






Создание функционального творожного продукта с добавлением нетрадиционного сырья

Екатерина Е. Воробьева	¹	89515923860k@gmail.com	 0000-0001-6362-7589
Варвара И. Минина	^{1,2}	vminina@mail.ru	 0000-0003-3485-9123
Ольга О. Соболева	²	soboleva.olga88@ya.ru	 0000-0001-7183-6647
Ирина С. Милентьева	¹	irazumnikova@mail.ru	 0000-0002-3536-562X
Ольга А. Неверова	¹	neverova@kemsu.ru	 0000-0002-0309-5709






1 Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия

2 Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, пр. Советский, 18, г. Кемерово, 650000, Россия

Аннотация. Неинфекционные заболевания часто возникают вследствие несбалансированного питания. Сердечно-сосудистые заболевания, развивающиеся из-за окислительного стресса, стоят на первом месте по смертности. Для уменьшения риска заболеваний сердечно-сосудистой системы применяются геропротекторы, в большом количестве содержащиеся в овощах. К природным веществам такого типа относятся аскорбиновая кислота и хлорофилл, которые обладают антиоксидантной активностью и входят в состав капусты брокколи. Данные вещества способствуют профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. Заболевания желудочно-кишечного тракта также возникают из-за неполноценного питания (приводит к уменьшению количества полезной микрофлоры кишечника). Употребление в пищу творога и продуктов на его основе помогает восполнить необходимое количество естественной микрофлоры кишечника, за счет кислотолюбивых бактерий. *Цель работы* – разработка функционального творожного продукта с добавлением пюре из брокколи. При проведении исследования выяснили, что титруемая кислотность творожной массы с пюре из брокколи составила 113,0 °Т, массовая доля влаги, сахарозы, белка и жира – 40,5; 10,8; 15,7 и 4,2%, соответственно, а энергетическая ценность 100 г продукта равна 110 ккал. Количество молочнокислых бактерий 13×10^6 КОЕ/г. Условно патогенных микроорганизмов в ходе исследования не обнаружено. Антиоксидантная активность творожной массы с брокколи составила 55,02%, что на 30,55% больше, чем у творожной массы без добавок. Количество хлорофилла составило 24,36 мг/100г продукта. Благодаря внесению брокколи в творожную массу увеличилось содержание В₁ на 1,45 мг/100г продукта; В₃ – 1,69 мг/100г продукта; В₆ – 0,01 мг/100г продукта; С – 102,8 мг/100г продукта. Таким образом, разработанная творожная масса с брокколи является функциональным продуктом питания для профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта.

Ключевые слова: полноценное питание, сердечно-сосудистые заболевания, окислительный стресс, творожный продукт, брокколи, функциональный продукт, геропротекторы.

Creation of a functional curd product with the addition of non-traditional raw materials

Ekaterina.E. Vorobeve	¹	89515923860k@gmail.com	 0000-0001-6362-7589
Varvara I. Minina	^{1,2}	vminina@mail.ru	 0000-0003-3485-9123
Olga A. Soboleva	²	soboleva.olga88@ya.ru	 0000-0001-7183-6647
Irina S. Milentyeva	¹	irazumnikova@mail.ru	 0000-0002-3536-562X
Olga A. Neverova	¹	neverova@kemsu.ru	 0000-0002-0309-5709

1 Kemerovo State University, bul'var Stroiteley, 47, Kemerovo, 650000, Russia

2 The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Sovetsky av., 18, Kemerovo, 650000, Russia

Abstract. Non-communicable diseases often occur due to an unbalanced diet. Cardiovascular diseases that develop due to oxidative stress are in the first place in mortality. To reduce the risk of diseases of the cardiovascular system, geroprotectors are used, in large quantities contained in vegetables. Natural substances of this type include ascorbic acid and chlorophyll, which have antioxidant activity and are part of broccoli cabbage. These substances contribute to the prevention of cardiovascular diseases. Diseases of the gastrointestinal tract also occur due to malnutrition (leads to a decrease in the amount of beneficial intestinal microflora). Eating cottage cheese and products based on it helps to replenish the necessary amount of natural intestinal microflora, due to fermented milk bacteria. The purpose of the work is to develop a functional curd product with the addition of mashed broccoli. During the study, it was found that the titrated acidity of the curd mass with broccoli puree was 113.0 ° T, the mass fraction of moisture, sucrose, protein and fat – 40.5 %, 10.8 %, 15.7 %, 4.2 %, accordingly, the energy value of 100 g of the product is 110 kcal. The number of lactic acid bacteria is 13×10^6 CFU/g. Conditionally pathogenic microorganisms were not detected during the study. The antioxidant activity of the curd mass with broccoli was 55.02%, which is 30.55% more than that of the curd mass without additives. The amount of chlorophyll was 24.36 mg/100g of the product. Due to the introduction of broccoli into the curd mass, the content of B₁ increased by 1.45 mg/100g of the product; B₃ – 1.69 mg/100g of the product; B₆ – 0.01 mg/100g of the product; C – 102.8 mg/100g of the product. Thus, the developed curd mass with broccoli is a functional food product for the prevention of diseases of the cardiovascular system and gastrointestinal tract.

Keywords: nutrition, cardiovascular diseases, oxidative stress, cottage cheese product, broccoli, functional product, geroprotectors.

Для цитирования

Воробьева Е.Е., Минина В.И., Соболева О.А., Милентьева И.С., Неверова О.А. Создание функционального творожного продукта с добавлением нетрадиционного сырья // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 4. С. 80–88. doi:10.20914/2310-1202-2022-4-80-88

For citation

Vorobeve E.E., Minina V.I., Soboleva O.A., Milentyeva I.S., Neverova O.A. Creation of a functional curd product with the addition of non-traditional raw materials. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 4. pp. 80–88. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-4-80-88

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Стремительные изменения в образе жизни современного человека, происходящие в результате индустриализации, урбанизации и роста экономического развития, оказывают значительное влияние на пищевой статус. Обратной стороной процессов модернизации и перехода к новой экономической системе, влекущих за собой более высокий уровень жизни и больший доступ к услугам, явились изменения в характере питания и снижении уровня физической активности, что неминуемо влечет за собой рост числа заболеваний, связанных с питанием [1]

По литературным данным заболевания сердечно-сосудистой системы занимают первое место по смертности [2]. Есть несколько причин возникновения данного вида заболеваний. Если не считать наследственность (генетическая предрасположенность) основными причинами являются: экологическая ситуация в России, частый стресс из-за работы и учебы, а также из-за нехватки времени и других причин люди чаще всего отдают предпочтение фаст-фуду и небольшим перекусам. В таком питании недостает витаминов, микроэлементов, антиоксидантов (участвуют в защите организма от окислительного стресса и преждевременного старения), а также пищевых волокон, присутствующих только в растительных продуктах. Всё это приводит к образованию в организме человека большого количества активных форм кислорода (АФК). Таким образом, возникающий окислительный стресс в свою очередь, способствует увеличению риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [3]. Согласно Указу Президента РФ № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», необходимо обеспечить снижение смертности населения России от болезней системы кровообращения до 450 случаев на 100 тыс. населения к 2024 году [4]. Поскольку свободнорадикальные окислительные процессы – один из ведущих факторов патогенеза, одно из перспективных направлений современной пищевой промышленности – обогащение привычных продуктов питания антиоксидантами и антиоксидантными комплексами природного происхождения, которые могли бы использоваться в качестве средства профилактики заболеваний, вызванных агрессивным действием свободных радикалов на организм человека. Существуют такие вещества – геропротекторы (полифенольные вещества, гликозиды, дубильные вещества и флавоноиды), витамины, в особенности, аскорбиновая кислота [5–7]. Одним из перспективных источников хлорофилла (флавоноид), витаминов

может стать капуста брокколи [8–10]. В ней содержатся водо- и жирорастворимые витамины (С, В₁, В₃, В₆, К), микроэлементы, обладающие высокой антиоксидантной активностью [11, 12].

Помимо ССЗ несбалансированное питание приводит к заболеваниям желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Это происходит из-за уменьшения количества полезной микрофлоры, и нарушения обмена веществ [13]. Творог и его производные – традиционные кисломолочные продукты, являющиеся популярными среди потребителей. В их состав входят легкоусвояемые животные белки (усваиваются лучше, чем при потреблении молока), водорастворимые витамины (В₂, В₃) [14], микроэлементы [15], а также жирные кислоты (омега-3 и омега-6) [16]. Творожный продукт, произведенный традиционным способом из молока 0,5% жирности, помимо хорошей биологической ценности является низкокалорийным (содержание жира не более 3%). Помимо вышеперечисленных элементов творожные продукты содержат большое количество молочнокислых микроорганизмов (естественная микрофлора кишечника), но с учетом агрессивной среды желудка, не все они доходят до кишечника. Отличным пробиотиком являются бифидобактерии. По литературным данным они не только увеличивают количество молочнокислых бактерий в ЖКТ, но и сокращают время сквашивания кисломолочных продуктов. Однако содержание других микронутриентов и антиоксидантов в таком продукте незначительное, кроме того в нем отсутствуют пищевые волокна, необходимые для нормального пищеварения.

Употребление кисломолочных продуктов, обогащенных растительным сырьем, может явиться одним из способов укрепления здоровья человека, а также выступать в качестве биокорректора, улучшающего функционирование жизненно важных систем организма [17, 18]. В настоящее время все больше набирает популярность использование нетрадиционного сырья при производстве кисломолочных продуктов [19]. Творожная масса может стать наиболее подходящим для внесения брокколи. Costa С. и соавторы доказали, что добавление в творожный продукт брокколи улучшает органолептические и физико-химические показатели [10].

Цель работы – создание функциональной творожной массы с добавлением пюреобразной брокколи.

Материалы и методы

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Инструментальные методы анализа в области прикладной биотехнологии» на базе КемГУ.

Объекты исследования послужили: закваска для творога «Vivo» (*Lactococcus lactis* subsp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *Cremonis*, *Lactococcus lactis* subvar. *diacetylactis*); закваска на основе *Bifidobacterium adolescentis* штамм AC-1578 из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов; творожная масса, пюре из брокколи, творожная масса с пюре из брокколи (далее – готовый продукт), приготовленные самостоятельно.

Приготовление маточной и лабораторной заквасок по Власовой и Аккацевой [21], с использованием закваски для творога «Vivo» и штамма *Bifidobacterium adolescentis* AC-1578.

Определение титруемой кислотности по ГОСТ 3624–92.

Микропиромирование заквасок проводили по ГОСТ 32901–2014. Окраска производилась с помощью красителя метиленовый синий.

Определение интенсивности кислотообразования проводили в соответствии с методикой Анисомовой и др [22]. В качестве питательной среды использовали молоко «Домик в деревне» ультрапастеризованное, заявленная жирность 0,5%, культивировали в течение 8 часов и каждый час определяли титруемую кислотность по ГОСТ 3624–92.

Методика приготовления творожной массы. Колбу с молоком кипятили в течение 15 мин и охлаждали до температуры сквашивания и вносили лабораторную закваску в количестве 5% от объема молока, тщательно перемешивали. Ставили в термостат при температуре 39 °С и сквашивали 6 ч. Далее сгусток кипятили в течение 30 мин для отделения сыворотки и фильтровали через марлю. Творог перетирали через мелкое сито для получения нужной консистенции и добавляли по 15% от массы творога, сливочного масла (для творожной массы с брокколи 7%) и 15% сахарной пудры.

Органолептическая оценка творожной массы и готового продукта по ГОСТ 31680–2012.

Приготовление пюре из брокколи. Предварительно помытую капусту ставили бланшироваться на 3 мин, затем приготовленные продукты по отдельности перетирали до пюреобразного состояния.

Приготовление готового продукта. К творожной массе добавляли брокколи в соотношениях 3\1, соответственно.

Определение влажности по ГОСТ 3626-73.

Определение содержания жира в готовом продукте по Востриковой и др. Экстракцию проводили на аппарате Сокслета [23].

Определение количества молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11–89.

Определение наличия БГКП, плесневых и дрожжей, стафилококков в готовом продукте по ГОСТ Р 56145–2014.

Определение антиоксидантной активности осуществляли при помощи 2,2'-азино-бис-[3-этилбензтиазолин сульфонат] (ABTS). Исходные растворы ABTS (7 ммоль×л⁻¹) и персульфата калия (140 ммоль×л⁻¹) смешивали в соотношении 1:1 и оставляли на 16 часов при комнатной температуре в темном месте. Конечный раствор разбавляли смешиванием 5 мл ABTS с 88 мкм метанола, для получения оптической плотности 0,70 ± 0,10 при 734 нм. 5 г продукта растворяли в 20 мл дистиллированной воды и оставляли на 24 ч. Затем фильтровали через бумажный фильтр «желтая лента», в 1 мл фильтрата добавляли 15 мл реактива ABTS. Выдерживали в течение 30 минут в темном месте и проверяли оптическую плотность при 734 нм на спектрофотометре ЮНИКО 1201. Результаты выражали в процентах в отношении к стандартному раствору ABTS [24].

Определение общего хлорофилла по методике Li и соавторов [25] 2 г продукта помещали в коническую колбу со шлифом вместимостью 250 мл и экстрагировали в 50 мл 70% этилового спирта в течение 30 мин на водяной бане. Затем охлаждали колбу и фильтровали через бумажный фильтр «желтая лента», в мерную колбу объемом 100 мл. Оставшийся в колбе осадок опять заливали 50 мл 70% спирта этилового и экстрагировали в течение 30 мин, охлаждали и фильтровали в ту же мерную колбу, что и первую вытяжку. Затем доводили до метки 70% этиловым спиртом (рабочий раствор). 4 мл рабочего раствора наливали в мерную колбу на 25 мл и доводили объем 95% этиловым спиртом до метки (исследуемый раствор). Оптическую плотность полученного исследуемого раствора измеряли на спектрофотометре ЮНИКО 1201 используя кюветы толщиной слоя 10 мм при длине волны 667 нм. В качестве раствора сравнения использовали 95% этиловый спирт. Содержание хлорофилла в процентах (Хл) вычисляли по формуле (1):

$$Xл = 5 \times 100m \times 9, \quad (1)$$

где Хл – содержание общего хлорофилла, %; А – оптическая плотность раствора в соответствующем максимуме поглощения; m – масса сырья, г; 944,5 – удельный показатель поглощения хлорофилла при 663 ± 5 нм [26].

Определение содержания водорастворимых витаминов. Готовили 0,05 М приготовить раствор, затем с помощью концентрированной ортофосфорной кислоты доводили pH раствора до 3. Образцы массой 5 г, взвешенные на аналитических весах, экстрагировали в 20 мл раствора дигидрофосфата калия в ультразвуковой ванне в течение 15 мин, далее центрифугировали 15 мин при 6000 об/мин, супернатант центрифугировали

еще один раз в течении 5 мин при 12000 об/мин. Определение проводили на хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence с флуориметрическим детектором RF-20A XS, колонкой Phenomenex Gemini C-18 250 x 4,6 мм. Режим хроматографии градиентный. Компоненты подвижной фазы состояли из ацетонитрила, ранее приготовленный 0,05 М раствор дигидрофосфата калия. Объем

инъекции 20 мкл, скорость элюирования 0,8 мл/мин, температура окружающей среды [27].

Результаты и обсуждение

Для определения чистоты заквасочных культур необходимо провести микроскопию маточной закваски. Микроскопия маточной закваски на основе закваски для творога «Vivo» представлена на рисунке 1.

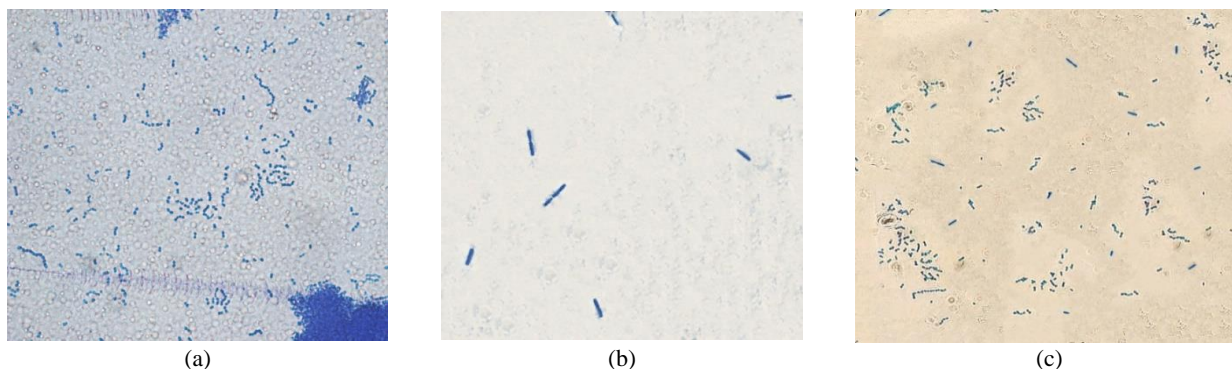


Рисунок 1. Микроскопия заквасок: (а) маточная закваска на основе закваски для творога «Vivo»; (b) маточная закваска на основе *Bifidobacterium adolescentis* AC-1578; (c) лабораторная закваска на основе вышеперечисленных маточных заквасок

Figure 1. Microscopy of starter cultures: (a) uterine starter culture based on the starter culture for cottage cheese "Vivo"; (b) uterine starter culture based on *Bifidobacterium adolescentis* AC-1578; (c) laboratory starter culture based on the above uterine starter cultures

Как видно закваска содержит в себе кокков, диплококков и стрептококков. Диаметр одной клетки не превышал 0,3 мкм. Как видно закваска представлена палочками. Длина одной клетки не превышала 3,4 мкм, ширина – 0,5 мкм. В 5 полях зрения посторонний микрофлоры не обнаружено.

Для определения активности кислотообразования необходимо измерять титруемую кислотность после 2, 4, 5, 6, 7, 8 ч термостатирования. Результаты определения активности кислотообразования представлены на рисунке 2.

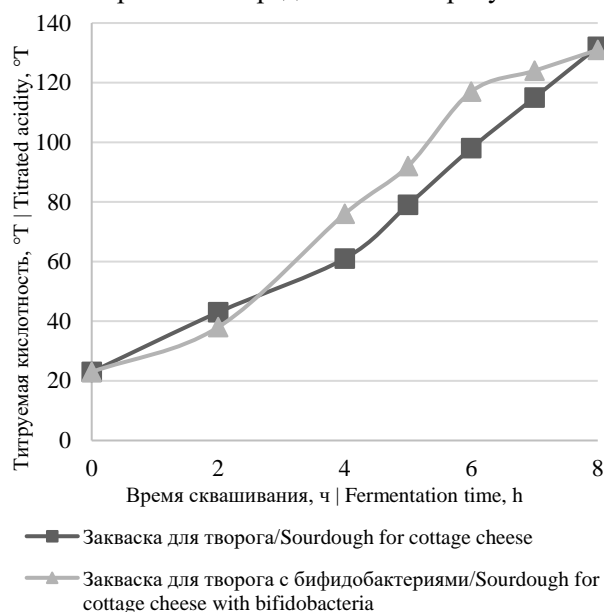


Рисунок 2. Активность кислотообразования заквасок

Figure 2. Acid formation activity of starter cultures

Из рисунка 2 можно сделать вывод о том, что оптимальное время сквашивания молока закваской для творога составляет 7 ч. При добавлении в закваску *Bifidobacterium adolescentis* данное время уменьшается на час. Таким образом, сквашивание молока до оптимальной титруемой кислотности закваской для творога и *Bifidobacterium adolescentis* AC-1578 занимает 6 ч.

Для определения качества творожной массы и готового продукта, приготовленных в лабораторных условиях, необходимо провести органолептический, физико-химический и бактериологический анализ готового продукта. Результаты определения органолептических показателей представлены в таблице 1.

Таким образом, творожная масса и готовый продукт, приготовленные в лабораторных условиях, соответствует ГОСТ 31680–2012 и являются безопасными для употребления в пищу, так как в них не содержатся бактерии группы кишечной палочки.

С учетом того, что творог для готового продукта производился из молока 0,5% жирности и меньшему добавлению сливочного масла в готовый продукт, есть отличия по массовым долям жира и сахарозы. Энергетическая ценность 100 г. творожной массы составляет 157,4 ккал, готового продукта – 110,4 ккал.

Таблица 1.
Органолептические и физико-химические показатели качества творожной массы и готового продукта

Table 1.
Organoleptic and physico-chemical indicators of the quality of the curd mass and the finished product

Показатели Indicators	Творожная масса Curd mass	Готовый продукт Finished product
Консистенция Consistency	Однородная масса без комочков, в меру плотная	
Вкус и запах Taste and smell	Чистый, кисло-молочный вкус без посторонних запахов и привкусов, не свойственных творожной массе.	Чистый, кисло-молочный вкус/запах с привкусом брокколи
Цвет Colour	Светло-кремового	Светло-зеленый
Титруемая кислотность, °T Titrated acidity, °T	121,0 ± 7,1	113,0 ± 5,5
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	35,1 ± 1,6	40,5 ± 1,8
Массовая доля сахарозы, % Mass fraction of sucrose, %	12,3 ± 0,1	10,8 ± 0,1
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	16,3 ± 0,7	15,7 ± 0,6
Массовая доля жира, % Массовая доля жира, %	9,3 ± 0,4	4,2 ± 0,2
Содержание молочнокислых бактерий, КОЕ, г Content of lactic acid bacteria, CFU, g	2×10 ⁷	13×10 ⁶
Индекс БГКП, КОЕ, г BGCP index, CFU, g	н/о	н/о
Индекс стафилококка, КОЕ, г Staphylococcus index, CFU, g	н/о	н/о
Плесневые и дрожжи, КОЕ, г Mold and yeast, CFU, g	н/о	н/о
н.о – не обнаружено		

Как было сказано ранее сердечно-сосудистые заболевания возникают из-за накопления большого количества АФК, что приводит к окислительному стрессу. Брокколи содержит в своем составе различные вещества, обладающие высокими антиоксидантными свойствами, что снижает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [8]. Результаты определения общей антиоксидантной активности сырья и готового продукта представлены на рисунке 3.

Таким образом, благодаря внесению пюре из брокколи в творожную массу антиоксидантная

активность в готовом продукте увеличилась на 30,55%. Геропротекторы обладают высокими антиоксидантными свойствами. Одни из них – это флавоноиды (хлорофилл, каротиноиды). В работе Причко с соавторами было выяснено, что в брокколи содержится в среднем 60 мг хлорофилла в 100 г. побегов [28], что и способствует высокой антиоксидантной активности данного продукта. Результаты определения количества хлорофилла в брокколи и готовом продукте представлены на рисунке 4.

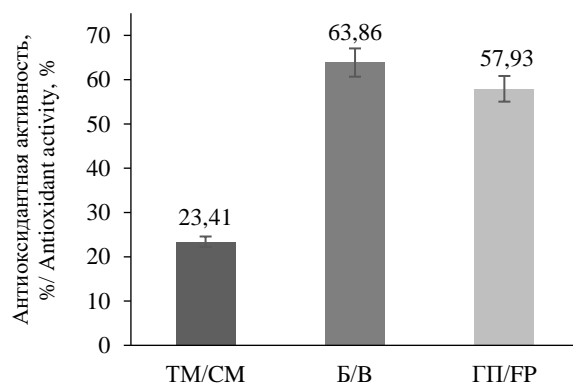


Рисунок 3. Антиоксидантная активность со стандартной погрешностью: ТМ – творожная масса; Б – брокколи; ГП – готовый продукт

Figure 3. Antioxidant activity with a standard error: CU – curd mass; B – broccoli; FP – finished product

Витамин В₁ необходим для нормализации работы мышечной / центральной нервной / дыхательной систем и обмена веществ, а также снижает внутриклеточный уровень глюкозы [29]. Рибофлавин участвует в образовании эритроцитов, белков, регулирует жировой обмен, поддерживает нормальную работу щитовидной

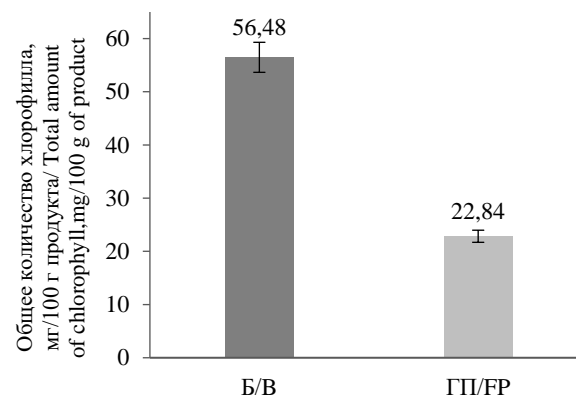


Рисунок 4. Содержание хлорофилла со стандартной погрешностью: ТМ – творожная масса; ГП – готовый продукт

Figure 4. Chlorophyll content with a standard error: TM – curd mass; FP – finished product

железы [30]. В₃ – способствует протеканию окислительно-восстановительных реакций в качестве кофермента НАД и НАДФ [31], регулирует синтез ферментов, липидный и углеводный обмен [32]. Пантотеновая кислота – положительно влияет на активность стероидных и пептидных гормонов, участвует в экспрессии

генов, отвечающих за центральную нервную систему, а также регулирует процесс построения и развития клеток [33]. В₆ регулирует работу центральной нервной системы, метаболизм аминокислот, гликогена, липидов, участвуют

в обмене и транспортировке железа в клетки костного мозга [34]. Витамин С обладает противогрибковой и антиоксидантной активностями, участвует в синтезе нейромедиаторов [35].

Таблица 2.

Содержание водорастворимых витаминов в брокколи, творожной массе и готовом продукте

Table 2.

The content of water-soluble vitamins in broccoli, cottage cheese and the finished product

Содержание витамина, мг Vitamin's contains, mg	В 100 г. брокколи In 100 g of broccoli	В 100 г. творожной массы In 100 g of curd mass	В 100 г. творожной массы с брокколи In 100 g of curd mass with broccoli	Суточная норма витамина для человека, мг The daily norm of vitamin for a person, mg
B ₁	6,71 ± 0,06	н/о	1,45 ± 0,01	1,5
B ₂	н/о	0,84 ± 0,01	0,78 ± 0,01	1,8
B ₃	6,33 ± 0,07	1,34 ± 0,01	3,03 ± 0,02	20
B ₅	н/о	0,11 ± 0,01	0,09 ± 0,01	5
B ₆	0,15 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,01	2
С	165,74 ± 1,82	7,33 ± 0,08	110,13 ± 1,26	90
н/о – не обнаружено				

Vargasetal. [36] в исследовании выяснили, что в брокколи содержится 6,8 мг / 100г капусты витамина В₁. В работе Причко и соавторов обнаружилось, что в капусте содержится 154,0–195,4 мг/100 г. аскорбиновой кислоты, витамина В₃ – 4,2 мг/100 г. [37]. Мелибова и др. обнаружили с брокколи 0,175 мг/100г витамина В₆ [38]. По данным исследования Лисина и Ефремова в твороге содержится 0,3 мг/100г продукта витамина В₂, В₃ – 0,3 мг/100г, В₆ – 0,1 мг/100г, С – 0,5 мг/100г [39]. Розикова и Серова обнаружили, что в творожной массе содержание В₅ составляет 0,21 мг/100г [40]. Небольшие отличия в содержании витаминов в сравнении с вышеперечисленными исследованиями может быть из-за термической обработки (бланширование капусты брокколи), так как водорастворимые витамины легко разрушаются при нагревании (содержание витамина ниже, чем по литературным данным). Также на содержание (больше или меньше) данных нутриентов влияет сорт капусты брокколи. Готовый продукт планируется изготавливать массой 80г.

Заключение

При микрокопировании маточной и лабораторной заквасок наблюдали кокков, диплококков и стрептококков (микроорганизмы из закваски для творога «Vivo») и бацилл (*Bifidobacterium adolescentis* AC-1578), посторонняя микрофлора не обнаружена. Анализ интенсивности кислотообразования показал, что готовая закваска для творога, состоящая из трех микроорганизмов, сквашивает молоко до необходимой титруемой кислотности за 7 ч.

При добавлении, в вышеупомянутую закваску, *Bifidobacterium adolescentis* AC-1578 время сквашивания сокращается до 6 ч.

Анализ качества готового продукта показал, что творожная масса обладает кисломолочным вкусом / запахом с привкусом брокколи. Титруемая кислотность составила 113 °Т, массовая доля влаги 40,5%. Благодаря, изменению сырья от ГОСТ 31680–2012, готовый продукт обладает более низкой калорийностью – 110,4 ккал.

Из-за внесения в творожную массу поре из брокколи её антиоксидантная активность составила 55,02%. Количество хлорофилла в готовом продукте (80 г.) – 19,2 мг. В среднем суточная норма для взрослого человека – 100 мг, таким образом, готовый продукт удовлетворяет потребность в данном флавоноиде на 19,2%. Содержание витаминов В₁, В₂, В₃, В₅, В₆ и С в готовом продукте составило 1,16; 0,62; 2,42; 0,07; 0,10 и 88,10 мг, соответственно. В пересчете на суточную норму удовлетворение в вышеперечисленных витаминах: 96,67; 34,44; 12,1; 1,4; 5; 97,89%, соответственно.

Таким образом, при добавлении брокколи в творожную массу при соотношении 1/3, соответственно увеличивается антиоксидантная активность готового продукта примерно в два раза, а содержание некоторых витаминов более 95% от суточной нормы. Данный продукт является функциональным продуктом питания для профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы.

Литература

- 1 Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. World Health Organization; Geneva, Switzerland, 2013.
- 2 Барбараш О.Л., Артамонова Г.В., Индукаева Е.В., Максимов С.А. Международное эпидемиологическое исследование неинфекционных заболеваний в России: протокол исследования // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2018. Т. 7. № 4. С. 128–135. doi: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-128-135

- 3 Saha S.K., Lee S.B., Won J., Choi H.Y. et al. Correlation between Oxidative Stress, Nutrition, and Cancer Initiation // *Int. J. Mol. Sci.* 2017. V. 18. № 8. P. 1544. doi: 10.3390/ijms18071544
- 4 Указ Президента Российской Федерации № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 07.05.2018. 2018. 19 с.
- 5 Chacko S.M., Thambi P.T., Kuttan R., Nishigakim I. Beneficial effects of green tea: A literature review // *Chinese Medicine*. 2010. V. 5. № 1. P. 13. doi: 10.1186/1749–8546–5–13
- 6 Mileo A.M., Miccadei S. Polyphenols as modulator of oxidative stress in cancer disease: new therapeutic strategies // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016. V. 2016. P. 6475624.
- 7 Weiss J.F., Landauer M.R. Protection against ionizing radiation by antioxidant nutrients and phytochemicals // *Toxicology*. 2003. V. 189. № 1–2. P. 1–20.
- 8 Филатов А.С., Эзергайл К.В., Мельникова Е.А., Мельников А.Г. Новый кисломолочный продукт – творог с овощами // *Аграрно-пищевые инновации*. 2019. Т. 7. № 3. С. 56–63.
- 9 Шилов О.А., Шилов А.И. Новый творожный продукт с повышенной пищевой и биологической ценностью // *Вестник ОрелГАУ*. 2012. № 1. С. 152–154.
- 10 Утебаева А.А., Бахтыбекова А.Р., Алибеков Р.С., Сысоева М.А. Разработка кисломолочного продукта с функциональными пищевыми добавками // *Новые технологии*. 2016. № 2. С. 33–39.
- 11 Mansour A., Shekib L., Elshimy N., Sharara M. Biological Evaluation of Raw and Steamed Broccoli and Cauliflower as Sources of Dietary Fibers // *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2017. V. 8. № 4. P. 185–190.
- 12 Bawajeeh A.O., Albar S.A., Zhang H., Zulyniak M.A., et al. Impact of Taste on Food Choices in Adolescence – Systematic Review and Meta Analysis // *Nutrients*. 2020. V. 12. № 7. P. 1–17.
- 13 Corsello A., Pugliese D., Gasbarrini A., Armuzzi A. Diet and Nutrients in Gastrointestinal Chronic Diseases // *Nutrients*. 2020. V. 12. № 9. P. 2693. doi: 10.3390/nu12092693
- 14 Mikkelsen K., Prakash M.D., Kuol N., Nurgali K. et al. Anti-Tumor Effects of Vitamin B2, B6 and B9 in Promonocytic Lymphoma Cells // *Int J Mol Sci*. 2019. V. 20. № 15. P. 3763–3781.
- 15 Ахмеджанова З.И., Жиёмуратова Г.К., Данилова Е.А., Урунова Д.М. и др. Макро- и микроэлементы в жизнедеятельности организма и их взаимосвязь с иммунной системой (обзор литературы) // *Журнал теоретической и клинической медицины*. 2020. № 1. С. 16–21.
- 16 Perdana B.A., Chaidir Z., Kusananda A.J., Dharma A. et al. Omega-3 fatty acids of microalgae as a food supplement: A review of exogenous factors for production enhancement // *Algal Research*. 2021. V. 60. P. 102542. doi: 10.1016/j.algal.2021.102542
- 17 Гусейнова Б.М., Мукайлов М.Д. Особенности экстракции нутриентов из плодов рябины, терна и шиповника // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2018. № 1. С. 109–117. doi: 10.26897/0021–342X-2018–1–109–117
- 18 Москвина Н.А., Голубцова Ю.В. Методические аспекты контроля качества молочных продуктов с растительными добавками // *Техника и технология пищевых производств*. 2019. Т. 49. № 1. С. 32–42. doi: 10.21603/2074–9414–2019–1–32–42
- 19 Мистенева С.Ю., Савенкова Т.В., Демченко Е.А., Щербакова Н.А. и др. Актуальность создания специализированных кондитерских изделий для питания детей старше трех лет // *Техника и технология пищевых производств*. 2020. Т. 50. № 2. С. 282–295. doi: 10.21603/2074–9414–2020–2–282–295
- 20 Costa C., Lucera A., Marinelli V., Conte A. Influence of different by-products addition on sensory and physicochemical aspects of Primosale cheese // *J Food Sci Technol*. 2018. № 55. P. 4174–4183.
- 21 Власова Ж.А., Аккаев А.А. Биотехнология производства творога с использованием закваски на основе культур местных штаммов лактобактерий // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 56. № 1. С. 173–176.
- 22 Анисимова Е.А., Яруллина Д.Р., Ильинская О.Н. Антагонистическая активность лактобацилл, выделенных из природных эконис // *Микробиология*. 2017. Т. 86. № 6. С. 696–702. doi: 10.7868/S0026365617060052
- 23 Вострикова Н.Л., Кузнецова О.А., Куликовский А.В. Методические аспекты извлечения липидов из биологических матриц // *Теория и практика переработки мяса*. 2018. № 2. С. 4–21.
- 24 Parsa A., Salout S.A. Investigation of the antioxidant activity of electrosynthesized polyaniline/reduced graphene oxide nanocomposite in a binary electrolyte system on ABTS and DPPH free radicals // *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 2016. V. 760. P. 113–118. doi: 10.1016/j.jelechem.2015.11.021
- 25 Li J., Lu X., Ju W., Li J. et al. Seasonal changes of leaf chlorophyll content as a proxy of photosynthetic capacity in winter wheat and paddy rice // *Ecological Indicators*. 2022. V. 140. P. 109018. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.109018
- 26 Shen Y., Chen M., Hong J., Xiong W. et al. Identification and characterization of tsyl1, a thermosensitive chlorophyll-deficient mutant in rice (*Oryza sativa*) // *Journal of Plant Physiology*. 2022. V. 277. P. 153782. doi: 10.1016/j.jplph.2022.153782
- 27 Porter K., Lodge J.K. Determination of selected water-soluble vitamins (thiamine, riboflavin, nicotinamide and pyridoxine) from a food matrix using hydrophilic interaction liquid chromatography coupled with mass spectroscopy // *Journal of Chromatography B*. 2021. V. 1171. P. 122541. doi: 10.1016/j.jchromb.2021.122541
- 28 Причко Т.Г., Германова М.Г., Казахмедов Р.Э. Капуста брокколи как источник биологически активных веществ // *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2020. Т. 28. С. 182–187. doi: 10.30679/2587–9847–2020–28–182–187
- 29 Saghiri M.A., Asatourian A., Ershadifar S., Moghadam M.M. et al. Vitamins and regulation of angiogenesis: [A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D, E, K] // *Journal of Functional Foods*. 2017. V. 38. P. 180–196. doi: 10.1016/j.jff.2017.09.005
- 30 Захарченко А.Е., Лазовская В.В., Поддубная П.В. Витамины и их роль в обмене веществ // *E-Scio*. 2021. Т. 53. № 2. С. 621–631.
- 31 Lamy T., Carceles O., Doussy Y., Formet C. et al. Concentrations et épurations des vitamines B1, C et PP en hémodiafiltration // *Néphrologie & Thérapeutique*. 2016. V. 12. № 5. P. 303. doi: 10.1016/j.nephro.2016.07.040
- 32 Sadok I., Jędruchiewicz K., Stanisewska M. Quantification of nicotinic acid, kynurenine, and kynurenine acid in poultry meat by validated liquid chromatography-single quadrupole mass spectrometry method // *LWT*. 2022. V. 163. P. 113582. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113582
- 33 Jacobs P., Wood L. Vitamin B5 // *Disease-a-Month*. 2003. V. 49. № 11. P. 664–665. doi: 10.1016/j.disamonth.2003.09.007
- 34 Patle T.K., Shrivas K., Patle A., Patel S. et al. Simultaneous determination of B1, B3, B6 and C vitamins in green leafy vegetables using reverse phase-high performance liquid chromatography // *Microchemical Journal*. 2022. V. 176. P. 107249. doi: 10.1016/j.microc.2022.107249
- 35 Ren J., Liang J., Wang J., Yin B. et al. Vascular benefits of vitamin C supplementation against fine particulate air pollution in healthy adults: A double-blind randomised crossover trial // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2022. V. 241. P. 113735. doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.113735

- 36 Vargas L., Kapoor R., Nemzer B., Feng H. Application of different drying methods for evaluation of phytochemical content and physical properties of broccoli, kale, and spinach // LWT. 2022. V. 155. P. 112892. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112892
- 37 Бабухадия К.Р., Ермолаев А.О. Исследование творожной массы, обогащенной растительными добавками // Вестник КрасГАУ. 2021. Т. 176. № 11. С. 233–239.
- 38 Мелибоева Ш.Ш., Мусаева Д.М., Шарипова Э.М., Болтаев М.М. Ботаническая характеристика лекарственного растения «бросколи», фармакологические свойства и химический состав лекарственного растительного сырья «Brassica oleracea» // Вестник науки и образования. 2020. Т. 102. № 24. С. 98–102.
- 39 Лисин П.А., Ефремова Н.В. Оценка нутриентной сбалансированности творожной массы с кедровыми орехами // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Курган, 2020. С. 488–491.
- 40 Розикова З.З., Серова О.П. Творог национальный с растительным наполнителем // Перспективные аграрные и пищевые инновации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2019. С. 109–116.


References

- 1 Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases. 2013–2020. World Health Organization; Geneva, Switzerland, 2013.
- 2 Barbarash O.L., Artamonova G.V., Indukaeva E.V., Maksimov S.A. International epidemiological study of non-communicable diseases in Russia: research protocol. Complex problems of cardiovascular diseases. 2018. vol. 7. no. 4. pp. 128–135. doi: 10.17802/2306-1278-2018-7-4-128-135
- 3 Saha S.K., Lee S.B., Won J., Choi H.Y. et al. Correlation between Oxidative Stress, Nutrition, and Cancer Initiation. Int. J. Mol. Sci. 2017. vol. 18. no. 8. pp. 1544. doi: 10.3390/ijms18071544
- 4 Decree of the President of the Russian Federation No. 204 "On National goals and strategic objectives of the Development of the Russian Federation for the period up to 2024" from 07.05.2018. 2018. 19 p. (in Russian).
- 5 Chacko S.M., Thambi P.T., Kuttan R., Nishigaki I. Beneficial effects of green tea: A literature review Chinese. Medicine. 2010. vol. 5. no. 1. pp. 13. doi: 10.1186/1749-8546-5-13
- 6 Mileo A.M., Miccadei S. Polyphenols as modulator of oxidative stress in cancer disease: new therapeutic strategies Oxidative. Medicine and Cellular Longevity. 2016. vol. 2016. pp. 6475624.
- 7 Weiss J.F., Landauer M.R. Protection against ionizing radiation by antioxidant nutrients and phytochemicals. Toxicology. 2003. vol. 189. no. 1–2. pp. 1–20.
- 8 Filatov A.S., Ezergail K.V., Melnikova E.A., Melnikov A.G. New fermented milk product – cottage cheese with vegetables. Agricultural and food innovations. 2019. vol. 7. no. 3. pp. 56–63. (in Russian).
- 9 Shilov O.A., Shilov A.I. A new curd product with increased nutritional and biological value. Bulletin of OrelGAU. 2012. no. 1. pp. 152–154. (in Russian).
- 10 Utebayeva A.A., Bakhtybekova A.R., Alibekov R.S., Sysoeva M.A. Development of fermented milk product with functional food additives. New technologies. 2016. no. 2. pp. 33–39. (in Russian).
- 11 Mansour A., Shekib L., Elshimy N., Sharara M. Biological Evaluation of Raw and Steamed Broccoli and Cauliflower as Sources of Dietary Fibers. Journal of Food and Dairy Sciences. 2017. vol. 8. no. 4. pp. 185–190.
- 12 Bawajeeh A.O., Albar S.A., Zhang H., Zulyniak M.A. et al. Impact of Taste on Food Choices in Adolescence – Systematic. Review and Meta Analysis Nutrients. 2020. vol. 12. no.7. pp. 1–17.
- 13 Corsello A., Pugliese D., Gasbarrini A., Armuzzi A. Diet and Nutrients in Gastrointestinal Chronic Diseases. Nutrients. 2020. vol. 12. no. 9. pp. 2693. doi: 10.3390/nu12092693
- 14 Mikkelsen K., Prakash M.D., Kuol N., Nurgali K., et al. Anti-Tumor Effects of Vitamin B2, B6 and B9 in Promonocytic Lymphoma Cells. Int J Mol Sci. 2019. vol. 20. no. 15. pp. 3763–3781.
- 15 Akhmedzhanova Z.I., Zhyemuratova G.K., Danilova E.A., Urnova D.M. et al. Macro – and microelements in the vital activity of the body and their relationship with the immune system (literature review). Journal of Theoretical and Clinical Medicine. 2020. no. 1. pp. 16–21. (in Russian).
- 16 Perdana B.A., Chaidir Z., Kusnanda A.J., Dharma A. et al. Omega-3 fatty acids of microalgae as a food supplement: A review of exogenous factors for production enhancement. Algal Research. 2021. vol. 60. pp. 102542. doi: 10.1016/j.algal.2021.102542
- 17 Huseynova B.M., Mukailov M.D. Features of the extraction of nutrients from the fruits of rowan, thorn and rosehip News of the Timiryazev. Agricultural Academy. 2018. no. 1. pp. 109–117. doi: 10.26897/0021-342X-2018-1-109-117 (in Russian).
- 18 Moskvina N.A., Golubtsova Yu.V. Methodological aspects of quality control of dairy products with vegetable additives. Technology and technology of food production. 2019. vol. 49. no. 1. pp. 32–42. doi: 10.21603/2074-9414-2019-1-32-42 (in Russian).
- 19 Misteneva S.Yu., Savenkova T.V., Demchenko E.A., Shcherbakova N.A. et al. The relevance of creating specialized confectionery products for feeding children over three years old. Technique and technology of food production. 2020. vol. 50. no. 2. pp. 282–295. doi: 10.21603/2074-9414-2020-2-282-295 (in Russian).
- 20 Costa C., Lucera A., Marinelli V., Conte A. Influence of different by-products addition on sensory and physicochemical aspects of Primosale cheese. J Food Sci Technol. 2018. no. 55. pp. 4174–4183.
- 21 Vlasova Zh. A., Akaev A.A. Biotechnology of cottage cheese production using sourdough based on cultures of local strains of lactobacilli News of the Gorsky State. Agrarian University. 2019. vol. 56. no. 1. pp. 173–176. (in Russian).
- 22 Anisimova E.A., Yarullina D.R., Ilyinskaya O.N. Antagonistic activity of lactobacilli isolated from natural econish. Microbiology. 2017. vol. 86. no. 6. pp. 696–702. doi: 10.7868/S0026365617060052 (in Russian).
- 23 Vostrikova N.L., Kuznetsova O.A., Kulikovskiy A.V. Methodological aspects of lipid extraction from biological matrices. Theory and practice of meat processing. 2018. no. 2. pp. 4–21. (in Russian).
- 24 Parsa A., Salout S.A. Investigation of the antioxidant activity of electrosynthesized polyaniline/reduced graphene oxide nanocomposite in a binary electrolyte system on ABTS and DPPH free radicals. Journal of Electroanalytical Chemistry. 2016. vol. 760. pp. 113–118. doi: 10.1016/j.jelechem.2015.11.021
- 25 Li J., Lu X., Ju W., Li J. et al. Seasonal changes of leaf chlorophyll content as a proxy of photosynthetic capacity in winter wheat and paddy rice. Ecological Indicators. 2022. vol. 140. pp. 109018. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.109018
- 26 Shen Y., Chen M., Hong J., Xiong W. et al. Identification and characterization of tsyl1, a thermosensitive chlorophyll-deficient mutant in rice (Oryza sativa). Journal of Plant Physiology. 2022. vol. 277. pp. 153782. doi: 10.1016/j.jplph.2022.153782
- 27 Porter K., Lodge J.K. Determination of selected water-soluble vitamins (thiamine, riboflavin, nicotinamide and pyridoxine) from a food matrix using hydrophilic interaction liquid chromatography coupled with mass spectroscopy. Journal of Chromatography B. 2021. vol. 1171. pp. 122541. doi: 10.1016/j.jchromb.2021.122541

- 28 Prichko T.G., Germanova M.G., Kazakhmedov R.E. Broccoli cabbage as a source of biologically active substances. Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific. Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2020. vol. 28. pp. 182–187. doi: 10.30679/2587–9847–2020–28–182–187 (in Russian).
- 29 Saghir M.A., Asatourian A., Ershadifar S., Moghadam M.M. et al. Vitamins and regulation of angiogenesis: [A, B1, B2, B3, B6, B9, B12, C, D, E, K]. Journal of Functional Foods. 2017. vol. 38. pp. 180–196. doi: 10.1016/j.jff.2017.09.005
- 30 Zakharchenko A.E., Lazovskaya V.V., Poddubnaya P.V. Vitamins and their role in metabolism. E-Scio. 2021. vol. 53, no. 2. pp. 621–631. (in Russian).
- 31 Lamy T., Carceles O., Doussy Y., Formet C. et al. Concentrations et épurations des vitamines B1, C et PP en hémodiafiltration. Néphrologie & Thérapeutique. 2016. vol. 12, no. 5. pp. 303. doi: 10.1016/j.nephro.2016.07.040
- 32 Sadok I., Jędruchiewicz K., Staniszevska M. Quantification of nicotinic acid, kynurenine, and kynurenine acid in poultry meat by validated liquid chromatography–single quadrupole mass spectrometry method. LWT. 2022. vol. 163. pp. 113582. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113582.
- 33 Jacobs P., Wood L. Vitamin B5. Disease-a-Month. 2003. vol. 49, no. 11. pp. 664–665. doi: 10.1016/j.disamonth.2003.09.007
- 34 Patle T.K., Shrivastava K., Patle A., Patel S. et al. Simultaneous determination of B1, B3, B6 and C vitamins in green leafy vegetables using reverse phase-high performance liquid chromatography. Microchemical Journal. 2022. vol. 176. pp. 107249. doi: 10.1016/j.microc.2022.107249
- 35 Ren J., Liang J., Wang J., Yin B. et al. Vascular benefits of vitamin C supplementation against fine particulate air pollution in healthy adults: A double-blind randomised crossover trial. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2022. vol. 241. pp. 113735. doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.113735
- 36 Vargas L., Kapoor R., Nemzer B., Feng H. Application of different drying methods for evaluation of phytochemical content and physical properties of broccoli, kale, and spinach. LWT. 2022. vol. 155. pp. 112892. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112892
- 37 Babukhadia K.R., Ermolaev A.O. Study of curd mass enriched with vegetable additives. Bulletin of KrasGAU. 2021. vol. 176, no. 11. pp. 233–239. (in Russian).
- 38 Meliboeva Sh.Sh., Musaeva D.M., Sharipova E.M., Boltaev M.M. Botanical characteristics of the medicinal plant "broccoli", pharmacological properties and chemical composition of medicinal plant raw materials "Brassica oleracea". Bulletin of Science and Education. 2020. vol. 102, no. 24. pp. 98–102. (in Russian).
- 39 Lisin P.A., Efremova N.V. Assessment of the nutrient balance of cottage cheese with pine nuts. Achievements and prospects of scientific and innovative development of the agro-industrial complex: materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation. Kurgan, 2020. pp. 488–491. (in Russian).
- 40 Rozikova Z.Z., Serova O.P. National cottage cheese with vegetable filler. Promising agricultural and food innovations: materials of the International scientific and practical conference. Volgograd, 2019. pp. 109–116.

Сведения об авторах


Екатерина Е. Воробьева магистрант, кафедра бионанотехнология, Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия, 89515923860k@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6362-7589>


Варвара И. Минина д.б.н., зав. кафедрой, кафедра генетики и фундаментальной медицины, Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия, vminina@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3485-9123>


Ольга О. Соболева ведущий инженер-технолог, лаборатория цитогенетики, Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, пр. Советский, 18, г. Кемерово, 650066, Россия, soboleva.olga88@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7183-6647>

Ирина С. Милентьева д.т.н., доцент, кафедра бионанотехнология, Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия, irazumnikova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3536-562X>

Ольга А. Неверова д.б.н., директор, институт биологии, экологии и природных ресурсов, Кемеровский государственный университет, ул. Красная, 6, г. Кемерово, 650000, Россия, neverova@kemsu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0309-5709>

Вклад авторов


Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors


Ekaterina.E. Vorobeva master student, bionanotechnology department, Kemerovo State University, Krasnaya Street, 6 Kemerovo, 650000, Russia, 89515923860k@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6362-7589>


Varvara I. Minina Dr. Sci. (Biol.), head of the department, genetics and fundamental medicine department, Kemerovo State University, Krasnaya Street, 6 Kemerovo, 650000, Russia, vminina@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3485-9123>


Olga A. Soboleva leading engineer, laboratory of cytogenetics, The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the RAS, Sovetsky av., 18, Kemerovo, 650000, Russia, soboleva.olga88@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7183-6647>

Irina S. Milentyeva Dr. Sci. (Engin.), associate professor, bionanotechnology department, Kemerovo State University, Krasnaya Street, 6 Kemerovo, 650000, Russia, irazumnikova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3536-562X>

Olga A. Neverova Dr. Sci. (Biol.), director, Institute of Biology, Ecology and Natural Resources, Kemerovo State University, Krasnaya Street, 6 Kemerovo, 650000, Russia, neverova@kemsu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0309-5709>

Contribution

review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 06/10/2022	После редакции 02/11/2022	Принята в печать 22/11/2022
Received 06/10/2022	Accepted in revised 02/11/2022	Accepted 22/11/2022