продукта. В опросе приняли участие 27 женщин и 13 мужчин в возрасте от 60 лет до 81 года. Результаты опроса показали, что из наиболее характерных патологий для лиц пожилого возраста 85 % опрошенных беспокоят заболевания опорно-двигательного аппарата, 45 % - заболевания сердечно-сосудистой системы, 40 % - артериальная гипертония, 37,5 % - заболевания желудочно-кишечного тракта, 27,5 % - сахарный диабет. Для профилактики опорно-двигательного аппарата 75 % респондентов предпочитают мясную и рыбную продукцию, при этом 77,5 % любят употреблять в своем рационе такой продукт как зельц и хотели бы попробовать зельц повышенной биологической ценности за счет использования в составе геропротекторов рыбного и растительного сырья.

За основу рецептуры разрабатываемого зельца, получившего название «Герц», была взята стандартная рецептура зельца традиционного и усовершенствована с учетом вносимых ингредиентов. Оптимизацию рецептуры зельца «Герц» проводили в соответствии с алгоритмом ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) 2-го порядка для двух факторов. Из множества факторов, влияющих на качество зельца, были выделены массовая доля CO_2 -экстракта зеленого чая и массовая доля ихтиоколлагенового ферментоллизата. Частным параметром оптимизации математической модели был выбран безразмерный обобщенный параметр оптимизации U , объединяющий 2 частных отклика: органолептическую оценку качества продукта и содержание белка. Пределы варьирования факторов, а также план эксперимента согласно матрице ОЦКП и результаты его реализации представлены в таблицах 1 и 2 соответственно. Для органолептической оценки качества нового зельца была разработана специальная 15 балльная шкала с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей.

Таблица 1

Значения изменяемых факторов, их интервалы и пределы варьирования

Факторы	Уровни			Интервал варьирования, ΔX
	-1	0	+1	
Дозировка CO_2 -экстракта зеленого чая, M_{CO_2} (X_1), г	0,1	0,2	0,3	0,1
Дозировка ихтиоколлагенового ферментоллизата, $M_{ихт}$ (X_2), г	1	2	3	2

План эксперимента и результаты оптимизации процесса изготовления зельца с добавлением ихтиоколлагенового ферментолизата и CO₂-экстракта зеленого чая

№ опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Обобщенный параметр оптимизации Y
	M _{CO₂} , Г	M _{ихт} , Г	O, баллы	Сб, мг/100г	S _O ²	S _{Ск} ²	
1	0,1	1	14,5	16,04	0,00111	0,01186	0,01297
2	0,1	3	14,0	17,84	0,00444	0,00008	0,00452
3	0,3	1	12,7	16,04	0,0235	0,01186	0,03537
4	0,3	3	13,0	17,84	0,0178	0,00008	0,01786
5	0,2	1	13,0	16,04	0,0178	0,01186	0,02963
6	0,2	3	13,7	17,84	0,0075	0,00008	0,00759
7	0,1	2	15,0	16,94	0,0000	0,00347	0,00347
8	0,3	2	13,0	16,94	0,0178	0,00347	0,02125
9	0,2	2	13,7	16,94	0,0075	0,00347	0,01098

Проведение эксперимента и обработка полученных данных позволила установить следующие оптимальные значения факторов на 100 г зельца: дозировка CO₂-экстракта зеленого чая составила 0,15 г; ихтиоколлагенового ферментолизата - 2,43 г. Обе добавки необходимо вносить на стадии приготовления фарша в волчке-фаршемешалке с последующим шприцеванием фарша в вакуумном шприце, после чего готовые батоны отправляют на термическую обработку в течение 2,5 ч до достижения температуры в центре батонов +72 °С и быстро охлаждают до температуры 4 ± 2 °С. Срок хранения продукта не должен превышать 5 дней. Имеется ряд сведений, что CO₂-экстракты растений помогут пролонгировать срок хранения готовой продукции, стабилизируя жировую фракцию [7], и, следовательно, установление данного факта применительно к зельцу «Герц» является актуальным этапом дальнейших исследований.

Оценка массовой доли жира и белка зельца «Герц» показала, что значения данных показателей в 100 г продукции составила 40,91 % и 17,39 % соответственно, что удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 55367-2012 «Зельцы. Технические условия» для традиционного зельца.

Сбалансированность аминокислотного состава белковой фракции зельца «Герц» оценивали по аминокислотному скору согласно методике ФАО/ВОЗ относительно «идеального» белка. Из таблицы 3 видно, что скоры всех незаменимых аминокислот ниже 100 %, что объясняется преобладающим содержанием в зельце «Герц» заменимых аминокислот коллагеновой природы, таких как глицин, пролин, аланин и др., участвующих в укреплении опорно-двигательного аппарата. Однако незаменимые аминокислоты хорошо сбалансированы, что отражено в высоком значении коэффициента биологической ценности (88,29 %) и коэффициенте утилитарности аминокислотного состава (0,73 д. ед.)

Таблица 3

Биологическая ценность белка в зельце «Герц»

Незаменимые аминокислоты (АК)	Содержание АК в белке «эталона» ФАО/ВОЗ, г/100 г	Зельц «Герц»	
		содержание АК, г/100 г белка	АК скор, %
Валин	3,900	0,644	16,500
Изолейцин	3,000	0,567	18,900
Лейцин	5,900	0,994	16,900
Лизин	4,500	1,043	23,200
Метионин + цистин	2,200	0,469	21,300
Треонин	2,300	0,622	27,100
Триптофан	0,600	0,0345	5,800
Фенилаланин + тирозин	6,300	0,655	10,400
Сумма:	28,700	5,030	

КРАС, %	11,71
БЦ, %	88,29
Коэффициент утилитарности АК состава, д. ед.	0,73

По содержания тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, антибиотиков, а так же по микробиологическим показателям зельц «Герц» должен соответствовать требованиям и нормам, указанным в ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

На новую продукцию разработан проект технической документации, включающий технические условия ТУ 10.13.14.119-XXX-00471544-2019 «Зельц «Герц»» и соответствующую технологическую инструкцию ТИ к ТУ.

Произведенный расчет экономической эффективности технологии показал, что при годовом выпуске готовой продукции в количестве 247 тонн, чистая прибыль составит свыше 13 млн руб., рентабельность производства – 50 %, а срок окупаемости – 0,82 года. Оптовая цена единицы продукции составит 100 рублей.

Таким образом, на основании проделанной работы можно сделать вывод о высоком качестве и пищевых достоинствах зельца геродиетического назначения «Герц», который будет востребован у потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Хавинсон В.Х., Кузник Б.И., Рыжак Г.А. Пептидные биорегуляторы - новый класс геропротекторов сообщение 1. Результаты экспериментальных исследований // Успехи геронтологии. - 2012. - Т. 25. - № 4. - С. 696-708.

2 Фролькис В.В. Долголетие: действительное и возможное. - Киев: Наук. думка, 1989. – 244 с.

3 Мезенова Н.Ю. Разработка технологии биопродукта для спортивного питания с использованием биомодифицированного коллагенсодержащего рыбного сырья: автореферат дис. ... кандидата технических наук. - Калининград, 2017. – 24 с.

4 Определение технологических показателей порошков биологически активных пептидов из рыбьей чешуи в составе биопродукта для спортивного питания / Мезенова Н.Ю., Верхотуров В.В., Волков В.В. и др. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. - 2016. - Т. 6. - № 2 (17). - С. 104-114.

5 «Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная приказом Председателя Правительства РФ № 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г.

6 Инновационное получение протеинов из белоксодержащего биологического сырья / Хёлинг А., Гримм Т., Волков В.В. и др. // Вестник науки и образования Северо-Запада России. - 2017. - Т. 3. - № 2. - С. 56-67.

7 Латин Н.Н., Банашек В.М., Стасьева О.Н. Сборник рецептов с применением CO₂-экстрактов. – Краснодар: Экоинвест, 2013. – 300 с.

8 Шарьгина Я.И., Байдалинова Л.С. Исследование антиоксидантных свойств фитоэкстрактов // Труды IX Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании», г. Калининград, 2011. - С. 296-298.

BRAWN WITH ACTIVE PEPTIDES OF INTIOLLAGEN

Mezenova Natalya Yurevna, PhD, Associate Professor

Lailo Olga Vladimirovna, Student

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: nataliya.mezenova@klgtu.ru

The use of ichthyocollagen active peptides in the composition of a gerodietic brawn is proposed. A sociological research among a real contingent of consumers is conducted. A special organoleptic scale to assess the quality of the finished product has been developed. The physical and chemical parameters are studied. The biological value of the brawn protein fraction is calculated. The main economic indicators of technology are calculated.

УДК 664

ПРОТЕИНОВЫЕ БАТОНЧИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЕДРОВОГО ЖМЫХА

Мезенова Наталья Юрьевна, канд. техн. наук, доцент
Аванесова Евгения Александровна, студентка

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: Nataliya.mezenova@klgtu.ru, Khokhlova1241@gmail.ru

Проведен социологический опрос среди реального контингента потребителей разработанного продукта для вегетарианского питания. Исследован общий химический состав кедрового жмыха, а также протеиновых батончиков с его использованием. Рассчитана биологическая ценность белковой фракции используемого сырья. Разработана специальная органолептическая шкала для оценки качества готовой продукции. Рассчитаны основные экономические показатели технологии

Согласно «Комплексной программе развития биотехнологии в РФ на период до 2020 г.», основными приоритетами пищевой биотехнологии являются глубокая переработка пищевого сырья и производство специализированных пищевых продуктов [1].

Правильно спланированные вегетарианские диеты являются здоровыми, адекватными по питательным веществам и могут обеспечить преимущества для здоровья при профилактике и лечении некоторых заболеваний людей на всех этапах их жизни, включая беременность, лактацию, младенчество, детство и юность, а также подходят для питания спортсменов [2].

Для восполнения недостатка в полноценном белке имеют место специализированные продукты. Наиболее популярными формами белковых продуктов считаются протеиновые батончики, среди достоинств которых отмечают доступность, компактность, легкость употребления, длительный срок хранения с сохранением ценных свойств.

Основным продуктом при составлении диеты вегетарианцев традиционно является соя. В разрабатываемой технологии протеиновых батончиков для питания вегетарианцев среди всех форм соевых белков был выбран соевый изолят благодаря высокой степени очистке обезжиренной соевой муки удалением большинства небелковых компонентов, жиров и углеводов до максимального содержания белка 90 %. Однако, известно, что биологическая ценность белков соевого изолята недостаточно высока и, следовательно, рациональным является комбинирование соевого изолята с источником более биологически ценного белка растительного происхождения.

Ценным сырьевым источником легкоусвояемых белков при разработке специализированных продуктов для питания вегетарианцев является кедровый жмых – побочный продукт производства кедрового масла, получаемого от семян сибирской кедровой сосны способом холодного или термического прессования, который по своим свойствам практически не уступает уникальному исходному сырью.

В составе кедрового жмыха насчитывается 17 незаменимых аминокислот, в том числе наиболее дефицитные лизин, метионин, триптофан и др. Также в кедровом жмыхе содержится до 20 % клетчатки, макро- и микроэлементы, полисахариды, сахара, витамины групп А, В, Е, К, D, С и Р, богатый минеральный состав, отличающийся высоким содержанием калия, магния, фосфора, меди, цинка и йода. Особенно полезен кедровый жмых при серьезных спортивных нагрузках и физическом истощении; ослабленном иммунитете; проведении терапии после болезни; нарушении

обменных процессов; восстановлении биохимического состава крови; нервных расстройствах; гастрите, высокой кислотности или язве; болезнях почек; туберкулезе, пневмонии, бронхите; плохой лактации [3].

Социологический опрос, проведенный среди последователя здорового образа жизни по специально разработанным анкетам, показал, что из 121 опрошенных респондентов около 60 % составляют вегетарианцы. При этом половина анкетированных отмечают нехватку белка в своем рационе питания. Целесообразность разработки нового продукта в виде протеинового батончика, богатого растительным протеином, выражена высоким процентом положительных отзывов (свыше 60 %) потенциальных потребителей о готовности к его употреблению (рисунок 1).

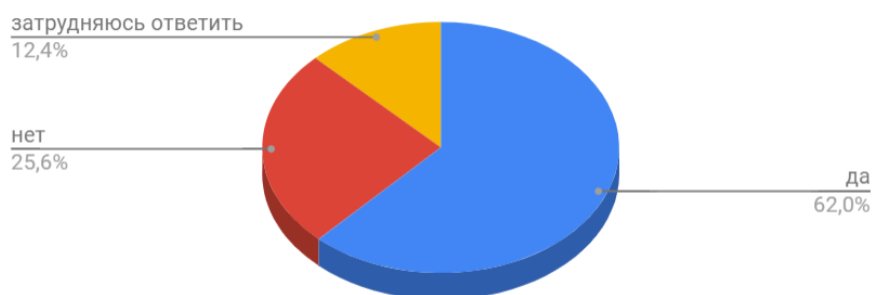


Рис. 1 – Выбор респондентов в приобретении протеинового батончика из растительного сырья в качестве дополнительного источника белка

Физико-химические исследования проводились на кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «КГТУ». В сырье и в готовой продукции определяли показатели качества стандартными и общепринятыми методами.

Оценка общего химического состава промышленного образца кедрового жмыха, предоставленного Кемеровским предприятием ООО «ФРОМ ВАЙЛД» (Алтайский край, г. Бийск), показала, что в образце остается порядка 1/3 от исходного количества ценного кедрового масла, богатого ПНЖК, витаминами Е, Р и др. БАВ. Содержание белка при этом составляет 27 %, что на 7,32 % превышает значение данного показателя согласно литературным данным, что обусловлено, вероятно, особенностями технологического процесса производства кедрового масла (таблица 1).

Таблица 1

Общий химический состав кедрового жмыха

Показатель	Содержание, г/100 г	
	опытные данные	литературные данные [4]
Вода	6,25	4,60
Сухие вещества	93,75	95,40
Белок	27,12	38,80
Углеводы	37,60	34,70
Минеральные вещества	3,21	3,40
Жир	25,82	18,50

Еще одним ценным видом растительного сырья, которое может помочь решить проблему нехватки белка в организме, является конопляный жмых. Это также побочный продукт производства растительного масла - конопляного. Данный жмых содержит до 60 % белка, богат линоленовой, линолевой и олеиновой кислотами в количестве 2,4 г, 6,7 г и 1,8 г соответственно на 100 г жмыха. Жмых конопляный также является богатым источником нерастворимой и водорастворимой клетчатки, пектинов, натурального каротина, фитостеролов и фосфолипидов, оказывают комплексное оздоравливающее действие на организм человека [5].

Таким образом, в составе рецептуры разрабатываемых протеиновых батончиков предложено использовать три источника растительного белка - кедровый и конопляный жмыхи и соевый изолят. На основании серии предварительных экспериментов было установлено оптимальное ко-

личество кедрового жмыха в готовом продукте, которое составило 14 %. Далее варьировали соотношение конопляного жмыха и соевого изолята, таким образом, чтобы конечное содержание белка соответствовало желаемому значению в конечном продукте и составляло свыше 20 %. Результаты проведенных исследований показали, что соотношение конопляного жмыха и соевого изолята 1:2 являлось оптимальным, так как обладало лучшей органолептической оценкой.

На основе многочисленных исследований по подбору вида и форм вспомогательных ингредиентов рецептуры было решено использовать клюкву и яблоки в виде пюре, которые при смешивании с соевым изолятом и конопляным жмыхом необходимо довести до однородного состояния. При этом кедровый жмых необходимо вносить в смесь для последующего формирования протеиновых батончиков в неизмельченном виде. По результатам исследований глазирования батончиков молочной или горькой шоколадной глазури было выявлено, что горькая шоколадная кондитерская глазурь обладает лучшими органолептическими характеристиками в сочетании с используемыми ингредиентами рецептуры.

Основными этапами технологии производства протеиновых батончиков, получивших название «Сила кедра», являются прием сырья, подготовка сырья (мойка, очистка, измельчение, растапливание шоколадной глазури, гомогенизирование яблок), соединение компонентов рецептуры, формование и нарезание батончиков, запекание, глазирование, охлаждение и упаковывание.

На рисунке 2 представлен внешний вид лабораторного образца протеинового батончика «Сила кедра». Для оценки органолептических показателей готовой продукции была разработана специальная 15-бальная шкала с учетом коэффициентов значимости отдельных показателей. При этом как наиболее весомый показатель качества продукта был выбран вкус (коэффициент значимости = 0,8).



Рис.2 – Внешний вид протеинового батончика «Сила кедра»

По органолептическим показателям разработанный батончик «Сила кедра» должен удовлетворять требованиям, представленным в таблице 2.

Таблица 2

Органолептические показатели протеинового батончика «Сила кедра»

Показатель	Описание
Внешний вид	Очень привлекательный, правильной формы с четким контуром; поверхность гладкая, не липкая; без деформаций
Цвет	Цвет глазури темно-коричневый, блестящий; цвет на разрезе светло-коричневый с розовым оттенком; видны зернышки кедрового жмыха, без посторонних вкраплений
Запах	Привлекательный; свойственный изделию, ярко выраженный шоколадный с легкими оттенками кедрового и конопляного жмыхов, без посторонних запахов
Вкус	Приятный, свойственный изделию, ярко выражен, без посторонних привкусов
Консистенция	Плотная, упругая, однородная консистенция продукта с вкраплениями зернышек кедрового жмыха

Исследования общего химического состава готовой продукции выявили, что в 100 г протеиновых батончиков «Сила кедра» содержится 22 % белка, 18,7 % углеводов, 14,8 % жиров и 4,5 %

минеральных веществ. Вычисленное значение биологической ценности (БЦ) белковой фракции протеинового батончика составило 62,86 %, что на 15 % превышает значение БЦ белков соевого протеина за счет комбинирования его с более биологически ценными белками кедрового и конопляного жмыхов (Табл. 3)

Таблица 3

Сравнительная оценка показателей биологической ценности белков конопляного жмыха, кедрового жмыха, соевого изолята и готового продукта

Незаменимые аминокислоты (АК)	Содержание АК в белке ФАО ВОЗ, г / 100 г	Конопляный жмых		Кедровый жмых		Соевый изолят		«Сила кедр»	
		АК, г / 100 г белка	АКС, %	АК, г / 100 г белка	АКС, %	АК, г / 100 г белка	АКС, %	АК, г / 100 г белка	АКС, %
Изолейцин	4,00	6,32	57,45	1,74	43,50	4,25	106,32	8,40	76,36
Лейцин	7,00			2,14	30,57	6,78	96,90		
Лизин	5,40	2,73	50,55	2,21	40,93	5,32	98,65	4,05	75,00
Валин	5,00	2,94	58,80	1,78	35,60	4,01	81,96	3,32	66,40
Метионин	3,50	1,26	36,00	0,74	21,14	1,13	32,28	1,07	30,57
Треонин	4,00	2,35	58,75	1,45	36,25	3,14	78,42	2,57	64,25
Фенилаланин	6,00	2,61	43,50	1,82	30,33	4,59	76,55	3,56	59,33
триптофан	1,00	0,94	94,00	0,88	88,00	1,12	111,60	1,02	102,00
Сумма:	35,9	18,85		12,76		30,34		23,99	
Коэффициент (КРАС), %		21,00		19,65		53,02		37,13	
Биологическая ценность (БЦ), %		79,00		80,35		46,98		62,86	
Коэффициент, U, дол. ед.		0,36		0,35		0,29		0,35	

Вычисленные значения минеральных веществ, сопоставленные с МР о рекомендуемых уровнях потребления пищевых и биологически активных веществ [6], показали, что рекомендуемая суточная доза протеинового батончика в количестве 50 г удовлетворяет суточную потребность в фосфоре на 20, 44 %, марганце на 35,05 %, меди на 68,56 % и цинке на 67,56 %.

На новый продукт разработан проект технической документации, включающий ТУ 10.86.10.990-XXX-00471544-2019 «Батончик протеиновый «Сила кедр» и соответствующую ТИ к ТУ.

Произведенный расчет экономической эффективности технологии показал, что при годовом выпуске готовой продукции в количестве 125 тонн, чистая прибыль составит свыше 13 млн руб., рентабельность производства – 25 %, а срок окупаемости – 10 месяцев. Оптовая цена единицы продукции составляет 36,2 рублей.

На основании проделанной работы можно сделать вывод о высоком качестве и пищевых достоинствах протеинового батончика «Сила кедр», который будет востребован у потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Плаксина Н.Н., Барышникова Н.И. Проблема употребления белковых продуктов в вегетарианском питании // Современное бизнес-пространство: актуальные проблемы и перспективы. - 2014. - № 1 (2). - С. 167-169.

2 «Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная приказом Председателя Правительства РФ № 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г.

3 Колесникова Т.Г., Субботина М.А., Шубенкина Н.С. Исследование химического состава белково-липидного продукта из кедрового ореха // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 1-5.

4 Гармашов, С.Ю. Жмых кедрового ореха как источник полноценного белка для обогащения творожных продуктов / С.Ю. Гармашов // Научно-практические исследования. - 2018. - № 2 (11). - С. 25-27.

5 Степанов Г.С., Трофимова Н.А., Романова И.В. Внедрение принципиально новых научно-технических решений по производству биологически полноценных продуктов из культурной конопли // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию образования Владимирского НИИСХ Россельхозакадемии «Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье», Изд-во: Владимирский НИИСХ, 2013. - С. 100-104.

PROTEIN BAR USING CEDAR CAKE

Mezenova Natalya Yuryevna, PhD, Associate Professor
Avanesova Evgeniia Aleksandrovna, Student

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: Nataliya.mezenova@klgtu.ru, Khokhlova1241@gmail.ru

A sociological research among a real contingent of consumers for developed product for vegetarian diet is conducted. The general chemical composition of cedar oilcake and protein bars using it are investigated. The biological value of used raw materials protein fraction is calculated. A special organoleptic scale to assess the quality of the finished product has been developed. The main economic indicators of technology are calculated.

УДК 664.951.3

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛИЗНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО КОПЧЕНОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ

Мезенова Ольга Яковлевна, д-р техн. наук, профессор
Байдалинова Лариса Степановна, канд. техн. наук, доцент, профессор
Агафонова Светлана Викторовна, канд. техн. наук, доцент
Волков Владимир Владимирович, зам. директора технопарка
Мезенова Наталья Юрьевна, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: mezenova@klgtu.ru,
larisa.baydalinova@klgtu.ru, vladimir.volkov@klgtu.ru, lost_13@inbox.ru

Установлены особенности гидролизной технологии переработки вторичного копченого рыбного сырья – отходов шпротного производства – на пищевые протеиновые, белково-минеральные и эмульгированные белково-жировые добавки. Технология предусматривает предварительное удаление жира и предварительный ферментализ жирного сырья, последующий гидролиз при температуре 130 °С. После фракционирования гидролизованной массы протеиновую фракцию направляют на лиофильную сушку. Осадочную белково-минеральную фракцию обезвоживают конвекционно и измельчают

При производстве консервов «Шпроты в масле» в больших объемах накапливаются головы копченых кильки и салаки, технологии переработки которых отсутствуют. Из них нельзя изготовить

ливать кормовую продукцию, поскольку коптильные компоненты не должны присутствовать в питании животных и птицы. В Калининградской области консервы «Шпроты в масле» вырабатывают 11 предприятий, количество копченых голов в сутки доходит до 4-6 тонн, при этом данное сырье либо утилизируют, как твердые бытовые отходы, либо сжигают, либо незаконно сбрасывают в окружающую среду [1].

За основу переработки вторичного копченого сырья на кафедре пищевой биотехнологии в КГТУ была взята технология термогидролиза, позволяющая глубоко фракционировать высокоминерализованные коллагенсодержащие ткани, к которым относятся рыбные головы, и на молекулярном уровне использовать протеиновый, жировой и минеральный биопотенциал сырья. По данной технологии ранее из рыбной чешуи были получены добавки с активными пептидами, содержащие кальций и фосфор, нужные питания спортсменов [2]. Из хребтов балтийской трески гидролизным способом была получена протеиновая композиция, предназначенная для введения в состав питания пожилых людей [3,4]. Из хребтов некоторых видов рыб (лососевых, сардинеллы) изготовлены белково-минеральные основы для рыборастворительных снеков [5]. Из вторичного сырья лососевых и балтийской кильки разработана технология жировой биодобавки – концентрата полиненасыщенных жирных кислот, предназначенных для укрепления опорно-двигательной и сердечно-сосудистой систем [6].

Особенностью гидролизной технологии переработки голов кильки горячего копчения, отличающихся повышенной жирностью и наличием коптильных компонентов, является необходимость предварительного удаления жира, догидролизного воздействия ферментными протеолитическими препаратами, а также применения повышенной температуры и давления при термогидролизе. Эти дополнительные операции в совокупности обуславливают заданную глубину деструкции копченых тканей и полноту экстракции основных фракций (белковой, протеиновой и минеральной) [7]. В результате высокой температуры при термолизе гарантируется получение санитарно безопасных композиций, которые после концентрирования и обезвоживания рационально применять в качестве технологических добавок – источников натуральных белковых, жировых и минеральных веществ в композиции с ароматическими коптильными компонентами, Биологическая ценность протеиновых продуктов гидролиза повышается за счет низкомолекулярных пептидов, обладающих биологической эффективностью. При предварительном удалении жира из сырья образуются композиции полиненасыщенных жирных кислот, качество которых гарантируется за счет антиокислительного эффекта коптильных компонентов. Таким образом, биопотенциал вторичного рыбного копченого сырья – отходов шпротного производства - рационально использовать для изготовления технологических пищевых добавок.

Целью исследований являлось обоснование основных факторов высокотемпературной гидролизной технологии переработки вторичного копченого рыбного сырья – отходов шпротного производства, обеспечивающих наибольшую степень извлечения белковых и жировых веществ при получении пищевых добавок.

Исследования проводились на кафедре пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». Для термогидролиза использовали гидроклав емкостью 5 л. Разделение гидролизной суспензии осуществляли на центрифуге Megafuge 1.0R UnityLabServices при скорости вращения 3500 об./мин. Сушку протеиновых водорастворимых гидролизатов проводили на сублимационной установке MartinChrist Alpha1-2 LDplus. Дегидратацию белково-минерального негидролизованного остатка осуществляли на сушильной установке ШС-80-02. Вторичное копченое сырье (отходы шпротного производства) были взяты на рыбоперерабатывающих предприятиях «РосКон» и СПК «Рыболовецкий колхоз «За Родину».

Основными факторами гидролиза являлись температура рыбной массы (применялись 130, 140 и 160 °С), давление в гидроклаве (0,15 до 0,20 кгс/см²), продолжительность гидролиза (30, 60 и 90 мин.), гидромодуль (соотношение рыбной массы и воды), скорость мешалки в гидроклаве (6-90 об./мин.), вид применяемого фермента (использовали алкалазу и протосубтилин (0,25% к массе рыбного сырья). Важным фактором обоснования технологии являлось доказательство необходимости предварительного удаления жира из рыбной массы и способа получения жировой пищевой добавки.

Для проведения экспериментов измельченное рыбное сырье смешивалось с водой, затем рыбободная масса переносилась в гидроклав. При использовании сырья с жирностью более 20%

предварительное отделение жира в копченом сырье проводили введением горячей воды (70-80 °С), выдерживанием системы 30 минут и отделением жира центрифугированием или декантированием.

В экспериментах использовали копченые килечные головы различной жирности (13-25%), соответственно кильки осеннего (менее жирная) и зимнего лова (более жирная).

В процессе экспериментов было обнаружено, что при термогидролизе жирного сырья (жирность более 20%) особенно при высоких скоростях мешалки в гидроклаве образующиеся суспензии сильно эмульгированы, что приводит к затруднению при фракционировании гидролизной массы. По-видимому, жировая и водная протеиновая фракции взаимодействовали друг с другом по типу образования сложной прямой эмульсии «жир в воде», а высокую устойчивость эмульсии обуславливали жирные кислоты, накапливающиеся в процессе гидролиза, и обладающие эмульгирующей способностью. В связи с данным эффектом было решено получать из жирного сырья пищевую добавку еще одного вида – белково-жировую (жидкая форма), предназначенную для обогащения различных кондитерских изделий (галет, крекеров, хлеба), в состав которых входит жировая фракция. Обогащенное таким образом изделие имеет повышенную биологическую ценность, более нежную консистенцию, специфические приятные органолептические свойства.

Все эксперименты по гидролизу вторичного рыбного сырья фиксировались по физическим параметрам (температура в рубашке автоклава и продукте, продолжительность гидролиза, давление в автоклаве) и анализировались после оценки результатов. Результаты учета массовых выходов продукции при термолизе в гидроклаве голов копченой кильки при различных температурах, продолжительности и оборотах мешалки в автоклаве (без предварительного отделения жира) приведены в таблице 1

Таблица 1

Массовые выходы белковых, жировых, белково-минеральных и эмульсионных фракций при термолизе голов копченой кильки без предварительного обезжиривания

Жирность сырья, %	Температура в рыбном сырье (рубашке гидроклава), °С, скорость вращения мешалки, продолжительность термолиза	Протеиновый гидролизат	Жир	Белково-минеральный осадок	Белково-жировая эмульсия
17	130 (160), мешалка 6 об/мин	99	11	71	-
17	130 (160), мешалка 6 об/мин	85	15	81	-
17	130 (160), мешалка 6 об/мин	105	11	73	-
17	160 (200), мешалка 6 об/мин, время 75 мин	122	14	50	1,1
17	130 (160), мешалка 6 об/мин	89	9,5	89	3,030
17	130 (160), мешалка 6 об/мин	79	9,1	97	3,0
17	130 (160), мешалка 8 об/мин, время 60 мин	39	11	51	0,4
		45	10	47	1,6
		84	-	98	1,9
14	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 60 мин	113	8	68	0,4
25	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 60 мин	82	12	93	5,7
25	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 60 мин	73	12	96	4,1
25	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 60 мин	97	13	83	2,5

25	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 90 мин	77	13	87	0,7
25	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 60 мин	131	1	53	1,4
25	130 (160), мешалка 50 об/мин, время 30 минут	78	8	84	8,6
25	130 (160), мешалка 25 об/мин, время 60 минут	76	13	95	2,3
25	130 (160), мешалка 50 об/мин	87	10	84	7,5

Из данных таблицы 1 видно, что скорость вращения мешалки влияет на глубину гидролиза рыбных тканей, а при значениях 50 об./мин. начинает образовываться стойкая водно-жировая эмульсия, особенно при обработке жирного сырья. Основными факторами эффективного фракционирования сырья при термогидролизе являются температура продукта, а также его предварительное обезжиривание и ферментирование, производимые до термолиза (таблицы 2 и 3).

Таблица 2

Массовые выходы белковых, жировых, белково-минеральных и эмульсионных композиций при гидротермолизной обработке голов копченой кильки (с предварительным отделением жира)

Содержание жира в сырье	Температура в рыбном сырье (рубашке гидроклава), °С, скорость вращения мешалки, продолжительность термолиза	Гидролизат	Жир	Белково-минеральный осадок	Белково-жировая эмульсия
		% к массе сырья			
17	130 (200), мешалка 8 об/мин., 60 мин	87	10	82	1,21
17	130(160), мешалка 8 об/мин, 60 мин.	86	7,0	82	1,62
14	130 (160), мешалка 50 об/мин, 60 мин,	97	8	71	2,14
14	130 (160), мешалка 50 об/мин, 60 мин	109	8	70	0,14
14	130 (160), мешалка 50 об/мин., 60 мин.	106	8	70	1,72
14	130(160), мешалка 50 об/мин., 30 мин.	107	7	72	0,12
25	130 (160), мешалка 50 об/мин. 60 мин	87	15	81	1,94

Как следует из данных таблицы 2, количество протеинового гидролизата при гидротермолизе колеблется от 76 до 125 % от массы сырья. Масса гидролизата растет с повышением температуры гидролиза с 130 до 160 °С. При использовании сырья с большей жирностью (25%) масса протеинового гидролизата уменьшается до 36-44% (от суммарной массы сырья и воды) и сопровож-

дается появлением белково-водно-жировой эмульсии. Количество белково-минерального осадка при различных режимах гидролиза голов копченой кильки колеблется от 64% до 95% к массе сырья, при этом с повышением жирности сырья его масса увеличивается до 84 - 93% к массе сырья. Включение в процесс операции предварительного отделения жира способствует снижению массы осадка до 61-64 % к массе сырья. максимальное уменьшение осадка имело место при применении предварительного ферментализа сырья протеолитическими ферментами (алкалазой или протосубтилином, см. таблицу 3).

Таблица 3

Результаты учета массовых выходов фракционированной продукции при термолизе в автоклаве голов кильки после предварительного отделения жира и предварительного ферментализа сырья различными ферментными препаратами

Характеристика ферментализа, жирность сырья, %	Температура в рыбном сырье (рубашке гидроклава), °С, скорость вращения мешалки, продолжительность время	Протеиновый гидролизат	Жир (сумма до и после гидролиза)	Белково-минеральный остаток	Белково-жировая эмульсия
Ферментализ с применением протосубтилина ГЗХ; 0,25% к массе сырья и воды в течение 2 ч при 40 °С, Жирность сырья 14%	130 (160), мешалка 50 об/мин, 60 мин	120	10	61	2,7
Ферментализ с применением алкалазы; 0,25% к массе сырья и воды в течение 2 ч при 54 °С. Жирность сырья 14%	130 (160), мешалка 50 об/мин, 60 мин	119	9	64	-

Полученные водорастворимая протеиновая и белково-минеральная (осадочная) фракции после обезживания соответственно сублимированием и конвекционным способом анализировались на содержание основных органических веществ и степень извлечения из сырья относительно содержания компонента в исходном сырье (таблица 4).

Из данных таблицы 4 следует, что в результате термогидролиза при 130 °С извлекается в состав сублимированного протеинового гидролизата от 12 до 23% протеиновых компонентов от первоначального содержания белка в копченом сырье. При повышении температуры гидролиза до 160 °С этот показатель существенно увеличивается до 46% от массы белка в сырье. Наибольший выход протеиновых компонентов (48% от содержания белка в сырье) имел место при гидролизе голов копченой кильки с предварительной обработкой протеолитическим ферментным препаратом алкалазой, при этом сырье предварительно обезжиривалось в горячей воде. В белково-минеральной осадочной фракции, образующейся при различных способах термогидролиза, остается протеиновых веществ 59 - 86 % от содержания белка в сырье. С учетом анализа всех характеристик можно сделать вывод, что предварительное отделение жира на степень извлечения протеина из копченого сырья не влияет. Данный процесс существенен для получения эмульсионной фракции гидролиза, максимальное количество которой получается при жирности исходного сырья более 20% (7,5%)

Химический состав сублимированных гидролизатов и высушенных осадочных фракций, полученных при различных способах гидролиза голов копченой кильки

Температура, °С /время термогидролиза, мин	Сублимированный протеиновый гидролизат, показатели					Высушенный осадок - белково-минерально-жировой(БМЖ) продукт				
	Химический состав, %				Степень извлечения протеиновых веществ, %	Показатели, %				Степень извлечения протеиновых веществ, %
	Вода	Жир	Минеральные вещества	Протеин		Вода	Жир	Минеральные вещества	Протеин	
Термогидролиз без предварительного ферментирования и предварительного отделения жира										
130/60	2,8	3,4	6,8	60,2	12,2	3,6	20,2	19,0	57,2	64,3
130/60	4,3	4,1	12,1	80,1	17,9	3,6	17,3	19,7	59,5	68,7
130/60	6,1	8,2	11,4	74,3	20,1	3,4	20,2	17,5	59,0	68,5
160/120	5,6	1,1	5,1	88,5	46,3	4,6	15,8	21,7	57,9	72,7
130/60	6,3	4,8	9,7	78,8	19,2	4,9	10,3	19,0	65,8	85,6
130/60	6,7	4,3	8,4	80,4	17,1	4,4	16,7	18,7	60,2	84,1
130/60	5,2	3,1	9,7	81,8	18,9	5,4	16,8	19,2	58,5	82,9
130/60	8,9	1,5	13,8	75,7	23,3	4,3	18,1	18,5	59,1	68,7
130/60	9,1	1,2	13,4	76,5	21,0	4,0	24,4	18,3	53,3	85,2
130/90	4,2	1,3	3,5	83,4	23,5	3,1	17,0	12,7	50,2	58,9
Термогидролиз с предварительным отделением жира										
130/60	7,3	2,5	81,1	9,5	20,5	2,2	16,0	19,7	62,0	79,6
130/60	6,4	8,4	13,4	72,2	20,9	5,6	14,3	21,2	59,0	78,6
Термогидролиз с предварительным ферментированием с алкалазой и предварительным отделением жира										
130/60	6,6	2,1	0,7	82,6	48,0	3,9	18,1	23,6	54,5	45,3

С учетом полученных данных рациональным режимом термогидролиза копченого вторичного рыбного сырья – отходов шпротного производства - является ферментативно-термический способ гидролиза с предварительным отделением жира из измельченной рыбной массы. Наиболее эффективным ферментным препаратом для предварительной деструкции сырья является алкалаза, рекомендуемой температурой термолиза является 130°C, оптимальной продолжительностью температурного воздействия – 60 минут, рекомендуемой скоростью перемешивания в гидроклаве водно-рыбной смеси - 50 об./мин. При этих значениях факторов термогидролиза выход сублимированного протеинового гидролизата с содержанием воды 4-6% составляет 7-8% массы сырья, а степень извлечения протеиновых компонентов достигает 46-48% от содержания белка в сырье. Важным фактором данной технологии гидролиза вторичного копченого сырья является тот факт, что извлекаемый до термолиза жир, смешанный с жировой фракцией, образующейся при гидро-термолизе, имеет приятные органолептические характеристики, а по химическим показателям он удовлетворяет требованиям, предъявляемым к пищевым жирам рыб.

Полученные продукты гидролиза копченого вторичного рыбного сырья положительно апробированы в качестве пищевых добавок в составе рецептов соусов (майонезный, томатный), закусочных снеков (крекеров, галет), рыбных пресервов и консервов, шпротном паштете. Жировая добавка была использована в качестве ароматизирующего компонента в составе рыбных консервов в масле, как способствующая привнесению аромата и привкуса копчености. Ее рекомендуется применять в составе жидкой части рыбных пресервов, а также в качестве жировой фракции в хлебобулочных и различных кондитерских изделиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Биопотенциал вторичного рыбного сырья / О.Я. Мезенова, А Хелинг, Т. Мерзель // Известия вузов. Пищевая технология. – 2018. -№ 1. - С. 11-18.
- 2 Патент РФ 2552444 Композиция продукта с биологически активными свойствами / О.Я. Мезенова, Н.Ю. Мезенова, Л.С. Байдалинова
- 3 Патент РФ № 2535754. Композиция для приготовления функционального кондитерского желеиноного продукта и способ его получения / О.Я. Мезенова, М.В. Матковская.
- 4 Патент РФ 2535755. Композиция для приготовления функционального желеиноного продукта и способ его получения/ О.Я. Мезенова, М.В. Матковская.
- 5 Патент РФ № 2594533, Способ получения функционального рыбопродукта / Мезенова О.Я., Потапова В.А.
- 5 Патент РФ № 2681352 Способ получения пищевых добавок из рыбного сырья с применением гидролиза / С.В. Агафонова, Л.С. Байдалинова, В.В. Волков, Л.В. Городниченко, Томас Гримм, Н.Ю. Мезенова, О.Я. Мезенова, Аксель Хелинг
- 6 Сравнительная оценка способов гидролиза при получении протеиновых продуктов из коллагенсодержащего рыбного сырья и оценка их качества / О.Я. Мезенова, В.В. Волков, А. Хелинг, Т. Мерзель, Т. Гримм, Н.Ю. Мезенова // Известия КГТУ. - 2018. – №49. - С. 125-143.

FEATURES OF HYDROLYTIC TECHNOLOGY OF PROCESSING OF SECONDARY SMOKED FISH RAW

Mezenova Olga Yakovlevna, doctor of technical science, professor, head of the department of food biotechnology

Baydalina Larisa Stepanovna, candidate of technical science, associate professor

Agafonova Svetlana Viktorovna, candidate of technical science, associate professor

Volkov Vladimir Vladimirovich, deputy director of the technology park

Mezenova Natalya Yuryevna, candidate of technical science, associate professor

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: mezenova@klgtu.ru, larisa.baydalina@klgtu.ru,

svetlana.agafonova@klgtu.ru, vladimir.volkov@klgtu.ru, lost_13@inbox.ru

The features of the hydrolysis technology of the processing of secondary smoked fish raw materials – sprat production wastes – for food protein, protein-mineral, and emulsified protein-fat additives have been established. The technology provides for preliminary removal of fat and preliminary fermentation of fatty raw materials, subsequent hydrothermolysis at a temperature of 130 °C. After fractionation of the hydrolyzed mass, the protein fraction is sent for freeze drying. After fractionation of the hydrolyzed mass, the protein fraction is sent for freeze drying.

СВОЙСТВА ФЕРМЕНТАТИВНЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ ГОНАД ГИДРОБИОНТОВ, СОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ДНК

Позднякова Юлия Михайловна, канд. техн. наук,
директор НИИ инновационных биотехнологий
Пивненко Татьяна Николаевна, д-р биол. наук, профессор
Ковалев Николай Николаевич, д-р биол. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,
г. Владивосток, Россия, e-mail: tnpivnenko@mail.ru

Разработан способ получения магнийорганических комплексов на основе низкомолекулярных производных ДНК из гонад гидробионтов. Для получения растворимых соединений использован метод ферментативного гидролиза с использованием протеолитических и нуклеолитических ферментов. Исследована сорбционная емкость производных ДНК по отношению к магнию. Проведенные клинические испытания позволяют рекомендовать полученный препарат для профилактики сердечнососудистых заболеваний

В настоящее время известны препараты на основе различных производных дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), включая ее формы различной степени полимерности. Такие препараты используются в производстве лекарственных препаратов, косметических средств, БАД к пище, в составе специализированных продуктов питания, а также для получения нуклеотидов, нуклеозидов, пуринов и пиримидинов.

Спектр биологической активности препаратов ДНК отличается широтой своей направленности. Однако основное из этих направлений – модуляция функций природного иммунитета. При этом в качестве активного начала может выступать как сама ДНК, так и ее комплексы с катионами различной природы, включая ионы металлов. Препараты на основе таких комплексов обеспечивают снижение токсичности, увеличение усвояемости и тем самым получение требуемого эффекта при меньшей дозировке [1,2].

Происхождение и молекулярная масса существенно влияют на период полураспада ДНК, ее биодеструкцию, сосудистую проницаемость, равномерное распределение, накопление и локализацию непосредственно в тканях. Эффективность молекулярного транспорта и внутриклеточной доставки ДНК в зависимости от структуры молекулы может изменяться в 250-1000 раз [3].

Усвоение металлоорганических комплексов в значительной степени зависит от растворимости препаратов. Полученные ранее препараты на основе ДНК с молекулярной массой $2\text{-}5 \cdot 10^5$ Да не растворяются в воде и солевых растворах, что становится значительным препятствием для их применения [4,5]. Для получения водорастворимых олигонуклеотидов может быть использован ограниченный ферментативный гидролиз при сохранении сорбционной способности самого полимера.

Целью работы было получение и исследование свойств Mg-органических комплексов олигонуклеотидов из молок лососей и гонад приморского гребешка для создания БАД к пище и изучение их медико-биологических свойств.

Ранее нами были разработаны методы выделения ДНК различной молекулярной массы: высокополимерной (6-8 млн Д), низкополимерной (300-500 тыс Д) и олигонуклеотидов (6-68 тыс Д) [6]. Источниками ДНК служили гонады морских организмов (рыб и беспозвоночных), которые в отличие от сельскохозяйственных животных являются экологически и токсикологически безопасными, образуют обширную сырьевую базу, а, кроме того, обеспечивают высокий выход и чистоту целевого компонента. Было показано, что эти соединения являются позитивными модификаторами биологического ответа организма на агрессивные экзогенные и эндогенные воздействия, и могут быть использованы для иммунотерапии и иммунореабилитации. В действии ДНК из мор-

ских организмов доминирует способность стимулировать продукцию противовоспалительных цитокинов и цитокинов, обеспечивающих иммунный ответ по Т-первому хелперному типу [1].

В данной работе были использованы мужские гонады кеты *Oncorhynchus keta* и гонады гребешка приморского *Patinopecten yessoensis*. В качестве источника Mg использовали его солянокислую соль.

Содержание ДНК в сырье определяли по методу Дише, в препаратах - по методу Спирина [7,8]. Определение содержания белка проводили по методу Лоури [9]. Определение содержания липидов проводили по методу Фолча [10].

Выделение ДНК различной степени полимерности проводили по ранее разработанным методам [11].

Концентрацию Mg определяли методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на приборах Shimadzu-6800F и Shimadzu-6800G. Контроль качества определений включал измерение концентраций металла в используемых кислотах. Среднее отклонение для Mg от паспортных данных стандартных образцов составляло 5%.

Клинические исследования были проведены на базе Медицинского Объединения ДВО РАН г. Владивостока при добровольном информированном согласии участников.

Известно, что аффинность ДНК к металлам определяется возможностью связывания их с различными группировками этого биополимера [5]. Ионы щелочных и щелочно-земельных металлов связываются в большей степени с фосфатными группами нуклеотидов. Специфичность связывания ионов металлов с ДНК определяется количеством свободных ионных групп, а также зависит от природы металлов. Так при одинаковом содержании ДНК низкомолекулярного состава наибольшая сорбционная емкость показана для Fe^{2+} , а наименьшая для Zn^{2+} . Для Mg^{2+} подобных сведений нет. Характерной особенностью солей низкомолекулярной ДНК с металлами является их слабая растворимость в воде, полное растворение может быть осуществлено только в 40 %- ном растворе гидроксида натрия [4,5]. Для создания легко усвояемой БАД к пище требуется создание водорастворимых форм полимера при достаточной прочности удерживания ионов металлов.

Было предложено получать гидролизаты гонад гидробионтов с использованием ферментативных препаратов из панкреатической ткани различного происхождения, а также из культур микроорганизмов. Доминирующей в использованных препаратах была способность к протеолизу белков, что позволило разрушить нуклеопротеидные комплексы между белками и ДНК. Важным условием отбора препаратов было наличие в них нуклеолитических ферментов обеспечивающих деполимеризацию самой ДНК. Наиболее высока активность Ca, Mg-зависимой дезоксирибонуклеазы была в препаратах из пилорических придатков лососей (пилорина) и гепатопанкреаса камчатского краба (гепатопанкреатина) – 28,6 и 17,6 Е/мг ткани, соответственно. Для ферментов микробиального происхождения протомекса и мегатерина - она была существенно ниже 0,06 и 2,3 Е/мг ткани, соответственно.

При разработке технологической схемы препарата было решено проводить сорбцию на стадии водной экстракции измельченного сырья при добавлении $MgCl_2$. После отмывки проводили ферментативный гидролиз при внесении не менее 2-х единиц активности на 1 г сырья, инактивировали ферменты и после фильтрации высушивали готовый продукт.

Для определения сорбционной способности производных ДНК по отношению к ионам Mg^{2+} исследовали взаимодействие указанных компонентов при их различном соотношении. Для этого к водным экстрактам гонад было добавлено по 10, 30 и 60 г $MgCl_2$ в расчете на 1 кг исходного сырья. В готовом продукте определяли содержание олигонуклеотидов в пересчете на ДНК и концентрацию Mg^{2+} . Результаты представлены на рисунке.

Накопление ионов Mg^{2+} в готовом продукте было прямо пропорционально количеству добавляемой соли в пределах количества последней от 10 до 120 г на 1 кг сырья. Увеличение хлорида магния более 100 г не приводит к увеличению сорбции.

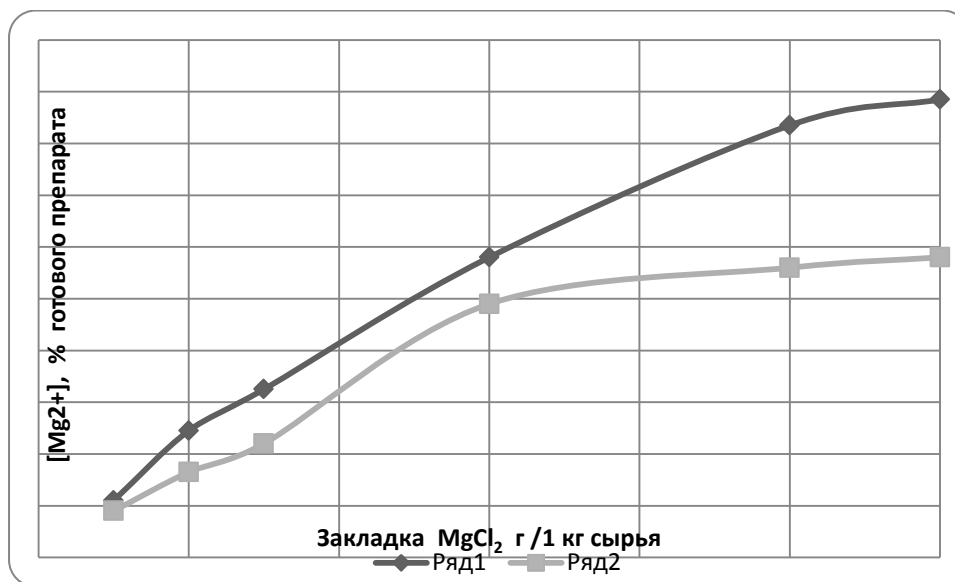


Рис. Зависимость концентрации Mg^{2+} в готовом препарате от количества $MgCl_2$, добавляемого в экстракт гонад. 1 – молоки лососей, 2 – гонады гребешка.

Благодаря наличию в исходном сырье значительного количества специфических для гонад белков при ферментативном гидролизе кроме нуклеотидов, происходило накопление пептидов и свободных аминокислот, также обеспечивающих биологическую активность. В таблице 1 показан химический состав полученных препаратов.

Таблица 1

Химический состав комплексных препаратов из гонад гидробионтов, %.

Исходное сырье	Mg^{2+}	ДНК	Белки	Липиды	Свободные аминокислоты	Вода
Молоки кеты	$1,57 \pm 0,42$	$21,5 \pm 2,0$	$32,4 \pm 2,1$	$1,6 \pm 0,3$	$32,5 \pm 2,1$	$10,7 \pm 1,0$
Гонады гребешка	$1,03 \pm 0,23$	$12,5 \pm 2,2$	$36,9 \pm 2,6$	$1,8 \pm 0,5$	$36,4 \pm 1,8$	$12,3 \pm 1,2$

Адекватный уровень потребления в соответствии с ТР ТС 021/2011 для магния составляет 350 мг в сутки, а для ДНК – 150 мг. Полученные препараты согласно этому требованию могут быть позиционированы в качестве БАД к пище.

Недостаток магния снижает толерантность сердечной мышцы к значительным физическим нагрузкам. Магний в организме выполняет энергетические и пластические функции, способствует стабилизации АТФ, окислению жирных кислот, обеспечивает функцию ферментов гликолиза и принимает участие в регуляции уровня оксида азота в эндотелии сосудов, процессов нервной проводимости и деполяризации мышечных клеток [12].

Препараты нуклеиновых кислот после внутримышечного введения быстро поступают в кровь и по лимфотическим путям распределяются в органах и тканях. ДНК максимально накапливается в костном мозге, лимфатических узлах, тимусе, селезенке, в меньшей степени - в печени, головном мозге, желудке, тонкой и толстой кишке. Максимальная концентрация в тканях определяется через 5 часов после введения. Период полувыведения составляет 72,3 часа. Важной особенностью препаратов ДНК является их способность накапливаться в клетках подвергшихся гипоксии [1].

Полученный препарат после регистрации в Роспотребнадзоре РФ прошел испытания в Медицинском объединении ДВО РАН г. Владивостока и рекомендован для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Результаты испытаний представлены в ниже приведенных таблицах.

После приема препарата у 80% испытуемых отмечено снижение уровня сахара крови, общего холестерина, триглицеридов и липопротеинов низкой плотности. Исходно ПОЛ у обследо-

ванных был повышенным до 30,4 мкм/л (норма 21-22 мкм/л), что, по-видимому, связано с повышенным уровнем перекисидации на фоне повышенного индекса атерогенности. Под влиянием препарата в течение всего срока наблюдения отмечалось достоверное снижение ПОЛ до значений близких к норме (табл. 2).

Результаты общих клинических анализов крови и мочи по окончании наблюдения не выявили достоверных сдвигов включенных в них показателей ни у одного из обследуемых ($p \geq 0,1$), что свидетельствует об отсутствии существенных сдвигов гомеостаза при приеме препарата.

Таблица 2

Влияние на показатели липидограммы крови группах при испытании БАД к пище на основе комплекса магния и ДНК

Показатель	До приема	После курса приема
Общий белок, г/л	75,2 ± 0,4	73,2 ± 0,3
Глюкоза, ммоль/л	7,61 ± 0,3	5,2 ± 0,12
Триглицериды, ммоль/л	2,3 ± 0,07	1,21 ± 0,08
ХсЛПОНП, ммоль/л	0,55 ± 0,05	0,42 ± 0,12
ЛПНП, ммоль/л	4,6 ± 0,2	3,6 ± 0,1
ЛПВП, ммоль/л	1,53 ± 0,06	1,00 ± 0,04
Холестерин общий, ммоль/л	6,6 ± 0,6	5,2 ± 0,4
Коэффициент атерогенности	3,55	2,7
МДА плазмы, Мкм/мл	30,4 ± 2,0	23,1 ± 2,1
Активность холинэстеразы, мкм/мл	11,9 ± 1,4	19,3 ± 1,3

В результате испытаний было установлено, что применение препарата способствует уменьшению выраженности астеноневротических реакций и субъективному повышению (на 25-35%) самочувствия, активности, настроения (тест САН). Результаты, приведенные в табл. 3, свидетельствуют о благоприятном и эффективном влиянии препарата на психоэмоциональное состояние пациентов. Это подтверждается и динамикой показателей тревожности по результатам опросника Спилбергера-Ханина. К числу важных психофизиологических показателей относится латентное время простой и сложной сенсомоторной реакции. Было установлено достоверное снижение этих показателей в экспериментальной группе (ПЗМР снизилась – с 303,7+4,8 мс до 290,2+5,0 мс, а ССМР – с 463,2+8,1 до 442,2+9,2 мс). При определении реакции на движущийся объект выявлено увеличение процента точных реакций с 11,5+3,5% до 19,7+4,8% в экспериментальной группе. Полученные результаты позволяют заключить, что показатели сенсомоторных реакций достаточно хорошо восстанавливаются.

Для всех пациентов принимавших препарат характерно уменьшение выраженности признаков астенизации и восстановление физической работоспособности (отмечено улучшение показателей нагрузочного тестирования. Кроме того, наблюдали положительный психотерапевтический эффект, (снижение интенсивности и количества субъективных жалоб, рост коммуникабельности), при курсовом применении препарата с повышением общего фона настроения, снижением субъективной тревожности и повышением жизненной активности.

Измерения производились на фоне роста физической и умственной активности (пациенты обеих групп активно посещают спортивные комплексы). При проведении диагностических функционально-нагрузочных проб у лиц, получавших препарат, выявлена тенденция к лучшей переносимости нагрузок (отмечена лучшая переносимость велоэргометрии в виде меньшего снижения диастолического и увеличения пульсового давления при одной и той же нагрузке и более высокий PWC).

Психо-физические показатели тестов в процессе наблюдения в контрольной и экспериментальной группах при испытании БАД к пище на основе комплекса магния и ДНК

Динамика показателей теста САН в процессе наблюдения в контрольной и экспериментальной группах в баллах			
Группа пациентов	Самочувствие	Активность	Настроение
После исследования	3,7+0,2/ 5,4+0,3	3,8+0,3/ 5,2+0,4	4,2+0,3/ 5,6+0,4
До исследования	3,8+0,3/ 3,7+0,4	3,8+0,2/ 3,9+0,4	4,1+0,4/ 4,2+0,3
Динамика показателей тревожности (тест Спилберга-Ханина) в контрольной и экспериментальной группах в баллах			
	Реактивная тревожность	Личностная тревожность	
После исследования	40,8+2,6	39,3+1,3	
До исследования	39,2+2,6	41,1+1,1	
Динамика показателей нагрузочного тестирования			
	Проба Вальсальвы (прирост ЧСС)		
После исследования	33+5		
До исследования	40+5		

Разработанная технология с помощью ферментативного гидролиза гонад гидробионтов (молок лососевых и гонад приморского гребешка) позволяет получать комплекс низкомолекулярных фрагментов нуклеиновых кислот с магнием.

Проведенные клинические исследования БАД к пище на основе ДНК из гонад гидробионтов и магния показали, что препарат способен оказывать положительный эффект, соответствующий повышению резистентности к физическим нагрузкам, нормализации липидного состава и уровня глюкозы крови, что может рассматриваться как показатель снижения риска развития сосудистых событий. Отмечено улучшение умственной и физической работоспособности, а также нормализации психоэмоциональных показателей. Препарат не вызывает серьезных нежелательных побочных явлений, хорошо переносится пациентами и может быть рекомендован для профилактики сердечно-сосудистых дисфункций, в качестве общеукрепляющего, профилактического и стимулирующего средства. Препарат в силу безопасности, отсутствия привыкания и побочных эффектов может применяться регулярно (что особенно актуально у пациентов с высоким уровнем атерогенности), либо периодически курсами по 30 дней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Беседнова Н.Н., Ковалев Н.Н., Федянина Н.Л., Позднякова Ю.М., Запорожец, Т.С., Шутикова А.Л. Дезоксирибонуклеиновая кислота про- и эукариот: медицинские аспекты применения. – Владивосток: Дальнаука, 2018. – 215 с.
- 2 Беседнова Н.Н., Эпштейн Л.М. Природный модификатор функций врожденного иммунитета. – Владивосток: ТИПРО-центр, 2010. – 191 с.
- 3 Олишевский С.В, Козак В.В., Яниш Ю.В. Иммуномодулирующая CpG ДНК: перспективы клинического применения в онкологии // Онкология. – 2006. – Т.8, № 2. – С. 209-217.

- 4 Касьяненко Ю.И., Ковалева Ю.В., Эпштейн Л.М. Артюков А.А. Получение и свойства производных ДНК из молок лососевых. // Известия ТИНРО-центра. – 1997. – Т. 120. – С. 37-43.
- 5 Благой Ю.П., Галкин В.Л., Гладченко Г.О. Металлокомплексы нуклеиновых кислот в растворах. – Киев: Наук. думка, 1991 – 372 с.
- 6 Пивненко Т.Н., Позднякова Ю.М., Касьяненко Ю.И. Влияние эндогенных ферментов на состав олигонуклеотидов при их выделении из гонад гидробионтов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39, №5 – С. 524-529.
- 7 Гафуров Ю. М. Дезоксирибонуклеазы: Методы исслед. и свойства. Владивосток. Даль-наука, 1999. – 230 с.
- 8 Карклия В.А., Бирска И.А., Лимаренко Ю.А. Количественное определение нуклеиновых кислот в молоках лососевых различными методами // Химия природных соединений. – 1989. - Т. 1. – С. 122-126.
- 9 Lowry O., Rosenbrough N., Parr A., Randall R. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. – 1951. – V. 193, № 1. – P. 265-276.
- 10 Folch J., Lees M. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue// J Biol. Chem. – 1957. – V.226, N.1. – P. 497-509.
- 11 Касьяненко Ю.И., Пивненко Т.Н. Сравнительные физико-химические характеристики низкомолекулярной дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) из морских гидробионтов // Изв. ТИНРО. – 1999.– Т. 125. – С. 152-158.
- 12 Shechter M. Magnesium and cardiovascular system // Magnes Res. –2010. – V. 23(2). –P. 60-72.

**PROPERTIES OF ENZYMATIC HYDROLYSATES FROM GONAD
OF HYDROBIONTS CONTAINING ORGANOMETALLIC COMPLEXES
OF LOW MOLECULAR WEIGHT DNA DERIVATIVES**

Pozdnyakova Yulia Michailovna, candidate of technical sciences, director of the Research Institute of Innovative Biotechnology

Pivnenko Tanyana Nikolaevna, doctor of biological sciences, professor

Kovalev Nikolay Nikolaevich, doctor of biological sciences, professor

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, Russia, e-mail: tnpivnenko@mail.ru

A method has been developed for the preparation of organomagnesium complexes based on low molecular weight DNA derivatives from hydrobiont's gonads. Enzymatic hydrolysis using proteolytic and nucleolytic enzymes was used to obtain soluble compounds. The sorption capacity of DNA derivatives with respect to magnesium was investigated. Conducted clinical trials allow us to recommend the resulting preparation for the prevention of cardiovascular diseases.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ 5-ГИДРОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛА В ТЕХНОЛОГИИ ФРУКТОВЫХ ВИН С ДОБАВЛЕНИЕМ МЕДА

Рожнов Евгений Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент

Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,
г. Бийск, Россия, e-mail: red@bti.secna.ru

В статье представлены экспериментальные данные по кинетике образования 5-гидроксиметилфурфурола (НМФ) при производстве фруктовых вин (на примере, облепиховых вин и винных напитков) с добавлением меда. Выявление кинетических закономерностей образования НМФ позволит установить оптимальные параметры технологии высококачественных и безопасных медовых вин и винных напитков из облепихи. Обосновано, что при производстве данной группы напитков температура нагрева продукта не должна превышать 60 °С при суммарной продолжительности нагрева не более 6 ч и содержании общих титруемых кислот в напитке не более 7 г/дм³

Введение

Мёд – это естественный продукт жизнедеятельности пчелы, который состоит на 15–20 % из воды и на 80–85 % из сухих веществ, представляющих собой смесь углеводов (преимущественно глюкозы (28,0–36,8%) и фруктозы (36,6–39,5%), а также сахарозы (до 0,5%), трегалозы (0,51–0,78%), изомальтозы (0,55–1,60%), мальтозы (3,2–7,1%) и других сахаров) [1]. В составе меда обнаружен широкий спектр азотистых соединений, включающих до 20 свободных аминокислот. В том числе, аспарагиновую кислоту, аспарагин, глутаминовую кислоту, глутамин, аланин, аргинин, глицин, лейцин, гистидин, гидроксипролин, изолейцин, лизин, метионин, фенилаланин, пролин, серин, треонин, триптофан, валин и орнитин) [2] белковые соединения, а также ферменты, ряда ароматических соединений, флавоноидов, минералов, витаминов и др. [3, 4].

Состав меда отличается нестабильностью и зависит от источников его сбора, географических территорий и энтомологии пчел [5–7]. Кроме того, большое влияние на состав собираемого и подготовленного к хранению мёда, а также продуктов его переработки оказывают внешние факторы, такие как термическое воздействие и условия хранения [8–10]. Несмотря на высокие полезные свойства, возможное высокое содержание таких химических веществ как тяжелые металлы, алкалоиды (даже в минимальных количествах), а также 5-гидроксиметилфурфурола (НМФ) делает мед и продукты его переработки практически не пригодным к потреблению в пищу [11, 12]. Поэтому комиссия «Codex Alimentarius» установила допустимое предельное содержание НМФ в меде на уровне 40 мг/кг (более высокий уровень принят для меда, собранного в тропических регионах: 80 мг/кг), чтобы гарантировать, что продукт не подвергнется интенсивному нагреванию во время обработки и безопасен для потребления [13]. Международная федерация производителей соков (International Federation of Fruit Juice Producers, IFFJP) рекомендует предельную концентрацию НМФ на уровне 5–10 мг/дм³ во фруктовых соках и 25 мг/дм³ – в концентрированных соках [14]. В винах содержание НМФ находится в пределах от 2 до 25 мг/дм³, фурфурола 0,1–10 мг/дм³, метилфурфурола – до 1 мг/дм³ [15]. Наличие в меде простых сахаров и многих органических кислот (в частности, глюконовой, 4-диметиламинобензойной, кофейной, пара-кумаровой, галловой, ванилиновой, сиреневой и хлорогеновой кислот) [16], а также минералов способствует повышению содержанию этого вещества [17].

По химической структуре НМФ представляет собой циклический альдегид, образующийся в пищевых продуктах в результате деградации углеводов в кислой среде при нагревании в процессе технологических обработок или при длительном хранении [18]. Образование НМФ является со-

ставляющей процесса меланоидинообразования (реакции Майяра) [19] между сахарами и аминокислотами (рисунок 1)

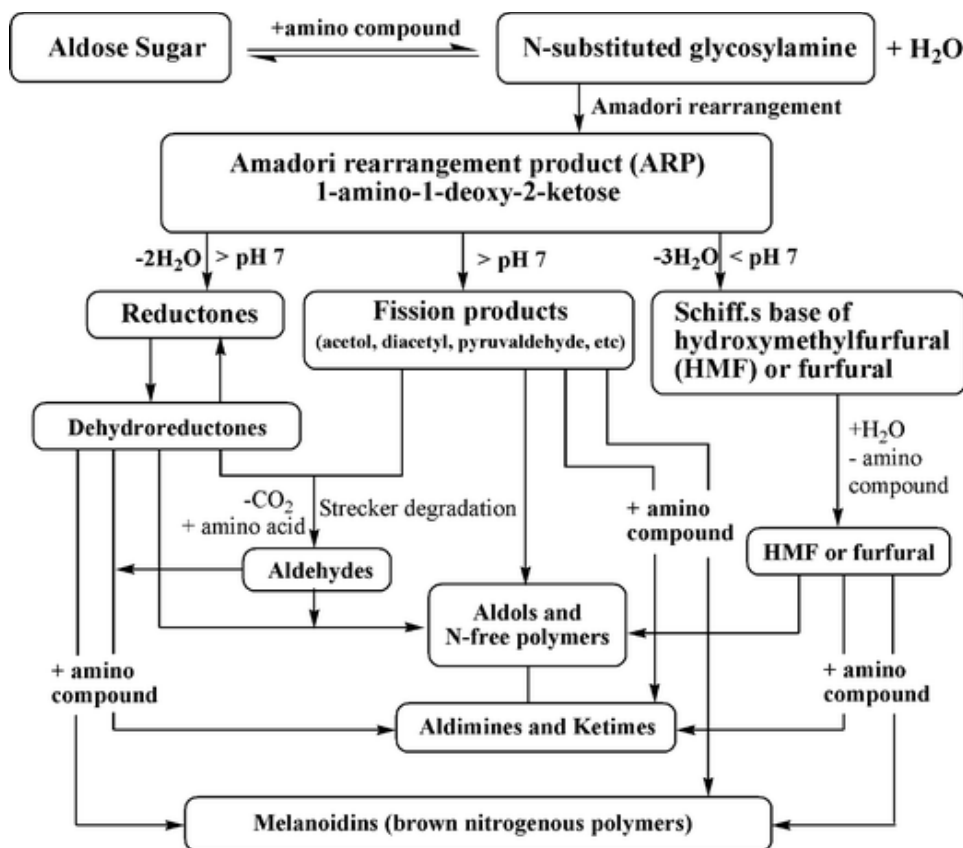


Рис. 1. Схема реакции меланоидинообразования по Ходжу [20]

Вредное воздействие НМФ на организм человека заключается в мутагенном, генотоксическом, органотоксическом эффектах, сопровождающихся ингибированием ряда метаболических ферментативных процессов в живой клетке [21]. Концентрация НМФ традиционно используется как параметр, характеризующий свежесть мёда (в свежем мёде содержание НМФ незначительно и обычно не превышает 2–5 мг/дм³), поскольку при хранении и переработке, сопровождающейся нагреванием, значительно увеличивается. Таким образом, высокие концентрации НМФ свидетельствуют о недопустимо высоких температурах хранения или переработки мёда [22–24].

Применение мёда в продуктах питания позволяет придавать готовым изделиям не только сладкий вкус, но округлять его, придавая вкусовому ощущению сладости большую гармоничность, а также формируя так называемую полноту вкуса. Кроме того, ароматические компоненты мёда, представленные широким спектром летучих соединений, улучшают органолептические свойства (аромат, букет) готовых продуктов питания. Например, применение мёда в качестве источника углеводов при производстве облепиховых вин и винных напитков позволяет улучшить органолептические свойства напитка, в частности, вследствие трансформации характерного аромата облепихи в букете появляются тонкие, цветочно-карамельные тона даже при незначительном использовании мёда при подслащивании.

С учетом высокой реакционной способности углеводов мёда к образованию НМФ в кислых средах интерес представляет изучение условий образования данного соединения при получении медовых вин и винных напитков из облепихи. Она, как известно, содержит достаточное количество органических кислот [25], выступающих в качестве катализатора в реакции неферментативного покоричневения (реакции Майяра), одним из продуктов которой и является НМФ. Известно, что при брожении количество фурановых альдегидов практически не меняется и в сухих винах их содержится до 5 мг/дм³, в ликерных – до 25 мг/дм³ [26]. При этом, наличие НМФ в сусле, полученном из гидролизатов полисахаридов, может существенно ингибировать спиртовое брожение [27]. Поэтому введение в практику контроля качества медового суслу перед брожением и уточнение режимов тепловой обработки суслу весьма актуально.

Таким образом, целью настоящего исследования являлось выявление кинетических закономерностей образования НМФ при получении медовых вин и винных напитков из облепихи в контролируемых условиях нагрева суслу из облепихи нескольких сортов, выращиваемых в Алтайском крае.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования выступали модельные растворы меда (начальная концентрация НМФ в исходном продукте – 1,14 мг/дм³), содержащие 200,00 г/дм³ редуцирующих веществ 0,0; 5,0; 7,0 и 9,0 г/дм³ яблочной кислоты, а также опытные образцы суслу из облепихи сортов «Алтайская», «Чуйская», «Иня», «Эссель» и «Августина» (урожай 2017-2018 г), полученные разбавлением чистой водой до содержания титруемых кислот 5,0 и 7,0 г/дм³ с последующим подслащиванием мёдом до содержания редуцирующих углеводов 200,00 г/дм³. Количественное определение редуцирующих сахаров проводили химическим методом Бертрана с использованием перманганата калия [28]. Содержание титруемых кислот определяли потенциометрическим титрованием в пересчете на преобладающую яблочную кислоту [29]. Для определения количества α -аминокислот в модельных растворах меда и опытных образцах облепихового суслу использовали колориметрический метод, основанный на цветной реакции с нингидрином [31].

Модельные растворы меда и опытные образцы облепихового суслу нагревали до температуры 60, 70 и 80 °С и выдерживали в течение 12 часов. Каждый час проводили определение содержания НМФ спектрофотометрически (Shimadzu UV-1800, Япония) по модифицированному методу Винклера с использованием 4-аминоантипирина и барбитуровой кислоты [15] при рН 3,5 и детектировании оптической плотности при длине волны 550 нм (длина оптического пути 10 мм) в уточненных ранее условиях [32]. В отличие от классического метода Винклера, при котором окраска раствора сохраняется без изменения незначительное время, применяемый модифицированный метод в случае указанных реагентов позволяет сохранить стабильную красно-фиолетовую окраску в течение 15–30 мин.

Результаты и их обсуждение

Модельные растворы, содержащие в своем составе мед и яблочную кислоту, перед нагреванием были исследованы на содержание азотистых веществ и α -аминокислот, дающих окрашивание с нингидрином. Как показали результаты исследования, содержание нингидрин-реагирующих азотистых веществ и аминокислот в модельных растворах составляет 78,2±6,2 мг/дм³. Таким образом, можно с достаточной уверенностью утверждать, что в модельных растворах меда возможно протекание реакции образования НМФ.

Термостатирование модельных образцов раствора меда проводили с использованием водяного термостата, для предотвращения испарения жидкости при нагревании опыт проводили в колбах, снабженных обратными холодильниками. Динамика накопления НМФ в опытных растворах меда представлена на рисунке 2. Достаточно интересными представляются данные полученные при нагреве растворов меда при 60 °С в течение 12 ч. Как показали экспериментальные данные, предельное содержание НМФ в этих условиях достигнуто не было и составило лишь 14,5 мг/дм³, тем не менее общее увеличение концентрации НМФ по сравнению с контролем составило 1,8 раза. В тоже время повышение температуры до 80 °С способствовало увеличению содержания НМФ более чем в 4,2 раза. По-видимому, это связано с механизмом реакции: повышение температуры нагрева растворов выше 70 °С приводит к преодолению энергетического барьера, препятствующего образованию оснований Шиффа и их последующей трансформации в НМФ.

В целом кинетика процесса образования НМФ в модельных смесях и контрольном опыте подчиняется экспоненциальному закону и описывается уравнением вида: $C = k_1 e^{k_2 t}$, кинетические кривые носят соответствующий характер, а их линеаризация достигается в полулогарифмических координатах $\ln[C(\text{НМФ})] - t$. Расчетные коэффициенты k_1 и k_2 представлены в таблице 2.

Следующим этапом исследований было определение условий накопления НМФ в опытных растворах медового суслу, приготовленного на основе облепиховых соков. Облепиховые соки из исследуемых сортов облепихи были получены методом прямого отжима. Затем произвели разбавление соков дистиллированной водой и подслащивание мёдом до значений аналогичных модель-

ным, однако решено было отказаться от значения титруемой кислотности равной $9,0 \text{ г/дм}^3$, поскольку проведенными ранее нами исследованиями установлено, что данное значение кислотности не позволяет приготовить напиток с высокими органолептическими свойствами. Полученные таким образом 10 опытных образцов суслу с медом и соком облепихи нагревали при температуре $60 \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 12 ч. Результаты, полученные при изучении процесса накопления НМФ в опытных образцах, представлены на рисунке 3.

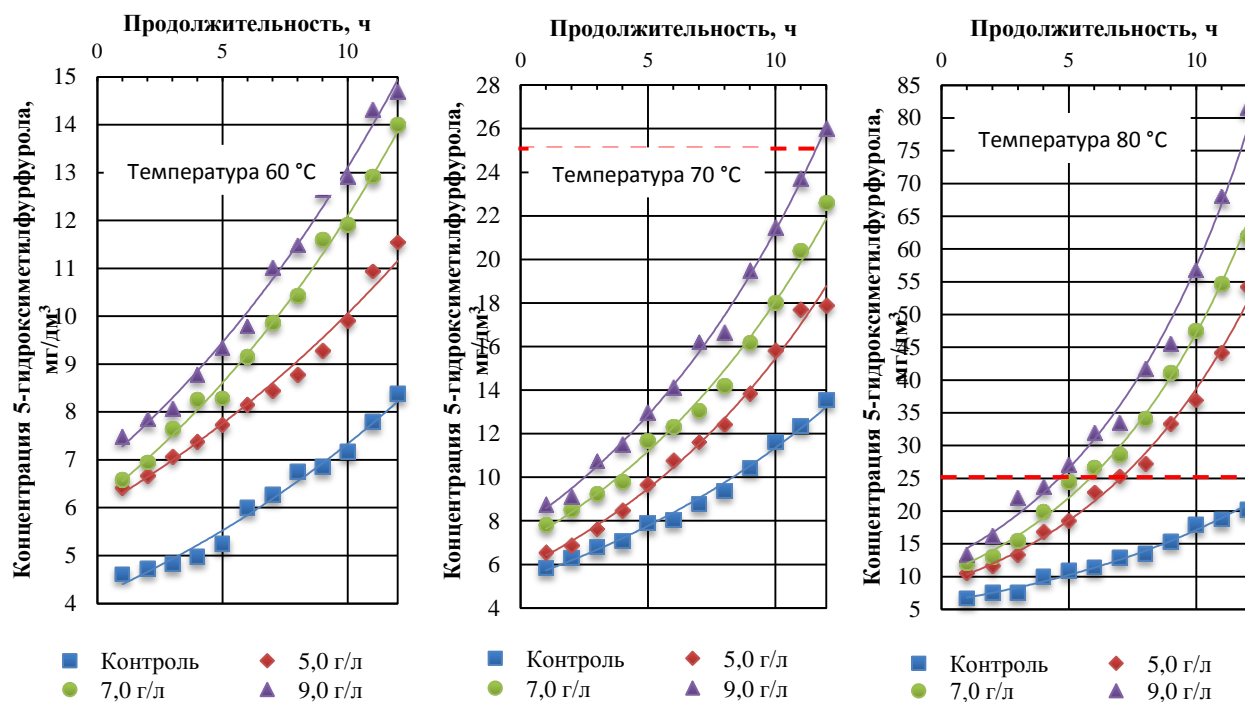


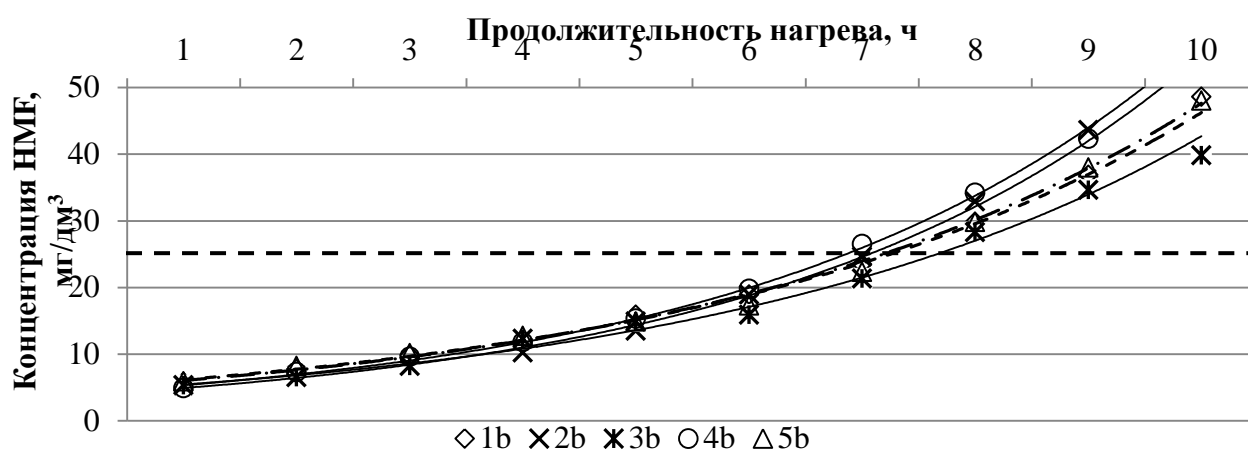
Рис. 2. Кинетика образования НМФ в модельных смесях при различных температурах и концентрациях яблочной кислоты (показана условная граница верхнего предела содержания НМФ в винах: 25 мг/дм^3)

Таблица 1
Параметры кинетических уравнений накопления НМФ в модельных растворах меда при различных температурах нагрева

Температура нагрева модельных растворов меда, $^\circ\text{C}$	Концентрация яблочной кислоты в модельном растворе, г/дм^3	k_1	k_2	R^2
60,0	0,0 (контроль)	4,1597	0,0567	0,9973
	5,0	5,9856	0,0519	0,9868
	7,0	6,1281	0,0680	0,9943
	9,0	6,8202	0,0653	0,9918
70,0	0,0 (контроль)	5,3155	0,0759	0,9916
	5,0	5,8169	0,0976	0,9939
	7,0	6,9354	0,0957	0,9929
	9,0	7,7505	0,1012	0,9895
80,0	0,0 (контроль)	6,1381	0,1026	0,9822
	5,0	8,9208	0,1466	0,9856
	7,0	10,305	0,1521	0,9961
	9,0	12,291	0,1541	0,9912

Следующим этапом исследований было определение условий накопления НМФ в опытных растворах медового суслу, приготовленного на основе облепиховых соков. Облепиховые соки из исследуемых сортов облепихи были получены методом прямого отжима. Затем произвели разбавление соков дистиллированной водой и подслащивание мёдом до значений аналогичных модельным, однако решено было использовать значение титруемой кислотности равное $7,0 \text{ г/дм}^3$, поскольку проведенными ранее нами исследованиями установлено, что данное значение кислотности позволяет приготовить напиток с высокими органолептическими свойствами. Полученные та-

ким образом 5 опытных образцов сусла с медом и соком облепихи нагревали при температуре 60 °С в течение 12 ч. Результаты, полученные при изучении процесса накопления НМФ в опытных образцах, представлены на рисунке 3



1b – сорт «Алтайская»; 2b – сорт «Чуйская»; 3b – сорт «Иня»;
4b – сорт «Эссель»; 5b – сорт «Августина»

Рис. 3 Динамика образования НМФ в опытных образцах сусла с медом и облепихой

Можно видеть, что накопление НМФ в опытных образцах сусла имеет тот же характер кривых, что и при моделировании данного процесса с применением растворов меда. Как и ожидалось в опытных образцах накопление НМФ происходит быстрее, что связано с большим содержанием азотистых веществ за счет использования облепихового сока (содержание нингидрин-реагирующих азотистых веществ в среднем в 5 раз больше по сравнению с растворами меда). Таким образом, максимально возможная продолжительность нагрева при температуре 60 °С и титруемой кислотности сусла 7,0 г/дм³ не более 6 ч.

Выводы

Полученные в ходе исследований результаты раскрывают некоторые механизмы образования НМФ, характерные для технологии облепиховых вин и винных напитков с добавлением меда. Показано, что при приготовлении данной группы напитков температура нагрева продукта (на стадиях приготовления сусла, пастеризации готового напитка и т.д.) не должна превышать 60 °С при суммарной продолжительности нагрева не более 6 ч и содержании общих титруемых кислот в напитке не более 7,0 г/дм³. Полученные экспериментальные данные могут быть полезны производителям безалкогольных и алкогольных напитков, использующих в производстве натуральный мёд и растительное сырье, имеющее высокую кислотность. Проведенные исследования имеют также высокую научную и практическую значимость для регионов России, занимающихся промышленным получением мёда, поскольку создание научно обоснованных технологий и режимов его хранения и переработки позволит улучшить качество и безопасность производимых на его основе продуктов питания. Используемая при проведении эксперимента методика определения НМФ также может быть применена к оценке натуральности мёда и определению продолжительности и условий его хранения, что позволит выявлять фальсифицированные образцы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Bonvehi, J.S. Physicochemical properties, composition and pollen spectrum of french lavender (*Lavandula-stoechas* L.) honey produced in Spain / J.S. Bonvehi, F.V. Coll // *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung*. – 1993. – vol. 196. – no. 6. – pp. 511-517.

- 2 Free amino acids profile of Polish and Slovak honeys based on LC-MS/MS method without the prior derivatisation / S. Kowalski, M. Kopuncova, Z. Ciesarova, K. Kukurova, // *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. – 2017. – vol. 54. – no. 11. – pp. 3716-3723.
- 3 Ball, D.W. The chemical composition of honey / D.W. Ball // *Journal of Chemical Education*. – 2007. – vol. 84. – no. 10. – pp. 1643-1646.
- 4 Gheldof, N., Wang, X.H. Engeseth, N.J. Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources / N. Gheldof, X.H. Wang, N.J. Engeseth // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2002. – vol. 50. – no. 21. – pp. 5870-5877.
- 5 Anklam, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey / E. Anklam // *Food Chemistry*. – 1998. – vol. 63. – no. 4. – pp. 549-562.
- 6 Changes in physico-chemical properties, hydroxymethylfurfural and volatile compounds during concentration of honey and sugars in Alicante and Jijona turrón / L. Vazquez, A. Verdu, A. Miquel, F. Burlo, A.A. Carbonell-Barrachina // *European Food Research and Technology*. – 2007. – vol. 225. – no. 5-6. – pp. 757-767.
- 7 Enzyme activity, amino acid profiles and hydroxymethylfurfural content in Ethiopian monofloral honey / A. Belay, G. Haki, M. Birringer, H. Borck et al. // *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. – 2017. – vol. 54. – no. 9. – pp. 2769-2778.
- 8 Quality evaluation of honey harvested from selected areas in Tanzania with special emphasis on hydroxymethyl furfural (HMF) levels / A.B. Gidamis, B.E. Chove, N.B. Shayo, S.A. Nnko, N.T. Bangu // *Plant Foods for Human Nutrition*. – 2004. – vol. 59. – no. 3. – pp. 129-132.
- 9 Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year / A. Islam, I. Khalil, N. Islam, M. Moniruzzaman, et al. // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. – 2012. – vol. 12. – no. 177.
- 10 Mehryar, L. Evaluation of some physicochemical and rheological properties of iranian honeys and the effect of temperature on its viscosity / L. Mehryar, M. Esmaili, A. Hassanzadeh // *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. – 2013. – vol. 13. – no. 6. – pp. 807–819.
- 11 Toxic compounds in honey / M.N. Islam, M.I. Khalil, M.A. Islam, S.H. Gan // *Journal of Applied Toxicology*. – 2014. – vol. 34. – no. 7. – pp. 733-742.
- 12 Determination of heavy metals in honey by anodic stripping voltammetry at microelectrodes / G. Sanna, M.I. Pilo, P.C. Piu, A. Tapparò, R. Seeber // *Analytica Chimica Acta*. – 2000. – vol. 415. – no. 1-2. – pp. 165-173.
- 13 Codex Alimentarius. Revised codex standard for honey. Codex Stan 12:1982. URL: <http://ihc-platform.net/codex2001.pdf>
- 14 Fruit Juice Processing and Membrane Technology Application / A.P. Echavarria, C. Torras, J. Pagan, A. Ibarz // *Food Engineering Reviews*. – 2011. – vol. 3. – no. 3-4. – pp. 136-158.
- 15 Wagner, B., Beil-Seidler S. Mittel und Verfahren zum Nachweis von Furfuralen. Patent DE102004050209, 2006.
- 16 Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities / Z. Kalaycioglu, H. Kaygusuz, S. Doker, S. Kolayli, F.B. Erim // *LWT-Food Science and Technology*. – 2017. – vol. 84. – pp. 402-408.
- 17 Kuster, B. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF). A review focussing on its manufacture / B. Kuster // *Starch Stärke*. – 1990. – vol. 42. – no. 8. – pp. 314-321.
- 18 Maillard Reaction Products in Processed Food: pros and cons. In: Valdez B. (ed) *Food industrial processes-methods and equipment*. – 1st edn. InTech. – Rijeka. – pp 281–300.
- 19 Explore the reaction mechanism of the Maillard reaction: a density functional theory study / G.-R. Ren, L.-J. Zhao, Q. Sun, H.-J. Xie et al. // *Journal of Molecular Modeling*. – 2015. – vol. 21. – no. 5:132.
- 20 Hodge, J. E. Dehydrated Foods, Chemistry of Browning Reactions in Model Systems / J.E. Hodge // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1953. – vol. 1. – no. 15. – pp. 928-943.
- 215-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health / U.M. Shapla, M. Solayman, N. Alam, M.I. Khalil, S.H. Gan // *Chemistry Central Journal*. – 2018. – vol. 12. – no. 35. – pp. 1-18.

22 Khalil, M.I., High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year / M.I. Khalil, S.A. Sulaiman, S.H. Gan // Food and Chemical Toxicology. – 2010. – vol. 48. – no. 8-9. – pp. 2388-2392.

23 Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys / B. Fallico, M. Zappalà, E. Arena, A. Verzera // Food Chemistry. – 2004. – vol. 85. – no. 2. – pp. 305–313.

24 Characterisation of viscosity, colour, 5-hydroxymethylfurfural content and diastase activity in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures / M. Kedzierska-Matysek, M. Florek, A. Wolanciuk, P. Skalecki, A. Litwinczuk // Journal Of Food Science And Technology-Mysore. – 2016. – vol. 53. – no. 4. – pp. 2092-2098.

25 Sea buckthorn: Monograph / Yu.A. Koshelev, L.D. Ageeva, E.S. Batashov, V.P. Sevodin, E.D. Rozhnov, N.I. Kuleshova // Biysk: Publishing house of Polzunov Altai State Technical – 2015. – 410 p.

26 Evolution of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and furfural (F) in fortified wines submitted to overheating conditions/ V. Pereira, F.M. Albuquerque, A.C. Ferreira, J. Cacho, J.C. Marques // Food Research International. – 2011. – vol. 44. – no. 1. – pp. 71-76.

27 Капу, N.S. High gravity and high cell density mitigate some of the fermentation inhibitory effects of softwood hydrolysates / N.S. Капу, M. Pidocke, J.N. Saddler // AMB Express. – 2013. – vol. 3. – no. 15.

28 ГОСТ 13192-73. (с Изменениями № 1, 2, 3) Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. Москва: Стандартинформ. – 2011. – 11 с.

29 ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. Москва: Стандартинформ. – 2009. – 4 с.

30 ГОСТ Р 52841-2007. Продукция винодельческая. Определение органических кислот методом капиллярного электрофореза. Москва: Стандартинформ. – 2008. – 8 с.

31 Spedding, G. The World's Most Popular Assay? A Review of the Ninhydrin-Based Free Amino Nitrogen Reaction (FAN Assay) Emphasizing the Development of Newer Methods and Conditions for Testing Alcoholic Beverages / G. Spedding // Journal of The American Society of Brewing Chemists. – 2013. – vol. 71. – no. 2. – pp. 83-89.

32 Рожнов, Е.Д. Влияние фурфурола на точность определения 5-гидроксиметилфурфурола / Е.Д. Рожнов, А.А. Печенина, М.А. Апарнева, В.П. Севодин // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-1. – с. 65-67.

RESEARCH KINETICS OF EDUCATION 5-HYDROXYMETHYLFURFUROL IN FRUIT WINE TECHNOLOGY WITH ADDING HONEY

Rozhnov Evgeny Dmitrievich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor,
Department of Biotechnology

Biysk Technological Institute (branch) of the Altay State Technical University,
Biysk, Russia, e-mail: red@bti.secna.ru

The article presents experimental data on the kinetics of the formation of 5-hydroxymethyl furfural (HMF) in the production of fruit wines (for example, sea buckthorn wines and wine drinks) with the addition of honey. The identification of the kinetic laws of the formation of HMF will establish the optimal parameters of high-tech and safe honey wines and wine drinks from sea buckthorn. It is substantiated that in the production of this group of drinks the product temperature should not exceed 60 °C, and the total content of titratable acids in the drink should not exceed 7 g/L.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КУКУРУЗЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Тупольских Татьяна Ильинична, канд. тех. наук, доцент
Шумская Наталия Николаевна, канд. тех. наук, доцент
Мальцева Татьяна Александровна, аспирант

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, e-mail: tupolskix@mail.ru, natashumskay@mail.ru,
vif.tatyana@yandex.ru

Выполнен анализ влияния химических способов замачивания зерна кукурузы на биологическую ценность белка. Рассмотрены технологии замачивания кукурузы в воде, щелочи и кислоте. Выявлено содержание белковых фракций в зерне кукурузы. Проведен эксперимент на системе капиллярного электрофореза «Капель 104 Т». Выявлено негативное влияние химических способов замачивания, которое проявляется в снижении количества аминокислот в белковой фракции зерна кукурузы. Предложено решение по восстановлению потерянных аминокислот в кукурузной муке и продуктах переработки крахмалопаточного производства путем их обогащения

Замачивание кукурузы является одной из наиболее важных операций при производстве сырого кукурузного крахмала.

Целью замачивания является размягчение зерна. Из размягченного зерна легче выделить крахмал и эффективно отделить оболочку зерна, клеток эндосперма, глютен и зародыш. А также замачивание используется для вывода из зерна в замочную воду основную часть растворимых веществ кукурузы — аминокислот, некоторых белков, сахаров, золы, декстринов, пектиновых веществ которые затрудняют выделение и промывание крахмала; завершить очистку зерна с поверхности [1].

Из зерна удаляется основная часть водорастворимых веществ, которые находятся в нем, а также вещества, образовавшиеся в процессе замачивания. В воде, где замачивалось зерно, находится примерно 70% минеральных веществ, 42% растворимых углеводов и 16% азотистых веществ от общего содержания всех веществ в зерне кукурузы. Всего в воде, где замачивалась кукуруза, находится около 6,5% сухих веществ зерна [2].

Белковые фракции зерновых культур классифицируются по принципу растворимости на группы: альбумины, глобулины, проламины и глютелины.

Альбумины растворяются в воде. Альбуминный комплекс зерна в основном состоит из ферментов.

Глобулины растворяются в водных растворах различных солей. В чистой воде они нерастворимы. Глобулины составляют большую часть семян бобовых культур.

Проламины – запасные белки эндосперма злаковых культур. Они растворяются в 60 – 80 процентном этиловом спирте. Названия проламинов различных злаков даются обычно в честь названий злаков: у пшеницы – глиадин, у ячменя – гордеин, у кукурузы – зеин, у проса – паницин, у сорго - кафирин.

Глютелины растворяются в растворах щелочей (0,1 – 0,2%). Они мало изучены, так как их трудно выделить в чистом виде. Наиболее изучены глютелин зерна пшеницы (составная часть клейковины), оризенин риса и глютелин кукурузы.

В таблице 1 приведено содержание белковых фракций в злаковых культурах в процентах.

Содержание белковых фракций в зерне злаковых

Культура	Азот фракций (в % от белкового азота)				
	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины	Склеропротеины
Пшеница мягкая	5,2	12,6	35,6	28,2	8,7
Рожь	24,5	13,9	31,1	23,3	7,2
Ячмень	6,4	7,5	41,6	26,6	17,9
Кукуруза	9,6	4,7	29,9	40,3	15,5
Овес	7,8	32,6	14,3	33,5	11,8
Гречиха	21,7	42,6	1,1	12,3	23,3
Рис	11,2	4,8	4,4	63,2	16,4

Также в состав белков входят склеропротеины - нерастворимые белки, которые содержатся в оболочках и периферических слоях зерна. У таких белков имеется прочное соединение с лигнито-полисахаридным комплексом. Склеропротеины выполняют структурную функцию и практически не перевариваются организмом человека и животных. Содержание склеропротеина в зерне составляет 0,7 – 12,9% от общего азота, включающий свободные аминокислоты - 50 – 60%, нуклеотиды, пептиды. Количество небелкового азота зависит от степени зрелости, выравненности и прорастания зерна [3]. На рисунке 1 представлено содержание белковых фракций зерна кукурузы в %.

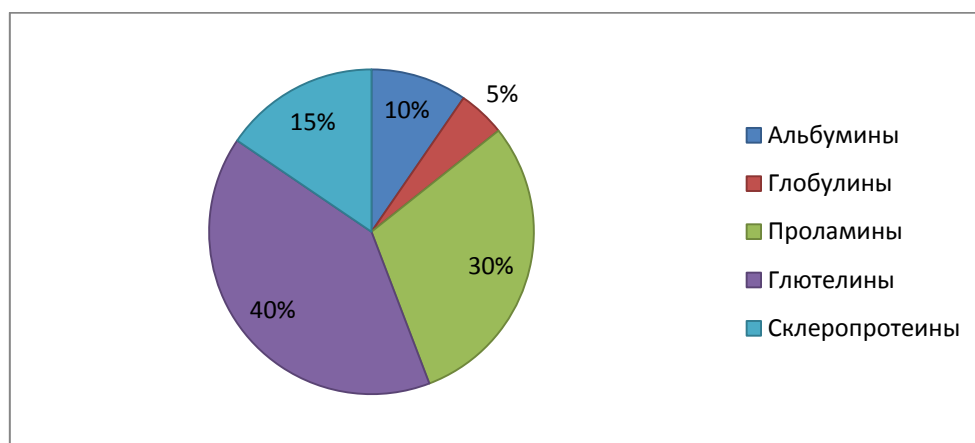


Рис. 1 Содержание белковых фракций в зерне кукурузы

При переработке зерна кукурузы используют следующие способы замачивания:

1 Увлажнение водой:

- «холодное» кондиционирование;
- скоростное кондиционирование.

2 Замачивание в щелочи;

3 Замачивание в кислоте.

Интерес представляют химические способы замачивания так как не изучено влияние щелочи и кислоты на аминокислотный состав белков.

В процессе замачивания в растворе щелочи ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (никстамализация) у кукурузы отходит оболочка и расщепляется клеобразная гемицеллюлоза. Также никстамализация изменяет структуру зерна, освобождая ниацин, делает белки лучше усвояемыми. А избыток кальция из известки нейтрализует фитиновую кислоту. Такая обработка позволяет снизить затраты на производство кукурузной муки (никстамаль). Цельную кукурузу варят в кипящей известковой воде (или в воде с золой) в течение короткого времени (5–45 мин) и вымачивают в этом растворе, пока он

остывает, в течение 12–18 часов. Время варки и настаивания варьируется в зависимости от типа кукурузы, местных традиций и блюд, для которых готовится никстамаль.

Зерно кукурузы, замоченное в щелочи, используют для производства крупной кукурузной крупы для приготовления мамалыги. Также кукурузу, замоченную в щелочи, измельчают в массу — муку, из которой делают лепешки (так называемые тортильяс).

При таком способе замачивания клейковинные белки (глиадин и глютен) разрушаются полностью, и клейковина в качестве готового продукта не выделяется [4].

Целью замачивания в кислоте является отделение растворимых в воде веществ и размягчение зерен, чтобы они стали податливыми для дальнейшей механической сепарации при производстве крахмала. В технологическую воду для ускорения процессов и предотвращения всхода кукурузы и роста бактерий добавляется сернистый ангидрид. Оптимальным при переработке кукурузы на крахмал является замачивание на 48 часов при температуре 48–50°C.

Основными показателями технологического режима замачивания являются температура и длительность процесса, а также концентрация сернистого ангидрида в кислоте (оптимальная — 0,1–0,2%).

При замачивании в щелочи и кислоте зёрна увеличиваются в объёме в 2–3 раза, влажность зерна увеличивается с 15% до 45%. В процессе увлажнения из зерна извлекается большая часть водорастворимых веществ [5].

Для определения количественных потерь альбуминов и глютелинов в зерне кукурузы были проведены экспериментальные исследования.

В качестве образца для испытаний взят образец зубовидной кукурузы урожая 2016 года, выращенной в Астраханской области. Зерно было замочено в щелочи — гашеной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) концентрации 0,15 N и в сернистой кислоте H_2SO_3 концентрации 0,1 N. При первом способе замачивания кукуруза варилась в растворе щелочи в течение 20 минут, а затем отстаивалась в течение 24 часов. При втором способе кукуруза замачивалась в сернистой кислоте при температуре 48–50°C в течение 48 часов в вытяжном шкафу.

Исследование проводилось в лаборатории биохимического и спектрального анализа пищевых продуктов (БиСАПП) с использованием системы капиллярного электрофореза "Капель — 104Т".

Методика проведения эксперимента предполагает разложение проб кислотным или (только для триптофана) щелочным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы, получения ФТК-производных, их разделение и количественное определение методом капиллярного электрофореза. Обнаружение проводят в ультраобласти спектра при длине волны 254 нм.

Эксперимент предусматривает проведение анализа из трех навесок пробы, которые в дальнейшем изложении обозначаются как навески №1, №2 и №3.

В навеске №1 после кислотного разложения проб определяют тирозин, аргинин, лизин, аланин, серин, гистидин, фенилаланин, лейцин и изолейцин суммарно, метионин, пролин, треонин, валин, и глицин.

В навеске № 2 после предварительного окисления и проведения кислотного гидролиза определяют аспарагин, аспарагиновую кислоту, глутамин и глутаминовую кислоту [6].

В навеске №3 после щелочного гидролиза определяют триптофан [7].

Результаты исследования показывают, что щелочь и кислота негативно влияют на аминокислотный состав белка кукурузы, в значительной степени уменьшая их содержание в зерне. На рисунках 2,3,4 показаны гистограммы содержания основных аминокислот, глутамина, глутаминовой кислоты, аспарагина, аспарагиновой кислоты и триптофана в кукурузе без обработки, кукурузе, замоченной в щелочи и кукурузе, замоченной в кислоте.

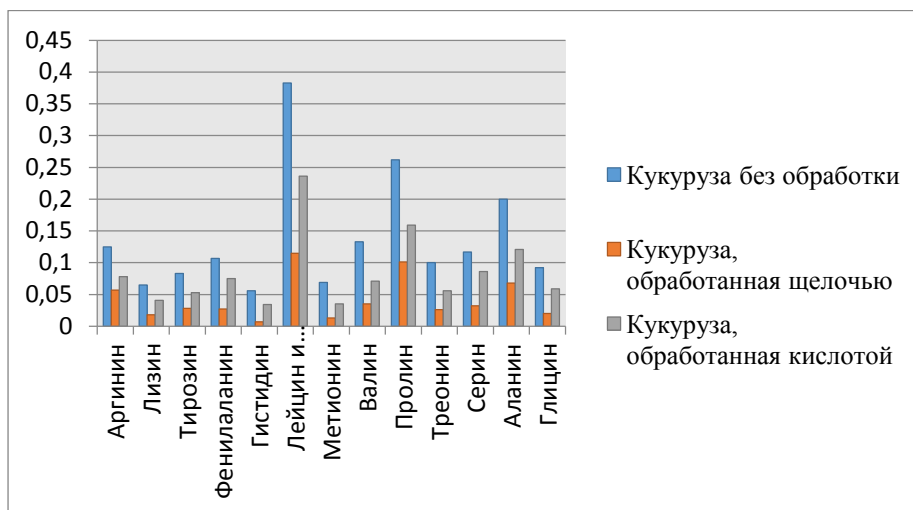


Рис. 2 Гистограмма содержания основных аминокислот в кукурузе без обработки, кукурузе, замоченной в щелочи и кукурузе, замоченной в кислоте

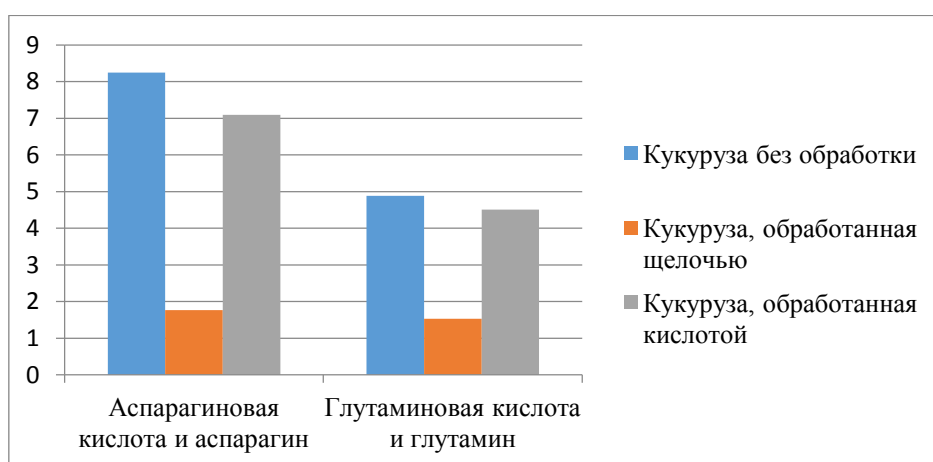


Рис. 3 Гистограмма содержания глутамина, глутаминовой кислоты, аспарагина и аспарагиновой кислоты в кукурузе без обработки, кукурузе, замоченной в щелочи и кукурузе, замоченной в кислоте

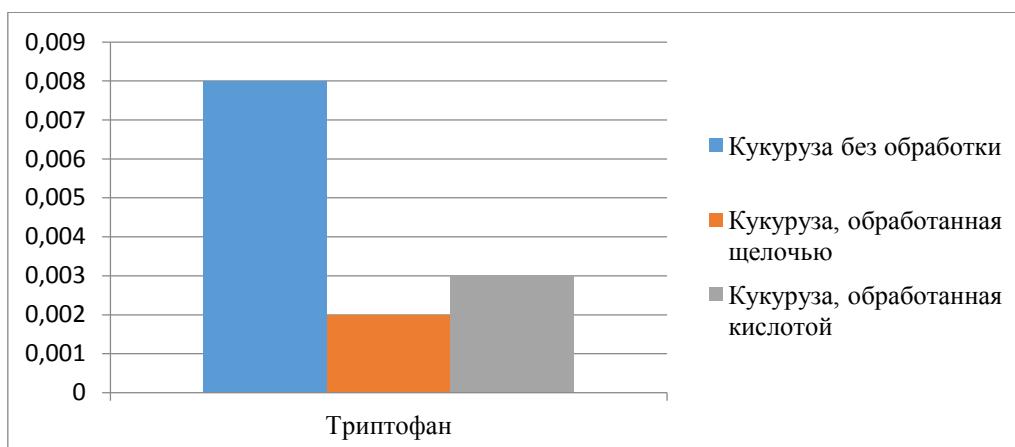


Рис. 4 Гистограмма содержания триптофана в кукурузе без обработки, кукурузе, замоченной в щелочи и кукурузе, замоченной в кислоте

Таким образом, обосновано и экспериментально подтверждено влияние химических способов замачивания на аминокислотный состав белка кукурузы.

Кислота имеет отрицательное воздействие на аминокислоты кукурузы, однако в сравнении со щелочной обработкой потеря глутаминовой и аспарагиновой кислот незначительна.

Щелочь более негативно влияет на аминокислотный состав белка кукурузы, в значительной степени уменьшая их содержание в зерне.

Поэтому кукурузную муку, произведенную при измельчении зерна после замачивания в щелочи и продукты переработки крахмалопаточного производства полученные после обработки зерна в кислоте целесообразно обогащать аминокислотами, которые в процессе увлажнения были потеряны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Тупольских Т.И. Технология муки и крупы / Т.И. Тупольских, И.А. Хозяев. – Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2011. – 104 с.
- 2 Чебатареv О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чебатареv, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. - Москва: ИКЦ «МарТ» 2004. - 688 с.
- 3 Коваленко Т.Д. Изменения белков и других азотистых веществ в пищевых продуктах. Учебное пособие / Т.Д. Коваленко, В.А. Авроров, М.А. Коннова. – Москва : Мир, 2004. – 60с.
- 4 Крикунова Л.Н. Исследование процесса предобработки зерна кукурузы на основе метода гидротермической обработки / Л.Н. Крикунова, Н.М. Кузьменкова, М.В. Гернет // Журнал Моск. Гос. ун-та пищ. произ-в. – 2011. - №4. – С. 1-4.
- 5 Константинов А.А. Математическое моделирование процесса замачивания кукурузного сырья / А.А. Константинов, В.П. Миронов, Е.В. Миронов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук 2013. - Т. 15, №6(2). – С. 386-387.
- 6 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза : ГОСТ Р 55569-2013 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 15 с.
- 7 Комбикорма, комбикормовое сырье. Определение содержания аминокислот (лизина, метионина, треонина, цистина и триптофана) методом капиллярного электрофореза : ГОСТ 31480-2012 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 15 с.

RESULTS OF THE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION OF CORN IN VARIOUS WAYS OF HUMIDIFIED PROCESSING

Tupolskikh Tatyana Ilinichna, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Technique and Technologies for Search Production
Shumskaya Natalia Nikolaevna, Candidate of Engineering Sciences, associate professor
Maltseva Tatyana Aleksandrovna, Engineer, Assistant

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia, e-mail: tupolskix@mail.ru, natashumskay@mail.ru,
vif.tatyana@yandex.ru

Abstract. The analysis of chemical means of soaking corn grain on the biological value of protein. Techniques of soaking corn in water, alkali and acid are considered. The content of protein fractions in corn grain was revealed. The experiment was carried out on the basis of capillary electrophoresis "Kapel 104 T". The negative influence of chemical soaking methods is revealed, which is manifested in a decrease in the amount of amino acids in the protein fraction of corn grain. A solution is proposed for the recovery of lost amino acids in cornmeal and products of processing of starch-fiber production by enriching them.

МЕТОДИКА ПОДБОРА РАЦИОНА ПИТАНИЯ ПУТЕМ РАСЧЕТА ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАНГОВОГО АНАЛИЗА

¹Шейнин Александр Анатольевич, канд. техн. наук

²Мезенова Ольга Яковлевна, д-р техн. наук, профессор

¹ООО Калининградский инновационный центр «ТЕХНОЦЕНОЗ»,

Калининград, Россия, e-mail: sheynin@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: mezenova@klgtu.ru

Предложена методика подбора рациона питания путем расчета его энергетической ценности с использованием рангового анализа. Методика основана на определении баланса между энергетической ценностью рациона питания по калорийности доступных продуктов и энергозатратами организма. Для расчета энергетического баланса используется ранговый анализ, основанный на параметрическом синтезе. Исходными данными методики является суточный расход энергии организма с учетом его особенностей и физической активности. Предложенная методика может быть использована для составления индивидуальных программ питания человека в зависимости от его энергетических затрат. При этом рекомендуется рассчитывать количество и соотношение поступающих в организм пластических и биологически активных веществ (белков, жиров и углеводов, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, минорных компонентов) и сравнивать их с физиологически рекомендуемыми нормами

Пища, наряду с кислородом воздуха, – важнейший биологический фактор жизнеобеспечения человека [1]. Питание является способом поддержания и уравнивания молекулярного состава организма, обеспечивающим процесс возмещения потерь, связанных с основным обменом, работой, ростом и другими энергетическими затратами организма. Питание выполняет следующие основные функции: энергетическая (возмещение потерь энергии); пластическая (строительный материал для всех органов и тканей); эстетическая (одно из наслаждений жизни), лечебная (лечебные и профилактические свойства пищевых веществ) [1].

В XX веке существенно изменился образ жизни человека [1]. Резко сократились энергозатраты, и в большинстве экономически развитых странах в настоящее время они достигли критического уровня (для среднестатистического человека 2,2 – 2,5 тыс. ккал в сутки). Сегодня человеку нет необходимости в повседневных условиях заниматься тяжелым физическим трудом, требующим повышенных энергозатрат. Изменилось состояние окружающей среды, ухудшилось качество воды, все шире используются генетически модифицированные и рафинированные продукты питания. Переедание и сопутствующее ему ожирение превратились в медицинскую проблему. Избыточным весом страдают около 50 % женщин, 30 % мужчин и 12 % детей. В настоящее время установлена прямая связь между ожирением и такими заболеваниями, как сахарный диабет, гипертоническая болезнь, инфаркт миокарда и даже онкология. Для России проблема избыточной массы тела также актуальна. Россияне потребляют меньше мяса, молока, фруктов, овощей, рыбы, чем среднестатистический европеец, а больше – углеводсодержащих продуктов (хлебных и макаронных изделий, картофеля и др.). Важнейшими нарушениями питания населения России являются: избыточное потребление животных жиров, дефицит полиненасыщенных жирных кислот, полноценных (животных) белков, витаминов С, В₁, В₂, фолиевой кислоты, ретинола, Е, β-каротина, дефицит минеральных веществ и т.д. При этом рацион современного человека вполне достаточен по калорийности (энергетической ценности), но не покрывает потребности организма в витаминах, минеральных и других биологически активных веществах [1, 2]. Основной вопрос оптимального питания современного среднестатистического человека заключается в обеспечении адекватной энергозатратам суточной энергетической ценности рациона, сбалансировав высококалорийные и

низкокалорийные продукты, обеспечив при этом энергетический и пластический баланс организма. Данный вопрос может быть решен употреблением соответствующих доступных продуктов, содержащих не только энергетические, но и биологически активные вещества в количестве, обеспечивающем нормы их физиологической суточной потребности [1].

На основании выше сказанного актуальна разработка методики расчета баланса между энергетической ценностью рациона питания и энерготратами организма, применение которой позволит регулировать потребление пищевых продуктов в зависимости от физической активности, индивидуальных особенностей организма, доступного набора пищевых веществ и их калорийности. Для этого предлагается использовать ранговый анализ, представляющий собой метод исследования систем через их статистический анализ, оптимизацию, моделирование и управление [3]. Инструментарий рангового анализа позволяет оптимально распределять суммарный энергетический ресурс (в данном случае – энергетическую ценность) по элементам системы (пищевым продуктам).

Теория рангового анализа была перенесена из биологии и разработана для техноценозов (технических систем) более 40 лет назад профессором Московского энергетического института Б.И. Кудриным и его школой [3]. Ядром теории рангового анализа является закон рангового распределения – один из наиболее общих законов развития систем (технических, биологических, информационных и т.д.). Ранговое распределение – это распределение $W(r)$, являющееся результатом ранжирования элементов системы. При ранжировании объекты (элементы) системы располагаются в порядке убывания исследуемого параметра W , при этом каждому объекту присваивается ранговый номер $r = 1, 2, 3$ и т.д. Затем строится график зависимости W от рангового номера r . Распределение имеет вид гиперболы и называется H -распределением [3, 4]:

$$W = \frac{W_0}{r^\beta}, \quad (1)$$

где W – исследуемый параметр системы;
 r – ранг объекта системы;
 W_0 и β – параметры распределения.

Существенный вклад в развитие теории рангового анализа внесли профессор В.И. Гнатюк и его ученики [4-9], которые ведут разработку и развитие методологии оптимального построения систем на основе современного осмысления технической реальности, негауссовой математической статистики и рангового анализа.

Стоит пояснить вопрос правомерности использования теории рангового анализа применительно к теории оптимального питания. Продукты питания также можно отнести к технической реальности, так как каждый продукт имеет все признаки технического изделия (особи): объективно выделенный, принципиально неделимый элемент технической реальности, являющийся воплощением достаточного комплекса наследственной информации, обладающий уникальными особенностями и функционирующий в индивидуальном жизненном цикле.

Под техникой в наиболее широком смысле понимается совокупность средств сознательной деятельности, создаваемых для осуществления процессов производства и обслуживания производственных и иных потребностей. В рамках данного понятия техники можно констатировать, что пищевые продукты – это натуральные продукты (сырье); пищевые изделия (полуфабрикаты, готовые блюда) и пищевые отходы. Главный признак техники – это наличие информации. Так технической особью (пищевым продуктом) является объективно выделенный, принципиально неделимый элемент технической реальности, являющийся воплощением генотипа (достаточного комплекса наследственной информации), обладающий уникальными особенностями и функционирующий в индивидуальном жизненном цикле.

Согласно ГОСТ Р 51074 – 2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования (Food products. Information for consumer. General requirements)» пищевым продуктом является продукт в натуральном или переработанном виде, употребляемый человеком в пищу (в том числе продукты детского и диетического питания, бутилированная питьевая вода, алкогольная продукция, пиво, безалкогольные напитки, жевательная резинка), а также пищевые добавки и био-

логически активные добавки, реализуемые в розничной торговле. Перечень групп пищевых продуктов представлен на рис. 1. В данный перечень входят пищевые продукты отечественного и зарубежного производства, фасованные в потребительскую тару, реализуемые на территории Российской Федерации в оптовой и розничной торговле, поставляемые предприятиям общественного питания, школам, детским, лечебным учреждениям и другим предприятиям, непосредственно связанным с обслуживанием потребителей, и устанавливает общие требования к информации о них для потребителя. Кроме того, на каждую группу, на каждый пищевой продукт есть своя документация, стандарты различных категорий, включая ГОСТы. Таким образом, вопрос применения теории рангового анализа к оптимизации номенклатуры пищевых продуктов с целью расчета баланса энергетической ценности рациона питания правомерен.

Перечень групп пищевых продуктов (ГОСТ Р 51074 – 2003)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Продукты для детского питания. 2. Мясо и мясные продукты. 3. Мясо птицы, яйца и продукты их переработки. 4. Молоко, молочные и молочносодержащие продукты. 5. Рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них. 6. Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. 7. Продукты переработки зерна: мука, крупа, хлопья, толокно, пищевые отруби. 8. Хлебобулочные изделия. 9. Макароны изделия. 10. Кондитерские изделия и жевательная резинка. 	<ol style="list-style-type: none"> 12. Соль поваренная пищевая. 13. Плодоовощные продукты и картофель. 14. Пищевые концентраты. 15. Чай, кофе, чайные и кофейные напитки, натуральные пищевкусные продукты и сухие приправы, ароматизаторы и пищевые добавки. 16. Масложировые продукты. 17. Винодельческие продукты. 18. Продукты пивобезалкогольной промышленности. 19. Водка, ликероводочные изделия и питьевой 95 %-ный спирт. 20. Продукты пчеловодства. 21. Крахмал и крахмалопродукты. 22. Вода питьевая бутилированная.

Рис. 1. Перечень групп пищевых продуктов по ГОСТ Р 51074 -2003

Согласно теории рангового анализа [4], ключевой оптимизационной процедурой является параметрическое нормирование, под которым подразумевается процедура оптимального управления номенклатурой пищевых продуктов, заключающаяся в установлении фундаментальной связи между ранговым видовым и ранговыми параметрическими распределениями. Это позволяет формировать систему ограничивающих требований к основным параметрам и численности видов пищевых продуктов, нацеленную на баланс энергетической ценности рациона питания. Разновидностью параметрического нормирования в ценозе (в данном случае, рационе питания) является параметрический синтез, под которым понимается процедура формирования оптимальной номенклатуры продуктов, исходя из суммарной энергетической ценности рациона (рис. 2) [4]. В рамках данного исследования применяется именно эта ключевая процедура оптимизации. Суть параметрического синтеза заключается в реализации итерационным методом многомерного оптимизационного процесса. В ходе него путем подбора конкретных видов пищевых продуктов (из имеющейся в распоряжении номенклатуры) формируется видовое разнообразие рациона питания (далее, системы), соответствующее первому уравнению закона оптимального построения систем, которое играет роль критерия и выглядит следующим образом [4]:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_0^{\infty} W_j(x) dx \right) = \int_0^{\infty} \Omega(y) dy \cdot \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx \right) = W_{\Sigma}^* = const, \quad (2)$$

- где
- $W_j(x)$ – ранговое параметрическое распределение элементов (особей) системы по j -му параметру;
 - $\Omega(y)$ – видовое распределение системы;
 - r_{ji} – ранг i -го вида по j -му параметру;
 - W_Σ^* – суммарный параметрический ресурс (энергетическая ценность рациона), требуемый человеку;
 - x – непрерывный аналог ранга;
 - y – мощность популяции видов продуктов питания.

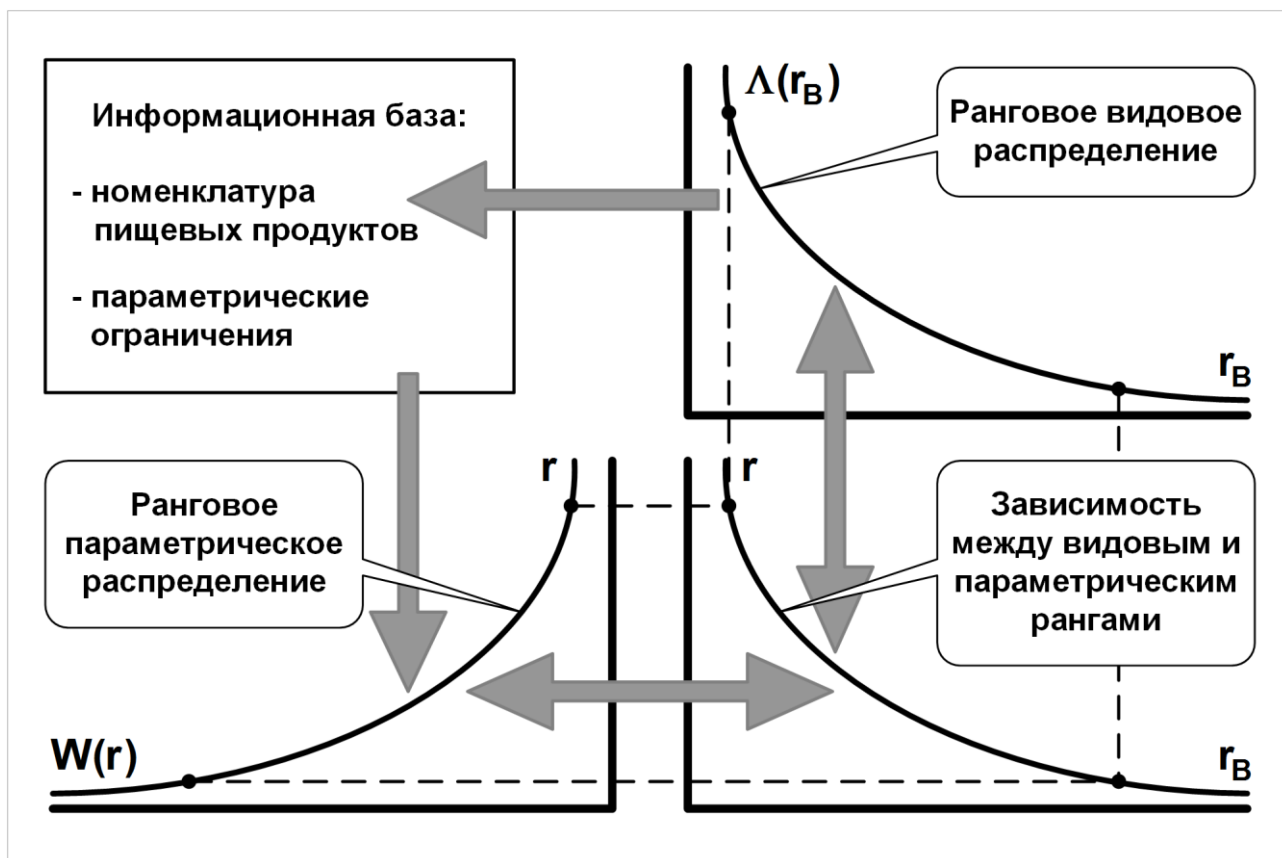


Рис. 2 Параметрический синтез системы - пищевого рациона

В качестве ограничений используется принцип равномогности параметров системы, также являющийся следствием закона [4]:

$$\sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{j+1}} \omega_j(x) dx \right) = \sum_{j=1}^{\infty} \left(\int_{r_{ji}}^{r_{j+1}} \mu_j(x) dx \right) = \frac{W_\Sigma^*}{2} = const, \quad (3)$$

- где
- r_{ji} – ранг i -го вида системы по j -му параметру;
 - $\omega_j(r)$ – ранговое параметрическое распределение особей системы по j -му видообразующему параметру;
 - $\mu_j(r)$ – ранговое параметрическое распределение особей системы по j -му функциональному параметру;
 - x – непрерывный аналог ранга;
 - W_Σ^* – суммарный параметрический ресурс, требуемый человеку.

Критерий (2) предполагает многомерную оптимизацию с варьированием континуума параметров. Однако на практике оптимизационный процесс может быть существенно упрощен, если в

ходе синтеза будет учитываться только один лидинговый параметр (например, энергетическая ценность). В этом случае в качестве целевой функции и ограничений применяется критериальная система, являющаяся прямым следствием приведенного выше уравнения (2) [4]:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{\Sigma} \xrightarrow{(\Omega_{\Sigma}, \Lambda(r_{Bi}), M[W_j(r_{ji})]) \rightarrow var} max; \\ \frac{W_{j\Sigma}}{\Omega_{\Sigma}} = \int_{r_{ji}}^{r_{ji+1}} W_j(x) dx = const; \\ r_{ji} = \int_{r_{Bi}}^{\infty} \Lambda(x) dx; \\ W_{jk\Sigma} \rightarrow W_{jk\Sigma}^* \wedge W_{jk\Sigma} \geq W_{jk\Sigma}^*; \\ i = 1 \dots \Omega_{\Sigma} \\ k = 1 \dots K, \end{array} \right. \quad (4)$$

- где
- H_{Σ} – энтропия системы (подробно см. [4]);
 - Ω_{Σ} – общее количество видов системы;
 - $\Lambda(r_{Bi})$ – количество особей i -го вида в системе;
 - r_{Bi} – видовой ранг i -го вида системы;
 - $M[W_j(r_{ji})]$ – математическое ожидание значения j -го параметра для популяции особей i -го вида;
 - r_{ji} – начальный ранг i -го вида по j -му параметру на ранговом параметрическом распределении;
 - $W_{j\Sigma}$ – суммарный параметрический ресурс системы по j -му параметру;
 - $W_j(x)$ – ранговое параметрическое распределение особей системы по j -му параметру;
 - $\Lambda(x)$ – ранговое видовое распределение системы;
 - x – непрерывный аналог ранга;
 - $W_{jk\Sigma}$ – суммарный параметрический ресурс k -го объекта [4] системы по j -му параметру;
 - $W_{jk\Sigma}^*$ – суммарный параметрический ресурс по j -му параметру, необходимый k -му объекту для выполнения предназначения;
 - \wedge – знак логической дизъюнкции;
 - K – общее количество объектов в системе.

Энтропия распределения по видам, суммарный параметрический ресурс по j -му параметру и общее количество видов системы определены в [4] и могут быть получены следующим образом:

$$H_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{\Omega_{\Sigma}} \left(- \frac{\Lambda(r_{Bi})}{\int_0^{\infty} \Lambda(x) dx} \ln \left(\frac{\Lambda(r_{Bi})}{\int_0^{\infty} \Lambda(x) dx} \right) \right), \quad (5)$$

$$\Omega_{\Sigma} = \int_0^{\infty} \Omega(y) dy, \quad (6)$$

- где
- $\Omega(y)$ – видовое распределение системы питания;
 - y – мощность популяции,

$$W_{j\Sigma} = \int_0^{\infty} W_j(x) dx. \quad (7)$$

Условия системы (4) задают следующий критерий оптимизации. Путем перебора видов продуктов питания из имеющейся в распоряжении номенклатуры (рис. 1) осуществляется варьирование общего количества видов в системе, а также мощности популяций и средних значений видообразующих параметров выбранных видов пищевых продуктов. Целью оптимизационного процесса является достижения максимума энтропии системы при равномерном распределении параметрического ресурса между популяциями видов пищевых продуктов. Алгоритм оптимизации основан на фундаментальной связи между параметрическим рангом рангового параметрического распределения системы и видовым рангом его рангового видового распределения. В качестве параметрического ограничения рассматривается внешнее условие, определяющее, что суммарный параметрический ресурс каждого пространственно-технологического кластера (элемента) системы питания должен быть предельно близким, но не меньшим требуемого значения, в свою очередь задаваемого технологическими ограничениями. Областью определения целевой функции является параметрическая система имеющейся в распоряжении номенклатуры пищевых продуктов, которыми может быть насыщена система питания, а также его пространственно-технологическая структура. После установления связи между параметрическим и видовым рангами и формируется номограмма (рис. 2), по которой осуществляется синтез оптимальной видовой структуры системы. Параметрический синтез позволяет рассчитать баланс энергетической ценности рациона питания и является ядром методики оптимального управления системой питания. При этом, ключевым оптимизационным параметром является калорийность (энергетическая ценность) за определенный период времени.

Методика управления рационом питания состоит из четырех этапов (рис. 3)

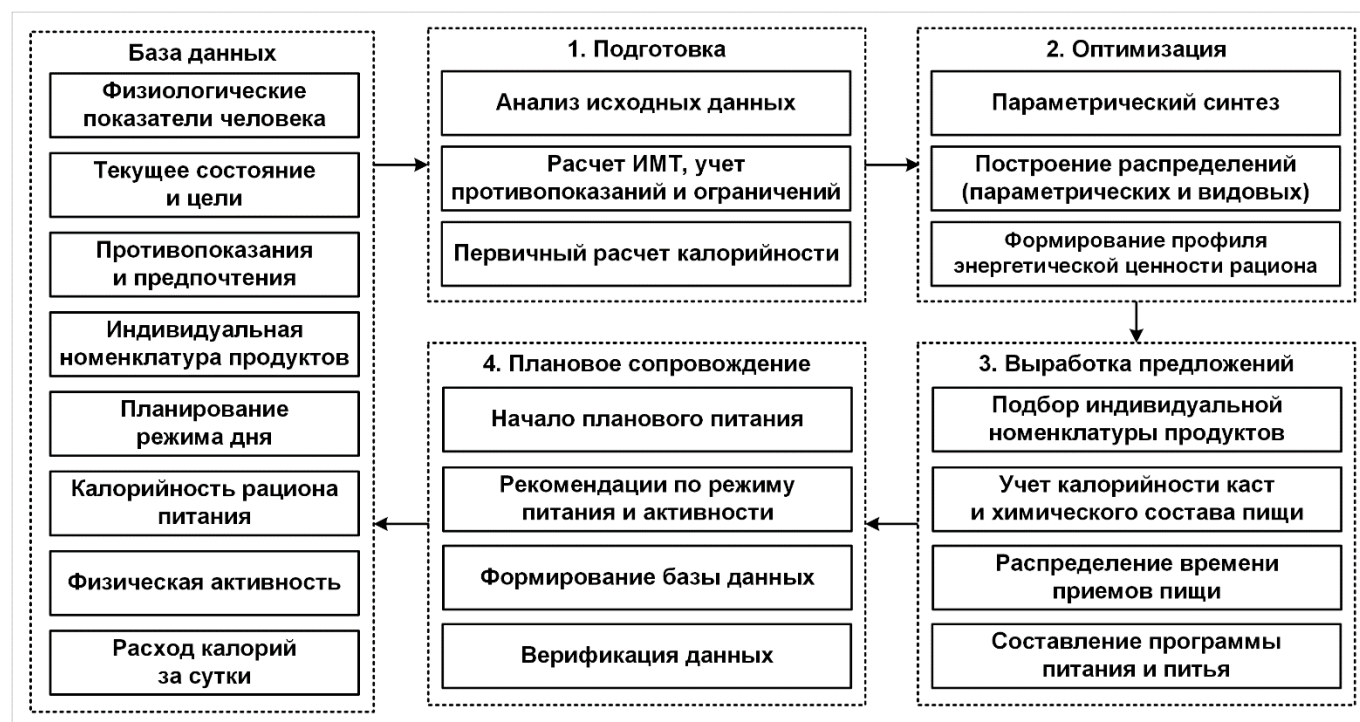


Рис.3. Этапы методики оптимального управления рационом питания

На первом этапе управления рационом питания осуществляется анализ исходных данных, которые включают в себя: возраст, вес, рост, текущее состояние организма, образ жизни, питание, энергетический расход и калорийность продуктов питания, противопоказания и другие особенности организма.

В настоящем эксперименте исследуется мужчина 35 лет, вес которого – 89 кг, рост – 183 см. Предварительно проведены следующие этапы исследования: рассчитан индекс массы тела

(ИМТ), который равен 26,6, что соответствует категории «избыточная масса тела» («предожирение»); противопоказаний и ограничений в питании нет; характер физической активности - офисная работа и регулярные тренировки (3 – 4 раза в неделю).

На данном этапе был произведен первичный расчет рекомендуемой калорийности суточного рациона по формуле Миффлина-Сан Джеора (7), которая равна 2612 ккал (с учетом коэффициента физической активности 1,4).

$$W_{\Sigma}^* = ((10 \times \text{вес в кг}) + (6,25 \times \text{рост в см}) - (5 \times \text{возраст}) + 5) \times \text{коэф. активности} \quad (7)$$

Согласно «Норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [2] усредненная суточная энергетическая потребность данной категории людей составляет 2650 ккал. С учетом нормализации ИМТ (возможно снижением веса тела до 84 – 85 кг) итоговая суточная энергетическая ценность пищевого рациона принимается равной 2475 ккал. Полученное значение используется на втором этапе методики управления питанием (рис. 3).

На данном этапе осуществляется параметрический синтез. Для этого строится ранговое параметрическое распределение (рис. 4) рациона питания по значению его целевой суточной энергетической ценности (2475 ккал). Значения рангов подбираются согласно формуле (1), с учетом того, что минимальное значение ранга составляет 1 ккал. Для получения значения суточной энергетической ценности рациона в 2475 ккал необходимо иметь следующие параметры рангового распределения: $W_1^* = 350$, $\beta_w^* = 1$, 583 ранга (элемента).



Рис. 4 Ранговое параметрическое распределение

Таким образом, значения граничных точек максимального и минимального ресурса системы равны соответственно 350 и 1, то есть максимальная калорийность элемента для данной системы питания не должна превышать 350 ккал, а минимальная калорийность элемента – 1 ккал. Далее определяется ресурс, приходящийся на касту в системе, который равен максимальному ресурсу, то есть 350 ккал. Общее количество каст получается путем деления 2475 ккал на 350 ккал, и составляет 7. Численность самого массового класса, как отношения суммарного ресурса касты, приходящегося на численность элементов, к минимальному ресурсу, необходимому самому малому пространственно-технологическому кластеру, равно 350 элементов (по 1 ккал).

Каста – это совокупность классов (видов по [4]) с суммарной калорийностью, равной максимальному ресурсу, в которой класс представляет собой часть системы, в состав которого входят

элементы с одинаковой калорийностью, при этом элемент (особь по [4]) – это часть класса с минимально допустимым для этого данного класса количеством калорий. Данная система имеет 36 классов (рис. 6). Кроме того, вводится понятие подкласса (подвида) – это часть класса, группа элементов класса которого заполняется пищевым продуктом одного вида (например, 100 г огурца). Распределение по кастам происходит путем группировки близлежащих элементов на ранговой кривой таким образом, чтобы сумма энергетической ценности касты была не менее 350 ккал и при этом элементы (особи) на разделялись на части.

В итоге получаем, что граничные точки на ранговом видовом распределении системы питания имеют следующие координаты: (1; 350) и (36; 1). Номограмма, объединяющая оптимальное ранговое видовое и вторичное ранговое параметрическое распределения, а также график, связывающий параметрический и видовой ранги, представлены на рис. 5

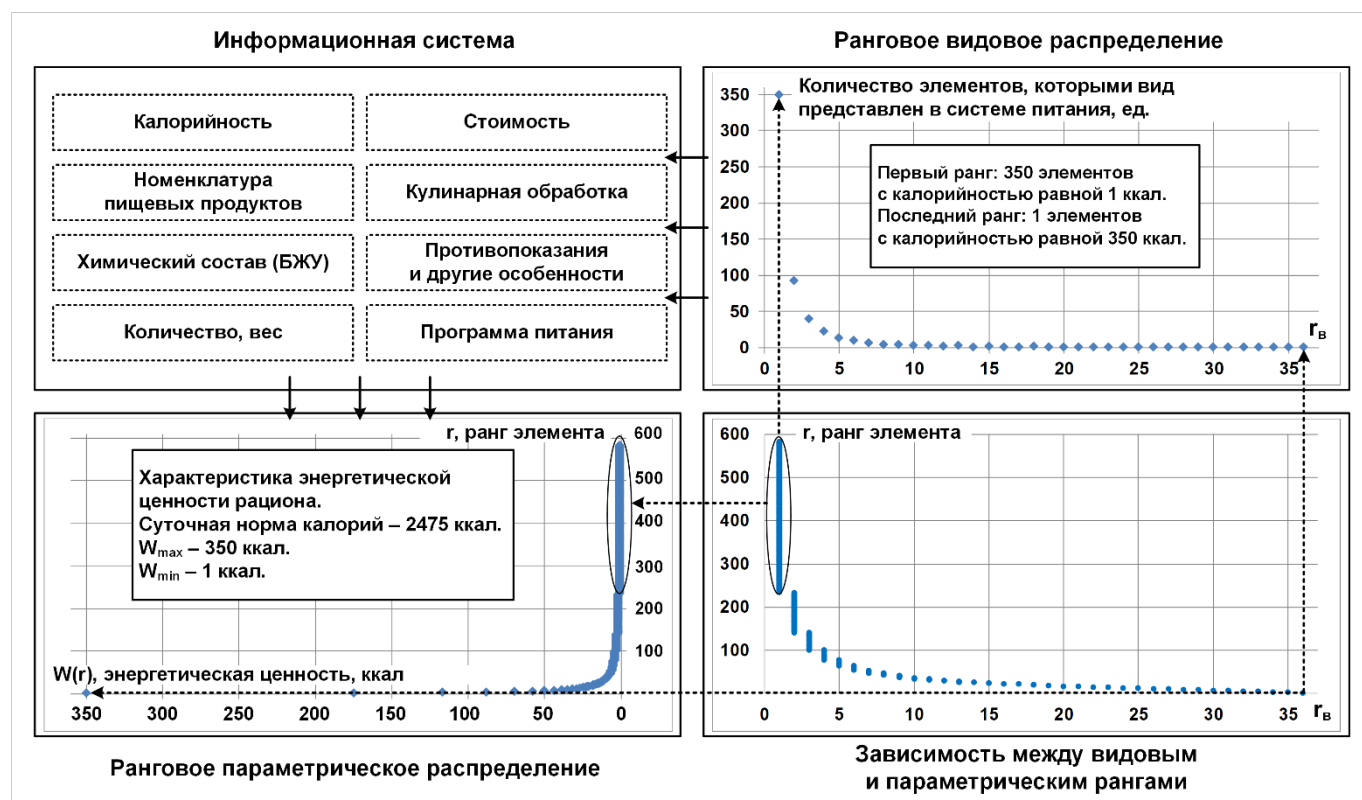


Рис. 5. Номограмма системы питания

На рис. 6 представлены сводные данные 36 классов: номер, калорийность, численность, суммарная калорийность классов и принадлежность их к кастам. На основе значений суммарной калорийности классов пищевых продуктов строится профиль энергетической ценности рациона, который представляет собой гистограмму классов, сгруппированных по кастам (рис. 7).

На основании выше приведенного профилем энергетической ценности рациона питания (далее, профиль) будем считать систему классов, распределенных по кастам. На профиле (рис. 7) представлена схема баланса энергетической ценности рациона питания. Баланс между низкокалорийными и высококалорийными классами показан модулями. Модуль представляет собой совокупность классов, суммарная калорийность которых составляет половину суммарной калорийности профиля. Из данных рис. 7 видно, как два модуля сбалансированы и имеют соответственно значения калорийности суточных рационов соответственно 1235 ккал и 1240 ккал.

В первой касте (рис. 7) расположен 1 класс, состоящий из 350 элементов с калорийностью 1 ккал. Во второй касте расположены два класса: один класс состоит из 93 элементов с калорийностью 2 ккал, а другой класс состоит из 40 элементов с калорийностью 3 ккал (рис. 7). Аналогичным образом происходит заполнение всех 7 каст (рис. 7). Седьмая каста представлена одним классом, состоящим из одного элемента калорийностью 350 ккал.

Номер класса	Калор. класса, ккал	Числен., элемент	Суммарн. калор., ккал	Номер касты	Номер класса	Калор. класса, ккал	Числен., элемент	Суммарн. калор., ккал	Номер касты
1	1	350	350	1	19	19	1	19	4
2	2	93	186	2	20	21	1	21	4
3	3	40	120	2	21	22	1	22	4
4	4	23	92	3	22	23	1	23	4
5	5	14	70	3	23	25	1	25	4
6	6	10	60	3	24	27	1	27	4
7	7	7	49	3	25	29	1	29	5
8	8	5	40	3	26	32	1	32	5
9	9	5	45	3	27	35	1	35	5
10	10	3	30	4	28	39	1	39	5
11	11	3	33	4	29	44	1	44	5
12	12	2	24	4	30	50	1	50	5
13	13	3	39	4	31	58	1	58	5
14	14	1	14	4	32	70	1	70	5
15	15	2	30	4	33	88	1	88	6
16	16	1	16	4	34	117	1	117	6
17	17	1	17	4	35	175	1	175	6
18	18	2	36	4	36	350	1	350	7

Рис. 6 Сводные данные классов пищевых продуктов

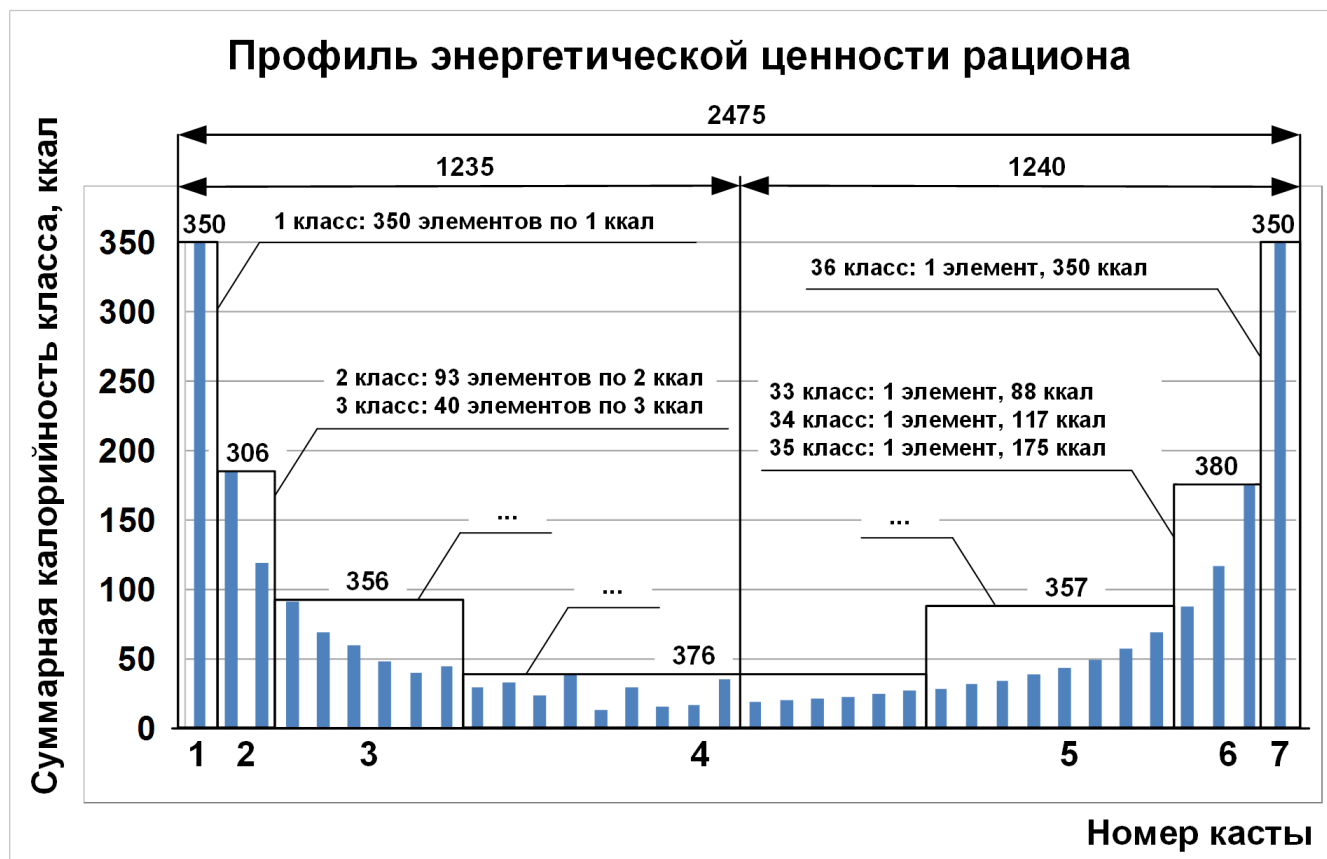


Рис. 7 Гистограмма классов профиля энергетической ценности рациона питания

Далее производится соотнесение каст с базой данных пищевых продуктов (таблица 1). В базе данных продукты сортируются по калорийности (по убыванию), с целью дальнейшего подбо-

ра пищевых продуктов при составлении рациона в соответствии с профилем. Для каждого человека возможно формировать индивидуальную базу данных пищевых продуктов (рис. 3) с учетом его предпочтений, противопоказания и других особенностей (финансовый бюджет на еду, вегетарианство, непереносимость каких-либо пищевых продуктов и т.д.). Питание такими пищевыми продуктами из номенклатуры индивидуальной базы данных должно выполнять энергетическую, пластическую, эстетическую и при необходимости лечебную функцию.

Таблица 2 является результатом второго этапа и является исходными данными для третьего и четвертого этапа методики (рис. 3). В ней представлен баланс между низкокалорийными и высококалорийными продуктами, который соответствует принципу равнозначности параметров системы [4]. Первой касте соответствуют низкокалорийные продукты калорийностью от 10 до 50 ккал (таблица 2), второй – от 50 до 100 ккал и т.д. В первой касте важно иметь максимальное разнообразие низкокалорийных продуктов и при этом обеспечить энергетическую ценность в 350 ккал. Так, например, в рацион первой касты можно включить овощи и фрукты, которые имеют соответственно калорийность до 50 ккал, а в рацион седьмой касты – орехи, так как они имеют калорийность от 600 ккал. Данный баланс энергетической ценности рациона питания необходимо учитывать при составлении индивидуальных программ питания (3 и 4 этапы методики).

Таблица 1

Фрагмент базы данных пищевых продуктов

№	Наименование	Содержание в 100 г			Калорийность, ккал. в 100 г	Стоимость, в у.е.
		Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г		
Продукты калорийность свыше 600 ккал						
1.	Масло кукурузное	1	101	0	916	2
2.	Масло растительное	2	97	0	897	1,2
3.	Масло топленое	0	86	0	890	1,5
4.	Фундук	15	62	11	665	10
5.	Кедровые орехи	15	63	17	652	11
6.	Майонез провансаль 67%	3	369	25	619	1
7.	Кешью	21	48	20	607	9
8.	Миндаль	18	51	16	601	8
Продукты калорийность от 400 до 600 ккал						
9.	Семена тыквы неочищенные с солью	29	47	13	596	7
10.

Таблица 2

Распределение суммарной энергетической ценности рациона по кастам

Номер касты	Сумма калорий касты, ккал	Диапазон калорийности касты, ккал	Количество видов продуктов
1	350	от 10 до 50	Максимальное разнообразие
2	306	от 50 до 100	Разнообразие
3	356	от 100 до 200	Разнообразие
4	376	от 200 до 300	Разнообразие
5	357	от 300 до 400	До восьми видов продуктов
6	380	от 400 до 600	До трех видов продукта
7	350	свыше 600	Один вид продукта

Исходя из индивидуальной базы данных (таблица 1) и с учетом баланса энергетической ценности рациона (таблица 2) составляется меню на день, на неделю. На сегодняшний день существуют много источников информации по энергетической ценности продуктов питания. Для автоматизации расчетов рекомендуется использовать ряд приложений (FatSecret, Счетчик калорий и др.) для смартфона, позволяющих учитывать ежедневный рацион питания и управлять его кало-

рийностью. С помощью таких приложений можно вести так называемый «дневник питания» и корректировать свое меню на сегодня или на последующие дни. Пример заполнения меню на один день представлен в таблице 3. Данное меню распространяется на испытуемого мужчину с описанными выше параметрами и соответствует его суточной потребности в калориях.

Таблица 3

Пример заполнения меню на один день (в ккал)

Наименование блюд и продуктов	Б	Ж	У	Калор. в 100 гр.	Гр	Ккал	Прием пищи	Стоимость, рублей
7 каста свыше 600 ккал								
Орех грецкий	7,8	33,3	5,7	671	52	350	Полдник	50
Итого 1 каста					52	350		
6 каста от 400 до 600 ккал								
Шоколад Ritter Sport	2,4	15,2	20	574	40	230	Завтрак	8
Печенье Юбилейное	2,28	5,85	19,65	465	30	140	Перекус	8
Итого 2 каста					70	370		
5 каста от 300 до 400 ккал								
Вермишель Гранмулино	18,72	1,98	128,7	346	180	619	Обед	32
Итого 3 каста					180	619		
4 каста от 200 до 300 ккал								
Курага	2,5	0	27	232	50	116	Полдник	50
Сыр в нарезке	8,4	4,5	0	247	50	74	Ужин	20
Итого 4 каста					50	190		
3 каста от 100 до 200 ккал								
Котлеты куриные на пару	25,32	1,92	5,88	126	120	151	Обед	20
Каша геркулесовая на молоке	6,33	24,53	45,74	105	200	209	Завтрак	20
Итого 5 каста					320	360		
2 каста от 50 до 100 ккал								
Банан	1,29	0,39	27	96	120	107	Перекус	10
Борщ с говядиной	8,2	6,58	6,03	57	200	115	Обед	10
Итого 6 каста						222		
1 каста до 50 ккал								
Брокколи тушеные	2,32	2,31	7,02	50	100	50	Ужин	8
Овощной салат	1,21	10,67	5,17	89	130	116	Обед	20
Чай с лимоном и сахаром	0	0	10	19	400	19	Завтрак, Ужин	20
Апельсин	1,87	0,42	16,85	36	208	75	Перекус	15
Яблоко зеленое	0,43	0,28	23,25	44	200	88	Перекус	15
Итого 7 каста					1038	367		
Итого	89,07	107,91	348,01	544,99	3790	2478		314 руб.

Суммарная калорийность представленного меню равна 2478 (таблица 3). Блюда и продукты распределены по кастам, по приемам пищи. Калорийность каст 1, 3 и 5 в данный день превышена, а 2, 4 и 6 – недостаточна (таблица 2 и 3), – это учитывается при планировании меню на следующий

день. Кроме этого, посчитана примерная стоимость рациона на один день. С учетом рассчитанного баланса энергетической ценности рациона формируется недельный рацион путем простого суммирования энергетической ценности суточных рационов (таблица 4). Как видно из таблицы 4, данная методика позволяет корректировать меню в течение недели с учетом рациона пройденных дней. Важно, чтобы суммарная энергетическая ценность каст была сбалансирована между собой.

Таблица 4

Пример заполнения еженедельного рациона питания (в ккал)

№ касты	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс	ИТОГО, ккал
1	350	0	700	0	350	700	350	2450
2	350	350	0	700	0	350	700	2450
3	350	0	700	350	700	350	0	2450
4	0	350	350	350	350	700	350	2450
5	700	350	350	350	0	350	350	2450
6	350	700	0	0	350	350	700	2450
7	350	350	350	500	700	0	350	2600
Сумма	2450	2100	2450	2250	2450	2800	2800	Ср. значение 2471, ккал

Предложенная программа составляется на основе расчета баланса энергетической ценности рациона питания, с учетом индивидуальной базы данных организма и включает в себя предпочтительные пищевые продукты. Она может быть сбалансирована с учетом балансов пластических и биологически активных веществ организма, как основного принципа сохранения гомеостаза, заложенного в концепции оптимального питания [4]. Для этого в предложенной методике необходимо ввести дополнительный расчет по витаминам, минеральным веществам, пищевым волокнам и минорным компонентам, источником которых являются, прежде всего, разнообразные овощи и фрукты из 1 касты. Одновременно данные продукты выполняют эстетическую функцию питания, доставляя организму наслаждение.

Таким образом, в настоящей работе представлена методика управления рационом питания по энергетическому балансу организма за счет подбора рациона питания, адекватного по калорийности энерготратами организма, с использованием расчетного метода рангового анализа, основанного на параметрическом синтезе. Метод позволяет сформировать оптимальную номенклатуру пищевых продуктов из доступных пищевых источников путем суммирования калорийности каждого продукта. Применение рангового анализа создает предпосылки для автоматизированного формирования рациона питания для любого человека с учетом его возраста, пола, массы, индивидуальных особенностей обмена организма, профессиональной занятости, физической активности, региона проживания, предпочтительных продуктов питания и других факторов. Метод основан на подборе высококалорийных и низкокалорийных продуктов и заключается в равномерном заполнении каст профиля энергетической ценности рациона. При правильном подборе пищевых продуктов организму обеспечивается сбалансированность между его энерготратами и их компенсацией через питание, а, следовательно, пластическое равновесие по белковым, жировым, углеводным компонентам, как основным источникам энергии. При дополнении данного метода расчетами поступления из данных источников витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и минорных компонентов его применение позволит осознанно улучшить качество питания, а, следовательно, качество жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мезенова, О.Я. Гомеостаз и питание: Учебное пособие. / О.Я. Мезенова. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 224 с.
- 2 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации: – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.
- 3 Кудрин, Б.И. Введение в технетику. / Б.И. Кудрин; – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 552 с.

4 Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. –3-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2019]. – 896 с. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный.

5 Gnatyuk V. Potential of energy saving as a tool for increasing the stability / Viktor I. Gnatyuk, Gennady V. Kretinin, Oleg R. Kivchun, Dmitry V. Lutsenko // International journal of energy economics and policy. – ISSN 2146-4553. – Mersin: Cag University. – 2018. – № 8 (1). – P. 137 – 143. – Scopus.

6 Гнатюк, В.И. Универсальная модель организации как инструмент реализации целостного подхода в управлении социально-экономическими системами / В.И. Гнатюк, А.А. Меркулов, А.Я. Яфасов // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 2 (40), т. 2. – С. 143 – 155.

7 Шейнин, А.А., Гнатюк, В.И. Методика определения оптимальных норм электропотребления. / А.А. Шейнин, В.И. Гнатюк // Журнал «Прикладная информатика». – 2014. – № 3 (51).

8 Шейнин, А.А., Меркулов, А.А., Методы нормирования в ранговом анализе. / А.А. Шейнин, А.А. Меркулов // IV Международный Балтийский морской форум, Материалы международного форума. – 2016.

9 Шейнин, А.А., Гнатюк, В.И. Методы нормирования номенклатуры и ресурсопотребления инфраструктурных объектов / А.А. Шейнин, В.И. Гнатюк // «Промышленная энергетика». – 2017. – № 6.

METHOD OF SELECTION OF DIET BY CALCULATING ITS ENERGY VALUE USING RANGE ANALYSIS

¹Sheynin Alexander Anatolyevich, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher

²Mezenova Olga Yakovlevna, Doctor of Technical Sciences, Professor

¹LLC "KIC-Technocenose",

Kaliningrad, Russia, e-mail: sheynin@mail.ru

²Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: mezenova@klgtu.ru

The method of selection of a diet by calculation of its energy prices-news with use of the rank analysis is offered. The technique is based on determining the balance between the energy value of the diet by the caloric content of available products and energy of the body. Rank analysis based on parametric synthesis is used to calculate the energy balance. The initial data of this technique is the daily energy consumption of the body, taking into account its characteristics and physical activity. The proposed method can be used for the preparation of individual programs of human nutrition, depending on its energy costs. At the same time, it is recommended to calculate the quantity and ratio of plastic and biologically active substances (proteins, fats and carbohydrates, vitamins, minerals, dietary fibers, minor components) entering the body and compare them with physiologically recommended norms.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАРМЕЛАДА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ямченко Татьяна Витальевна, бакалавр

Землякова Евгения Сергеевна, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Мармелад – это сахаристое кондитерское изделие, пользующееся популярностью у всех возрастных групп населения. Причём потребность в данном продукте продолжает увеличиваться. В результате изучения литературных данных была создана технология производства мармелада функционального назначения. За основу взята стандартная технология производства желейного мармелада на агаре. Основой продукта послужил овсяный напиток, а сушёные яблоки – как источник биологически активных веществ. Конечным результатом исследования является не только расширение ассортимента мармеладных изделий, а также создание полезного продукта

Введение

Одним из главных факторов, определяющих нормальную жизнедеятельность организма, его работоспособность и здоровье, является питание. Основными незаменимыми питательными веществами являются аминокислоты, жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, пищевые волокна и др.

Однако, в современном мире были выявлены отклонения рациона питания такие как: недостаточное потребление белков; избыточное потребление жиров, особенно животного происхождения; дефицит полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон. Для деятельности организма роль этих веществ неопределима. Всё это вызвано сбитами режимами питания, употреблением нездоровой пищи, постоянными стрессами, плохой экологией и множеством других факторов, влияющих на наше питание, соответственно, и на организм в целом [1].

Одними из самых распространённых заболеваний являются заболевания желудочно-кишечного тракта, возникающие из-за неправильного питания.

В значительной степени нарушения питания среди населения России обусловлены кризисным состоянием в производстве и переработке продовольственного сырья и пищевых продуктов, ухудшением экономического положения большей части населения страны, ее низкой покупательной способностью.

Целью государственной политики в области здорового питания является сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, в том числе обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием детей и взрослых. Одной из задач реализации Государственной политики является разработка, производство и реализация продуктов функционального назначения [1].

Функциональный пищевой продукт - специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов [2].

Вопрос о создании функционального продукта питания, который восполнял бы недостаток биологически активных веществ и благотворно влиял бы на желудочно-кишечный тракт, в современном мире является актуальным.

Кондитерские изделия представляют собой группу продукции широкого ассортимента, значительно различающегося по рецептурному составу, технологии приготовления и потребительским свойствам.

Из всего ассортимента кондитерского производства особо потребляются мармелад, конфеты и зефир.

Мармелад имеет ряд преимуществ перед другими изделиями – сравнительно невысокая цена, низкая калорийность, способность связывать и выводить токсины, соли тяжёлых металлов из организма. Сейчас на потребительском рынке этот вид продукции выпускается в широком ассортименте [3].

В период с 2011 по 2015 года продажи жевательного мармелада в России увеличились на 58,1%: с 23,3 тыс. т в 2011 г до 36,8 тыс. т в 2015 г. [4].

Также летом 2018 года холдинг "Ромир" изучил тенденции на рынке современных кондитерских изделий. Выяснилось, что с мая 2017 г. по май 2018 г. мармелад разных марок стали покупать больше на 18% [5].

Из приведённых данных можно сделать вывод о том, что в будущем производство и спрос на мармелад будет расти. Поэтому существует потребность создавать новые виды данной продукции. Но делается это не только с точки зрения увеличения ассортимента мармеладных изделий на рынке кондитерской продукции, а также для создания новых продуктов функционального назначения, которые будут не только вкусными, но и полезными для здоровья людей всех возрастных категорий.

Результаты научных исследований

Мармелад – это сахаристое кондитерское изделие студнеобразной консистенции, имеющее определенную заданную форму, получаемое увариванием растительного сырья и (или) раствора студнеобразователя с сахаром, с добавлением или без добавления патоки, пищевых добавок, ароматизаторов [6].

Традиционно мармелад производится на основе фруктового, ягодного или овощного сырья, обладающего желирующими свойствами. Также может дополнительно вводиться студнеобразователь, для увеличения желирующей способности.

В данной работе при производстве мармелада было выбрано нестандартное сырьё, а именно овсяные хлопья, из которых получается овсяный напиток, выступающий в роли основы для данного изделия.

Овсяный напиток – это жидкий продукт, приготовленный из овсяных хлопьев. В данном случае используются овсяные хлопья «Геркулес».

Овсяные хлопья – овсяная крупа, расплюснутая при помощи специального аппарата в виде рифлёных или гладких лепестков.

Данный выбор сырья обусловлен с целью обогащения продукта белками, витаминами и минеральными веществами, которыми богаты овсяные хлопья. Также в овсяных хлопьях содержится крахмал, который будет выступать в роли загустителя при производстве мармелада.

Для того, чтобы консистенция мармелада получилась более плотная в качестве желирующего агента выбран агар-агар, поскольку он является одним из самых сильных желирующих агентов по сравнению с остальными.

В качестве дополнительного обогащающего сырья были выбраны сушёные яблоки вместе с кожурой. Как известно, яблоки – это самый распространённый фрукт не только на территории Калининградской области, но и в России. Этим обуславливается его доступность для производства. Также яблоки являются источниками витаминов, минералов и пищевых волокон, в том числе пектина. Все эти биологически активные вещества полезны для организма.

Яблоки используются в сушёном виде вместе с кожурой потому, что в них концентрация всех полезных веществ намного выше, чем в сырых, свежих яблоках.

Для повышения вкусовых характеристик в технологии получения мармелада используется сахар, а поверхность обсыпается сахарной пудрой.

Маркетинговое исследование предпочтений потребителей в области сахаристых кондитерских изделий

Для обоснования выбора вида сырья и готового продукта было проведено маркетинговое исследование потребителей. Оно проводилось методом опроса путем заполнения анкет респондентами. Применялся структурированный опрос, т.е. все опрашиваемые отвечали на одни и те же вопросы. В маркетинговом исследовании приняло участие 100 человек.

В ходе проведенного маркетингового исследования было выяснено, что самыми популярными сахаристыми кондитерскими изделиями являются конфеты и мармелад (диаграмма 1).

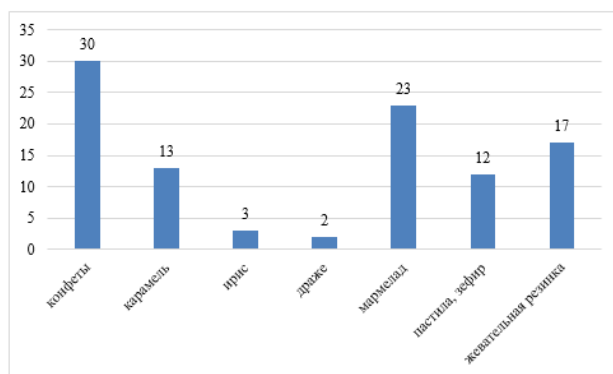


Диаграмма 1 – Распределение респондентов по предпочтениям в выборе сахаристых кондитерских изделий

Также 34% опрошенных покупают мармелад 1 раз в 2 недели (диаграмма 2), а самыми популярными видами мармелада являются жележный или жевательный без кусочков фруктов и овощей и жележный-фруктовый или овощной (диаграмма 3).

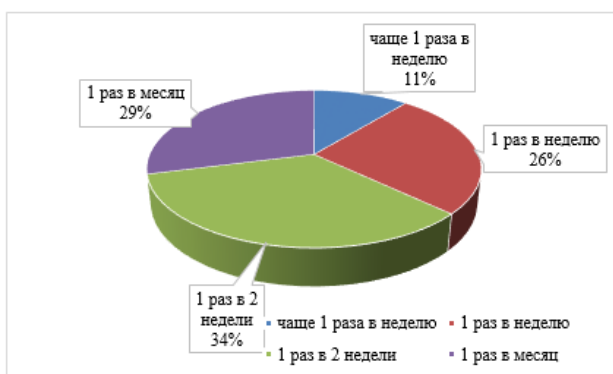


Диаграмма 2 – Частота приобретения мармелада

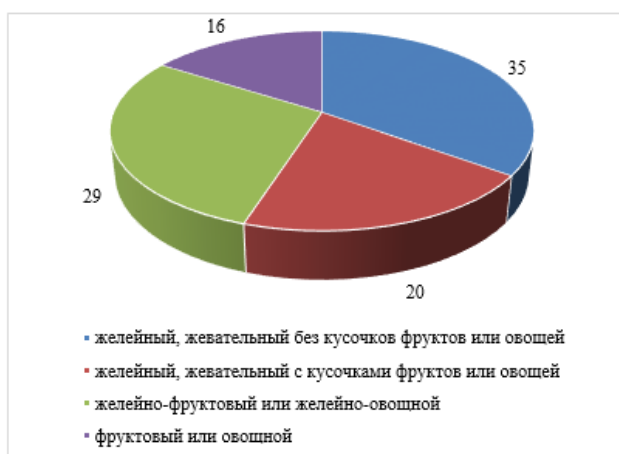


Диаграмма 3 – Распределение респондентов по предпочтениям к определенным видам мармелада

Был задан вопрос хотят ли респонденты попробовать мармелад, приготовленный из «не традиционного» сырья (не из фруктов, ягод или овощей): 61% - да, 39% - нет.

Также, был задан вопрос знают ли они, что такое овсяный напиток: 57% - нет, но при этом 65% опрошенных ответили положительно на вопрос о том, хотели бы они попробовать мармелад, приготовленный на основе овсяного напитка, обогащённый пектином.

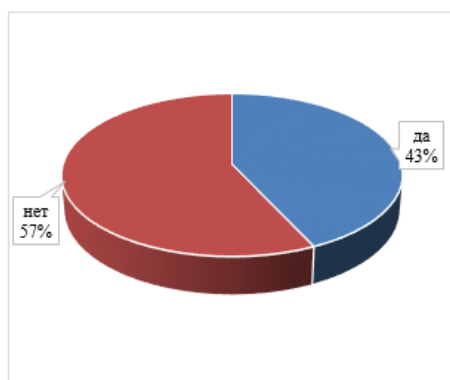


Диаграмма 4 – Распределение респондентов по результатам ответа на вопрос: «Знаете ли Вы что такое овсяный напиток?»

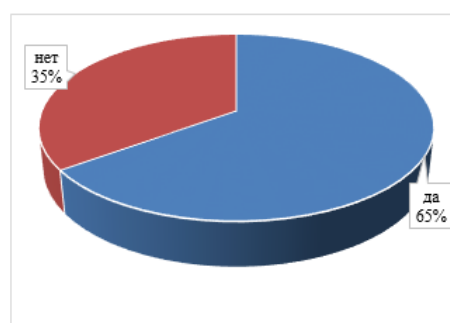


Диаграмма 5 - Распределение респондентов по результатам ответа на вопрос: «Хотели бы Вы попробовать мармелад, приготовленный на основе овсяного напитка, обогащенный пектином?»

В результате проведённого маркетингового исследования выяснилось, что спрос на сахаристые кондитерские изделия, а именно на мармелад присутствует, и что опрошенные готовы попробовать новый вид мармелада на основе не стандартного сырья – овсяного напитка, обогащённого пектином.

Математическое моделирование рецептуры мармелада функционального назначения

За основу производства мармелада функционального назначения была взята стандартная рецептура приготовления мармелада на агаре. В технологии производства нового вида мармелада было использовано нестандартное сырьё, следовательно, необходимо провести расчеты и установить оптимальные дозировки составляющих мармелада и разработать новую рецептуру на данный продукт с учётом особенностей его органолептических показателей.

Главные параметры, влияющие на качество продукта (органолептические показатели) и его функциональность, это количество измельченных сушеных яблок и агар-агара. Для определения оптимального количества этих компонентов был использован метод математического моделирования, ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов.

Математическая модель дает возможность получить оптимальные значения вводимых компонентов, приготовив при этом минимальное количество образцов мармелада (9 образцов).

Варьировали содержание измельчённых сушёных яблок ($M_{яб}$) и агара пищевого ($M_{аг}$) в 100 г готового продукта. Диапазон измерения факторов, а также пределы их варьирования, приведены в таблице 1.

Диапазон изменения факторов и пределы их варьирования

Факторы	Уровни			Интервал варьирования, ΔX
	-1	0	+1	
Масса измельченных сушеных яблок $M_{яб}$ (X_1), г/100 г	23	26	29	3
Масса агара $M_{аг}$ (X_2), г/100 г	17	21	25	4

Качество готового продукта (частный отклик) оценивали, по органолептической оценке, (в баллах, «идеальное» значение 5,0 баллов), приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Частные отклики и их «идеальные» значения

Наименование отклика	Размерность	Идеальное значение
Вкус	Балл	5
Консистенция	Балл	5

Осуществление эксперимента выполнялось согласно с матрицей ОЦКП. Была составлена матрица и план эксперимента, а также план эксперимента по оптимизации рецептуры мармелада функционального назначения.

По результатам обработки опытов плана эксперимента была построена полиномиальная модель второго порядка, содержащая неизвестные коэффициенты.

После вычисления всех независимых коэффициентов, они подставляются в полином второго порядка и получается математическое уравнение, которое адекватно описывает функцию отклика в искомой области, а также является моделью с кодированными значениями уровней факторов. Уравнение с кодированными значениями уровней факторов:

$$y = -0,01964 + 0,001025x_1 + 0,00037x_2 + 0,00039x_{12} + 0,02181 \left(x_1^2 - \frac{2}{3} \right) + 0,01473 \left(x_2^2 - \frac{2}{3} \right)$$

где x_1, x_2 – кодированные значения уровней факторов.

Для того чтобы перейти к натуральному виду уравнения с натуральными значениями уровней факторов, необходимо рассчитать кодированные значения уровней факторов, выраженные через натуральные величины, представленные в табл. 1, после чего подставить их в полученное ранее кодированное уравнение и преобразовать.

Уравнение с натуральными значениями уровней факторов:

$$y = 0,06395M_{яб} + 0,02058M_{аг} + 0,0000325M_{яб}M_{аг} + 0,002423M_{яб}^2 + 0,000921M_{аг}^2 + 0,49$$

где $M_{яб}, M_{аг}$ – натуральные значения уровней факторов.

Далее, математически преобразовав полученное уравнение в натуральном виде, а также с помощью дифференцирования и решения системы уравнения, нашли оптимальные значения факторов: масса измельченных сушеных яблок ($M_{яб}$) составляет – 26,90 г/100 г, масса агара ($M_{аг}$) – 21,40 г/100 г.

На основе полученных зависимостей была построена геометрическая модель оптимизации производства мармелада функционального назначения (рисунок 1).

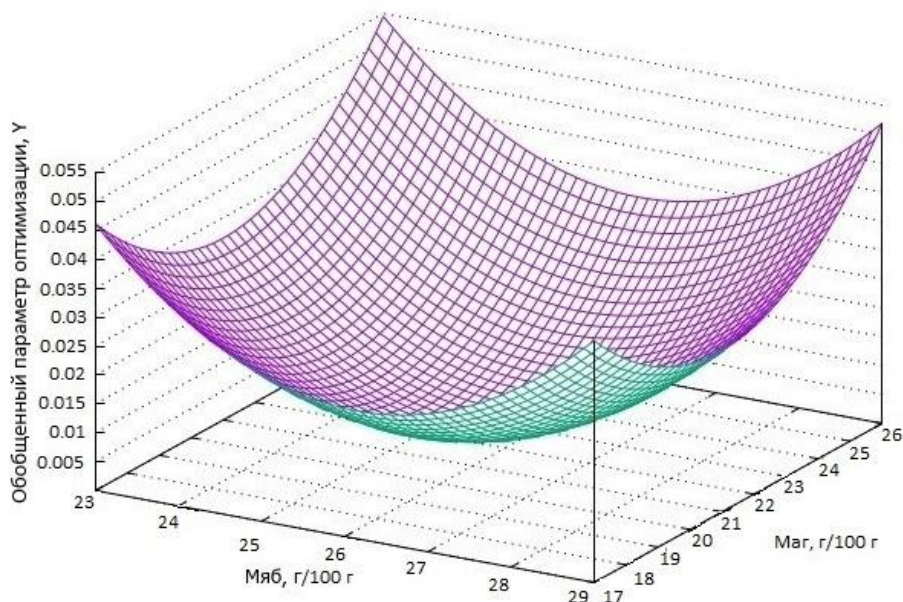


Рисунок 1 – Геометрическая модель оптимизации производства мармелада функционального назначения

Таким образом, в ходе проведенного математического моделирования, была разработана рецептура мармелада функционального назначения на основе овсяного напитка, представленная в таблице 3.

Таблица 3

Рецептура мармелада функционального назначения на основе овсяного напитка

Ингредиент	Единицы измерения	Расход сырья на 100 кг
Овсяные хлопья «Геркулес»	кг	22,00
Яблоки сушеные	кг	26,90
Агар пищевой	кг	21,40
Сахар-песок	кг	20,10
Сахарная пудра	кг	3,20
Вода	л	81,30

Продукт был изготовлен по разработанной рецептуре по соответствующей технологической схеме.

Технологическая схема производства мармелада функционального назначения

Данный продукт изготавливается в виде слоеного изделия с прослойкой из овсяного напитка и измельченных сушеных яблок. Всего в изделии 5 слоев: 2 слоя прослойки и 3 слоя из желейного мармелада, приготовленного из воды, сахара и агара.

Технология производства мармелада на основе овсяного напитка включает в себя следующие этапы [3]:

- приём сырья;
- подготовка сырья (получение овсяного напитка и мармеладной массы, замачивание агара, измельчение сушеных яблок);
- составление смеси для прослойки из овсяного напитка;
- уваривание мармеладной массы и смеси для прослойки из овсяного напитка;
- розлив в формы с чередованием слоя мармелада и прослойки;
- студнеобразование;
- подсушка мармелада;

- обсыпка мармелада;
 - упаковывание и маркирование.
- После изготовления продукта определялась его биологическая ценность и функциональность.

Характеристика готового продукта

Органолептические показатели готового продукта представлены в таблице 4, общий химический состав в таблице 5.

Таблица 4

Органолептические показатели мармелада функционального назначения

Наименование показателя	Характеристика
Вкус, цвет, запах	Для мармеладных слоёв: Сладкий вкус и запах, без посторонних привкусов и запахов. Цвет от светло бежевого до бежевого, слегка мутноватый. Для прослойки: Выраженный вкус яблок с привкусом овсяных хлопьев. Цвет изделия от бежевого до светло бежевого. Запах соответствует запаху яблок, без посторонних привкусов и запахов.
Консистенция	Для мармеладных слоёв: Студнеобразная плотная, без посторонних примесей. Для прослойки: Студнеобразная. Допускается присутствие небольших вкраплений овсяных хлопьев и яблок.
Форма	Правильная, без деформаций. Допускается нечёткий контур в следствие обсыпки сахарной пудрой.
Поверхность	Обсыпанная сахарной пудрой

Таблица 5

Общий химический состав мармелада функционального назначения

Компонент	Содержание, г на 100г продукта
Белки	2,00
Жиры	0,30
Углеводы	65,50
Вода	29,0
Пектиновые вещества	1,30
Энергетическая ценность, ккал	276,54

Содержание белков, жиров и углеводов определялось расчетным методом - данный метод осуществляется путём учёта белков, жиров и углеводов в каждом ингредиенте мармелада и перерасчёте их на готовый продукт.

Содержание влаги определялось методом высушивания навески продукта в сушильном шкафу.

Пектиновые вещества осуществлялись по методу Мелитца - данный метод основан на способности пектиновых веществ, находящихся в клеточном соке и в тканях плодов и овощей, извлекаться водой. Протопектин извлекается водой со слабой кислотой, а свободная пектиновая кислота и её кальциевые и магниевые соли – кипячением. Извлеченные пектиновые вещества вновь переводятся добавлением CaCl_2 в пектат кальция, который определяется весовым методом. Метод позволяет определить общее количество пектиновых веществ.

Также в готовом продукте определялось содержание минеральных веществ расчётным методом. Их содержание в 100 г продукта представлено в таблице 6 [7].

Содержание минеральных веществ в мармеладе функционального назначения

Нутриент	Содержание, мг на 100 г продукта	Суточная потребность, мг	% от суточной потребности
Магний	158,8	400	39,7
Железо	5,3	18	29,4

Суточная потребность в пектине для взрослого человека составляет 3-4 г в сутки. Содержание пектина в 100 г мармелада составило 1,30 г, что удовлетворяет суточную потребность в данном веществе на 32,50% [8].

Также по результатам расчётного метода было выяснено, что содержание минеральных веществ, а именно магния и железа, в 100 г продукта составляет 39,7% и 29,4% от суточной нормы соответственно.

Исходя из определения функционального продукта, в котором говорится что это продукт, содержащий в своём составе функциональные пищевые ингредиенты, составляющие количественно не менее 15% суточной потребности, можно сделать вывод, что разработанный мармелад на основе овсяного напитка с добавлением сушёных яблок является функциональным продуктом по содержанию пектиновых веществ, магния и железа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Кочеткова А.А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе. / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилкин // Пищевая промышленность. - 2003. - № 5. - С. 8-10

2 ГОСТ Р 54059-2010 Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 8 с.

3 Румянцева, В.В. Технология кондитерского производства: конспект лекций для вузов / В.В. Румянцева. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 141 с.

4 Анализ рынка жевательного мармелада в России в 2011-2015 гг., прогноз на 2016-2020 гг. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://marketing.rbc.ru/research/27277/>

5 Россияне налегают на сладости // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://www.vestifinance.ru/articles/104752>

6 ГОСТ 6442-2014 Мармелад. Общие технические условия. – М., 2015. – 8 с.

7 Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 236 с.

8 МР 2.3.1.1915-04 Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М., 2004. – 48 с.

**MANUFACTURING TECHNOLOGY OF MARMALADE
FUNCTIONAL PURPOSE**

Yamchenko Tatiana Vitalyevna, bachelor

Zemlyakova Evgenia Sergeevna, PhD in engineering, docent

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: evgeniya.zemljakova@klgtu.ru

Marmalade is a sugar confectionery product that is popular with all age groups of the population. And the need for this product continues to increase. As a result of the study of liter-ary data, the technology of production of functional marmalade was created. The standard technol-ogy of production of jelly marmalade on agar is taken as a basis. The basis of the product was an oat drink, and dried apples-as a source of biologically active substances. The end result of the study is not only the expansion of the range of marmalade products, as well as the creation of a healthy product.