

Научные аспекты конструирования рецептуры зернового батончика с использованием нетрадиционного растительного сырья

Бакуменко Олеся Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: bacumenko@rambler.ru

Алексеевко Елена Викторовна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: elealekseenk@rambler.ru

Рубан Наталья Викторовна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Адрес: 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

E-mail: nataligato@mail.ru

Регулярные обследования состояния здоровья и питания различных групп населения России свидетельствуют о наличии дефицитов важнейших пищевых веществ, приводящих к возникновению различных алиментарных заболеваний, распространенность которых в последние годы возросла. Одним из эффективных путей ликвидации дефицитов незаменимых пищевых веществ в рационах питания и повышения сопротивляемости организма вредным факторам является разработка рецептур и технологий пищевой продукции на основе натурального, высококачественного и безопасного сырья с целью укрепления здоровья и снижения риска возникновения заболеваний. Обоснована возможность введения в состав зернового батончика нетрадиционного растительного сырья, в частности семян конопли. Исследована пищевая ценность зерновых хлопьев, не требующих варки – овсяных, гречневых и хлопьев из пророщенной пшеницы, а также орехов – ядер кешью дробленых, миндаля и фундука. Установлено, что овсяные хлопья отличаются высоким содержанием нерастворимых пищевых волокон, витаминов В₁ и В₂, минеральных веществ – кальция, магния, железа. Дополнительным ингредиентом выбрано ядро кешью дробленое, так как оно содержит жиры, представленные разнообразными жирными кислотами, в том числе незаменимой полиненасыщенной линолевой кислотой, витамином РР, минеральными веществами – магнием, фосфором, железом. Изучена пищевая и биологическая ценность семян конопли по содержанию белка, жира, составу аминокислот и жирных кислот. Проведена сравнительная оценка по данным показателям с традиционными (пшеница, кукуруза, соя) и нетрадиционными (чечевица, лен) культурами. Выявлено, что семена конопли отличаются высокой биологической ценностью – содержание лизина выше, чем у семян льна, а метионина больше, чем в сое и льне. Отмечено высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3 и омега-6 и незначительный процент насыщенных жирных кислот; соотношение омега-6/омега-3 составляет 3:1. Научно обосновано снижение сахара в связующем веществе за счет добавления в него смородины и пектин-содержащих компонентов батончика. Использование свежей или быстрозамороженной черной смородины в режиме «быстрой варки» позволяет сохранить большинство витаминов, раскрыть вкус и запах ароматизатора (мускатный орех) и остальных фруктово-ягодных компонентов и улучшить вкусовые качества батончика.

Ключевые слова: нетрадиционное растительное сырье, семена конопли, зерновые батончики, связующее вещество, пищевая, биологическая ценность, функциональные ингредиенты

Введение

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года

(утверждена Распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 г. № 1364-р¹) ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику

¹ Распоряжение Правительства РФ 1364-р. (2016). *Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года*. <http://static.government.ru/media/files/9JUDtBOpqmoAatAhvT2wJ8UPT5Wq8qIo.pdf>

заболеваний, увеличение продолжительности и повышения качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции высокого качества и отвечающей требованиям безопасности.

Регулярные обследования состояния здоровья и питания различных групп населения России свидетельствуют о наличии дефицитов важнейших пищевых веществ (белков, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот), приводящих к возникновению различных алиментарных заболеваний – сердечно-сосудистых, желудочно-кишечного тракта, ожирения, новообразований и др., распространенность которых в последние годы возросла (Бакуменко и др., 2021; Budkevich et al., 2020; Коденцова и др., 2018).

Наиболее эффективным путем ликвидации дефицитов незаменимых пищевых веществ в рационах питания и повышения сопротивляемости организма вредным факторам является разработка рецептур и технологий пищевой продукции на основе натурального, высококачественного и безопасного сырья с целью укрепления здоровья и снижения риска возникновения заболеваний (Белявская и др., 2020; Ткачук и др., 2021; Alekseenko et al., 2021).

Научные представления и практические основы разработок в области пищевой продукции, направленные на поиск новых нетрадиционных источников сырья и разработку продуктов, обеспечивающих получение и гарантирующих безопасность и качество, с учетом пользы для здоровья, заложены в трудах российских ученых В.А. Тутельяна, А.П. Нечаева, В.Б. Спиричева, Л.Н. Шатнюк, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочетковой, Цыгановой Т.Б., Бутовой С.Н., Дубцова Г.Г. и других авторов.

Важная роль в разработке продуктов для здорового питания принадлежит растительному сырью – зерновым культурам (Мелешкина и др., 2016), сочному растительному сырью и др., которые, благодаря многообразию их макро – и микронутриентного состава являются ценной сырьевой базой для получения натуральной и высококачественной продукции (Быстрова, 2018). Кроме того, необходимо учитывать современные тенденции развития отраслей пищевой промышленности, ориентированные на производство продукции для разных возрастных групп населения (детей, спортсменов, студентов и др.), не требующей приготовления, с длительным сроком годности, по-

вышенной пищевой ценности (Бакуменко, 2014; Семенова и др., 2018).

Одно из ведущих мест на рынке пищевой продукции, не требующей приготовления, принадлежит зерновым батончикам, представляющим собой комбинированный продукт, состоящий из зерновой основы (хлопья, взорванные и/или плющенные зерна), орехов, сухофруктов, семечек, вкусо-ароматических и обогащающих добавок (проросших и/или цельных зерен, отрубей), сформованный в виде кондитерского изделия (Бойцова, 2016). Особенностью продукта является то, что этот сухой завтрак не требует приготовления, может служить «перекусом на ходу», при малом объеме и массе (50-60 г) имеет высокую концентрацию биологически-активных веществ. Продукт востребован всеми возрастными группами населения.

Для получения зерновой основы, не требующей приготовления, применяют различные виды технологической обработки – гидротермическую и механическую обработку, термопластическую экструзию, высокотемпературную микронизацию, баротермическую обработку и др., что позволяет получать продукты с регламентируемыми показателями безопасности и потребительскими свойствами, но с недостаточным содержанием ценных пищевых веществ, утерянных в результате высокотемпературного воздействия на сырье (Semenov et al., 2016; Балаева & Краус, 2013; Мартиросян и др., 2016).

Для придания продукту вида батончика при приготовлении формующей смеси используют различные виды сиропа: сахарный, сахаро-инвертный (для спортсменов), глюкозо-фруктозный, мальтозный, для приготовления диетических батончиков – фруктозный сироп. Именно применение сиропа нужной консистенции позволяет «склеивать» сухие рецептурные ингредиенты и дает возможность готовить массу пластичную, хорошо формующуюся, в то же время не жесткую и не липкую. В связи с этим готовое изделие обладает высокой энергетической ценностью (Бакуменко, 2014; Стрижевская & Мирзаянова, 2015).

Ключевым этапом в разработке рецептур нового вида пищевой продукции является научно обоснованный поиск нетрадиционных источников растительного сырья с высокими показателями безопасности и направленными лечебными свойствами (Казанцева и др., 2017), а также разработка рецептур и технологических приемов, позволяющих существенным образом влиять на органи-

лептические, физико-химические показатели, способных повышать пищевую ценность, и придавать направленные лечебно-профилактические свойства пищевой продукции (Бурова и др., 2016; Кудряшова и др., 2014).

С этой точки зрения актуальным является введение в состав зернового батончика нетрадиционных источников растительного сырья, например продуктов переработки конопли – семена, мука, масло (Сергеева & Бакуменко, 2021; Савкина & Егорова, 2017).

В России история коноплеводства начинается ещё в VII веке. В основном коноплю выращивали для получения волокна, изготовления канатов и верёвок. Позднее было изучено получение конопляного масла, которое использовали в кондитерском производстве. В настоящее время семена конопли используют для получения конопляной муки, которую в незначительных количествах добавляют при выпечке хлебобулочных изделий и как обогащающий ингредиент в производстве мучных кондитерских изделий.

Однако выращивание и производство конопли в России ограничено такими факторами как трудоёмкость возделывания, отсутствие высокотехнологичного оборудования, высокая ценовая политика. В последние годы наблюдается большая заинтересованность стран Западной Европы и Китая в развитии отрасли коноплеводства. Так, например, по данным журнала «Euroflax Newsletter» самая высокая урожайность конопли наблюдается в Польше, Германии, Нидерландах и Чехии. В Латвии конопля возделывается только для получения семян. С этой целью используют специальные низкорослые сорта конопли, которые дают более высокую урожайность семян, примерно в 2 раза (Adamovics et al., 2015).

В качестве заменителя молока, для потребителей с непереносимостью лактозы разработана технология мороженого на основе культурной конопли. Готовый продукт превосходит традиционное молочное изделие по содержанию витаминов и белковому комплексу (Абдувохидов, 2016). Разработаны белковые напитки на основе плодов и овощей с добавлением семян конопли (Панкова & Лобова, 2013). Конопляная мука набирает популярность в производстве мучных и кондитерских изделиях. Отмечено, что при производстве ржано-пшеничного хлеба с частичной заменой традиционной муки на конопляную сокращается продолжительность технологического процесса, улучшается качество готового изделия, продукт

обладает приятными органолептическими свойствами (Горбунова и др., 2017).

В конопляных семенах нет белка глютена, противопоказанного людям с целиакией. Также данный продукт может быть интересен тем, кто практикует безглютеновые диеты. Полезные свойства конопли сохраняются при длительной термической обработке, соответственно, она может быть использована в качестве нетрадиционного растительного сырья для обогащения зерновых завтраков. Применение в рецептуре композиций на основе конопляной и традиционной муки, позволяет получать продукты функционального назначения, обогащенные эссенциальными компонентами. Ассортимент таковых включает готовый хлеб, мучные кондитерские и кулинарные изделия, сухие смеси, макаронные изделия (Горбунова и др., 2017).

В результате анализа научно-технической литературы установлено, что в настоящее время коноплю используют в разных отраслях пищевой промышленности, однако данные о разработке сухих завтраков с добавлением конопли в литературе отсутствуют. В качестве инновационной составляющей для проектируемого батончика будет использовано цельное очищенное конопляное семя.

Несмотря на то, что существует большое количество различных рецептов зерновых батончиков с фруктово-ягодными компонентами и различными инновационными ингредиентами, однако главной их проблемой является повышенное содержание сахаристых веществ в качестве связующих и нерациональный подбор зерновых ингредиентов. Вопрос снижения содержания сахара при использовании связующих ингредиентов представляется перспективным за счет использования пектинсодержащих веществ. Кроме того, подбор растительного сырья с учетом его пищевой ценности крайне актуален.

Исходя из вышеизложенного, целью работы явилось научное обоснование и разработка рецептуры зернового батончика с использованием семян конопли в качестве нетрадиционного растительного сырья. Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- подобрать состав основы батончика с учетом содержания биологически-активных веществ зернового сырья и орехов;
- исследовать конопляное семя с точки зрения пищевой ценности;

- изучить влияние связующего компонента на качественные показатели зернового батончика и подобрать оптимальное соотношение между связующим веществом и сухими ингредиентами.

Материалы и методы исследования

Материалы

Объектами исследований в работе служили зерновые хлопья, не требующие варки – овсяные, гречневые, из пророщенной пшеницы по ТУ 9294-008-00932382-05²; орехи – ядра кешью дробленые по ГОСТ 31855³, ядра фундука по ГОСТ 16835⁴, миндаль по ГОСТ 32857⁵; семя конопляное шелушенное цельное по ГОСТ 9158⁶; готовый зерновой батончик.

В работе использовали следующее сырье и материалы: сахар-песок по ГОСТ 33222⁷; смородина черная замороженная по ГОСТ 33823⁸; яблоки сушеные и вишня сушеная по ГОСТ 32896⁹; орех мускатный по ГОСТ 29048¹⁰. В качестве связующего и углеводного компонента использовали сироп, приготовленный из сушеных яблок, вишни, черной смородины и сахара. Упаковочным материалом для батончика служил биаксиально-ориентированный полипропилен металлизированный (БОППмет) в соответствии с ГОСТ Р 58061¹¹.

Оборудование

Для варки сиропа-связки использовали варочный аппарат ВВА-200 л (давление пара до 6 кгс/см² при температуре 110-115 °С, продолжительность варки 5-7 мин). Смешивание сухих компонентов проводили в смесителе барабанного типа СПБ-20 (число оборотов чаши смесителя 50 об/мин, коэффициент загрузки 0,6, продолжительность перемешивания 10 мин). Для получения готового батончика использовали сборную линию, состоящую из загрузочного транспор-

тера, раскаточной ленты, калибрующего барабана, охлаждающего туннеля, дискового ножа, гильотинной машины, упаковочного автомата (RoboMuesliBarLine – Mini).

Методы

Содержание общего белка в конопляном семени определяли методом Кьельдаля на автоматическом анализаторе «Авто-2300» системы Кьельтек (фирма «FOSS», Швеция).

Аминокислотный состав семени конопли определяли на автоматическом анализаторе аминокислот Agilent-1200 (фирмы «Алси-Хром», Украина).

Содержание жира в семени конопли и орехах определяли методом экстракции диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета.

Состав жирных кислот в семени конопли определяли методом разделения эфиров жирных кислот, полученных из липидов исследуемого продукта, на газожидкостном хроматографе марки «Карло Эрбо – 5000».

Содержание пищевых волокон в зерновых хлопьях и семени конопли определяли каскадным ферментативным методом с использованием фильтровальной системы Fibertec system E1023 Filtration module и банишейка 1024 Shaking water bath (FOSS, Швеция). Содержание витаминов в зерновых хлопьях и орехах определяли: В₁ – флуориметрическим методом; В₂ – люмифлавиновым методом; РР – колориметрическим методом. Содержание макро- и микроэлементов (кальция, магния, фосфора, железа) в зерновых хлопьях и орехах проводили на спектрофотометре «Hitachi 180-80» атомно-абсорбционным спектральным анализом.

Органолептические показатели готового батончика выполняли в соответствии с ГОСТ 15113.3¹²;

² ТУ 9294-008-00932382-05. (2006). *Хлопья зерновые не требующие варки «Алейка»*. Технические условия. <https://e-ecolog.ru/crc/22.01.14.929.%D0%A2.000870.11.05>

³ ГОСТ 31855-2012. (2014). *Ядра кешью*. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁴ ГОСТ 16835-81. (2006). *Ядра орехов фундука*. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 32857-2014. (2014). *Ядра миндаля сладкого*. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 9158-76. (2015). *Семена конопли*. Промышленное сырье. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 33222-2015. (2019). *Сахар белый*. Технические условия. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 33823-2016. (2016). *Фрукты быстрозамороженные*. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ 32896-2014. (2019). *Фрукты сушеные*. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 29048-91. (2011). *Пряности*. Мускатный орех. Технические условия. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ Р 58061-2018. (2018). *Пленки синтетические модифицированные*. Типы и основные параметры. М.: Стандартинформ.

¹² ГОСТ 15113.3-77. (2001). *Концентраты пищевые*. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии. М.: Стандартинформ.

массовую долю влаги по ГОСТ 28561¹³; общую кислотность по ГОСТ ISO 750¹⁴; массовую долю сахаразы в соответствии с ГОСТ 8756.13¹⁵.

Микробиологические показатели готового продукта определяли в соответствии с МУК 4.2.2578¹⁶, ГОСТ 31747¹⁷, 31659¹⁸, 10444.12¹⁹.

Анализ данных

Для достоверности результатов применяли статистический метод обработки экспериментальных данных, в ходе которого определяли среднее значение искомой величины из 5 повторностей, среднееквадратичное отклонение и доверительный интервал. Математическое планирование проводили методом центрального униформ-ротатбельного планирования с последующей графической интерпретацией параметров оптимизации с помощью программ Biostat, Excell, MatStat и Statistika²⁰.

Процедура исследования

Вопросы производства «здоровой пищи» чрезвычайно актуальны и постоянно находятся в центре внимания широкого круга специалистов, занимающихся разработкой современных технологий изготовления пищевых продуктов и критериев оценки их качества.

Критериями обогащения злаковых продуктов, в том числе батончиков является пищевая ценность специально подготовленных зерновых, составляющих основу продукта, а также выбор обогащающих ингредиентов, которые позволят дополнить полезные, функциональные свойства продукта, при этом не ухудшить его потребительских достоинств.

В данной работе была проведена сравнительная оценка хлопьев, не требующих варки – ов-

сяных, гречневых, из пророщенной пшеницы по показателям, характеризующим их пищевую ценность – пищевым волокнам, витаминам (В₁ и В₂), минеральным веществам (кальций, магний, железо).

Учитывая, что данный продукт должен обладать повышенной энергетической ценностью, так как широко используется в рационах питания людей, ведущих активный образ жизни, дополнительным рецептурным ингредиентом служили орехи.

Была проведена сравнительная характеристика некоторых видов орехов – фундук, миндаль, ядра кешью дробленные, по содержанию жира, витаминов (В₁ и РР), минеральных веществ (магния, фосфора, железа).

Зерновые батончики обогащают витаминами, минеральными веществами, клетчаткой, отрубями, про- и пребиотиками, что очень полезно для профилактики и нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта и повышает питательную ценность продукта.

В данной работе обогащающим ингредиентом выступают семена конопли, которые могут быть полезны для организма человека наличием белка и витаминно-минерального состава.

Изучена пищевая, биологическая и энергетическая ценность семян конопли по содержанию белка, жира, составу аминокислот и жирных кислот. Проведена сравнительная оценка по данным показателям с традиционными (пшеница, кукуруза, соя) и нетрадиционными (чечевица, лен) культурами.

Для придания продукту формы батончика в качестве связующего ингредиента используют различные виды сиропа, мед, патоку и др.

Задачу о фруктовом связующем решали в связи с тем, что в фруктовых компонентах разрабаты-

¹³ ГОСТ 28561-90. (2011). *Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги*. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ ISO 750-2013. (2019). *Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности*. М.: Стандартинформ.

¹⁵ ГОСТ 8756.13-87. (2010). *Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров*. М.: Стандартинформ.

¹⁶ Санитарно-бактериологические исследования методом разделенного импеданса: Методические указания. (2010). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=5019

¹⁷ ГОСТ 31747-2012. (2015). *Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)*. М.: Стандартинформ.

¹⁸ ГОСТ 31659-2012. (2014). *Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella*. М.: Стандартинформ.

¹⁹ ГОСТ 10444.12-2013. (2013). *Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов*. М.: Стандартинформ.

²⁰ Шириков, В. Ф., & Царбадиев, С. М. (2008). *Прикладные методы и модели исследования операций в примерах и задачах: Учебное пособие для студентов*. М.: Делли принт.

ваемого батончика содержится пектин – полисахарид, который связывает сахар и воду, придавая смеси густоту и клейкость. С помощью расчетных данных по содержанию пектина в сырье и его водосвязывающей способности подобраны пропорции и приготовлен сироп-связка, установлено оптимальное содержание между сухими рецептурными ингредиентами и сиропом на основе сахара, сушеных яблок, вишни и черной смородины.

Результаты исследования и их обсуждение

При разработке рецептуры зернового батончика учитывают состав зерновой основы, которая должна характеризоваться большим содержанием пищевых волокон, а также потребительские достоинства готового продукта (вкус, консистенцию, запах, цвет), равномерность распределения составляющих компонентов, технологичность приготовления продукта. В качестве основного сырья при разработке рецептур зернового батончика применяются зерновые хлопья, не требующие варки.

Путем анализа химического состава различных видов зерновых хлопьев выбраны хлопья, не требующие варки трех видов: хлопья из пророщенной пшеницы, хлопья овсяные и хлопья гречневые.

Была проведена сравнительная оценка содержания в них пищевых волокон, витаминов (В₁ и В₂) и минеральных веществ (кальция, магния, железа) (Рисунки 1-3).

Так, содержание растворимых пищевых волокон (г/100 г) составило 3,0±0,2; 4,2±0,2; 4,23±0,28

в овсяных, гречневых и хлопьях из пророщенной пшеницы; нерастворимых – 49,25±0,35; 12,6±0,2; 13,61±0,39 соответственно.

Содержание витаминов В₁ и В₂ практически одинаково во всех выбранных для исследования хлопьях. Однако, содержание витамина В₁ (мг/100 г) в овсяных хлопьях (0,5±0,1) несколько превышает таковое у гречневых (0,3±0,4) и хлопьях из пророщенной пшеницы (0,4±0,2). Содержание витамина В₂ (мг/100 г) в овсяных и гречневых хлопьях было одинаково и составило 0,3±0,1, а в хлопьях из пророщенной пшеницы 0,7±0,2.

Анализ минеральных веществ (мг/100 г) в зерновых хлопьях показал, что содержания кальция больше в гречневых хлопьях (93±5,6) по сравнению с овсяными (52±3,6) и хлопьями из пророщенной пшеницы (28±3,1). Количество магния и железа в хлопьях из пророщенной пшеницы (400,0±24,5 и 10±1,2 соответственно) значительно превышает таковое у гречневых (150,0±8,7; 7,4±0,8) и овсяных (54,8±3,7; 4,4±0,6).

В качестве основного рецептурного ингредиента зернового батончика выбраны овсяные хлопья, отличающиеся высоким содержанием нерастворимой фракции пищевых волокон, витаминов В₁ и В₂, минеральных веществ – кальция, магния, железа. Технология получения таких хлопьев позволяет использовать их в приготовлении зерновых батончиков без дополнительной кулинарной обработки, что значительно упрощает процесс производства и повышает усвояемость продукта. Кроме того, присутствие пищевых волокон благотворно влияет на деятельность желудочно-кишечного тракта организма.

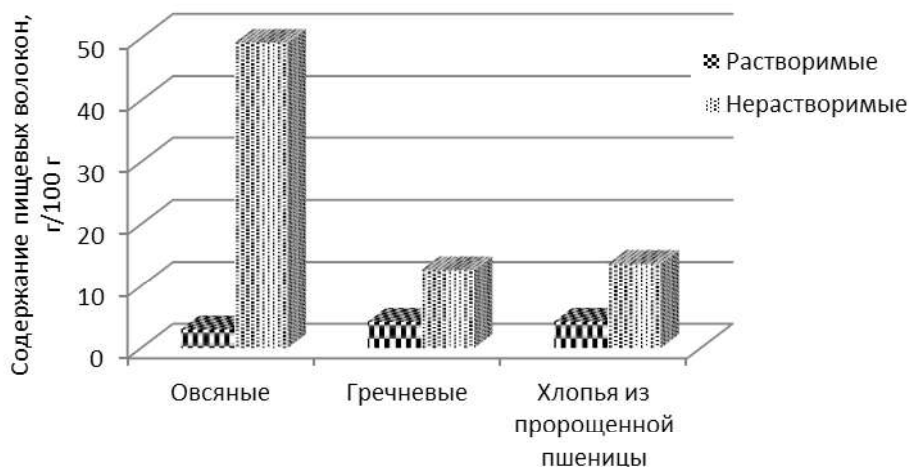


Рисунок 1. Сравнительная оценка содержания пищевых волокон в зерновых хлопьях

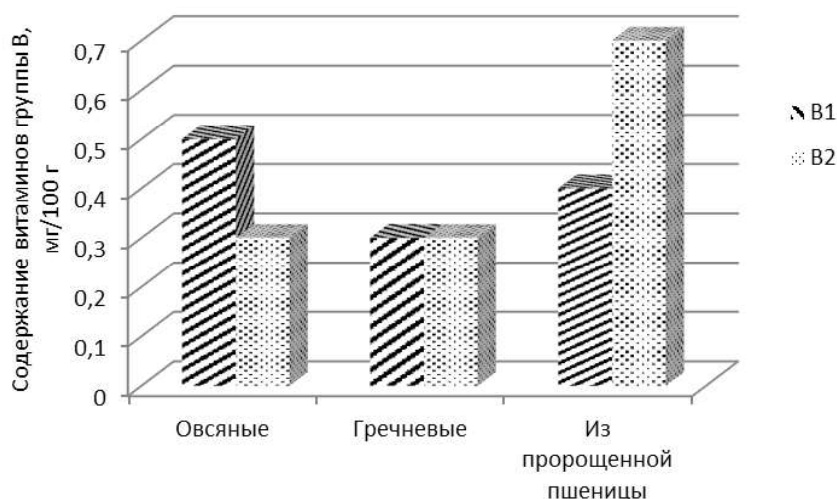


Рисунок 2. Сравнительный анализ содержания витаминов в зерновых хлопьях

Дополнительно обосновано введение ореха кешью, содержащего меньше жира, чем другие виды орехов и богатого витамином PP, магнием, фосфором и железом.

Результаты сравнительного анализа содержания жира, витаминов и минеральных веществ в орехах представлены на Рисунках 4-6. Так, максимальное содержание липидов (г/100 г) выявлено в фундуке (61,5+2,1), в миндале 53, 7+1,9; дробленых ядрах кешью 48,35+1,6.

Содержание витамина B₁ (мг/100 г) было практически одинаково во всех представленных видах орехов (0,42+0,15; 0,3+0,1; 0,25+0,08) ядрах кешью, фундуке и миндале соответственно. Было

выявлено высокое содержание витамина PP (5,85+1,8 мг/100 г) в ядрах кешью по сравнению с фундуком (2,0+0,6) и миндалем (4,0+1,3).

По содержанию минеральных веществ ядра кешью дробленные превосходят фундук и миндаль. Так, содержание магния (мг/100 г) составило (292+2,5; 172+1,8; 234+2,1) в ядрах кешью, фундуке и миндале соответственно. Содержание фосфора и железа (мг/100 г) составило (593+4,8; 299+2,7; 473+3,6) и (6,68+1,4; 2+0,8; 4,2+1,8) в ядрах кешью, фундуке и миндале соответственно.

В соответствии с проведенным анализом для разрабатываемой рецептуры будет выбрано ядро кешью дробленое, так как оно содержит жиры,

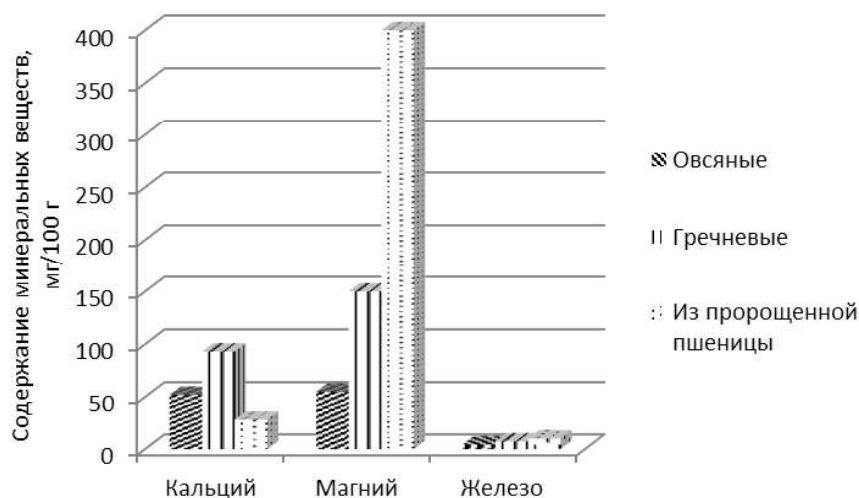


Рисунок 3. Сравнительный анализ содержания минеральных веществ в зерновых хлопьях



Рисунок 4. Сравнительный анализ жиров в орехах

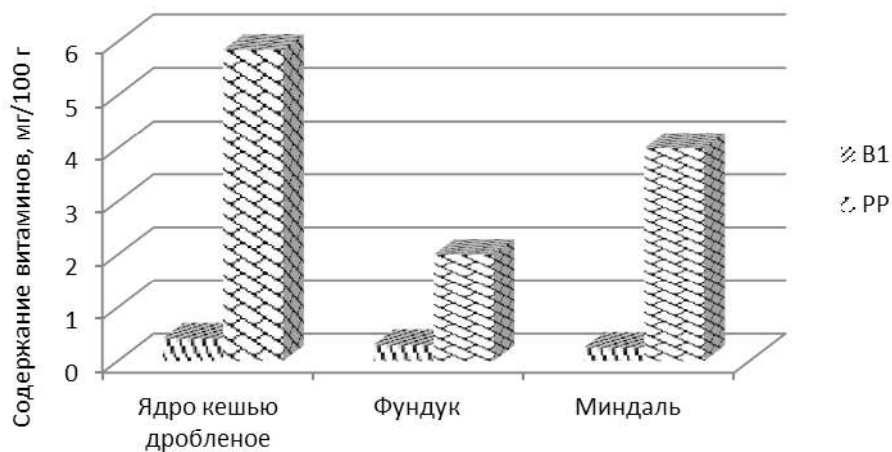


Рисунок 5. Сравнительный анализ содержания витаминов в орехах

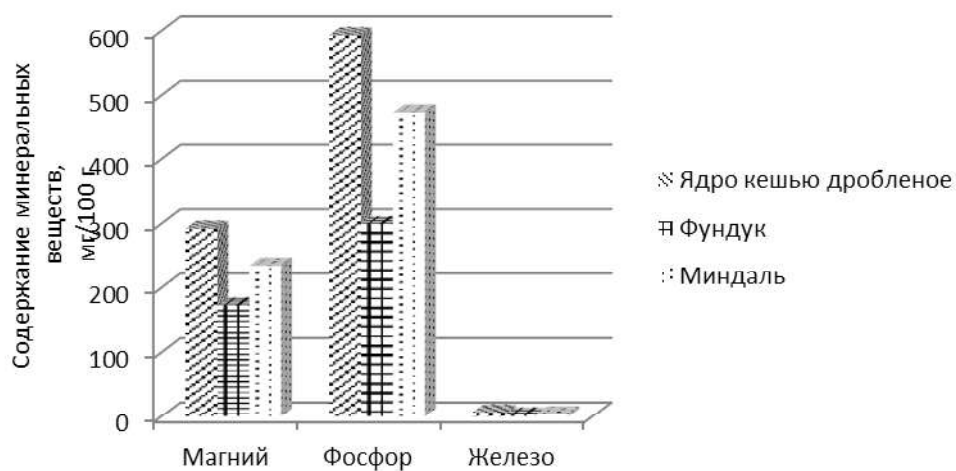


Рисунок 6. Сравнительный анализ содержания минеральных веществ в орехах

представленные разнообразными жирными кислотами, в том числе незаменимой полиненасыщенной линолевой кислотой. В кешью содержится много белка (около 18,5 г на 100 г продукта), представленного полным составом незаменимых аминокислот, большое количество витамина Е (38% от суточной нормы на 100 г продукта), являющегося антиоксидантом и борющегося с вредным воздействием свободных радикалов. При употреблении орехов кешью улучшаются обменные процессы в организме, в частности обмен белков; снижается уровень холестерина; нормализуется деятельность сердечно-сосудистой системы; повышается иммунитет (Зверев & Зверева, 2006).

С целью обогащения зернового батончика в рецептуре будут использованы конопляные семена. Если рассмотреть семена конопли с точки зрения пищевой ценности, то можно отметить богатый биохимический состав данного сырья²¹ по сравнению с другими видами зерновых и бобовых культур (Таблица 1).

Так, считают, что соевый протеин - наиболее популярный компонент растительного происхождения, который по значимости приравнивается к мясу, а по содержанию белка и незаменимых аминокислот сое нет равных среди масличных, зерновых и бобовых культурах. Однако, как видно из данных, конопля практически не уступает сое по содержанию белка. Кроме того, в составе конопли мало сахара, а крахмал вообще отсутствует, что свидетельствует о низкокалорийных свойствах этого сырья (Абдувохидов, 2016).

В Таблице 2 представлен аминокислотный и жирнокислотный состав семян конопли по сравнению с семенами других белковых и масличных культур – сои и льна.

Таблица 1
Химический состав семян различных культур (г/100г)

Показатель	Конопля	Соя	Чечевица	Лён	Пшеница	Кукуруза
Белки, в том числе	35,45+9,3	36,70	24,0	18,29	12,70	10,30
незаменимые аминокислоты	11,75+2,7	12,80	8,62	8,40	3,50	3,50
Липиды	48,75+9,8	17,80	1,50	42,16	4,80	4,90
Клетчатка	6,00+0,7	9,00	11,50	27,30	11,30	2,50
Сахара	1,50+0,09	10,20	3,10	1,55	2,80	1,80
Крахмал	-	3,50	39,80	-	54,90	59,80
Калорийность (Ккал)	553,00	446,00	295,00	534,00	340,00	295,00

²¹ Тутельяна, В. А. (Ред.). (2002). *Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник*. М.: ДеЛи принт.

Семена конопли содержат все незаменимые аминокислоты, содержание лизина выше, чем у семян льна, а метионина больше, чем в сое и льне. Кроме того, отмечено высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3 и омега-6 и незначительный процент насыщенных жирных кислот.

Известно, что конопляное масло относится к нетрадиционным лечебным маслам, такой продукт поддерживает сердечно-сосудистую, эндокринную и иммунную систему. По-видимому, это связано с близким к оптимальному соотношением полиненасыщенных жирных кислот омега-6/омега-3, которое составляет 3:1 (Панкова & Лобова, 2013).

Учитывая, что ценность растительного масла формирует именно жирнокислотный состав, то данное сырьё перспективно применять в производстве лечебно-профилактических продуктов (Рудаков и др., 2016).

В Таблице 3 представлен витаминно-минеральный состав семян конопли (Сергеева & Бакуменко, 2021).

Семена конопли можно считать функциональным ингредиентом, так как в 100 г этого сырья содержится 85% от ФНП витамина В₁, 16% - витамина В₂, 46% витамина РР. В 100 г семян содержится двойная суточная норма магния и фосфора, и тройная норма марганца. Содержание калия составляет 48%, железа 53%, цинка 82% от ФНП соответственно.

Для повышения питательности и придания высоких вкусовых качеств батончиков в качестве дополнительных рецептурных компонентов используется растительное сырьё: орех мускатный

Таблица 2

Аминокислотный состав и содержание жирных кислот в семенах различных культур (г/100г сухого вещества)

	Состав	Семена конопли	Семена сои	Семена льна
Аминокислотный состав (от суточной нормы), %	Лейцин	2,163	2,742	1,235
	Изолейцин	1,290	1,310	0,896
	Валин	1,777	1,480	1,072
	Треонин	1,269	1,810	0,766
	Лизин	1,280	2,840	0,862
	Метионин	0,933	0,540	0,370
	Фенилаланин	1,447	1,606	0,957
	Триптофан	0,369	0,548	0,297
	Тирозин	1,263	-	0,493
	Состав ЖК, г	Насыщенные	4,600	2,500
Мононенасыщенные		5,400	4,020	7,500
Полиненасыщенные		38,000	10,330	28,730
18:2 Линолевая		27,460	8,800	5,903
18:3 Линоленовая		10,024	1,800	22,813
Омега-3 жир. к-ты		9,301	1,560	22,813
	Омега-6 жир. к-ты	28,698	8,770	5,910

(в качестве пряности), сушеные яблоки, вишня, черная смородина (для варки сиропа).

Таблица 3

Витаминно-минеральный состав семян конопли (мг/100 г)

Пищевые вещества	Содержание, мг/100 г	% от ФНП*
Витамин В ₁	1,275	85
Витамин В ₂	0,285	16
Витамин РР	9,20	46
Витамин Е	0,80	5
Калий	1200	48
Магний	700	175
Марганец	7,60	380
Фосфор	1650	206
Кальций	70	7
Железо	8	53
Натрий	5	0,4
Цинк	9,9	82,5

*ФНП – физиологическая норма потребления пищевых веществ в соответствии с МР 2.3.1.0253-21²²

Особенностью проектируемого батончика является использование сухофруктов в составе связующего компонента. Это позволит снизить калорийность продукта за счет сокращения сахара; исключить стадию приготовления инвертного сахарного сиропа, что требует дополнительного оборудования, времени и материальных затрат; повысить желирующий эффект за счет пектина, содержащегося в сушеной вишне и сушеных яблоках; обойтись без добавок карбоксиметилцеллюлозы, гуммиарабика и иных подобных ингредиентов. Исходя из вышеизложенного, следующей задачей исследования явилось изучение влияния связующего компонента на качественные показатели зернового батончика.

При определении количества вносимых рецептурных ингредиентов учитывают консистенцию готового продукта, так как именно твёрдая, но легко ломающаяся руками консистенция позволяет придать продукту форму батончика, а также равномерность распределения составляющих компонентов, оптимальное соотношение между сухими составляющими и сиропом.

В качестве сиропа-связки обычно применяют различные виды сиропа, состав которого подбирают

²² МР 2.3.1.0253-21. (2021). *Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации*. https://www.rosпотреbnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979

исходя из технологии и функциональной направленности продукта. Например, сахаро-инвертный сироп (в пересчете на сахар до 40% от массы батончика) применяют в производстве зерновых батончиков для спортивного питания; фруктозный сироп – для людей, страдающих сахарным диабетом; смесь мёда (или патоки) и инвертного сиропа – до 25% в сумме; густой сахарный или фруктозный сироп (до 35% от массы батончика) и добавка натрий карбоксиметилцеллюлоза в количестве 0,3-0,7% к общей массе продукта; карамельный сироп – только в белковых батончиках, для зерновых батончиков она не обеспечивает нужной прочности.

В нашей работе в качестве связующего и углеводного компонента использовали сироп, приготовленный из сушеных яблок, вишни, черной смородины и сахара, в связи с тем, что в фруктовых компонентах проектируемого батончика содержится пектин – полисахарид, который при кратковременном нагревании с водой сахаром вызывает сильное сгущение и затвердевание.

Так, содержание пектина в 100г сушеных яблок составляет 4,2%, в вишне – 1,6%, в черной смородине – 1,1%. Таким образом, в пересчете на количественное содержание данных ингредиентов в рецептуре установлено, что в одном батончике будет содержаться 0,39 г пектина. Водосвязывающая способность пектина равна 33,7 г/г – то есть, 0,39 г пектина способны

связать 13,1 г воды. Учитывая, что с замороженной смородиной вносится 7,05 г воды, то оставшуюся воду можно добавить в сахар из расчета 3:1.

При получении экспериментальных образцов батончиков установлено, что оптимальной консистенцией обладал образец с соотношением сухих компонентов и связующего (в %) 50:50. При этом связующее хорошо распределяется по всей массе, полученная смесь хорошо держит форму, не растекается и не разваливается, а также и не крошится при резке. Кроме того, в связующем преобладают фруктовые компоненты, а содержание сахара в батончике не превышает 20% (в зерновых батончиках, присутствующих на рынке содержится 35-40% и более сахара).

Исходя из результатов исследований, при сочетании овсяных зерновых хлопьев, не требующих варки, ядер орехов кешью, семян конопли, сиропа, состоящего, преимущественно из фруктовых ингредиентов получена композиция зернового батончика (Таблица 4).

Сочетание рецептурных ингредиентов в соответствующих дозировках позволяет получить сбалансированный по химическому составу продукт, удовлетворяющий потребность организма в необходимых пищевых веществах и энергии. Масса одного батончика составила 60 г.

Таблица 4

Состав зернового батончика с использованием нетрадиционного растительного сырья

Ингредиент	Содержание, %	Содержание, г	
		60 г	100 г
Хлопья овсяные, не требующие варки	25-30	17,5	29,2
Сахар-песок	15-20	12,0	20,0
Смородина черная замороженная	12-15	8,7	14,5
Семя конопляное шелушенное цельное	8-10	6,0	10,0
Орех кешью дробленый	8-10	5,8	9,7
Яблоки сушеные	5-8	5,0	8,0
Вишня сушеная	5-8	5,0	8,0

По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям продукт соответствует требованиям нормативных документов.

Выводы

В результате проведенных исследований изучена возможность введения в состав зернового

батончика ингредиентов на основе нетрадиционного растительного сырья, в частности семян конопли.

Исследован состав зерновых хлопьев, не требующих варки – овсяных, гречневых и хлопьев из пророщенной пшеницы, а также орехов – ядер кешью дробленных, миндаля и фундука. Установлено, что овсяные хлопья отличаются высоким содержанием нерастворимых пищевых волокон,

витаминов В₁ и В₂, минеральных веществ – кальция, магния, железа. Дополнительным ингредиентом явилось ядро кешью дробленое, так как оно содержит жиры, представленные разнообразными жирными кислотами, в том числе незаменимой полиненасыщенной линолевой кислотой, витамин РР, минеральные вещества – магний, фосфор, железо.

Изучена пищевая и биологическая ценность семян конопли по содержанию белка, жира, составу аминокислот и жирных кислот. Проведена сравнительная оценка по данным показателям с традиционными (пшеница, кукуруза, соя) и нетрадиционными (чечевица, лен) культурами. Установлено, что семена конопли отличаются высокой биологической ценностью – содержание лизина выше, чем у семян льна, а метионина больше, чем в сое и льне. Кроме того, отмечено высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3 и омега-6 и незначительный процент насыщенных жирных кислот; соотношение омега-6/омега-3 составляет 3:1. Семена конопли можно считать функциональным ингредиентом, так как в 100 г этого сырья содержится 85% от ФНП витамина В₁, 16% - витамина В₂, 46% витамина РР. В 100 г семян содержится двойная суточная норма магния и фосфора, и тройная норма марганца. Содержание калия составляет 48% , железа 53%, цинка 82% от ФНП соответственно.

Научно обосновано снижение сахара в связующем веществе за счет добавления в него смородины и пектин-содержащих компонентов батончика. Использование свежей или быстрозамороженной черной смородины в режиме «быстрой варки» позволяет сохранить большинство витаминов, раскрыть вкус и запах ароматизатора (мускатный орех) и остальных фруктово-ягодных компонентов и улучшить вкусовые качества батончика.

Всё вышесказанное подчёркивает высокую пищевую и биологическую ценность продуктов переработки конопли как компонента в пищевом рационе человека и необходимости получения функциональных пищевых продуктов для разных возрастных групп населения в промышленных масштабах.

Благодарности

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований ООО «Лига-Серт» (Москва).

Литература

- Абдувохидов, А. К. (2016). Перспективное лечебное растение конопля. *Биология и интегративная медицина*, 6, 243-257.
- Бакуменко, О. Е. (2014). *Научное обоснование и разработка технологий обогащенной пищевой продукции для питания студенческой молодежи* [Докторская диссертация, Московский государственный университет пищевых производств]. М., Россия.
- Бакуменко, О. Е., Щерба, И. В., Будкевич, Р. О., Будкевич, Е. В., & Ионова, К. С. (2021). Пищевой рацион – основа для разработки продуктов функционального питания. *Пищевая промышленность*, 3, 59-62. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0031>
- Балаева, Е. В., & Краус, С. В. (2013). Совершенствование технологии производства кексов и маффинов с использованием крахмалсодержащего сырья. *Техника и технология пищевых производств*, 3, 3-8.
- Белявская, И. Г., Вржесинская, О. А., Коденцова, В. М., & Шатнюк, Л. Н. (2020). Пищевая ценность хлебобулочных изделий из полбяной муки, обогащенных витаминами, железом и кальцием. *Хлебобулочные продукты*, 2, 54-57. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-2-54-57>
- Бойцова, М. В. (2016). Перспективы развития рынка зерновых батончиков. Взгляд потенциального потребителя. *Новая наука: Стратегии и векторы развития*, 4-1, 17-20.
- Бурова, Н. О., Кислицына, Н. А., Грязина, Ф. И., & Ельчанинова, Н. В. (2016). Особенности производства сухих пророщенных зерен пшеницы и ржи. *Вестник Марийского государственного университета. Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*, 2(3), 10-15.
- Быстрова, Е. А. (2018). Высокоэффективный способ переработки ягод брусники в технологиях порошкообразных полуфабрикатов. *Пищевая промышленность*, 4, 5-12.
- Горбунова, Н. В., Евтеев, Н. В., Банникова, А. В., & Решетник, Е. А. (2017). Перспективы использования продуктов комплексной переработки растениеводства в качестве источников антиоксидантов. *Дальневосточный аграрный вестник*, 2, 120-126.
- Зверев, С. В., & Зверева, Н. С. (2006). *Функциональные зерновые продукты*. М.: ДеЛи принт.
- Казанцева, И. Л., Кулеватова, Т. Б., Злобина, Л. Н., Росляков, Ю. Ф., & Бутова, С. Н. (2017). Разработка рецептуры кекера из композитной муки. *Известия вузов. Пищевая технология*, 2-3, 56-61.
- Коденцова, В. М., Вржесинская, О. А., Никитюк, Д. В., & Тутельян, В. А. (2018). Витамин-

- ная обеспеченность взрослого населения Российской Федерации: 1987-2017. *Вопросы питания*, 87(4), 62-68. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10043>
- Кудряшова, О. В., Михеева, Г. А., & Шатнюк, Л. Н. (2014). Повышение пищевой ценности мучных кондитерских изделий путем использования новых ингредиентов. *Вопросы питания*, 83(3), 186-187.
- Мартirosян, В. В., Жиркова, Е. В., Малкина, В. Д., & Балуюн, Х. А. (2016). Экструзионные продукты профилактического назначения. *Вопросы питания*, 85(2), 294.
- Мелешкина, Е. П., Витол, И. С., & Кандроков, Р. Х. (2016). Продукты переработки зерна тритикале как объект для ферментативной модификации. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 9, 14-18.
- Панкова, Г. А., & Лобова, Т. В. (2013). Изучение состава и свойств семян конопли и возможности получения из них пищевых белковых продуктов. В *Пищевые инновации и биотехнологии: Международный научный форум* (с. 471-474). Кемерово: Кемерский технологический институт пищевой промышленности.
- Рудаков, О. Б., Лесникова, Э. П., Семенова, И. Н., & Полянский, К. К. (2016). *Товарный менеджмент и экспертиза жировых товаров*. СПб.: Лань.
- Савкина, Е. В., & Егорова, Е. Ю. (2017). Разработка рецептур мюсли-батончиков. *Горизонты образования*, 19, 43-47.
- Семенова, О. С., Кусова, И. У., Дубцов, Г. Г., Орешкин, Е. Н., & Дубцова, Г. Н. (2018). Использование сухих картофелепродуктов при производстве хлебопекарной и кулинарной продукции. *Пищевая промышленность*, 6, 32-36.
- Сергеева, Ю. М., & Бакуменко, О. Е. (2021). Использование нетрадиционного растительного сырья для продуктов функционального питания. *Кондитерское и хлебопекарное производство*, 1-2, 21-24.
- Стрижевская, В. Н., & Мирзаянова, Е. П. (2015). Влияние структуроформирующей основы на качество батончиков мюсли. *Инновационная наука*, 7, 61-63.
- Ткачук, Е. А., Мартынович, Н. Н., & Глобенко, Н. Э. (2021). Особенности пищевого статуса и питания детей с расстройствами аутистического спектра. *Вопросы питания*, 90(5), 67-76. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-5-67-76>
- Adamovics, A., Ivanovs, S., & Dubrovskis, V. (2015). Productivity of industrial hemp and utilization there off or biogas production. In *Environmentally friendly agriculture and forestry for future generations: International Scientific Conference 36 CIOSTA&CIGR. Section 5* (pp. 14-19). S-Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University.
- Alekseenko, E. V., Bakumenko, O. E., & Chernykh, V. Ya. (2021). Shaped jelly marmalade with cranberry concentrate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Article 052007). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052007>
- Budkevich, R. O., Budkevich, E. V., Banshchikova, T. N., Bakumenko, O. E., Tinkova, E. L., Evdokimov, I. A. (2020). Nutritional status of polluted region: evaluating student food diary. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Article 012021). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012021>
- Semenov, G. V., Tikhomirov, A. A., & Krasnova, I. S. (2016). The choice of the parameters of vacuum freeze drying to thermolabile materials with desired quality level. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(13), 8056-8061.

The Possibility of Using Freeze-Dried Vegetable Powders in the Production of Extruded Cereal Products

Olesya E. Bakumenko

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: bacumenko@rambler.ru*

Elena V. Alekseenko

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: elealekseenk@rambler.ru*

Nataliya V. Ruban

*Moscow State University of Food Production
11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation
E-mail: nataligato@mail.ru*

Regular surveys of the health and nutrition status of various groups of the Russian population indicate the presence of deficiencies of the most important nutrients, leading to the emergence of various alimentary diseases, the prevalence of which has increased in recent years. One of the effective ways to eliminate deficiencies of essential nutrients in diets and increase the body's resistance to harmful factors is the development of recipes and technologies for food products based on natural, high-quality and safe raw materials in order to promote health and reduce the risk of diseases. The possibility of introducing non-traditional plant raw materials, in particular hemp seeds, into the composition of a grain bar is substantiated. The nutritional value of cereal flakes that do not require cooking – oatmeal, buckwheat and sprouted wheat flakes, as well as nuts – crushed cashew kernels, almonds and hazelnuts – has been studied. It has been established that oat flakes are characterized by a high content of insoluble dietary fiber, vitamins B1 and B2, minerals – calcium, magnesium, iron. The crushed cashew kernel was chosen as an additional ingredient, since it contains fats represented by a variety of fatty acids, including essential polyunsaturated linoleic acid, vitamin PP, minerals – magnesium, phosphorus, iron. The nutritional and biological value of hemp seeds in terms of protein, fat, amino acid and fatty acid composition has been studied. A comparative assessment of these indicators with traditional (wheat, corn, soy) and non-traditional (lentils, flax) crops was carried out. It was revealed that hemp seeds have a high biological value – the content of lysine is higher than that of flax seeds, and methionine is higher than in soy and flax. In addition, a high content of polyunsaturated fatty acids, such as omega-3 and omega-6, and an insignificant percentage of saturated fatty acids were noted; the ratio of omega-6 / omega-3 is 3:1. Scientifically justified reduction of sugar in the binder due to the addition of currants and pectin-containing components of the bar. The use of fresh or quick-frozen black currant in the “fast cooking” mode allows you to preserve most of the vitamins, reveal the taste and smell of the flavoring (nutmeg) and other fruit and berry components and improve the taste of the bar.

Keywords: non-traditional vegetable raw materials, hemp seeds, grain bars, binder, nutritional, biological value, functional ingredients

References

- Abduvokhidov, A. K. (2016). Perspektivnoe lechebnoe rastenie konoplya [Promising medicinal plant cannabis]. *Biologiya i integrativnaya meditsina [Biology and Integrative Medicine]*, 6, 243-257.
- Bakumenko, O. E. (2014). *Nauchnoe obosnovanie i razrabotka tekhnologii obogashchennoi pishchevoi produktsii dlya pitaniya studencheskoi molodezhi* [Scientific substantiation and development of technologies for enriched food products for the nutrition of student youth] [Doctoral Dissertation, Moskovskii gosudarstvennyi universitet pishchevykh proizvodstv]. Moscow, Russia.
- Bakumenko, O. E., Shcherba, I. V., Budkevich, R. O., Budkevich, E. V., & Ionova, K. S. (2021). Pishchevoi ratsion – osnova dlya razrabotki produktov funktsional'nogo pitaniya [Diet - the basis for the de-

- velopment of functional foods]. *Pishchевaya promyshlennost' [Food Industry]*, 3, 59-62. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-3-0031>
- Balaeva, E. V., & Kraus, S. V. (2013). Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva keksov i maffinov s ispol'zovaniem krakhsoderzhashchego syr'ya [Improving the technology for the production of cakes and muffins using starch-containing raw materials]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Technique and Technology of Food Production]*, 3, 3-8.
- Belyavskaya, I. G., Vrzhesinskaya, O. A., Kodentsova, V. M., & Shatnyuk, L. N. (2020). Pishchевaya tsennost' khlebobulochnykh izdelii iz polbyanoi muki, obogashchennykh vitaminami, zhelezom i kal'tsiem [Nutritional value of spelled flour baked goods enriched with vitamins, iron and calcium]. *Khleboprodukty [Bakery Products]*, 2, 54-57. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-2-54-57>
- Boitsova, M. V. (2016). Perspektivy razvitiya rynka zernovykh batonchikov. Vzglyad potentsial'nogo potrebitelya [Prospects for the development of the cereal bars market. View of a potential consumer]. *Novaya nauka: Strategii i vektory razvitiya [New Science: Strategies and Vectors of Development]*, 4-1, 17-20.
- Burova, N. O., Kislitsyna, N. A., Gryazina, F. I., & El'chaninova, N. V. (2016). Osobennosti proizvodstva sukhikh proroshchennykh zeren pshenitsy i rzhi [Features of the production of dry germinated grains of wheat and rye]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Sel'skokhozyaistvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki [Bulletin of the Mari State University. Agricultural sciences. Economic Sciences]*, 2(3), 10-15.
- Bystrova, E. A. (2018). Vysokoeffektivnyi sposob pererabotki yagod brusniki v tekhnologiyakh poroshkoobraznykh polufabrikatov [A highly efficient method for processing lingonberries in the technology of powdered semi-finished products]. *Pishchевaya promyshlennost' [Food Industry]*, 4, 5-12.
- Gorbunova, N. V., Evteev, N. V., Bannikova, A. V., & Reshetnik, E. A. (2017). Perspektivy ispol'zovaniya produktov kompleksnoi pererabotki rastenevodstva v kachestve istochnikov antioksidantov [Prospects for the use of products of complex processing of plant growing as sources of antioxidants]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik [Far Eastern Agrarian Bulletin]*, 2, 120-126.
- Kazantseva, I. L., Kulevatova, T. B., Zlobina, L. N., Roslyakov, Yu. F., & Butova, S. N. (2017). Razrabotka retseptury krepera iz kompozitnoi muki [Development of a cracker recipe from composite flour]. *Izvestiya vuzov. Pishchевaya tekhnologiya [University News. Food Technology]*, 2-3, 56-61.
- Kodentsova, V. M., Vrzhesinskaya, O. A., Nikityuk, D. V., & Tutel'yan, V. A. (2018). Vitamnaya obespechennost' vzroslogo nasele-niya Rossiiskoi Federatsii: 1987-2017 [Vitamin provision of the adult population of the Russian Federation: 1987-2017]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 87(4), 62-68. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10043>
- Kudryashova, O. V., Mikheeva, G. A., & Shatnyuk, L. N. (2014). Povyshenie pishchevoi tsennosti muchnykh konditerskikh izdelii putem ispol'zovaniya novykh ingredientov [Increasing the nutritional value of flour confectionery products through the use of new ingredients]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 83(3), 186-187.
- Martirosyan, V. V., Zhirkova, E. V., Malkina, V. D., & Baluyan, Kh. A. (2016). Ekstruzionnye produkty profilakticheskogo naznacheniya [Extrusion preventive products]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 85(2), 294.
- Meleshkina, E. P., Vitol, I. S., & Kandrov, R. Kh. (2016). Produkty pererabotki zerna tritikale kak ob'ekt dlya fermentativnoi modifikatsii [Triticale grain processing products as an object for enzymatic modification]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya [Storage and processing of farm products]*, 9, 14-18.
- Pankova, G. A., & Lobova, T. B. (2013). Izuchenie sostava i svoystv semyan konopli i vozmozhnosti polucheniya iz nikh pishchevykh belkovykh produktov [Study of the composition and properties of hemp seeds and the possibility of obtaining food protein products from them]. In *Pishchевye innovatsii i biotekhnologii: Mezhdunarovnyi nauchnyi forum [Food Innovation and Biotechnology: International Scientific Forum]* (pp. 471-474). Kemerovo: Kemerskii tekhnologicheskii institut pishchevoi promyshlennosti.
- Rudakov, O. B., Lesnikova, E. P., Semenova, I. N., & Polyanskii, K. K. (2016). *Tovarnyi menedzhment i ekspertiza zhirovyykh tovarov [Commodity management and examination of fatty products]*. S-Petersburg: Lan'.
- Savkina, E. V., & Egorova, E. Yu. (2017). Razrabotka retseptur myusli-batonchikov [Development of recipes for muesli bars]. *Gorizonty obrazovaniya [Horizons of Education]*, 19, 43-47.
- Semenova, O. S., Kusova, I. U., Dubtsov, G. G., Oreshkin, E. N., & Dubtsova, G. N. (2018). Ispol'zovanie sukhikh kartofeleproduktov pri proizvodstve khlebopekarnoi i kulinarnoi produkt-sii [The use of dry potato products in the production of bakery and culinary products]. *Pishchевaya promyshlennost' [Food Industry]*, 6, 32-36.
- Sergeeva, Yu. M., & Bakumenko, O. E. (2021). Ispol'zovanie netraditsionnogo rastitel'nogo

- syr'ya dlya produktov funktsional'nogo pitaniya [Use of non-traditional vegetable raw materials for functional food products]. *Konditerskoe i khlebopekarnoe proizvodstvo [Confectionery and Bakery Production]*, 1-2, 21-24.
- Strizhevskaya, V. N., & Mirzayanova, E. P. (2015). Vliyaniye strukturoformiruyushchei osnovy na kachestvo batonchikov myusli [Influence of the structure-forming base on the quality of muesli bars]. *Innovatsionnaya nauka [Innovative Science]*, 7, 61-63.
- Tkachuk, E. A., Martynovich, N. N., & Globenko, N. E. (2021). Osobennosti pishchevogo statusa i pitaniya detei s rasstroistvami autisticheskogo spectra [Features of the nutritional status and nutrition of children with autism spectrum disorders]. *Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]*, 90(5), 67-76. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-5-67-76>
- Zverev, S. V., & Zvereva, N. S. (2006). *Funktsional'nye zernovye produkty [Functional Cereals]*. Moscow: DeLi print.
- Adamovics, A., Ivanovs, S., & Dubrovskis, V. (2015). Productivity of industrial hemp and utilization there off or biogas production. In *Environmentally friendly agriculture and forestry for future generations: International Scientific Conference 36 CIOSTA&CIGR. Section 5* (pp. 14-19). S-Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University.
- Alekseenko, E. V., Bakumenko, O. E., & Chernykh, V. Ya. (2021). Shaped jelly marmalade with cranberry concentrate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Article 052007). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052007>
- Budkevich, R. O., Budkevich, E. V., Bانشchikova, T. N., Bakumenko, O. E., Tinkova, E. L., Evdokimov, I. A. (2020). Nutritional status of polluted region: evaluating student food diary. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Article 012021). IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012021>
- Semenov, G. V., Tikhomirov, A. A., & Krasnova, I. S. (2016). The choice of the parameters of vacuum freeze drying to thermolabile materials with desired quality level. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(13), 8056-8061.