

УДК:637.146.1

Влияние функциональных ингредиентов на качественные показатели творожного продукта и его хранимоспособность

А. П. Пакулина*, Л. М. Захарова, Л. Л. Пашина, К. Р. Бабухадия, П. Н. Школьников

*Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия;
e-mail: pakusina.a@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-3444>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
03.05.2024;

принята
к публикации
07.06.2024

Ключевые слова:

функциональные
ингредиенты,
зостерин,
жимолость,
творожный продукт,
хранимоспособность

Решение проблемы рационализации питания населения, снижения отрицательного влияния на организм человека вредных факторов (физических, химических) внешней среды возможно с помощью создания функциональных продуктов, в состав которых входят белки, витамины, антиоксиданты, пектины и другие эссенциальные нутриенты, дефицит которых отмечен медико-биологическими исследованиями. На основании теоретических и экспериментальных исследований отобраны компоненты, в состав которых входят функциональные ингредиенты: зостерин – природный полисахарид и растительный наполнитель – ягодный сок жимолости. В качестве основы функционального продукта выбран нежирный творог, в состав которого входят белки, минеральные вещества, серосодержащие соединения и другие вещества. В результате проведенных исследований сформированы технологические подходы и обоснован компонентный состав творожного продукта с зостерином и ягодным соком. Установлены соотношения зостерина и сока жимолости по отношению к массе творога, обеспечивающие должный технологический и профилактический эффект. Изучены органолептические, структурно-механические, физико-химические показатели творожного продукта. Рассчитана пищевая и энергетическая ценность. Разработанный творожный продукт имеет повышенную пищевую ценность, в его состав входят биологически важные компоненты – витамины, минеральные соли, полифенольные вещества, пектины. Он обладает высокой усвояемостью за счет гомогенизации всех компонентов и комплементарной органолептики: приятного аромата и вкуса, однородной, нежной консистенции, привлекательных внешних характеристик. Изучено влияние зостерина и ягодного сока на качественные показатели творожного продукта в процессе хранения. Доказано, что введение зостерина и ягодного сока позволяет затормозить нежелательные процессы, и, следовательно, продлить сроки годности продукта.

Для цитирования

Пакулина А. П. и др. Влияние функциональных ингредиентов на качественные показатели творожного продукта и его хранимоспособность. Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 3. С. 373–384. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-373-384>.

The effect of functional ingredients on the quality of the curd product and its storage capacity

Antonina P. Pakusina*, Lyudmila M. Zakharova, Lyubov L. Pashina,
Ketevan R. Babukhadiya, Pavel N. Shkolnikov

*Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia;
e-mail: pakusina.a@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-3444>

Article info

Received
03.05.2024;

accepted
07.06.2024

Key words:

functional ingredients,
zosterin,
honeysuckle,
cottage cheese product,
storage capacity

Abstract

The solution to the problem of rationalizing the nutrition of the population, reducing the negative impact on the human body of harmful factors (physical, chemical) of the external environment is possible by creating functional products that include proteins, vitamins, antioxidants, pectins and other essential nutrients, the deficiency of which has been noted by biomedical research. Based on theoretical and experimental studies, the components were selected including functional ingredients: zosterin – a natural polysaccharide and vegetable filler – honeysuckle berry juice. Low-fat cottage cheese, which includes proteins, minerals, sulfur-containing compounds and other substances, was chosen as the basis of the functional product. As a result of the conducted research, technological approaches were formed and the component composition of the curd product with zosterin and berry juice was justified. The ratios of zosterol and honeysuckle juice in relation to the mass of cottage cheese have been established, ensuring proper technological and preventive effect. The organoleptic, structural-mechanical, physico-chemical parameters of the curd product have been studied. The nutritional and energy value is calculated. The developed curd product has an increased nutritional value, it contains biologically important components – vitamins, mineral salts, polyphenolic substances, pectins. It has a high digestibility due to the homogenization of all components and complementary organoleptics: pleasant aroma and taste, homogeneous, delicate consistency, attractive external characteristics. The effect of zosterol and berry juice on the quality of the curd product during storage has been studied. It has been proven that the introduction of zosterol and berry juice allows you to slow down undesirable processes, and, consequently, extend the shelf life of the product.

For citation

Pakusina, A. P. et al. 2024. The effect of functional ingredients on the quality of the curd product and its storage capacity. *Vestnik of MSTU*, 27(3), pp. 373–384. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2024-27-3-373-384>.

Введение

В последнее время наблюдается нарушение структуры питания из-за дефицита входящих в продукты основных компонентов, в частности белка, а также биологически активных веществ. Отмечено снижение потребления на 7 % общего белка, животного белка – на 18 % (Научно-исследовательский институт питания (НИИ питания) РАМН, г. Москва). Еще больший дефицит белка в питании испытывают социально незащищенные слои населения и больные люди. Резко снизилось потребление овощей, фруктов; дефицит витаминов составляет 20–50 %. Компенсировать дефицит в организме биологически активных компонентов возможно за счет обогащения молока и молочных продуктов. Следует отметить, что молоко и молочные продукты относятся к наиболее ценной категории продукции, восполняющей дефицит белка. Фактическое недополучение белка в большинстве случаев является следствием потребления человеком продуктов, способных полностью удовлетворить общие потребности организма в энергии за счет углеводов и жиров. Для решения проблемы дефицита белка и биологически активных веществ необходимо вводить в рационы питания продукты, сбалансированные по содержанию белков, жиров, углеводов и эссенциальных нутриентов.

Молочным продуктам, учитывая их биологическую ценность, отводится первостепенная роль в организации позитивного питания населения. В нашей стране творог и творожные продукты считаются незаменимыми продуктами питания для всех возрастных групп населения благодаря значительному содержанию в них полноценных белков, минеральных веществ – кальция, фосфора, магния, железа, серосодержащих соединений – метионина, лизина, холина и других веществ, которые обуславливают их высокую пищевую и биологическую ценность. Однако срок годности творога и творожных продуктов невелик, они быстро теряют свои первоначальные свойства в результате развития в них нежелательной микрофлоры, появляющейся в продукте в процессе производства и хранения. Проблема увеличения стойкости при хранении этой группы продуктов приобретает все большее значение, так как является одним из важнейших показателей качества.

Современные требования к условиям производства и реализации данной группы молочных продуктов предусматривают применение специальных технологий, обеспечивающих высокое качество вырабатываемой продукции и максимально допустимое увеличение сроков годности. Возможным подходом к решению задачи создания творога и творожных продуктов с длительным сроком годности является использование новых методов обработки различных видов сырья, в том числе и нетрадиционного, применение высокотехнологичного оборудования и специальных пищевых добавок, препятствующих развитию остаточной микрофлоры и нежелательных физико-химических процессов при реализации продукции, что привлекает к себе пристальное внимание исследователей и практиков (*Захарова и др., 2014*).

Кроме этого, чрезвычайно важным направлением является создание продуктов, обладающих защитными свойствами и обеспечивающих устойчивость организма к воздействию радиации и других неблагоприятных факторов окружающей среды. В этом направлении большое внимание уделяется разработке продуктов с биологически активными веществами.

На российском рынке все чаще стали появляться молочные продукты нового поколения, обогащенные растительными экстрактами и биологически активными добавками, содержащими витамины, минеральные вещества, пищевые волокна и другие эссенциальные нутриенты (*Решетник и др., 2013*). Увеличение ассортимента этой категории продуктов обосновывается ростом спроса населения, проявляющим заботу о своем здоровье и внешнем виде. В связи с этим повысился интерес и производителей к пищевым и биологически активным добавкам, которые, с одной стороны, способствуют формированию дополнительных звеньев в цепи защиты организма и увеличению ее резервных возможностей, а с другой – улучшают органолептическую оценку и повышают сроки годности вырабатываемых продуктов.

Благодаря свойствам, выявленным в последние годы, особое внимание с этой точки зрения привлекают пектины, которые используются в качестве эффективных гиполлипидемических средств для коррекции липидного обмена. Пектины модифицируют синтез и оборот желчных кислот, проявляют гиполлипидемический, иммуностимулирующий, антиканцерогенный, противодиарейный эффект, усиливают чувство насыщения, служат эффективными антидотами при интоксикации тяжелыми металлами и радионуклидами (*Veterinary..., 2006*). Особенно это актуально в настоящее время, когда загрязнение окружающей среды токсическими веществами постоянно растет, промышленные отравления случаются все чаще и увеличивается необходимость в предотвращении их последствий противотоксичными веществами (*Биологически..., 2001*).

К категории таких веществ относится зостерин – уникальный низкометоксилированный пектин из морской травы семейства *Zosteraceae*, полученный Тихоокеанским институтом биоорганической химии ДВО РАН (*Усов и др., 1988*).

В отличие от известных пектинов в состав боковых углеводных цепей зостерина входит углеводный остаток апиоза, обуславливающий его относительную устойчивость к действию внеклеточных ферментов, а низкая степень метоксилирования обеспечивает его высокие адсорбционные свойства и возможность

продолжительного применения (Мусеев, 1989). Зостерин является полидисперсным по молекулярной массе биополимером, что отражается на специфике его биологического действия и подтверждено данными по фармакокинетике препарата. Впервые зостерин привлек внимание как антидот при угрозе возникновения свинцовой интоксикации персонала свинцово-плавильных и горнообогатительных предприятий (Сребнева и др., 2004; Ильин, 1997).

Зостерин – нетоксичный препарат, прошедший все необходимые исследования и испытания на эмбриотоксичность, терратогенность, мутагенность, фиброгенность и т. д., соответствующий требованиям гигиенической безопасности и разрешенный НИИ питания РАМН для использования в качестве лечебно-профилактической добавки к пищевым продуктам (Лоенко и др., 1997).

Зостерин обладает широким спектром действий, в частности, иммуномодулирующим, антиоксидантным, гепатопротекторным, противовоспалительным, ранозаживляющим, желчегонным действием, укрепляет специфические и неспецифические факторы иммунитета организма, стимулирует репаративные процессы и т. д. Зостерин рекомендован в качестве оздоровительного средства при профилактике предраковых заболеваний. Практически не имеет противопоказаний и не дает отрицательных побочных эффектов (Кизеветтер и др., 1981). Кроме того, зостерин подавляет рост грамотрицательных и грамположительных бактерий: *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* *in vitro* и *in vivo* и не оказывает бактерицидного действия на бифидумбактерии и лактобактерии (Zhu et al., 2021).

Таким образом, зостерин и производство продуктов питания функционального назначения с его использованием имеют огромный социальный эффект, направленный на оздоровление населения, продления его трудовой деятельности и общей продолжительности жизни. В технологическом плане зостерин можно использовать как структурообразователь.

Наибольший эффект для придания функциональных свойств продукту можно достичь при совместном введении зостерина и растительных наполнителей из местного плодово-ягодного сырья. В Амурской области культивируется достаточно плодово-ягодного сырья (груша, яблоко, вишня, облепиха, смородина, жимолость и др.), содержащего в своем составе широкий спектр биологически активных веществ, в том числе витаминов, микроэлементов, красящих и ароматизирующих веществ. Использование местного плодово-ягодного сырья позволяет расширить ассортимент функциональных продуктов и снизить расходы на его приобретение и доставку.

Цель работы – изучение влияния зостерина, используемого в качестве функционального ингредиента и структурообразующей добавки, а также ягодного наполнителя – источника биологически активных веществ, на качественные показатели творожного продукта и его хранимоспособность для создания творожных продуктов, обладающих защитными факторами и повышенной хранимоспособностью.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись творог нежирный – как сырье для производства функционального творожного продукта с длительным сроком годности, а также творожный продукт, обогащенный функциональными ингредиентами, в качестве которых выступали пектин, выделяемый из морских трав семейства *Zosteraceae* – зостерин (ТУ 9379-054-02698170-2004, производство ТИБОХ ДВО РАН, г. Владивосток¹) и ягодный сок жимолости.

Зостерин является пищевым сырьем, не обозначен индексом "Е", соответствует требованиям технической документации и ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции". В зависимости от природных свойств препарата цвет от песочного до темно-бурого; хорошо растворим в горячей воде с образованием жидкого геля. Предварительная подготовка зостерина заключалась в его выдержке в семикратном количестве холодной воды для набухания в течение 30 мин и дальнейшем нагревании до полного растворения (но не кипячения). Раствор зостерина фильтруют через сетчатый фильтр или лавсановую ткань. Дозу пектина изменяли от 0,1 до 1,2 %.

В качестве плодово-ягодного наполнителя использовали продукты переработки жимолости. Массовую долю витамина С в жимолости определяли йодометрическим методом по Б. П. Плешкову, который основан на экстрагировании витамина С раствором кислот (смесью соляной и щавелевой) с последующим титрованием визуально раствором йодата калия ($KIO_3 + KI$) в присутствии крахмала до установления сине-фиолетовой окраски.

Сахара в плодах жимолости определяли по ГОСТ 8756.13 "Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров". Титруемую кислотность рассчитывали потенциометрическим титрованием водной вытяжки 0,1 н раствором NaOH с последующим пересчетом на яблочную кислоту по ГОСТ ISO

¹ Информация о нормативных актах и ГОСТах представлена в Приложении.

750-2013 "Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности". Суммарное содержание антоцианов устанавливали согласно ГОСТ 32709 "Продукция соковая. Методы определения антоцианов – спектрофотометрическим методом в пересчете на цианидин-3-гликозид". ИК-спектры экстрактов флавоноидов проводили на ИК-Фурье спектрометре.

При изучении совместного влияния зостерина и ягодного наполнителя на физико-химические и органолептические показатели творожного продукта непосредственно после выработки и в процессе хранения использовались стандартные методы исследования (ГОСТ Р 54669-2011 "Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности"; ГОСТ Р 54668-2011 "Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества"; ГОСТ Р 54667-2011 "Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров"). Режимы термической обработки творога: температура – $72 \pm 2,5$ °С, выдержка – 180 ± 10 с.

Контролем являлся творожный продукт, выработанный без добавления зостерина и плодово-ягодного наполнителя.

Структурно-механические характеристики образцов творожного продукта определяли на ротационном вискозиметре Rheotest-2. Константы цилиндров составляли: I диапазон – 3,07 Па на ед. шкалы, II диапазон – 29,29 Па на ед. шкалы.

Результаты и обсуждение

Особый интерес представляло изучение перспектив использования в производстве функциональных продуктов на основе творога нетрадиционного растительного сырья – жимолости, обладающей высокими биологически активными свойствами. Жимолость лидирует по суммарному содержанию полифенольных антиоксидантов (антоцианины, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, проантоцианидины).

На Дальнем Востоке произрастают следующие виды жимолости – камчатская, съедобная, Турчанинова, Толмачева, раннецветущая, Глена, Максимовича, сахалинская, Шамиссо, горбатая, Рупрехта, Маака; они распространены в Приморье, на Сахалине. В Амурской области резкоконтинентальный климат, дикорастущая жимолость не встречается, однако здесь выращивают сортовую жимолость алтайской селекции.

В настоящее время селекционная работа по созданию новых сортов жимолости идет по пути увеличения устойчивости этой культуры к неблагоприятным климатическим условиям и увеличению в ягодах содержания флавоноидов и других биологически активных веществ (Зарицкий и др., 2023; Ефанов и др., 2021), таких как антоцианы, полифенольные соединения, витамины, микроэлементы, органические кислоты (Акимов, 2020).

Антоцианы разнообразны по строению, но основным антоцианом в ягодах жимолости является цианидин 3-гликозид (Chen et al., 2014). Ягоды жимолости благодаря содержанию в них полифенольных соединений проявляют антиоксидантную способность (Guo et al., 2023; Belyaeva et al., 2021), благоприятно влияют на метаболизм и снижают прибавку в весе (Biswas et al., 2018), обладают противовоспалительным и противораковым действием (Orsavova et al., 2022). Биологически активные соединения плодов жимолости обеспечивают устойчивость человека к старению, контроль ожирения, защищают организм от гипертонии и диабета, при этом обладают синергетическим эффектом (Kou et al., 2020).

Биохимические показатели ягод определяли в пяти сортах жимолости: Сибирячка, Бакчарский великан, Дочь великана, Бакчарская юбилейная (селекции ОГУП Бакчарское), Огненный опал (селекции ГНУ НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко) (табл. 1).

Таблица 1. Биохимический состав ягод жимолости
Table 1. Biochemical composition of honeysuckle berries

Биохимические показатели Сорта жимолости	Сибирячка	Бакчарский великан	Дочь великана	Бакчарская юбилейная	Огненный опал	Среднее значение	Коэффициент вариативности, %
Содержание сахаров, %	11,8	11,5	10,1	12,0	12,5	$11,6 \pm 1,1$	7,8
Титруемая кислотность, % (в пересчете на яблочную кислоту)	0,8	0,7	0,6	1,1	1,2	$0,9 \pm 0,4$	29,4
Сахарокислотный индекс	14,8	16,4	16,8	10,9	10,4	$13,9 \pm 1,9$	21,9
Содержание антоцианов мг/100 г (в пересчете на цианидин-3-гликозид)	307,4	321,2	312,6	327,1	296,8	$313,0 \pm 4,2$	3,8
Витамин С, мг/100 г	52,9	70,4	51,3	57,1	53,3	$57,0 \pm 2,6$	13,7

По наибольшему содержанию сахаров можно выделить сорта Бакчарская юбилейная и Огненный опал. Среднее содержание сахаров в ягодах 11,6 %, вариативность признака 7,8 %, что свидетельствует о том, что это сортовой признак. Титруемая кислотность наиболее высокая в ягодах сортов Огненный опал и Бакчарская юбилейная. Вариативность признака высокая – 29,4 %, так как на накопление кислот влияют погодные условия и плодородие почв. В ягодах жимолости присутствуют органические кислоты – лимонная, яблочная, янтарная, винная, щавелевая (Orsavova et al., 2022). От соотношения в плодах сахара и органических кислот зависит их вкус. По вкусовым качествам наиболее сбалансированный вкус у ягод жимолости сортов Дочь великана и Бакчарский великан, что соответствует наибольшему сахарокислотному коэффициенту: 16,8 и 16,4 соответственно. Содержание сахаров в ягодах этих сортов не самое высокое, но содержание кислот – низкое. По содержанию антоцианов лидировал сорт Бакчарская юбилейная (327,1 мг/100 г). Содержание антоцианов в плодах жимолости селекционеров в Китае составило от 306,3 до 470,6 мг/100 г (Guo et al., 2023). Наибольшее содержание витамина С в ягодах сорта Бакчарский великан и составляет 70,4 мг/100 г (рис. 1). В других исследованных сортах содержание аскорбиновой кислоты в пределах от 51,3 до 57,1 мг/100 г.



Рис. 1. Фото жимолости сорт Бакчарский великан в период плодоношения (а) и цветения (б)
(фото автора)

Fig. 1. Photo of honeysuckle variety Bakcharsky giant during fruiting (a) and flowering (b).
Photo by the authors

Для двух сортов жимолости были выполнены ИК-спектры экстрактов флавоноидов (табл. 2). В ИК-спектрах флавоноидов в ягодах сортов Бакчарский великан и Огненный опал обнаружены валентные колебания карбонильной группы С=О, которые проявлялись интенсивными полосами поглощения в области 1736–1678 см⁻¹. Присутствующие в ИК-спектре полосы поглощения в области 1542–1460 см⁻¹ указывают на наличие связи С–С в ароматических кольцах.

В ИК-спектрах полосы поглощения в области 1375–1360 см⁻¹ соответствовали деформационным колебаниям групп С–Н симметричным, в области 1450–1375 см⁻¹ – антисимметричным. Ряд полос в интервале 1170–1065 см⁻¹ принадлежал валентным колебаниям связи С–О–С. Полоса поглощения средней интенсивности в области 1260–1201 см⁻¹ соответствовала валентным колебаниям С–ОН. Валентные колебания ароматических групп С–Н проявлялись полосами поглощения в области 2937 см⁻¹, деформационные колебания соответствовали 897–837 см⁻¹. ИК-спектры флавоноидов плодов жимолости сравнивали с ИК-спектром кверцетина (табл. 2). Таким образом, ягоды жимолости являются источником флавоноидов, строение которых идентифицировано методом ИК-спектроскопии.

Полученные результаты указывают на перспективность использования жимолости как источника биологически активных веществ в производстве творожного продукта функционального назначения.

Таблица 2. ИК-спектры флавоноидов в плодах жимолости, см^{-1}
 Table 2. IR spectra of flavonoids in honeysuckle fruits, см^{-1}

Функциональная группа	Характеристические частоты поглощения	Объект исследования		
		Бакчарский великан	Огненный опал	Кверцетин
$[\delta_s(\text{C-H})_{\text{Ar}}]$	900–650	856	839, 897	993, 812, 773
$[\nu_{s,as}(\text{C-O-C})]$	1 170–1 020	1 170, 1 135, 1 066	1 161, 1 137, 1 065	1 163, 1 118, 1 078, 1 020
$[\nu(\text{C-OH})_{\text{Ar}}]$	1 275–1 150	1 201	1 260	1 265
$[\delta_{s,as}(\text{C-H})]$	1 450–1 365	1 375	1 450, 1 389	1 450, 1 361
$[\nu(\text{C-C})_{\text{Ar}}]$	1 605–1 461	1 542, 1 546, 1 489, 1 460	1 549, 1 492	1 605, 1 497, 1 469
$[\nu(\text{C=O})_{\text{Ar}}]$	1 775–1 650	1 678, 1 682	1 736	1 730
$[\nu_{s,as}(\text{C-H})]$	3 000–2 828	2 900, 2 860	2 937, 2 854	2 930, 2 872
$[\nu(\text{C-H})_{\text{Ar}}]$	3 100–3 000	3 037, 3 023	3 028, 3 023	3 017

Учитывая компонентный состав разрабатываемого продукта, за основу была использована технология творога, технологический процесс производства которого включал следующие операции: приемка и оценка качества молока; очистка и охлаждение ($t = 4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$); подогрев молока и сепарирование ($t = 40 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$); пастеризация обезжиренного молока ($t = 90 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, выдержка 30 с); охлаждение до температуры коагуляции ($t = 27 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) и коагуляция, сепарирование творожного сгустка при вышеназванной температуре. По выходу из сепаратора нежирного творога его загружали в рабочую емкость куттера-диспергатора "Штефан". Дозу зостерина варьировали от 0,1 до 1,2 %, ягодного сока жимолости – от 5 до 25 % от массы нежирного творога. Перемешивание осуществляли при температуре $t = 27 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ при скорости вращения ножей 3 000 об/мин в течение 180 ± 10 с. Затем смесь нежирного творога, зостерина и ягодного сока нагревали до температуры $72,5 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ в куттере-диспергаторе "Штефан" при скорости вращения ножей 3 000 об/мин в течение 10 мин. Количественное соотношение всех компонентов определялось посредством исследования структурно-механических свойств (вязкости и стабильности пены) творожной смеси с наполнителями после диспергирования при температуре $72,5 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ в куттере-диспергаторе "Штефан" при скорости вращения ножей 3 000 об/мин в течение 180 ± 10 с. Выбор оптимального соотношения ягодного сока, зостерина и молочно-белковой основы с точки зрения органолептических и ряда структурно-механических показателей приведен на примере ягодного сока жимолости и зостерина.

Влияние количества ягодного сока и зостерина на взбитость продукта и стабильность пены показано на рис. 2.

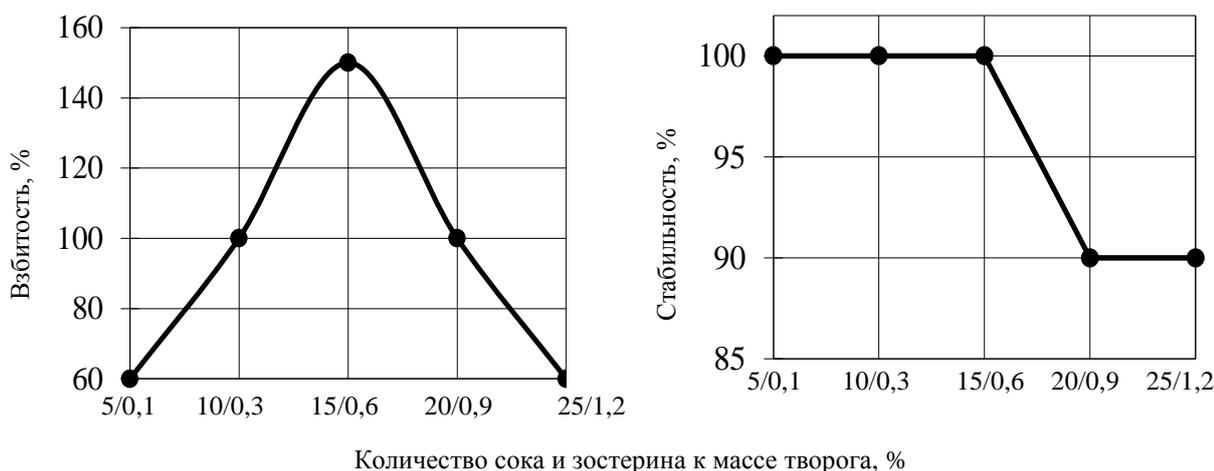


Рис. 2. Влияние количества сока и зостерина на взбитость продукта и стабильность пены
 Fig. 2. The influence of the amount of juice and zosterol on product overrun and foam stability

В результате проведенных исследований установлены дозы зостерина и сока жимолости – соответственно 0,6 и 15 % от массы нежирного творога. Готовый продукт имел хорошую пенообразующую способность и взбитость, густую гомогенную нежную консистенцию, кисломолочный вкус с достаточно выраженным привкусом и ароматом жимолости.

При температуре $72,5 \pm 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ продукт направляют на фасовку, упаковку и охлаждение до температуры $4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Органолептические, физико-химические показатели готового продукта представлены в табл. 3 и 4. По микробиологическим показателям продукт соответствовал требованиям ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции", указанным в табл. 5.

Таблица 3. Органолептические показатели творожного продукта
Table 3. Organoleptic characteristics of the curd product

Показатель	Характеристика показателя
Внешний вид и консистенция	Однородная, нежная
Цвет	От светло-пурпурного до интенсивно пурпурного, равномерный по всей массе
Вкус и запах	Чистый кисломолочный, со свойственным внесенному соковому наполнителю привкусом и ароматом

Таблица 4. Физико-химические показатели творожного продукта
Table 4. Physical and chemical characteristics of the curd product

Показатель	Характеристика показателя
Массовая доля жира, %, не менее	–
Массовая доля влаги, %, не более	80
Массовая доля сахарозы, %, не менее	10
Активная кислотность, ед. рН	4,4

Таблица 5. Микробиологические показатели творожного продукта
Table 5. Microbiological characteristics of the curd product

Показатель		Нормативное значение показателя	Результаты исследований
Масса продукта (г), в которой не допускаются:	Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	25	Не обнаружены
	Стафилококки <i>S. aureus</i>	0,1	Не обнаружены
	БГКП (колиформы)	0,01	Не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/г, не более		10	Не обнаружены
Плесени, КОЕ/г, не более		10	Не обнаружены

На основе физико-химического состава творожного продукта рассчитана пищевая и энергетическая ценность готового продукта – 116 ккал (485,7 кДж).

Таким образом, использование ягодных соков в производстве творожного продукта значительно повышает его пищевую ценность за счет введения биологически активных соединений: витаминов, макро- и микроэлементов, полифенольных соединений и др., введение зостерина обогащает продукт пектиновыми веществами, придает функциональные свойства, улучшает структуру, а его дозировка находится в интервале суточных норм потребления, рекомендуемых для профилактики ряда заболеваний.

Творог и творожные продукты относятся к скоропортящимся продуктам и требуют определенных условий хранения, обеспечивающих максимальное сохранение качества готового продукта и безопасности для потребителя. Исследование влияния введенных функциональных ингредиентов на хранимостпособность творожного продукта проводили при температуре 4 ± 2 °С. В качестве контроля был взят творог нежирный, выработанный по классической технологии. Временной интервал хранения продуктов составил 45 суток – с учетом коэффициента резерва для скоропортящихся продуктов 1,5 (шаг исследований 5 суток). Установлено, что в творожном продукте, выработанном с зостерином и ягодным соком, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г, *S. aureus* в 0,1 г и БГКП (колиформы) в 0,01 г готового продукта не были обнаружены в образцах в течение всего периода хранения. Показатели дрожжей и плесеней отвечали требованиям ТР ТС 033/2013 "О безопасности молока и молочной продукции". Введение зостерина в рецептуру творожного продукта позволяет затормозить нежелательные процессы в нем, и, следовательно, продлить сроки годности.

В контрольном образце по истечении 5 суток хранения БГКП (колиформы) незначительно увеличилось, а концу 10 суток их количество увеличилось в 10 раз. Также превысило нормативное значение количество дрожжей и плесеней в 8–9 раз. В дальнейшем контрольные образцы были сняты с контроля.

Органолептические показатели творожного продукта, выработанного с зостерином и ягодным соком, в течение 30 суток не изменялись и были оценены в 20 баллов. Дальнейшее хранение приводило к незначительному ухудшению консистенции и вкуса.

Органолептические показатели контрольного образца снизились на 2 балла по истечении 10 суток. Активная кислотность в процессе хранения не изменялась и составляла $4,4 \pm 0,03$ ед. рН.

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в творожном продукте не превышало допустимые уровни, установленные в ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции" (Решетник и др., 2021).

Полученные результаты исследований доказывают высокую хранимоспособность разработанного творожного продукта.

Заключение

Медико-биологическими исследованиями установлено, что в питании основной части населения России и Дальнего Востока, в частности, имеются серьезные нарушения, связанные с несбалансированностью рационов, сниженным содержанием белка, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон.

Растет заболеваемость всех групп населения. Она обусловлена не только несбалансированностью питания, но и во многом экологическими факторами. В связи с этим приобретает острую необходимость создание полноценных продуктов питания, в состав которых входят функциональные ингредиенты, благоприятно воздействующие на органы и системы организма человека. Кроме того, такие продукты должны быть не только вкусными и полезными, но и доступными и с точки зрения сырьевых ресурсов, и с точки зрения их стоимости для широкого круга потребителей, включая малообеспеченных.

Разнообразные социологические исследования подтверждают, что особой популярностью у населения, как у взрослых, так и у детей, пользуются творожные продукты.

Природа дальневосточных лесных массивов богата различными ягодными культурами, которые являются источниками многих биологически важных компонентов питания. На территории Амурской области ягодное сырье культивируется широко и в плодopитомниках, и на личных приусадебных участках. Идентифицированным методом ИК-спектроскопии изучены спектры экстрактов флавоноидов. Доказано, что ягоды жимолости являются источником флавоноидов, витаминов, тем самым подтверждена перспективность использования жимолости в технологии функционального продукта.

Полезные свойства пектина известны давно. Показано применение полисахарида "Зостерин", воздействующего на организм одновременно как энтеросорбент, гемосорбент и иммуномодулятор. В пищевых технологиях он выступает как стабилизатор. Учитывая профилактические и технологические свойства зостерина, доказана целесообразность его использования в производстве стойких в хранении творожных продуктов.

В рамках проведенных исследований были сформированы технологические подходы и обоснован компонентный состав творожного продукта с зостерином и растительным наполнителем из местного ягодного сырья (сок жимолости). Наиболее важной особенностью выработки такого продукта явилось установление соотношения зостерина и сока жимолости по отношению к массе творога, от которого зависят органолептические, структурно-механические, физико-химические показатели готовой продукции.

Изучая механизм превращения исходных компонентов в структурированную систему по ходу технологической обработки, установили влияние технологических факторов температуры термизации, доз пектина и сока жимолости на качественные показатели готового продукта. Установлены дозы зостерина и сока жимолости – соответственно 0,6 и 15 % от массы нежирного творога. Готовый продукт имел хорошую пенообразующую способность и взбитость, гомогенную, нежную консистенцию, приятный кисломолочный вкус с достаточно выраженным привкусом и ароматом ягодного наполнителя.

Разработана технологическая схема производства творожного продукта, определены показатели качества (органолептические, физико-химические, микробиологические, структурно-механические), пищевая и энергетическая ценность.

Доказана высокая хранимоспособность разработанного продукта в течение 30 суток при температуре 4 ± 2 °С.

Учитывая всевозрастающие запросы потребителей в отношении натуральности пищевых продуктов, добавки на основе местного плодово-ягодного сырья просто незаменимы в производстве здоровых продуктов питания, отвечающих современным требованиям науки о питании. Совместное введение пектина дает наивысший эффект полезности продукта.

Производство новых функциональных продуктов не требует дополнительных затрат на аппаратное оформление технологического процесса, а применение различных ягодных наполнителей и их композиций из местных дикорастущих и культурных видов растений дает возможность расширять и обновлять ассортимент, создавая функциональные продукты с оригинальным вкусом, ароматом и цветовой гаммой.

Библиографический список

- Абдуллина Р. Г., Пупыкина К. А., Балометова Р. Г. Биохимический состав плодов *Lonicera Caerulea* L. и ее подвидов при интродукции в условиях Башкирского Предуралья // Химия растительного сырья. 2022. № 3. С. 203–210. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220310885>. EDN: IBJCYA.
- Акимов М. Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 244–254. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10057. EDN: ZDWZMY.
- Биологически активные добавки к пище и проблемы здоровья семьи // материалы V междунар. симпозиума 27–29 июня 2001 г., г. Красноярск, 2001. 312 с.
- Ефанов В. Н., Митусова Е. В. Урожайность, хозяйственно-ценные показатели и химический состав жимолости голубой в условиях муссонного климата Сахалина // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2021. № 56. С. 64–73. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2021-56-64-73>. EDN: HSDGCD.
- Зарицкий А. В., Пакусина А. П., Платонова Т. П. Биологические особенности и химический состав ягод сортов и гибридов жимолости селекции Дальневосточного ГАУ // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17, № 2. С. 13–21. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_13. EDN: XVZRMU.
- Захарова Л. М., Никифорова Е. А. Исследование и разработка технологии творожного продукта с лечебно-профилактическими свойствами // Актуальная биотехнология. 2014. № 2(9). С. 27–32. EDN: SJXGJJ.
- Ильин В. Б. Мониторинг тяжелых металлов применительно к крупным промышленным городам // Агрехимия. 1997. № 4. С. 81–86.
- Кизеветтер И. В., Суховеева М. В., Шмелькова Л. П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. М. : Пищ. пром-сть, 1981. 113 с.
- Лоенко Ю. Н., Артюков А. А., Козловская Э. П., Мирошниченко В. А. [и др.]. Зостерин / под ред. Г. Б. Елякова. Владивосток : Дальнаука, 1997. 211 с.
- Моисеев П. А. Биологические ресурсы Мирового океана. М. : Агропромиздат, 1989. 366 с.
- Решетник Е. И., Грибанова С. Л., Ли Ю., Ли Ч. Рациональное использование сырья в производстве напитков для функционального питания // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : сб. ст. VI Национальной науч.-практ. конф., Кемерово, 24–25 июня 2021 г. Кемерово : КГСХА. С. 346–349. EDN: IJZMXG.
- Решетник Е. И., Максимюк В. А., Уточкина Е. А. Влияние функционально-технологических свойств зернового компонента на качественные показатели творожного продукта // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 4(31). С. 74–77. EDN: RNIENJ.
- Сгребнева М. Н., Тюпелев П. А., Хасина Э. И. Влияние пектина зостерина на метаболизм в печени в условиях свинцовой интоксикации // Микроэлементы в медицине. 2004. Т. 5, вып. 4. С. 124–126.
- Усов А. И., Чижов О. С. Химические исследования водорослей : редакционные приложения. М. : Знание, 1988. 44 с.
- Belyaeva O. V., Sergeeva I. Yu., Belyaeva E. E., Chernobrovkina E. V. Study of antioxidant activity of juices and beverages from blue honeysuckle and black chokeberry // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 640. Article number: 052008. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052008>.
- Biswas D., Sarkar S., De Silva A. B. K. H., D'Souza K. [et al.]. 164-Cyanidin-3-O-Glucoside rich extract from Haskap berry improves glucose homeostasis and insulin sensitivity in diet-induced obese mice // Canadian Journal of Diabetes. 2018. Vol. 42, Iss. 5. P. S55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2018.08.169>.
- Chen L., Xin X., Lan R., Yuan Q. [et al.]. Isolation of cyanidin 3-glucoside from blue honeysuckle fruits by high-speed counter-current chromatography // Food Chemistry. 2014. Vol. 152. P. 386–390. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.080>.
- Guo L., Qiao J., Gong C., Wei J. [et al.]. C3G quantified method verification and quantified in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) using HPLC–DAD // Heliyon. 2023. Vol. 9, Iss. 4. Article number: e14685. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14685>.
- Kou P., Wan N., Wang L.-T., Pan H.-Y. [et al.]. A sustainable and efficient preparation process of anthocyanins from blue honeysuckle fruit and comprehensive bioactivity assessment // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2020. Vol. 116. P. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2020.10.029>.
- Orsavová J., Sytařová I., Mlček J., Mišurcová L. Phenolic compounds, vitamins C and E and antioxidant activity of edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Pojark) in relation to their origin // Antioxidants. 2022. Vol. 11, Iss. 2. Article number: 433. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020433>.
- Veterinary herbal medicine / eds.: S. G. Wynn, B. Fougere. St.-Louis, USA, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-02998-8.x5001-x>.
- Zhu X., Healy L., Zhang Z., Maguire J. [et al.]. Novel postharvest processing strategies for value-added applications of marine algae // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2021. Vol. 101, Iss. 11. P. 4444–4455. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11166>.

References

- Abdullina, R. G., Pupykina, K. A., Balametova, R. G. 2022. Biochemical composition of fruits of *Lonicera Caerulea* L. and its subspecies during introduction in the conditions of the Bashkir Urals. *Khimiya Rastitelnogo Syrya*, 3, pp. 203–210. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220310885>. EDN: IBJCYA. (In Russ.)
- Akimov, M. Yu. 2020. New selection and technological criteria for evaluating fruit and berry products for the industry of healthy and dietary nutrition. *Problems of Nutrition*, 89(4), pp. 244–254. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10057. EDN: ZDWZMY. (In Russ.)
- Biologically active food additives and family health problems. 2001. Proceedings of the V Intern. Symposium on 27–29 June, 2001, Krasnoyarsk. (In Russ.)
- Efanov, V. N., Mitusova, E. V. 2021. Productivity, economically valuable indicators and chemical composition of blue honeysuckle in the conditions of the monsoon climate of Sakhalin. *Bulletin of Kamchatka State Technical University*, 56, pp. 64–73. DOI: <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2021-56-64-73>. EDN: HSDGCD. (In Russ.)
- Zaritsky, A. V., Pakusina, A. P., Platonova, T. P. 2023. Biological features and chemical composition of berries of varieties and hybrids of honeysuckle breeding of the Far Eastern State Agrarian University. *Far Eastern Agrarian Bulletin*, 17(2), pp. 13–21. DOI: 10.22450/19996837_2023_2_13. EDN: XVZRMU. (In Russ.)
- Zakharova, L. M., Nikiforova, E. A. 2014. Research and development of the technology of a curd product with therapeutic and prophylactic properties. *Topical Biotechnology*, 2(9), pp. 27–32. EDN: SJXGJJ. (In Russ.)
- Ilyin, V. B. 1997. Monitoring of heavy metals in relation to large industrial cities. *Agrokhimiya*, 4, pp. 81–86. (In Russ.)
- Kizevetter, I. V., Sukhoveeva, M. V., Shmelkova, L. P. 1981. Commercial seaweed and herbs of the Far Eastern seas. Moscow. (In Russ.)
- Loenko, Yu. N., Artyukov, A. A., Kozlovskaya, E. P., Miroshnichenko, V. A. et al. 1997. Zosterin. Ed. G. B. Elyakov. Vladivostok. (In Russ.)
- Moiseev, P. A. 1989. Biological resources of the World Ocean. Moscow. (In Russ.)
- Reshetnik, E. I., Griбанова, S. L., Li, Y., Li, Ch. 2021. Rational use of raw materials in the production of drinks for functional nutrition. Coll. of articles VI National Scientific and Practical Conference: *Current scientific and technical means and agricultural problems*. Kemerovo, 24–25 June, 2021. Kemerovo, pp. 346–349. EDN: IJZMXG. (In Russ.)
- Reshetnik, E. I., Maksimyyuk, V. A., Utochkina, E. A. 2013. Influence of functional and technological properties of the grain component on the quality indicators of the curd product. *Food Processing: Techniques and Technology*, 4(31), pp. 74–77. EDN: RNIENJ. (In Russ.)
- Sgrebneva, M. N., Tyupelev, P. A., Khasina, E. I. 2004. The effect of pectin zosterol on liver metabolism under conditions of lead intoxication. *Microelements in Medicine*, 5(4), pp. 124–126. (In Russ.)
- Usov, A. I., Chizhov, O. S. 1988. Chemical studies of algae. Moscow. (In Russ.)
- Belyaeva, O. V., Sergeeva, I. Yu., Belyaeva, E. E., Chernobrovkina, E. V. 2021. Study of antioxidant activity of juices and beverages from blue honeysuckle and black chokeberry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 640. Article number: 052008. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/5/052008>.
- Biswas, D., Sarkar, S., De Silva, A. B. K. H., D'Souza, K. et al. 2018. 164-Cyanidin-3-O-Glucoside rich extract from Haskap berry improves glucose homeostasis and insulin sensitivity in diet-induced obese mice. *Canadian Journal of Diabetes*, 42(5), pp. S55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2018.08.169>.
- Chen, L., Xin, X., Lan, R., Yuan, Q. et al. 2014. Isolation of cyanidin 3-glucoside from blue honeysuckle fruits by high-speed counter-current chromatography. *Food Chemistry*, 152, pp. 386–390. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.080>.
- Guo, L., Qiao, J., Gong, C., Wei, J. et al. 2023. C3G quantified method verification and quantified in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) using HPLC–DAD. *Heliyon*, 9(4). Article number: e14685. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14685>.
- Kou, P., Wan, N., Wang, L.-T., Pan, H.-Y. et al. 2020. A sustainable and efficient preparation process of anthocyanins from blue honeysuckle fruit and comprehensive bioactivity assessment. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 116, pp. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2020.10.029>.
- Orsavová, J., Sytařová, I., Mlček, J., Mišurcová, L. 2022. Phenolic compounds, vitamins C and E and antioxidant activity of edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Pojark) in relation to their origin. *Antioxidants*, 11(2). Article number: 433. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020433>.
- Veterinary herbal medicine. 2006. Eds.: S. G. Wynn, B. Fougere. St.-Louis, USA. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-02998-8.x5001-x>.
- Zhu, X., Healy, L., Zhang, Z., Maguire, J. et al. 2021. Novel postharvest processing strategies for value-added applications of marine algae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(11), pp. 4444–4455. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11166>.

Сведения об авторах

Пакулина Антонина Павловна – ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, Россия, 675009;
Дальневосточный государственный аграрный университет, д-р хим. наук, профессор;
e-mail: pakusina.a@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-3444>

Antonina P. Pakusina – 86 Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, Russia, 675009;
Far Eastern State Agrarian University, Dr Sci. (Chemistry), Professor;
e-mail: pakusina.a@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5547-3444>

Захарова Людмила Михайловна – ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, Россия, 675009;
Дальневосточный государственный аграрный университет, д-р техн. наук, профессор;
e-mail: zaharova_lm@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8688-051X>

Lyudmila M. Zakharova – 86 Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, Russia, 675009;
Far Eastern State Agrarian University, Dr Sci. (Engineering), Professor;
e-mail: zaharova_lm@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8688-051X>

Пашина Любовь Леонидовна – ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, Россия, 675009;
Дальневосточный государственный аграрный университет, д-р экон. наук, профессор;
e-mail: pashinall@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7991-5793>

Lyubov L. Pashina – 86 Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, Russia, 675009;
Far Eastern State Agrarian University, Dr Sci. (Economics), Professor;
e-mail: pashinall@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7991-5793>

Бабухадия Кетеван Рубеновна – ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, Россия, 675009;
Дальневосточный государственный аграрный университет, д-р с.-х. наук, доцент;
e-mail: kabukhadiya@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8137-7376>

Ketevan R. Babukhadiya – 86 Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, Russia, 675009;
Far Eastern State Agrarian University, Dr Sci. (Agriculture), Associate Professor;
e-mail: kabukhadiya@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8137-7376>

Школьников Павел Николаевич – ул. Политехническая, 86, г. Благовещенск, Россия, 675009;
Дальневосточный государственный аграрный университет, д-р техн. наук, доцент;
e-mail: pavel.shkolnikov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3587-3082>

Pavel N. Shkolnikov – 86 Politekhnikeskaya Str., Blagoveshchensk, Russia, 675009;
Far Eastern State Agrarian University, Dr Sci. (Engineering), Associate Professor;
e-mail: pavel.shkolnikov@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3587-3082>

Нормативные документы, использованные в статье

ГОСТ 32709-2014	Продукция соковая. Методы определения антоцианов спектрофотометрическим методом в пересчете на цианидин-3-гликозид. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200111757 .
ГОСТ 8756.13-87	Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022639 .
ГОСТ ISO 750-2013	Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200106941 .
ГОСТ Р 54667-2011	Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли сахаров. М., 2012.
ГОСТ Р 54668-2011	Молоко и продукты переработки молока. Методы определения массовой доли влаги и сухого вещества. М., 2013.
ГОСТ Р 54669-2011	Молоко и продукты переработки молока. Методы определения кислотности. М., 2012.
ТР ТС 033/2013	Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции", утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 октября 2013 г. № 67 ТР ТС 033/2013. URL: https://docs.cntd.ru/document/499050562 .
ТР ТС 021/2011	Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции", утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880 ТР ТС 021/2011. URL: https://docs.cntd.ru/document/902320560 .
ТР ТС 029/2012	Технический регламент Таможенного союза "Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологически вспомогательных веществ", принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 года № 58 ТР ТС 029/2012. URL: https://docs.cntd.ru/document/902359401 .
ТУ 9379-054-02698170-2004	Биологически активная добавка к пище "Зостерин". URL: https://docs.cntd.ru/document/415938359 .