

Кумарбек Жунусбекович Амирханов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Бахыткуль Каженовна Асенова – кандидат технических наук, профессор профессор кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Гулнур Несиптаевна Нурымхан – кандидат технических наук, ассоцир.профессор кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-352>.

Назерке Рахифовна Муслимова* – магистр технических наук, докторант кафедры «Технология производство продуктов и биотехнологии»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Information about the authors

Duman Orynbekov – candidate of technical sciences, associate professor of the Department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Kumarbek Amirkhanov – doctor of technical sciences, professor of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aspirant57@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7988-988X>.

Bakhytkul Asenova – candidate of technical sciences professor of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: asenova.1958@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8707-9725>.

Gulnur Nurymkhan – candidate of technical sciences, associate professor of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulnu-n@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0955-352>.

Nazerke Muslimova* – master of technical sciences, doctoral student of the department of «Product Production Technology and Biotechnology»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: muslimova.n.r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2536-0590>.

Редакцияға енуі 15.03.2024

Жариялауға қабылданды 19.03.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-36

МРНТИ: 65.35.29; 62.09.37



Ғ.Р. Смағұл^{1*}, Ю.А. Синявский², Д.Н. Туйгунов², Т.В. Савенкова³

¹Алматинский технологический университет,
050012, Республика Казахстан, г. Алматы, улица Толе Би, 100

²Казахская академия питания,
050008, Республика Казахстан, г. Алматы, улица Клочкова, 66

³ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»,
115054 Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., 36.

*e-mail: s.galiya_22@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СУХОГО КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА И ПОЛИСАХАРИДА МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ШОКОЛАДНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Аннотация. В настоящее время одной из глобальных проблем мирового здравоохранения является широкое распространение хронических неинфекционных заболеваний, обусловленных индивидуальными психологическими и социальными

коррелятами характера питания, а также недостаточной физической активности. Одним из путей решения данной проблемы является проведение эффективной политики рационализации питания населения путем введения в рацион новых специализированных пищевых продуктов диетического и профилактического питания. В этой связи, актуальным является разработка новых продуктов здорового питания из номенклатуры кондитерских изделий, обогащенных различными природными биологически активными соединениями, обладающих выраженными общеукрепляющими и иммуномодулирующими свойствами, с применением современных биотехнологических подходов. Учитывая вышеизложенное целью настоящего исследования явилось изучение технологических особенностей обогащения шоколадных изделий сульфатированным полисахаридом – фукоиданом, выделенным из бурых морских водорослей. В статье излагаются данные по применению сухого кобыльего молока и фукоидана при конструировании шоколадных изделий с заданными свойствами. В ходе исследования изучены оптимальные дозы внесения порошка фукоидана в состав шоколада, а также оценены органолептические и физико-химические свойства разработанных продуктов. Исследовались вносимые дозы порошка фукоидана в концентрациях 0,001%, 0,005%, 0,01% и 0,05%. Результаты оценки органолептических и физико-химических показателей лабораторных партий шоколадных изделий показали, что оптимальной дозой внесения порошка фукоидана, в качестве функционального компонента, является концентрация 0,01 г на 100 г продукта. По результатам проведенного исследования разработана рецептура и технология производства специализированных шоколадных изделий.

Ключевые слова: специализированные пищевые продукты, шоколадные изделия, кобылье молоко, сульфатированные полисахариды, иммуностимулирующие свойства, профилактическое питание.

Введение

Глобальный и перманентный рост урбанизации, наряду с физиологической изменчивостью человеческих популяций и повышением уровня техногенных факторов, характеризуется негативным воздействием на общее состояние организма населения и трансформации физиологических, психологических и когнитивных ритмов жизнедеятельности, снижением иммунного барьера организма, а также повышением риска развития хронических неинфекционных заболеваний [1]. Кроме того, современный ритм жизнедеятельности общества отрицательно отражается на нутритивном статусе и характере питания населения. Сформировавшиеся в последние годы современные тенденции питания привели к дефициту в рационе населения основных эссенциальных нутриентов, в частности, полноценных белков животного и растительного происхождения, незаменимых аминокислот, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, водо- и жирорастворимых витаминов, макро- и микроэлементов, биофлавоноидов, полифенолов и других минорных соединений [2]. Исследования взаимодействия между отдельными компонентами пищевых продуктов играют важную роль в рационализации питания и усиливают важность «пищевой синергии» как фундаментальной единицы. Данная концепция способствует более эффективному пониманию взаимосвязи между питанием и здоровьем. На сегодняшний день установлена закономерность влияния несбалансированного питания населения на распространенность новообразований [3], сахарного диабета [4], гипертонической болезни с преимущественным поражением сердечной мышцы [5], ишемической болезни сердца [6], язвенной болезни желудка [7], двенадцатиперстной кишки [8] и ряда других. Правильное и сбалансированное питание, в свою очередь, способствует профилактике данных заболеваний.

В этой связи особо актуальным направлением пищевой биотехнологии и превентивной медицины является алиментарная профилактика хронических неинфекционных заболеваний, путем разработки рецептур и технологий производства, а также введения в рацион новых специализированных продуктов питания с направленными общеукрепляющими и иммуномодулирующими свойствами.

При разработке новых функциональных продуктов питания, основным критерием выбора базового продукта для модификации и фортификации, а также последующего применения в специализированном питании является его массовое потребление. В данную категорию, несомненно, можно отнести шоколадные изделия, являющиеся составной частью

ежедневного рациона населения. Шоколад имеет высокую калорийность, а также отличается стимулированием обменных процессов в организме. При этом, представленные на сегодняшний день на республиканском рынке шоколадные изделия содержат в своем составе большое количество сахара, консервантов и искусственных вкусоароматических компонентов, что может оказывать негативное влияние как на организм в целом, так и на отдельные его системы [9].

Повышение осведомленности населения о здоровом питании стало одним из наиболее важных стимулирующих факторов для быстрого глобального роста индустрии специализированного питания. Методология разработки технологий производства новых специализированных продуктов питания должна учитывать ряд основополагающих медико-биологических, технологических и товароведных принципов. Ключевыми аспектами модификации рецептур и технологий производства традиционных шоколадных изделий является поиск и подбор перспективных источников биологически активных веществ естественного происхождения, а также использование современных технологических методов, с целью получения новых функциональных продуктов с направленными превентивными свойствами.

Одним из перспективных источников для производства специализированных шоколадных изделий является кобылье молоко. Кобылье молоко обладает высокой биологической ценностью, а также максимальной усвояемостью. Химический состав кобыльего молока характеризуется высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот, низкомолекулярных пептидов, водо- и жирорастворимых витаминов, а также макро- и микроэлементов [10]. Многочисленными фундаментальными и прикладными научными исследованиями подтверждено благоприятное влияние кобыльего молока на иммунитет [11], дыхательную [12], сердечно-сосудистую [13] и пищеварительные системы организма [14]. Однако применение кобыльего молока в производстве специализированных пищевых продуктов сдерживается слабой изученностью вопросов технологии переработки молочного сырья, стабилизации химического состава и технологических свойств молока. В этой связи, основываясь на высоких иммунобиологических свойствах данного сырья, в качестве функционального ингредиента, при разработке специализированного шоколада, было взято сухое кобылье молоко.

Кроме того, в последние годы при фортификации пищевых продуктов особое внимание уделяется морским источникам, вследствие сбалансированности данных ингредиентов по основным фитохимическим и биоактивным веществам. За последние десятилетия из морских организмов было выделено множество новых соединений, обладающих высоким биотехнологическим потенциалом для использования при разработке специализированных и функциональных продуктов питания, а также биологически активных добавок к пище [15]. Фукоиданы представляют собой сложный ряд сульфатированных полисахаридов, широко встречающихся в клеточных стенках бурых водорослей. Фукоидан обладает направленными общеукрепляющими, антиоксидантными [16], иммуностимулирующими [17] и антигипертензивными свойствами [18].

Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования явилось изучение технологических особенностей обогащения шоколадных изделий сульфатированным полисахаридом бурых морских водорослей – фукоиданом.

Материалы и методы

Материалами настоящего исследования служили образцы сухого кобыльего молока, производства ТОО «SaumalBiotech», Казахстан, а также концентрированные сухие экстракты полисахарида морских водорослей – фукоидана «Fucoidan Power-u», производства ТОО «Fucoidan», Казахстан.

Для исследования возможности обогащения шоколада полисахаридом морских бурых водорослей, были выработаны экспериментальные образцы шоколадных изделий с добавлением кобыльего молока и порошка фукоидана в различных концентрациях. В качестве контрольного образца был взят шоколад без добавления фукоидана. После процесса фортификации оценивались потребительские свойства готового шоколада, физико-химические показатели, а также пищевая и энергетическая ценность разработанных продуктов.

Исследование возможности разработки специализированных шоколадных изделий с добавлением сухого кобыльего молока и порошка фукоидана проводили в следующих направлениях:

1. Выбор функциональных компонентов для введения в состав шоколадных изделий.
2. Изучение влияния этапа и оптимальной дозы сухого порошка фукоидана в состав шоколадных изделий.
3. Разработка рецептуры и технологии производства шоколадных изделий с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана.
4. Оценка потребительских свойств готовых шоколадных изделий, обогащенных сухим порошком фукоидана.
5. Оценка физико-химических показателей, а также пищевой и энергетической ценности разработанных шоколадных изделий.

В работе применялись общепринятые органолептические, технологические и физико-химические методы исследований.

Исследования органолептических свойств разработанных продуктов проводили на базе лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов питания в ТОО «ОО Казахская академия питания». Органолептическая оценка продуктов проводилась в соответствии с общепринятыми правилами, прописанными в ГОСТ ISO 6658-2016 «Органолептический анализ. Методология. Общее руководство». Исследования проводились в лаборатории, в специальной комнате без посторонних запахов. Оценивались следующие показатели разработанных продуктов – цвет, вкус, аромат, внешний вид, текстура, форма и структура шоколадных изделий. Методы анализа включали визуальную оценку исследуемых образцов, а также метод дегустации.

Приемку и отбор анализируемых проб проводили в соответствии с ГОСТ 5904-2019 «Изделия кондитерские. Правила приемки и методы отбора проб».

Исследование массовой доли белка в составе шоколадных изделий, обогащенных полисахаридами морских водорослей, проводили в соответствии с ГОСТ 34551-2019 «Изделия кондитерские. Метод определения массовой доли белка». На первом этапе проводили анализ массовой доли общего азота после минерализации исследуемых образцов шоколада концентрированной серной кислотой в присутствии катализатора с образованием сульфата аммония. После этого, сульфат аммония переводили в аммиак, с последующей отгонкой аммиака и его титриметрическим определением. На завершающем этапе проводили пересчеты полученных результатов на массовую долю белка с использованием коэффициентов пересчета азота на общий белок.

Исследование массовой доли жира в составе шоколадных изделий, обогащенных полисахаридами морских водорослей, проводили в соответствии с ГОСТ 31902-2012 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира». Экстракцию липидов из шоколадных изделий проводили с использованием органических и неорганических растворителей. После проведения процесса экстракции массовую долю жира в исследуемых образцах определяли путем выпаривания используемых растворителей.

Исследование массовой доли углеводов проводили с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии на аминопрофильной фазе. Метод основан на растворении исследуемых образцов в растворителе. Для пробоподготовки в лабораторный стакан объемом 50,0 мл взвешивали 5,0 г исследуемого образца. К навеске добавляли 10,0 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивали до образования однородной консистенции. Приготовление данной навески осуществляли в трех повторностях до полного растворения шоколадной массы. Полученную смесь переносили в мерную колбу объемом 100,0 мл. После этого дистиллированной водой доводили до 2/3 объема колбы. К смеси добавляли 25,0 мл метанола и доводили дистиллированной водой до метки. Полученный раствор фильтровали через нейлоновый фильтр.

Для приготовления жидкой фазы, в конической колбе объемом 250,0 мл смешивали 80,0 мл ацетонитрила и 20,0 мл воды. Раствор элюента прогоняли через хроматографическую систему для фильтрации и дегазации. Испытания проводили при следующих условиях хроматографирования: температура колонки – $30,0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, скорость потока – 1 мл/мин, элюент – 80% ацетонитрила и 20% дистиллированной воды, объем вводимого раствора – 20,0 мкл, детектор – рефрактометрический.

Анализ содержания влаги и сухих веществ в исследуемых образцах шоколадных изделий проводили в соответствии с ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ». Согласно данному нормативному документу, исследование массовой доли влаги и сухих веществ проводили путем высушивания анализируемых проб при температуре $130,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$, а также последующих проведениях расчета массопотерь по отношению к анализируемой пробе до высушивания.

Количество золы в исследуемых образцах осуществляли в соответствии с ГОСТ ГОСТ 5901-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси». Исследуемые образцы шоколадных изделий подвергались озолению при температуре $500-600,0^\circ\text{C}$. После завершения процесса озоления проводили оценку массовой доли общей золы в анализируемой пробе.

Анализ физико-химических показателей исследуемых шоколадных изделий проводили в трех повторностях. Пробоподготовку образцов к анализу проводили в один и тот же день при одинаковых условиях. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программы MS Office Excel 2021, рассчитывая среднюю арифметическую параметра, среднее квадратическое отклонение и ошибку средней арифметической. Для сравнения применяли t -критерий Стьюдента, различия считали достоверными при $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

В мировой нутрициологии достигнуто единое мнение о принципах построения сбалансированного питания, рациональных физиологических нормах потребления белка, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, а также теоретических основах разработки продуктов питания специализированного назначения. Следующим шагом является конструирование, на основании данных принципов, новых специализированных пищевых продуктов с набором заранее заданных характеристик. Совершенствование базовых пищевых продуктов, путем их обогащения функциональными, биологически активными компонентами, позволит провести эффективную политику рационализации питания населения. Концепция специализированного и функционального питания характеризуется потреблением пищевых продуктов, обладающих направленными общеукрепляющими, иммуностимулирующими, антиоксидантными, антиэйджинговыми и профилактическими свойствами.

Кондитерские изделия, в частности шоколад, являются неотъемлемой составляющей рациона различных возрастных групп населения, в особенности детей и молодежи. Шоколадные массы представляют собой смесь какао-продуктов и сахарозы. Основными компонентами сухого вещества какао-бобов являются жиры, алкалоиды – теобромин, кофеин, белки, углеводы, органические кислоты, дубильные вещества, ароматические соединения и др. В состав молочного шоколада входит молоко или сухие сливки, отвечающие за нежность и насыщенность вкуса продуктов. Однако состав шоколадных изделий не сбалансирован, характеризуясь низкой биологической ценностью, вследствие высокого уровня насыщенных жиров и углеводов при низком содержании эссенциальных нутриентов.

В рамках проведения настоящего исследования отработаны рецептуры и технологические режимы производства молочного шоколада с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана. Выбор и научное обоснование сырьевых источников, а также определение оптимальной дозы внесения данных компонентов осуществлялся путем исследования функционально-технологических свойств применяемых ингредиентов, при определении рационального состава шоколадной массы и влияния используемого сырья на физико-химические, сенсорные и структурные характеристики исследуемой продукции.

Кобылье молоко содержит в своем составе большое количество биологически активных веществ, включая низкомолекулярные пептиды, свободные аминокислоты, лактоальбумины и глобулины, витамины А, С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, лизоцим, макро- и микроэлементы и другие минорные соединения [19]. Особый интерес применения кобыльего молока в диетологии обусловлен сбалансированностью его жирнокислотного состава. Кобылье молоко характеризуется низким содержанием холестерина и высоким уровнем моно- и полиненасыщенных жирных кислот, в особенности экзогенных жирных кислот, таких как линолевая и α -линолевая кислота, являющихся необходимыми элементами ежедневного рациона питания современного человека. Кроме того, в составе кобыльего молока отсутствуют трансизомеры жирных кислот,

коррелирующие с повышением риска развития ряда хронических неинфекционных заболеваний [20].

Морские водоросли составляют основную часть растительности морей и запасы их очень велики. Способность данных представителей растительного мира снижать риск хронических заболеваний частично связана с продуцированием их вторичных метаболитов, которые, как было показано в ряде экспериментальных исследований, проявляют широкий спектр биологической активности. Регулярное поступление данных соединений в организм в значительных количествах как часть диеты может оказывать заметный долгосрочный физиологический эффект. Особый научно-практический интерес представляет полисахариды бурых водорослей – фукоиданы, благодаря их выраженным антиоксидантным, противоаллергическим, противоопухолевым, антигипертензивным, иммуностимулирующим действиям. Указанные свойства фукоиданов позволяют использовать их в составе функциональных и специализированных пищевых продуктов для профилактики ряда инфекционных и неинфекционных заболеваний и укрепления общего состояния здоровья. Учитывая широкое использование экстрактов водорослей в пищевой промышленности, разработка новых специализированных пищевых продуктов, содержащих морские водоросли, а также их вторичные метаболиты является инновационным шагом [21, 22].

Для обогащения шоколадных изделий сухим порошком фукоидана был выбран метод прямого внесения. Нами были взяты сухие экстракты фукоидана (СЭФ) в концентрациях 0,001, 0,005 0,01 и 0,5 г из расчета на 100 г готового продукта. С целью выбора оптимальной дозы вносимых функциональных компонентов, выработаны лабораторные партии шоколадных изделий с добавлением кобыльего молока, а также полисахаридов морских водорослей, порошков фукоидана в различных концентрациях. Для оптимизации процесса фортификации проанализированы потребительские свойства выработанных образцов. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние различных концентраций фукоидана на потребительские свойства функциональных шоколадных изделий

Наименование показателя	Контроль	СЭФ 0,001%	СЭФ 0,005%	СЭФ 0,01%	СЭФ 0,05%
Цвет	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый	Проявление светло-серого оттенка
Внешний вид	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком	Лицевая поверхность волнистая с характерным рисунком
Вкус и аромат	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Сладкий, с привкусом молока, без горечи	Проявление характерного привкуса горечи, обусловленного добавлением фукоидана
Структура	Однородная	Однородная, с единичными вкраплениями	Однородная, с единичными вкраплениями	Однородная, с единичными вкраплениями	Наблюдается рыхлость в структуре, обусловленная добавлением фукоидана
Форма	Без деформаций	Без деформаций	Без деформаций	Без деформаций	Имеются некоторые деформации формы шоколада, обусловленные добавлением порошка фукоидана
Текстура	Твердая	Твердая	Твердая	Твердая	Твердая

Исследование потребительских свойств кондитерских изделий, в частности шоколадных изделий, позволяет проанализировать такие свойства продукции, как цвет, форма, внешний вид, вкус и аромат, структура и текстура, позволяя таким образом определить общее восприятие продукта с точки зрения потребителя. Анализ потребительских свойств разработанных функциональных шоколадных изделий проводилось методом визуального и дегустационного анализа, основанного на десятибалльной оценке каждого показателя качественных характеристик.

На рисунке 1 приведены данные сравнительной оценки разработанных шоколадных изделий, обогащенных сухими экстрактами фукоидана, в сравнении с контрольным образцом – шоколадом без добавок.

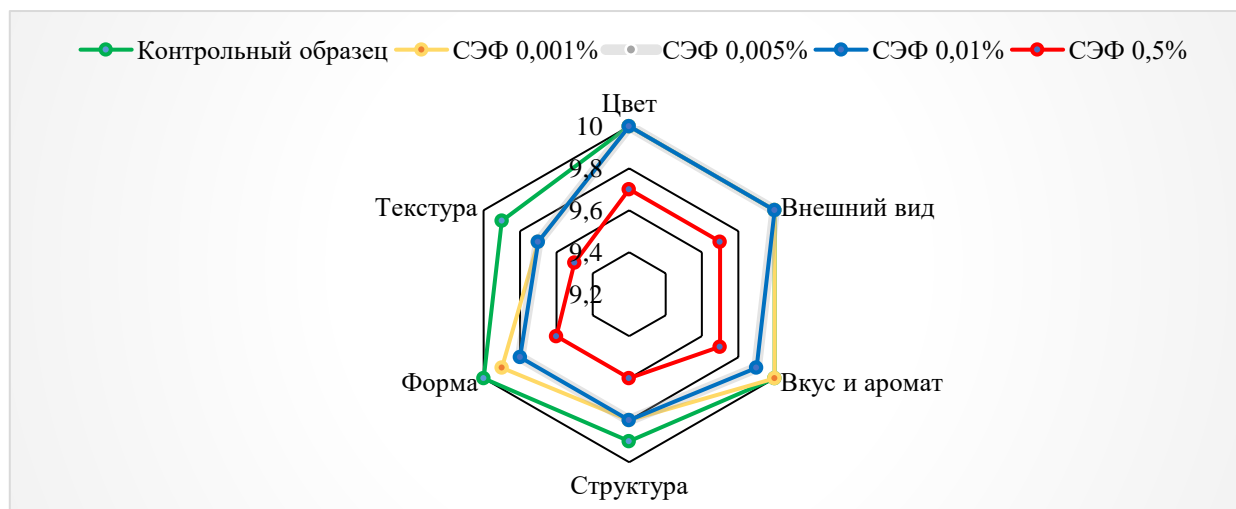


Рисунок 1 – Профилограмма влияния различных концентраций сухих экстрактов фукоидана на потребительские свойства шоколадных изделий

В ходе проведенного исследования также оценены физико-химические показатели, а также пищевая и энергетическая ценность разработанных шоколадных изделий профилактического назначения с добавлением порошка фукоидана в различных концентрациях. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ физико-химических показателей, а также пищевой и энергетической ценности разработанных шоколадных изделий с добавлением фукоидана в различных концентрациях, из расчета на 100 г готовых продуктов

Наименование показателей	Контроль	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,001%	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,005%	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,01%	Шоколад, обогащенный СЭФ 0,05%
Белки, г	7,18±0,25	7,19±0,24	7,20±0,22	7,22±0,24	7,23±0,28
Жиры, г	34,14±1,22	34,12±1,26	34,09±1,25	34,05±1,29	34,01±1,33
Углеводы, г	53,83±2,72	53,85±2,83	53,87±2,74	53,90±2,78	53,92±2,76
Влага, %	3,59±0,17	3,58±0,19	3,56±0,19	3,54±0,17	3,51±0,17
Зола, %	1,22±0,06	1,23±0,06	1,25±0,07	1,28±0,07	1,30±0,06
Энергетическая ценность, ккал/кДж	552/2310	552/2310	551/2305	551/2305	551/2305

Представленные выше результаты проведенных исследований влияния различных концентраций функциональных компонентов свидетельствуют, что обогащение шоколадных изделий порошком фукоидана в концентрациях 0,001, 0,005 и 0,01 г на 100 г готового продукта не оказывают существенного влияния на потребительские и физико-химические свойства шоколада. При этом увеличение дозировки вносимого функционального компонента до 0,05 г на 100 г продукта привело к структурным изменениям формы, текстуры и вкуса шоколадных изделий. Данная концентрация сухих функционального ингредиента способствовала появлению деформаций и рыхлости в структуре шоколада, а также проявлению характерной горечи, обусловленной добавлением используемого компонента. Анализ физико-химических

показателей, а также пищевой и энергетической ценности шоколадных изделий свидетельствует об отсутствии значительных изменений характеристик продукта. С увеличением концентрации вносимого компонента – сухого экстракта фукоидана, отмечалось незначительное снижение содержания жира в продукте, а также как следствие его энергетической ценности. В этой связи, в целях максимального усиления иммунологической составляющей шоколадных изделий, без значимого влияния на органолептические и сенсорные характеристики, за оптимальную концентрацию функциональной добавки была выбрана дозировка 0,01 г сухого экстракта фукоидана на 100 г готового шоколада.

Учитывая полученные данные, а также основываясь на уникальном химическом составе кобыльего молока и фукоидана, нами была разработана рецептура и технология производства специализированного шоколада с добавлением сухого кобыльего молока и порошка фукоидана, предназначенного для диетического и профилактического питания. Рецептура на специализированный шоколад приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Рецептура на специализированный шоколад диетического и профилактического питания с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана из расчета на 100 г готового продукта

Наименование ингредиентов	Количество, г
Мальтодекстрин	34,69
Какао-масло	25,00
Какао тертое	20,00
Сухое кобылье молоко	20,00
Соевый лецитин	0,30
Порошок фукоидана	0,01

Технологический процесс производства шоколада с добавлением кобыльего молока и фукоидана включает стадии подготовки используемого сырья, взвешивания всех компонентов в соответствии с рецептурой, приготовления шоколадной массы, формования шоколадных изделий, заправки и упаковки готового шоколада. Приготовление шоколадной массы начинается с загрузки в меланжер какао тертого, мальтодекстрина, какао-масла, сухого кобыльего молока и сухого порошка фукоидана перетирания указанных компонентов в течение 20 минут, после чего полученная масса подается на пятивальную мельницу. Измельченная масса подается на станцию приготовления шоколада конш-машины. После конширования шоколадная масса поступает в промежуточный сборник, где интенсивно перемешивается. Затем масса поступает в гомогенизатор, где заканчивается вторая стадия конширования. Температура технологического процесса $65,0 \pm 5,0^{\circ}\text{C}$. После прохождения вибрационного сита готовая шоколадная масса с температурой $70,0 \pm 5,0^{\circ}\text{C}$ перекачивается насосом в промежуточный сборник, где интенсивно темперировается в течение 72 часов при температуре $45,0 \pm 5^{\circ}\text{C}$. По окончании процесса темперирования плитки охлаждают до температуры $30,0 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Затем шоколадную массу отливают на автоматическом формующем агрегате в формы. После процесса формования шоколадные изделия охлаждают до температуры $8,0 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Готовые шоколадные изделия упаковывают и готовят к транспортировке и хранению.

Результаты проведенного исследования показали, что образцы шоколадных изделий с добавлением сухого кобыльего молока, обогащенные порошком фукоидана, имели высокие органолептические и сенсорные характеристики и физико-химические показатели.

Заключение

Таким образом, в рамках проведенного исследования научно обоснован выбор сухого кобыльего молока и сухого порошка фукоидана в качестве функциональных компонентов при разработке специализированного шоколада для диетического профилактического питания, изучено влияния этапа и оптимальной дозы внесения фукоидана в состав шоколадных изделий, оценены органолептические и физико-химические свойства разработанных продуктов, предназначенных для здорового питания.

Результаты анализа физико-химических показателей, а также пищевой и энергетической ценности разработанных продуктов показали, что специализированный

молочный шоколад с добавлением сухого кобыльего молока и фукоидана для диетического и профилактического питания характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью, обусловленной высоким содержанием белка и легкоусвояемых углеводов. Следует отметить, что разработанные шоколадные изделия не содержат сахара и могут использоваться в диетическом питании. Благодаря наличию в составе сухого кобыльего молока и сухого порошка фукоидана, специализированные шоколадные изделия, обладают выраженными общеукрепляющими, иммуностимулирующими, антибактериальными, антиоксидантными и детоксицирующими свойствами. Представленные данные имеют важное значение в разработке функциональных и специализированных продуктов питания диетического и профилактического питания для расширения ассортимента ряда отечественного рынка данной категории продуктов.

Список литературы

1. The rise of chronic non-communicable diseases in southeast Asia: time for action / A. Dans, N. Ng, Ch. Varghese et al // *The Lancet*. – 2011. – Vol. 377, Issue 9766. – P. 680-689. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61506-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61506-1).
2. Tulchinsky T.H. Micronutrient deficiency conditions: global health issues / T.H. Tulchinsky // *Public health reviews*. – 2010. – Vol. 32. – P. 243-255. <https://doi.org/10.1007/BF03391600>.
3. Nutritional and vitamin status in patients with neuroendocrine neoplasms / D.S.V.M. Clement, M.E.T. Tesselaar, M.E. van Leerdam et al // *World journal of gastroenterology*. – 2019. – Vol. 10(25). – P. 1171-1184. <https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i10.1171>.
4. Приоритеты в разработке специализированных пищевых продуктов оптимизированного состава для больных сахарным диабетом 2 типа / В.А. Тутельян, Х.Х. Шарафетдинов, И.А. Лапик и др. // *Вопросы питания*. – 2014. – № 6, Т. 83. – С. 41-51.
5. Vitamin D deficiency induces high blood pressure and accelerates atherosclerosis in mice / S. Weng, J.E. Sprague, J. Oh et al // *PloS one*. – 2013. – Vol. 1(8). – P. 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054625>.
6. International food group-based diet quality and risk of coronary heart disease in men and women / T.T. Fung, S. Isanaka, F.B. Hu, et al // *The American journal of clinical nutrition*. – 2018. – Vol. 1(107). – P. 120-129.
7. Этиопатогенетические основы развития язвенной болезни (обзор литературы) / А.Г. Хасанов, И.Ф. Суфияров, Р.Р. Фаязов и др. // *Архивариус*. – 2021. – № 6(60), Т. 7. – С. 16-18.
8. Ryan-Harshman M. How diet and lifestyle affect duodenal ulcers. Review of the evidence / M. Ryan-Harshman, W. Aldoori // *Canadian family physician*. – 2004. – Vol. 5(50). – P. 727-732.
9. Романов П.С. Проблема повышенного содержания сахара в пищевых продуктах и напитках, позиционирующихся как компоненты здорового питания / П.С. Романов, И.П. Романова // *Вестник Коломенского института (филиала) Московского политехнического университета*. – 2020. – № 15. – С. 186-191.
10. Определение биологической и энергетической ценности йогурта из кобыльего молока / С.Г. Канарейкина, И.А. Ахатова, В.И. Канарейкин // *Вестник мясного скотоводства*. – 2010. – № 63(2). – С. 152-156.
11. Valiev A.G. Features of secondary immune response and status of nonspecific resistance of the rat, fed rations with mare's milk, rich in essential fatty acids / A.G. Valiev // *Voprosy Pitaniia*. – 2001. – Vol. 5(70). – P. 10-13.
12. Функциональный продукт на основе кобыльего молока / Х.С. Сарсембаев, Ю.А. Синявский, Ж.Т. Лесова // *Вестник Алматинского технологического университета*. – 2016. – № 2. – С. 71-77.
13. Применение продукта кобыльего молока в реабилитации больных ишемической болезнью сердца / Л.Т. Гильмутдинова, Н.Х. Янтурина, Р.Р. Кудаярова, и др. // *Бюллетень сибирской медицины*. – 2010. – № 3(9). – С. 121-124.
14. Кобылье молоко в гастроэнтерологии (обзорная статья) / Б.Р. Бимбетов, А.К. Жангабылов, В.В. Бенберин и др. // *Медицина (Алматы)*. – 2019. – № 9. – С. 73-78.
15. Pangestuti R. Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae / R. Pangestuti, S.K. Kim // *Journal of functional foods*. – 2011. – Vol. 4(3). – P. 255-266. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.07.001>.

16. In vitro antioxidant properties of fucoidan fractions from *Sargassum tenerrimum* / T. Marudhupandi, T.T.A. Kumar, S.L. Senthil, N. Devi // *Pakistan Journal of Biological Sciences* – 2014. – Vol. 3(17). – P. 402-407. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.402.407>.
17. Kim M.H. Immunostimulatory effects of fucoidan on bone marrow-derived dendritic cells / M.H. Kim, H.G. Joo // *Immunology letters*. – 2008. – Vol. 2(115). – P. 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2007.10.016>.
18. Antihypertensive effect of fucoidan from Yangqicai (*Sargassum fusiforme*) in EA.hy-926 cells and spontaneously hypertensive rats / F.T. Li, X. Li, Y.H. Fu // *Journal of Applied Phycology*. – 2023. – Vol. 1(35). – P. 397-403. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02868-y>.
19. Якунин А.В. Оценка пищевой ценности кобыльего молока и кисломолочных продуктов на его основе и возможности их использования в детском питании / А.В. Якунин, Ю.А. Сиявский, Ы.С. Ибраимов // *Вопросы современной педиатрии*. – 2017. – № 3(16). – С. 235-240. <https://doi.org/10.15690/vsp.v16i3.1734>.
20. Orlandi M. Fat composition of mare's milk with reference to human nutrition / M. Orlandi, J. Goracci, M.C. Curadi // *Annali della Facolta di Medicina veterinaria*. – 2003. – Vol. 56. – P. 97-106.
21. Одинец А.Г. Фукоидан: современные представления о его роли в регуляции углеводного обмена / А.Г. Одинец, Л.В. Татаринова // *Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал*. – 2016. – № 3. – С. 40-44.
22. Fitton J.H. Therapies from fucoidan: An update / J.H. Fitton, D.N. Stringer, S.S. Karpinić // *Marine drugs*. – 2015. – Vol. 9(13). – P. 5920-5946. <https://doi.org/10.3390/md13095920>.

References

1. The rise of chronic non-communicable diseases in southeast Asia: time for action / A. Dans, N. Ng, Ch. Varghese et al // *The Lancet*. – 2011. – Vol. 377, Issue 9766. – P. 680-689. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61506-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61506-1). (In English).
2. Tulchinsky T.H. Micronutrient deficiency conditions: global health issues / T.H. Tulchinsky // *Public health reviews*. – 2010. – Vol. 32. – P. 243-255. <https://doi.org/10.1007/BF03391600>. (In English).
3. Nutritional and vitamin status in patients with neuroendocrine neoplasms / D.S.V.M. Clement, M.E.T. Tesselaar, M.E. van Leerdam et al // *World journal of gastroenterology*. – 2019. – Vol. 10(25). – P. 1171-1184. <https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i10.1171>. (In English).
4. Prioritety v razrabotke spetsializirovannykh pishchevykh produktov optimizirovannogo sostava dlya bol'nykh sakharnym diabetom 2 tipa / V.A. Tutel'yan, KH.KH. Sharafetdinov, I.A. Lapić i dr. // *Voprosy pitaniya*. – 2014. – №. 6, T. 83. – S. 41-51. (In Russian).
5. Vitamin D deficiency induces high blood pressure and accelerates atherosclerosis in mice / S. Weng, J.E. Sprague, J. Oh et al // *PloS one*. – 2013. – Vol. 1(8). – P. 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054625>. (In English).
6. International food group-based diet quality and risk of coronary heart disease in men and women / T.T. Fung, S. Isanaka, F.B. Hu, et al // *The American journal of clinical nutrition*. – 2018. – Vol. 1(107). – P. 120-129. (In English).
7. Ehtiopatogeneticheskie osnovy razvitiya yazvennoi bolezni (obzor literatury) / A.G. Khasanov, I.F. Sufiyarov, R.R. Fayazov i dr. // *Arkhiarius*. – 2021. – №. 6(60), T. 7. – S. 16-18. (In Russian).
8. Ryan-Harshman M. How diet and lifestyle affect duodenal ulcers. Review of the evidence / M. Ryan-Harshman, W. Aldoori // *Canadian family physician*. – 2004. – Vol. 5(50). – P. 727-732. (In English).
9. Romanov P.S. Problema povyshennogo soderzhaniya sakhara v pishchevykh produktakh i napitkakh, pozitsioniruyushchikhsya kak komponenty zdorovogo pitaniya / P.S. Romanov, I.P. Romanova // *Vestnik Kolomenskogo instituta (filiala) Moskovskogo politekhnicheskogo universiteta*. – 2020. – №. 15. – S. 186-191. (In Russian).
10. Opredelenie biologicheskoi i ehnergeticheskoi tsennosti iogurta iz kobylyego moloka / S.G. Kanareikina, I.A. Akhatova, V.I. Kanareikin // *Vestnik myasnogo skotovodstva*. – 2010. – №. 63(2). – S. 152-156. (In Russian).
11. Valiev A.G. Features of secondary immune response and status of nonspecific resistance of the rat, fed rations with mare's milk, rich in essential fatty acids / A.G. Valiev // *Voprosy Pitaniia*. – 2001. – Vol. 5(70). – P. 10-13. (In English).
12. Funktsional'nyi produkt na osnove kobylyego moloka / KH.S. Sarsembaev, YU.A. Sinyavskii, ZH.T. Lesova // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2016. – №. 2. – S. 71-77.

13. Primenenie produkta kobylyego moloka v reabilitatsii bol'nykh ishemicheskoi boleznyu serdtsa / L.T. Gil'mutdinova, N.KH. Yanturina, R.R. Kudayarova, i dr. // Byulleten' sibirskoi meditsiny. – 2010. – № 3(9). – S. 121-124. (In Russian).
14. Kobyl'e moloko v gastroenterologii (obzornaya stat'ya) / B.R. Bimbetov, A.K. Zhangabylov, V.V. Benberin i dr. // Meditsina (Almaty). – 2019. – №. 9. – S. 73-78. (In Russian).
15. Pangestuti R. Biological activities and health benefit effects of natural pigments derived from marine algae / R. Pangestuti, S.K. Kim // Journal of functional foods. – 2011. – Vol. 4(3). – P. 255-266. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.07.001>. (In English).
16. In vitro antioxidant properties of fucoidan fractions from *Sargassum tenerrimum* / T. Marudhupandi, T.T.A. Kumar, S.L. Senthil, N. Devi // Pakistan Journal of Biological Sciences – 2014. – Vol. 3(17). – P. 402-407. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2014.402.407>. (In English).
17. Kim M.H. Immunostimulatory effects of fucoidan on bone marrow-derived dendritic cells / M.H. Kim, H.G. Joo // Immunology letters. – 2008. – Vol. 2(115). – P. 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2007.10.016>. (In English).
18. Antihypertensive effect of fucoidan from *Yangqicai* (*Sargassum fusiforme*) in EA.hy-926 cells and spontaneously hypertensive rats / F.T. Li, X. Li, Y.H. Fu // Journal of Applied Phycology. – 2023. – Vol. 1(35). – P. 397-403. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02868-y>. (In English).
19. Yakunin A.V. Otsenka pishchevoi tsennosti kobylyego moloka i kislomolochnykh produktov na ego osnove i vozmozhnosti ikh ispol'zovaniya v detskom pitanii / A.V. Yakunin, YU.A. Sinyavskii, Y.S. Ibraimov // Voprosy sovremennoi pediatrii. – 2017. – № 3(16). – С. 235-240. <https://doi.org/10.15690/vsp.v16i3.1734>. (In Russian).
20. Orlandi M. Fat composition of mare's milk with reference to human nutrition / M. Orlandi, J. Goracci, M.C. Curadi // Annali della Facolta di Medicina veterinaria. – 2003. – Vol. 56. – P. 97-106. (In English).
21. Odinets A.G. Fukoidan: sovremennye predstavleniya o ego roli v regul'yatsii uglevodnogo obmena / A.G. Odinets, L.V. Tatarinova // Lechebnoe delo: nauchno-prakticheskii terapevticheskii zhurnal. – 2016. – № 3. – S. 40-44. (In Russian).
22. Fitton J.H. Therapies from fucoidan: An update / J.H. Fitton, D.N. Stringer, S.S. Karpiniec // Marine drugs. – 2015. – Vol. 9(13). – P. 5920-5946. <https://doi.org/10.3390/md13095920>. (In English).

Ғ.Р. Смағұл^{1*}, Ю.А. Синавский², Д.Н. Туйгунов², Т.В. Савенкова³

¹Алматы технологиялық университеті,
050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100.

²Қазақ тағамтану академиясы,
050008, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Клочков көшесі, 66

³Г.В. Плеханов атындағы Ресей экономика университеті,
115054, Ресей Федерациясы, Мәскеу қаласы, Стремянный пер., 36

*e-mail: s.galiya_22@mail.ru

САЛАУАТТЫ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН МАМАНДАНДЫРЫЛҒАН ШОКОЛАД ӨНІМДЕРІН ӨЗІРЛЕУДЕ БИЕ СҮТІН ЖӘНЕ ТЕҢІЗ БАЛДЫРЫНЫҢ ПОЛИСАХАРИДІН ҚОЛДАНУ

Қазіргі уақытта денсаулық сақтаудың жаһандық проблемаларының бірі тамақтану схемаларының жеке психологиялық және әлеуметтік корреляциясынан, сондай-ақ физикалық белсенділіктің жеткіліксіздігінен туындаған созылмалы инфекциялық емес аурулардың кең таралуы болып табылады. Бұл мәселені шешудің бір жолы – ас үлесіне диеталық-профилактикалық тамақтануға арналған жаңа мамандандырылған азық-түлік өнімдерін енгізу арқылы халықтың тамақтануын ұтымды етудің тиімді саясатын жүргізу. Осыған байланысты заманауи биотехнологиялық тәсілдерді қолдана отырып, кондитерлік өнімдердің ассортиментінен әртүрлі табиғи биологиялық белсенді қосылыстармен байытылған, айқын қалпына келтіретін және иммуномодуляциялаушы қасиеттері бар жаңа пайдалы тағам өнімдерін өзірлеу өзекті болып табылады. Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, бұл зерттеудің мақсаты шоколад өнімдерін қоңыр балдырлардан алынған сульфатты полисахарид – фукоиданмен байытудың технологиялық ерекшеліктерін зерттеу болды. Мақалада құрғақ бие сүті мен фукоидан ұнтағының қасиеттері жаңа

шоколад өнімдерін жобалауда қолдану деректері келтірілген. Зерттеу барысында шоколад өнімдеріне фукоидан ұнтағын қосудың оңтайлы дозалары зерттелді, сонымен қатар әзірленген өнімдердің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері бағаланды. Фукоидан ұнтағының қолданылған дозалары 0,001%, 0,005%, 0,01% және 0,05% концентрацияларында зерттелді. Шоколад өнімдерінің зертханалық партияларының органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін бағалау нәтижелері функционалдық компонент ретінде фукоидан ұнтағының оңтайлы дозасы 100 г өнімге 0,01 г концентрация екенін көрсетті. Зерттеу нәтижелері бойынша мамандырылған шоколад өнімдерін өндірудің рецептурасы мен технологиясы құрастырылды.

Түйін сөздер: мамандырылған тағам өнімдері, шоколад өнімдері, бие сүті, сульфатты полисахаридтер, иммуностимуляциялау қасиеттері, профилактикалық тамақтану.

G.R. Smagul^{1*}, Yu.A. Sinyavskiy², D.N. Tuigunov², T.V. Savenkova³

¹Almaty Technological University,
050012, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tole Bi st., 100

²Kazakh Academy of Nutrition,
050008, Republic of Kazakhstan, Almaty, Klochkov st., 66

³Plekhanov Russian University of Economics,
115054 Russian Federation, Moscow, Stremyanniy, 36

*e-mail: s.galiya_22@mail.ru

THE USE OF MARE'S MILK POWDER AND SEAWEED POLYSACCHARIDE IN THE DEVELOPMENT OF SPECIALIZED CHOCOLATE FOR HEALTHY DIET

Currently, one of the global problems of world health is the widespread occurrence of chronic non-communicable diseases caused by individual psychological and social correlates of nutrition, as well as insufficient physical activity. One of the ways to solve this problem is to conduct an effective policy of rationalizing the population's nutrition by introducing new specialized food products for dietary and preventive nutrition into the diet. In this regard, it is relevant to develop new healthy food products from the range of confectionery products enriched with various natural biologically active compounds that have pronounced restorative and immunomodulatory properties, using modern biotechnological approaches. The purpose of this research was to study the technological features of the enrichment of chocolate products with sulfated polysaccharide – fucoidan, isolated from brown algae. The article presents data on the use of mare's milk powder and fucoidan in the design of chocolate products with desired properties. In the course of the study, the optimal doses of adding fucoidan powder to the composition of chocolate were studied, and the organoleptic and physico-chemical properties of the developed products were evaluated. The applied doses of fucoidan powder were studied at concentrations of 0.001%, 0.005%, 0.01% and 0.05%. The results of the assessment of organoleptic and physico-chemical parameters of laboratory batches of chocolate products showed that the optimal dose of fucoidan powder, as a functional component, is a concentration of 0.01 g per 100 g of the product. Based on the results of the study, the composition and technology for the production of specialized chocolate products was developed.

Key words: Specialized food products, chocolate products, mare's milk, sulfated polysaccharides, immunostimulatory properties, preventive nutrition.

Сведения об авторах

Ғалия Рысбекқызы Смағұл* – PhD докторант кафедры пищевой биотехнологии, АО «АТУ», улица Толе Би, 100, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7366-0371>.

Юрий Александрович Синявский – доктор биологических наук, профессор, вице-президент Казахской академии питания, улица Ключкова, 66, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Дияр Нурдунович Туйгунов – магистр технических наук, старший научный сотрудник Казахской академии питания, улица Ключкова, 66, г. Алматы, Республика Казахстан. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Татьяна Валентиновна Савенкова – доктор технических наук, профессор РЭУ имени Г.В. Плеханова, Стремянный пер. 36, г. Москва, Российская Федерация. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-7931>.

Авторлар туралы мәліметтер

Ғалия Рысбекқызы Смағұл* – «АТУ» АҚ Тағам биотехнологиясы кафедрасының PhD докторанты, Төле би көшесі, 100, Қазақстан Республикасы, Алматы қ. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7366-0371>.

Юрий Александрович Синявский – биология ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ тағамтану академиясының вице-президенті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Клочков көшесі, 66. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Диляр Нурдунович Туйгунов – техникалық ғылымдарының магистрі, Қазақ тағамтану академиясының аға ғылыми қызметкері, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Клочков көшесі, 66. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Татьяна Валентиновна Савенкова – техника ғылымдарының докторы, Г.В. Плеханов атындағы Ресей экономика университетінің профессоры, Стремянный пер. 36, Мәскеу, Ресей Федерациясы. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-7931>.

Information about the authors

Galiya Rysbekkyzy Smagul* – PhD doctoral student of the Department of Food Biotechnology, "ATU", Tole Bi Street, 100, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7366-0371>.

Yuriy Alexandrovich Sinyavskiy – Doctor of Biological Sciences, Professor, Vice-President of the Kazakh Academy of Nutrition, Klochkov Street, 66, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6339-6995>.

Dilyar Nurdunovich Tuigunov – Master of technical sciences, Senior Researcher Kazakh Academy of Nutrition, Klochkov Street, 66, Almaty, Republic of Kazakhstan. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5548-6675>.

Tatyana Valentinovna Savenkova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Stremyanny per. 36, Moscow, Russian Federation. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4254-7931>.

Поступила в редакцию 19.03.2024

Принята к публикации 26.03.2024