ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-320-329
УДК 664.858

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Разработка и оценка качества диабетического желейного мармелада «Каркаде», обогащенного янтарной кислотой[i]

А. Н. Табаторович[1,*], И. Ю. Резниченко[2]

[1] *АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, проспект К. Маркса, 26*

[2] *ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6*

Дата поступления в редакцию: 25.03.2019
Дата принятия в печать: 21.06.2019

**e-mail: alex.tab68@mail.ru*

© А. Н. Табаторович, И. Ю. Резниченко, 2019

Аннотация. Комплексная диетотерапия при сахарном диабете 2 типа предполагает потребление кондитерских изделий на основе фруктозы, сахарозаменителей и/или интенсивных подсластителей. В рецептуре диабетического желейного мармелада «Каркаде» на агаре полностью исключались сахар и патока. Сладкий вкус обеспечивался благодаря комбинации сорбита (Е420) и гликозильного стевиозида «Кристалл», имеющих коэффициент сладости к сахарозе 0,6 и 150 соответственно. Наполнителем была полидекстроза, имеющая нейтральный вкус, являющаяся низкокалорийным пребиотиком (1 ккал/г), водорастворимым пищевым волокном. Источником красящих и физиологически активных веществ мармелада являлся водный настой сухих прицветников гибискуса или «Каркаде». Обогащающей добавкой служила янтарная кислота, повышающая инсулинорезистентность клеток, снижающая риск проявления диабетических осложнений. Для максимального извлечения антоцианов сырье настаивали 30 минут, гидромодуль 1:10, 80 °С. Для стабилизации антоцианов в настой вводили лимонную кислоту (1,2 г/100 см^3). Исследования проводились стандартными методами. Антоцианы определяли методом pH-дифференциальной спектрофотометрии, органические кислоты в мармеладе – методом газожидкостной хроматографии. Оптимальные рецептурные соотношения агара, стевиозида, настоя гибискуса составили (%): 16,0:0,4:15,0. Консервант не применялся. Дозировка сорбита в мармеладе составила 380 г/кг, янтарной кислоты – 2 г/кг. Диабетический желейный мармелад «Каркаде» по органолептическим показателям соответствовал ГОСТ 6442. Влажность после изготовления составила 18,7 %, среднее содержание микронутриентов (мг/100 г): антоцианов 38,8, калия 33,1, магния 5,1, марганца 0,48, цинка 0,0015. Потери янтарной кислоты при производстве мармелада не установлены. В 50 г мармелада ее содержание составило около 100 г или 50 % адекватной суточной нормы потребления. Мармелад «Каркадэ» с янтарной кислотой является специализированным обогащенным продуктом для диабетического питания.

Ключевые слова. Мармелад, настой гибискуса, агар, микронутриенты, антоцианы, янтарная кислота, сорбит, стевиозид, диабетическое питание

Для цитирования: Табаторович А. Н. Разработка и оценка качества диабетического желейного мармелада «Каркаде», обогащенного янтарной кислотой / А. Н. Табаторович, И. Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 320–329. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-320-329.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Formulation and Quality Assessment of Diabetic Jelly Marmalade 'Karkade' Fortified with Succinic Acid

A.N. Tabatorovich[1,*], I.Yu. Reznichenko[2]

[1] *Siberian University of Consumer Cooperation, 26 Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630087, Russia*

[2] *Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia*

Received: March 25, 2019
Accepted: June 21, 2019

**e-mail: alex.tab68@mail.ru*

© A.N. Tabatorovich, I.Yu. Reznichenko, 2019

Abstract. Complex diet therapy for type II diabetes involves confectionery products based on fructose, sugar substitutes, and/or intensive sweeteners. The formulation of diabetic jelly marmalade 'Karkade' does not contain sugar or molasses. Sweetness was

[i] Материал опубликован в рамках II Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии». 13–14 мая 2019 г., Кемерово, Кемеровский государственный университет.

provided by the combination of sorbitol (E420) and glycosyl stevioside 'Crystal'. Their sweetness to sucrose ratio was 0.6 and 150, respectively. Polydextrose was used as a filler. Polydextrose is a low-calorie prebiotic (1 kcal/g) and a water-soluble dietary fiber with a neutral taste. Water infusion of dry bracts of hibiscus (*Hibiscus Sabdariffa* L.), or Karkade, gave the marmalade its color and physiologically active substances. Fortification was provided by succinic acid, which was chosen as an acidity regulator since it increases cell insulin resistance and reduces the risk of diabetic complications. For maximum extraction of anthocyanins, the raw material was infused for 30 minutes at a ratio of 1:10 at 80°C. Citric acid (1.2 g/100 g) was added into the infusion to stabilize the anthocyanins. The research involved standard methods. The method of pH-differential spectrophotometry was used to determine the level of anthocyanins, while the method of gas-liquid chromatography was employed to determine organic acids in the marmalade. The optimal ratio of agar, stevioside, and hibiscus infusion (%) was defined as 16.0:0.4:15.0. No preservative was used. The marmalade contained 380 g/kg of sorbitol and 2 g/kg of succinic acid. The sensory properties of the marmalade corresponded with the State Standard. The marmalade had a slightly astringent sweet and sour taste, a burgundy color, and a jelly-like consistency with no syneresis. The average value of physical and chemical parameters at the time of manufacture was as follows: moisture – 18.7%, total acidity – 12.4 degrees, plastic strength – 22.0 kPa. The average content of micronutrients (mg/100 g) was as follows: anthocyanins – 38.8, potassium – 33.1, calcium – 11.3, magnesium – 5.1, manganese – 0.48, iron – 0.35, zinc – 0.0015, and succinic acid – 214.0. No loss of succinic acid was registered during processing and 3 months of storage. The content of succinic acid in 50 g marmalade was amounted to about 100g, or 50% of the acceptable daily intake. Thus, marmalade 'Karkade' with succinic acid can be considered a functional fortified product for diabetic diet.

Keywords. Marmalade, hibiscus infusion, agar, micronutrients, anthocyanins, succinic acid, sorbitol, stevioside, diabetic nutrition

For citation: Tabatorovich AN, Reznichenko IYu. Formulation and Quality Assessment of Diabetic Jelly Marmalade 'Karkade' Fortified with Succinic Acid. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):320–329. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-320-329.

Введение

К числу важнейших современных медицинских и социальных проблем во всем мире относится сахарный диабет из-за несвоевременного диагностирования, массовой распространенности, неконтролируемого роста заболеваемости, развития необратимых осложнений – синдрома диабетической стопы, макро- и микроангиопатий, нефропатии, ретинопатии, ишемической болезни сердца, инфарктов и других последствий, ведущих к ранней инвалидности и летальному исходу [1].

Данные Минздрава и официального Регистра сахарного диабета свидетельствуют о том, что на 31 декабря 2017 г в РФ насчитывалось почти 4,5 млн больных с подтвержденным заболеванием. Однако в последнем Атласе диабета для России, более объективно учитывающее состояние проблемы, приводится значение 8,5 млн чел. Наибольшая заболеваемость фиксируется и прогнозируется по сахарному диабету 2 типа (инсулиннезависимому), при котором нарушается резистентность клеток к инсулину, из-за чего возникает устойчивая гипергликемия. По официальным данным, 54,7 % больных диабетом 2 типа приходится на пациентов старше 65 лет [2, 3].

Кондитерские изделия не являются приоритетными для диабетического питания. Но важное для больных диабетом ощущение сладкого вкуса обеспечивается, в том числе, кондитерскими изделиями, которые содержат подслащивающие вещества. Диабетические кондитерские изделия являются составной частью специализированной пищевой продукции диетического лечебного или диетического профилактического питания, в которой отсутствуют или снижено содержание легкоусвояемых углеводов (моносахаридов – глюкозы, фруктозы, галактозы и дисахаридов – сахарозы, лактозы) относительно их содержания в аналогичной пищевой продукции и или изменен углеводный состав» [4].

Специализированное питание рассматривается как неотъемлемая часть лечения и поддержания образа жизни при сахарном диабете 2 типа. Важным направлением индустрии диабетического питания является разработка и внедрение в производство изделий с заданным составом, включающим не только элиминацию и замещение сахара на фруктозу, сахарозаменители и/или интенсивные подсластители, но и одновременное обогащение изделий микронутриентами, дефицит которых при диабете имеет выраженный характер [5]. Наиболее важными лимитирующими микронутриентами при диабете 2 типа считаются цинк, селен, хром, марганец, липоевая, аскорбиновая и янтарная кислоты, витамины Е и группы В [5, 6].

Учитывая снижение иммунитета при диабете, сопровождающееся активизацией аллергических и токсических реакций, разработку специализированных кондитерских изделий предпочтительно осуществлять при отсутствии в рецептурах искусственных красителей, ароматизаторов и консервантов.

Прицветники или прицветные листья цветков гибискуса («суданской розы», «Каркадэ»), являющегося одним из разновидностей рода гибискус семейства Мальвовых (*Hibiscus Sabdariffa* L.), обладают уникальным химическим составом. Их отличает сравнительно высокое содержание калия, магния, кальция, железа, цинка, идентифицированы β-каротин, β-ситостерин, пектинов, аскорбиновой, яблочной, лимонной кислот и других микронутриентов [7, 8]. Настой гибискуса используется самостоятельно как чайный напиток, пищевая ценность которого обусловлена антоцианами, катехинами и другими полифенолами. Показана его высокая антиоксидантная активность [8]. Имеется положительный опыт применения настоя в производстве желейного мармелада на сахаре. В данной работе планировалось применить концентрированный настой гибискуса как компонент диабетического желейного мармелада с целью профилактики сосудистых осложнений.

Из-за участия в цикле Кребса (клеточное дыхание и окислительное фосфорилирование) янтарная кис-

лота или сукцинат ($C_4H_6O_4$) как в составе лекарственных препаратов, так и включенная в биологически активные добавки, почти 50 лет успешно применяется в разных областях медицины. В кардиологии и неврологии выявлен антигипоксический, адаптогенный, антистрессорный, противосудорожный и ноотропный эффект янтарной кислоты на организм. На модели индуцированного сахарного диабета у животных после введения сукцинатсодержащего препарата наблюдалось снижение сахара крови. Инсулинотропное действие и повышение чувствительности клеток к инсулину имеют место при регулярном применении препаратов янтарной кислоты. Доказана устойчивая связь между приемом янтарной кислоты и снижением проявлений полинейропатических осложнений у пожилых пациентов [9].

Янтарная кислота является пищевой добавкой – регулятором кислотности (Е363). Была установлена максимальная дозировка для десертов: не более 6 г/кг. Она также официально признана парафармацевтиком, минорным компонентом пищи с адекватной суточной нормой потребления 200 мг [10]. В природе янтарная кислота часто фиксируется во фруктах и овощах, находящихся в стадии технической зрелости.

В кондитерском производстве янтарная кислота применяется редко. Установлено ее влияние на замедление скорости окисления липидов во фритюрах и выпеченных полуфабрикатах при их хранении [11].

Ранее получены результаты, показывающие практически стопроцентную сохранность янтарной кислоты при ее введении в качестве обогащающей добавки в состав желейного и желейно-фруктового мармелада [12]. Данные по использованию янтарной кислоты в диабетических кондитерских изделиях отсутствуют.

Цель работы заключалась в разработке оптимальной рецептуры и оценке качества диабетического желейного формового мармелада «Каркадэ» на агаре на основе настоя лепестков гибискуса, дополнительно обогащенного янтарной кислотой.

Определены следующие основные задачи исследования:
– выявить оптимальные параметры экстрагирования сухого сырья для получения настоя гибискуса;
– определить химический состав и показатели качества настоя гибискуса;
– апробировать технологию производства желейного диабетического мармелада;
– установить содержание микронутриентов в мармеладе, выявить степень сохранности янтарной кислоты;
– определить органолептические, отдельные физико-химические и микробиологические показатели качества мармелада.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились:
– настой лепестков гибискуса водный, полученный из сырья, расфасованного в потребительские упаковки из целлофана, массой нетто 80 г, (упаковщик ООО «Орими Трейд», ТМ «Принцесса Ява») (далее, настой);
– желейный формовой мармелад «Каркадэ» на агаре, без сахара и патоки, произведенный по составленной оптимальной рецептуре.

Основным сырьем являлись: агар с прочностью студня по Никану 900 г/см^2 (Чили), сорбит пищевой гранулированный (Е420) по ТУ 9325-002-94444-6794-2007 (ООО ТД «Диамир», Московская обл.), стевиозид «Кристалл» гликозильный (Е960) с коэффициентом сладости 150 (Шаньдунь, Китай), полидекстроза «Litesse»® (Е1200) порошкообразная (DuPont Danisco, Англия), кислота пищевая лимонная моногидрат по ГОСТ 908. Дополнительным сырьем являлся настой и синтетическая янтарная кислота (Е363). Для обсыпки мармелада применялась низкокалорийная кокосовая стружка (ООО «Эковкус», Россия). Импортное сырье сопровождалось соответствующими спецификациями с указанием нормативов качества и безопасности.

Выбор агара в качестве студнеобразователя в технологии производства диабетического желейного мармелада обусловлен его способностью образовывать студни без участия сахара, а также сравнительно низкой начальной температурой желирования (38–39 °С), что удобно технологически.

Применение многоатомного спирта сорбита в комбинации со стевиозидом оказывает синергический эффект сладости и позволяет немного снизить калорийность мармелада. Стевиозид «Кристалл» (коммерческое название) представляет собой мелкокристаллический белый порошок с характерным запахом, произведен из экстракта стевии по технологии межмолекулярной ферментации (гликозилирования). Уменьшение степени сладости до 135–150 в стевиозиде «Кристалл» создается путем гидролиза химических связей между общим агликоном и углеводными остатками в исходном стевиозиде (степень сладости к сахарозе 300–350), расщеплении молекулы, выделения ребаудиозида А с чистым сладким привкусом и удаления ребаудиозидов В, С, дийкозида и других фракций, имеющих горьковато-приторное послевкусие.

Полидекстроза представляет собой разветвленный полимер, синтезированный из остатков глюкозы, соединенных преимущественно 1,6- связями, с незначительным содержанием сорбита. Полидекстроза является растворимым пищевым волокном, который в организме практически в неизменном виде доходит до толстого кишечника, где медленно переваривается, оказывая пребиотический эффект [13].

Полидекстроза – пищевая добавка (Е1200), разрешенная к применению в производстве пищевых продуктов. Максимальный уровень ее в пищевых продуктах не установлен. Выполняет технологические функции стабилизатора, загустителя, влагоудерживающего агента, носителя [4]. Как низкокалорийный (1 ккал/г) наполнитель, имеющий нейтральный вкус, в сочетании с сахарозаменителями полидекстроза применяется при полной или частичной замене сахарозы в различных пищевых системах. Она не обладает кариогенным эффектом. Проведены исследования, связанные с полной и частичной заменой патоки на полидекстрозу, в технологии

производства желейного пектинового мармелада на сахаре [14].

Так как настой планировалось применять в рецептуре мармелада, прежде всего, для окрашивания изделий, то важнейшим условием являлась максимизация содержания в нем антоцианинов и их динамика в процессе хранения. Известно, что спирт и водно-спиртовые смеси наиболее полно экстрагируют антоциановые пигменты. Гидроксильные группы в составе спирта также могут оказывать положительное влияние на прочность агаровых студней. Однако применение этанола как компонента экстрагирующих смесей повышает себестоимость готовых изделий, а также их нельзя использовать в питании детей и школьников. В данной работе экстрагентом являлась вода.

Для достижения более полной и быстрой экстракции действующих начал растения сухие лепестки гибискуса предварительно измельчали до размеров частиц 0,3–0,5 см. Выбранный гидромодуль составлял 1:10, что соответствовало требованиям Государственной Фармакопеи в отношении приготовления настоев растений, не имеющих в составе ядовитых или сильнодействующих начал.

Об эффективности экстрагирования сухого сырья судили по изменению оптической плотности настоя на спектрофотометре «UNICO 2100» (Россия) при заданной длине волны 540 нм. Фиксируемая данным прибором оптическая плотность (вариация измерений от 0 до 3,0) прямо пропорциональна содержанию антоцианов в образцах настоя. В качестве независимых переменных выступали: X_1 – температура экстрагирования, °С; X_2 – время экстрагирования, мин. Параметром оптимизации считалась величина D (оптическая плотность).

Для определения оптимальной температуры и времени экстрагирования навески измельченного сырья помещали в эмалированную емкость, заливали водой (1:10), накрывали крышкой и экстрагировали в течение 10–90 мин при температурах 60 °С, 80 °С и 100 °С на водяной бане. Через каждые 20 мин брали пробы настоя для определения величины оптической плотности. Образцы хранили в течение 2 ч при обычных условиях в закрытых стеклянных сосудах в темном месте.

Моделирование оптимальной рецептуры желейного мармелада проводилось на основе анализа полного факторного эксперимента 2^3 – центрального композиционного планирования. Использовались возможности Microsoft Excel (подробнее в разделе «Результаты и обсуждение»).

В работе применялась традиционная технология желейного формового неглазированного мармелада на агаре, которая была оптимизирована в связи с исключением из состава сахара и патоки [15]. Введение настоя и янтарной кислоты проводилось на стадии темперирования мармеладной массы (52–55 °С).

Исследование настоя и мармелада осуществлялось традиционными методами [16]. Определение массовой доли влаги и сухих веществ проводилось термогравиметрическим методом на анализаторе влажности «ЭВЛАС-2» (Россия), содержание пектиновых веществ – весовым кальций-пектатным методом, кислотности – потенциометрическим титрованием с помощью pH-метра 150-МИ, пластической прочности мармеладного студня – на электронном структурометре С-1.

Суммарное содержание антоцианов в пересчете на преобладающий цианидин-3-глюкозид в мармеладе определялось на спектрофотометре «UNICO 2100» методом pH-дифференциальной спектрофотометрии, основанном на специфическом для антоцианов изменении поглощения света в зависимости от pH раствора [17].

Содержание янтарной кислоты и других органических кислот в мармеладе осуществлялось методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000.1» (Россия) с пламенно-ионизационным детектором (капиллярная колонка DV-5: 30м×0,53мм×1,5мкм, ротационный испаритель (220 °С), газ-носитель азот – расход 25 см^3/мин, микрошприц Hamilton (Англия) на 0,01 см^3). Кислоты, находящиеся в пробе мармелада, были предварительно этерифицированы в летучие этиловые эфиры, идентификация которых проводилась по времени удержания эфиров-метчиков стандартной смеси кислот в виде хроматографических пиков [16].

Содержание минеральных веществ определялось методом пламенной атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрометре Varian 240F (Германия). Содержание дрожжей и плесеней в мармеладе – по ГОСТ 10444.12–2013 (питательная среда Сабуро), КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15–94 (питательная среда мясо-пептонный бульон с глюкозой).

Органолептические показатели мармелада оценивались на соответствие характеристикам, указанным в ГОСТ 6442–2014 [18].

Исследования проводились на базе кафедры товароведения и экспертизы товаров Сибирского университета потребительской кооперации. Минеральный состав и содержание органических кислот в мармеладе определялись в лаборатории аккредитованного испытательного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области». Исследования выполнены в 4 кратной повторности. Данные в таблицах представлены в виде $X \pm \Delta x$, где X – средняя выборочная величина, Δx – предельная ошибка средней при доверительной вероятности P = 0,95.

Результаты и их обсуждение

Был определен оптимальный режим получения настоя: температура экстрагирования = 80 °С, время – 30 мин, гидромодуль 1:10. При этих значениях величина D составляла 1,436 и являлась максимальной.

Было подтверждено, что экстрагирование более 30 мин при температуре свыше 80 °С (до 100 °С) приводит к уменьшению оптической плотности, вероятно, за счет окисления антоцианов до бесцветных хиноновых производных и их термического разложения [19].

Из-за высокой концентрации полифенольных компонентов настой имел насыщенный темно-бордовый цвет, выраженную терпкость, обусловленную флавонолами, и умеренную кислотность.

Таблица 1. Минеральный состав, содержание антоцианов и физико-химические показатели настоя гибискуса

Table 1. Mineral composition, anthocyanin content, and physico-chemical indicators of the hibiscus infusion

Показатель	Значения показателей
Массовая доля сухих веществ, %	5,23 ± 0,16
Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на лимонную), %	1,47 ± 0,09
pH	3,13 ± 0,07
Массовая доля пектиновых веществ (общий пектин), %	0,110 ± 0,001
Содержание антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид, мг/100 г	929,0 ± 61,1
Содержание макроэлементов, мг/100 г:	
калий	114,9 ± 19,2
натрий	28,5 ± 3,3
кальций	87,1 ± 18,5
магний	45,7 ± 12,6
Содержание микроэлементов, мг/100 г:	
железо	0,18 ± 0,05
марганец	3,1 ± 0,9
цинк	0,0061 ± 0,0008

В таблице 1 отражено содержание микронутриентов и физико-химические показатели настоя при оптимальном режиме экстрагирования.

Из таблицы 1 следует, что настой обладает кислой реакцией, хорошо обеспечен соединениями калия, кальция и магния, по микроэлементам выделяется марганец. На момент изготовления настой являлся природным концентратом антоцианов. Однако антоцианы являются крайне неустойчивыми соединениями, окисляющимися ферментом полифенолоксидазой, который имеет оптимум действия pH 5,0–7,0.

Для изучения степени устойчивости антоцианов было предложено сравнить динамику их содержания в настое. Для сравнения с контролем в настой сразу после добавления воды вводили лимонную кислоту. Образцы хранили в течение 2 ч при обычных условиях в закрытых стеклянных сосудах в темном месте. С интервалом 20 минут брали пробы и определяли содержание антоцианов на спектрофотометре. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

Установлено, что добавление в настой лимонной кислоты стабилизирует антоцианы. При этом pH настоя уменьшается до 2,2–2,3, снижается активность полифенолоксидазы и, возможно, других ферментов, катализирующих окисление антоцианов. Кроме того, являясь лигандами в реакциях комплексообразования, цитрат анионы могут устойчиво связывать катионы поливалентных металлов, образующих с антоцианами менее прочные комплексы. На основе полученных данных рекомендовано получать настой непосредственно перед внесением в мармеладную массу и хранить не более 2 часов в защищенном от света месте.

При обосновании оптимальной рецептуры желейного диабетического мармелада «Каркаде», обогащенного янтарной кислотой, учитывались следующие положения:

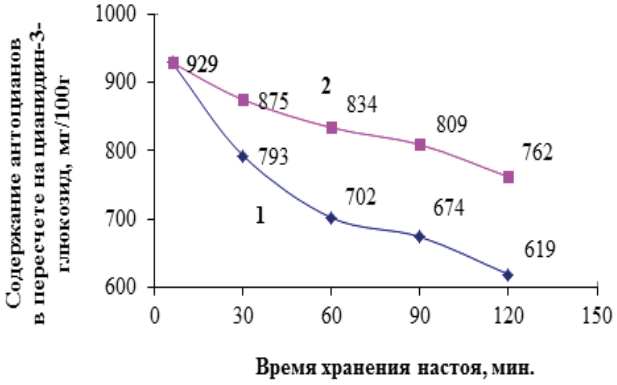

Рисунок 1. Динамика антоцианов в настое гибискуса при хранении (указаны средние значения): 1 – контроль; 2 – с лимонной кислотой (1,2 г/100 см^3 настоя)

Figure 1. Dynamics of anthocyanins in the hibiscus infusion during storage (average values): 1– control sample; 2 – sample with citric acid (1.2 g per 100 cm^3 of infusion)

– планируемая норма потребления мармелада составляет не более 50 г в сутки, что эквивалентно 2–3 изделиям;

– адекватный суточный уровень потребления янтарной кислоты для всех категорий населения составляет 200 мг [10], предполагаемое ее содержание как функционального пищевого ингредиента в 50 г мармелада (суточной порции) составит 100 мг или 50 % от уровня потребления (по ГОСТ Р 52349 – не менее 15 %) ;

– на основе, установленной ранее, стабильности янтарной кислоты при производстве желейного мармелада «Каркаде» на сахаре ее возможные потери при производстве диабетического мармелада не учитывались;

– адекватный суточный уровень потребления сорбита (как в чистом виде, так и в составе изделий на его основе) составляет 15–20 г, а максимальный 40 г [10]; потребление в количестве свыше 20 г может вызывать послабляющий эффект;

– кислоты в изделиях на агаре являются только вкусовой добавкой, а их избыток отрицательно сказывается на прочности агаровых студней; сахар повышает прочность студней. Поэтому содержание кислот в мармеладе должно быть минимальным, а дозировку агара в диабетическом мармеладе, по сравнению с мармеладом на сахаре, рекомендовано увеличить;

– на основе данных о консервирующем действии сорбита [20] было решено не вводить в рецептуру мармелада какой-либо консервант, а после изготовления изучить микробиологические показатели, в сравне-

Таблица 2. Условия планирования эксперимента

Table 2. Experiment planning conditions

Условия планирования	Пределы изменения факторов		
	X_1, %	X_2, %	X_3, %
Основной уровень (0)	13,0	0,6	18,0
Интервал варьирования (▲)	3,0	0,2	3,0
Верхний уровень (+1)	16,0	0,8	21,0
Нижний уровень (–1)	10,0	0,4	15,0

Таблица 3. Результаты планирования эксперимента для желейного диабетического мармелада «Каркаде»

Table 3. Experiment planning results for diabetic jelly marmalade 'Karkade'

№ опыта	Значения факторов			Выходные параметры		
	X_1, %	X_2, %	X_3, %	Y_1, балл	Y_2, кПа	Y_3, ед. pH
1	10,0	0,4	15,0	22,0	15,7	4,01
2	10,0	0,8	15,0	21,8	14,0	3,90
3	16,0	0,4	15,0	29,3	22,0	3,87
4	16,0	0,8	15,0	25,7	21,4	3,89
5	10,0	0,4	21,0	19,2	12,3	3,52
6	10,0	0,8	21,0	18,8	11,8	3,57
7	16,0	0,4	21,0	24,7	16,4	3,54
8	16,0	0,8	21,0	19,4	16,4	3,49

нии с образцами мармелада, в которые был добавлен калия сорбат (Е202) в количестве 0,5 г/кг.

Таким образом, норма закладки янтарной кислоты в рецептуре составила 2,0 г/кг. Кислотность мармелада будет формироваться за счет комбинации: добавки янтарной кислоты, органических кислот настоя, и добавленной в него, синтетической лимонной кислоты (1,2 г/100 см^3). Дозировка сорбита составила 380 г/кг. То есть по расчету в 50 г мармелада (на уровне верхней границы его потребления в сутки) – 19 г. При определении количества полидекстрозы за основу была взята ее дозировка в ранее проводимых исследованиях [14].

При проведении факторного анализа в качестве основных факторов, влияющих на показатели готовых изделий, были выбраны (% к массе мармелада): X_1 – дозировка агара в желе; X_2 – дозировка стевиозида (интенсивного подсластителя); X_3 – дозировка настоя. Указанные факторы являются независимыми и совместимы между собой.

Пределы изменения исследуемых факторов приведены в таблице 2.

В качестве критериев оценки влияния рецептурных компонентов на качество мармелада выступали следующие выходные параметры: Y_1 – средняя суммарная органолептическая оценка готового мармелада, балл; Y_2 – пластическая прочность студня после изготовления и сушки, кПа; Y_3 – активная кислотность (pH), ед.

Эксперимент проводили в лабораторных условиях, расчеты производились на 1 кг готовых изделий. Порядок экспериментов определялся по таблицам случайных чисел.

Результаты планирования эксперимента представлены в таблице 3.

В результате статистической обработки данных были получены следующие уравнения регрессии:

$$Y_1 = 0{,}72X_1 - 3{,}9X_2 - 0{,}6X_3 + 29{,}3; \quad (1)$$

$$Y_2 = 0{,}98X_1 - 1{,}75X_2 - 0{,}68X_3 + 17{,}31; \quad (2)$$

$$Y_3 = -0{,}0083X_1 - 0{,}18X_2 - 0{,}065X_3 + 5{,}14. \quad (3)$$

Адекватность полученных моделей была проверена с помощью F-критерия Фишера.

Таблица 4. Рецептура желейного диабетического мармелада «Каркаде» с янтарной кислотой

Table 4. Formulation of jelly diabetic marmalade 'Karkade' fortified with succinic acid

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 1000 кг готовой продукции, кг	
		в натуре	в сухих веществах
Сорбит пищевой	98,5	390,0	384,1
Стевиозид «Кристалл» гликозильный	99,0	0,4	0,4
Полидекстроза	96,0	380,0	364,8
Агар 900	85,0	16,0	13,6
Настой гибискуса водный (1:10)	5,0	150,0	7,5
Кислота лимонная	91,2	1,8	1,6
Кислота янтарная	99,0	2,0	2,0
Кокосовая стружка	97,0	25,0	24,3
Итого	–	965,2	798,3
Выход	80,0	1000,0	800,0

Анализ уравнений подтверждает положительное влияние агара при увеличении его содержания в рецептуре на общую органолептическую оценку и пластическую прочность мармелада. Увеличение дозировки стевиозида оказывает обратное воздействие. При увеличении содержания настоя снижается пластическая прочность и активная кислотность мармеладного студня, что нежелательно для изделий на агаре.

По результатам проведенного эксперимента установлено оптимальное рецептурное соотношение в диабетическом желейном мармеладе агара, стевиозида и настоя (%) – 16,0:0,4:15,0.

Разработанная рецептура мармелада приведена в таблице 4.

Изменения традиционной схемы производства желейного формового мармелада на агаре связаны с отсутствием сахара, патоки и технологическими особенностями полидекстрозы. Установлено, что для предупреждения спекания и образования текучего расплава после охлаждения превращающегося в стекловидную массу, рецептурное количество порошкообразной полидекстрозы сначала следует постепенно диспергировать в воде при температуре 50–60 °С, обеспечивая воздействие механической мешалкой. После полного растворения в варочном котле концентрированный раствор полидекстрозы доводится до кипения, затем вводится смесь сорбита и стевиозида, а после – агар. Длительность уваривания составляет 10–12 мин.

Желейный диабетический мармелад на момент изготовления по органолептическим показателям соответствовал нормативам ГОСТ 6442–2014 [18]. Мармелад обладал слегка вяжущим кисло-сладким привкусом и запахом, присущим настою. Имел красивый бордовый цвет, эластичную студнеобразную консистенцию, позволяющую разрезать его ножом, без признаков синерезиса. Был отмечен стекловид-

Таблица 5. Физико-химические показатели и содержание микронутриентов в желейном мармеладе «Каркаде»

Table 5. Physico-chemical parameters and the content of micronutrients in jelly marmalade ‘Karkade’

Показатель	Значение показателей
Массовая доля влаги, %	18,7 ± 0,4
Общая кислотность, град.	12,4 ± 0,5
pH	3,8 ± 0,1
Пластическая прочность студня, кПа	22,0 ± 0,1
Содержание антоцианов в пересчете на цианидин-3-глюкозид, мг/100 г	38,8 ± 6,2
Минеральные вещества, мг/100 г	
Калий	33,1 ± 9,9
Кальций	11,3 ± 3,4
Магний	5,1 ± 1,5
Марганец	0,48 ± 0,14
Железо	0,35 ± 0,10
Цинк	0,0015 ± 0,0002

ный излом, характерный для агаровых студней. Каких-либо включений пузырьков воздуха и плотной консистенции, выявленной ранее для желейного мармелада на сахаре с аналогичным содержанием полидекстрозы [14], не было отмечено.

Физико-химические показатели и содержание микронутриентов в мармеладе отражены в таблице 5.

Влажность мармелада соответствовала требованиям ГОСТ 6442–2014 (диапазон для желейного мармелада 15,0–22,0) [18]. Остальные показатели не являются регламентированными. Пластическая прочность студня оказалась в среднем на 80 % ниже, чем в мармеладе «Каркаде» на сахаре (53 % в рецептуре) с аналогичным содержанием настоя и более высокой кислотностью [12]. Однако вполне достаточной для

Таблица 6. Содержание органических кислот в желейном диабетическом мармеладе «Каркаде»

Table 6. Content of organic acids in diabetic jelly marmalade ‘Karkade’

Кислота	Содержание, мг/100 мг
Яблочная	13,5 ± 3,1
Лимонная	251,0 ± 60,0
Винная	менее 5,0
Янтарная	214,0 ± 51,0
Молочная	менее 5,0
Щавелевая	менее 5,0

обеспечения формы и консистенции. Значение pH оказалось близким к оптимальному показателю для изделий на агаре. Среди определяемых макроэлементов преобладал калий, микроэлементов – марганец. Их значение в питании больных сахарным диабетом 2 типа для профилактики осложнений является общепризнанным [5].

Представляет интерес изучение в мармеладе так называемого «кислотного профиля» как в плане определения сохранности вводимой добавки янтарной кислоты, так и содержания отдельных органических кислот, которые можно рассматривать как маркеры подлинности состава желейного мармелада с гибискусом. Хроматограмма органических кислот приводится на рисунке 2, количественное содержание – в таблице 6.

Расчеты, проведенные по таблице 6, показали отсутствие потерь янтарной кислоты при производстве мармелада. Её среднее содержание (214 г/100 г) даже оказалось чуть выше закладки по рецептуре. Содержание природной яблочной кислоты оказалось незначительным. Но данные следует учитывать как один из идентификационных критериев желейного диабетического мармелада «Каркаде» при указанной

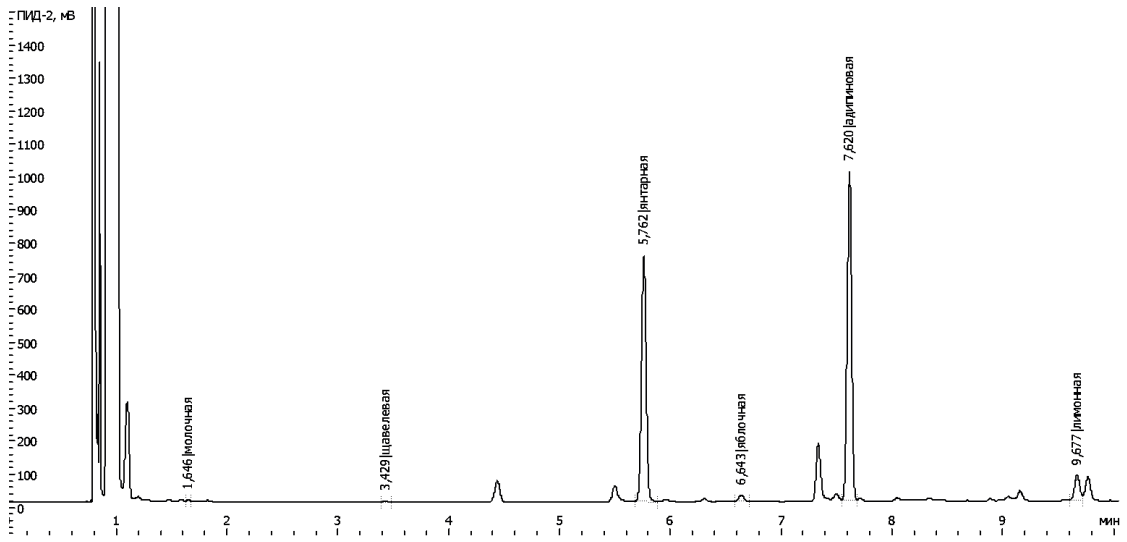

Рисунок 2. Хроматограмма органических кислот желейного диабетического мармелада «Каркаде» с янтарной кислотой (расчет по адипиновой кислоте – внутренний стандарт)

Figure 2. Chromatogram of organic acids in diabetic jelly marmalade ‘Karkade’ fortified with succinic acid (the amount of adipic acid was calculated according to an internal standard)

Таблица 7. Динамика микробиологических показателей в желейном диабетическом мармеладе «Каркаде» с янтарной кислотой

Table 7. Dynamics of microbiological indicators in diabetic jelly marmalade 'Karkade' fortified with succinic acid

Показатель	Норма по ТР ТС 021/2011 (п.1.4 прил. 2) [21]	Значение показателей при хранении мармелада							
		начало		1 месяц		2 месяца		3 месяца	
		1	2	1	2	1	2	1	2
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более 1×10^3	менее 10		менее 10	менее 20	менее 10	(3,0–3,5)×10	менее 20	(3,5–3,8)×10
Плесени, КОЕ/г	не более 50	не обнаружены							
Дрожжи, КОЕ/г	не более 50	не обнаружены							

1 – контроль (с консервантом сорбатом калия 0,5 г/кг); 2 – без консерванта;
1 – control (with preservative potassium sorbate 0.5 g/kg); 2 – without preservative.

дозировке настоя. Лимонная кислота преобладала в составе настоя и мармелада. Её природное содержание в мармеладе с учетом нахождения в настое составило в среднем 70 мг. Содержание молочной кислоты на уровне ниже 5 мг/100 г косвенно указывает на отсутствие микробиологической активности в мармеладе.

Динамика микробиологических показателей мармелада при хранении в закрытых коробках (t = 18 ± 3 °С, относительная влажность воздуха 60–65 %) в течение 3 месяцев представлена в таблице 7.

Таким образом, существенных различий по микробиологическим показателям между опытными образцами мармелада «Каркаде» и контролем не выявлено. Поэтому добавление консерванта в мармелад нецелесообразно при соблюдении санитарно-гигиенических требований производства и хранения.

Благодаря высокой влагоудерживающей способности полидекстрозы и сорбита влажность мармелада после 2 месяцев хранения снизилась всего на 1,9 град. и оставалась в пределах допустимых значений. Вкусо-ароматические характеристики, цвет и форма мармелада также были сохранены. Содержание янтарной кислоты при хранении находилось в пределах заявленного количества и после 2 месяцев хранения составило 207,5 мг/100 г.

Выводы

Определены оптимальные параметры экстрагирования сырья для получения настоя гибискуса с целью его дальнейшего использования в технологии мармелада, исследован химический состав настоя.

Впервые разработана рецептура диабетического желейного мармелада «Каркаде» на агаре без добавления сахара и патоки, обогащенного янтарной кислотой. Проведено научное обоснование рецептуры.

Оптимизирована технология производства мармелада с применением наполнителя полидекстрозы.

Показана высокая сохранность янтарной кислоты при производстве и хранении обогащенного мармелада, отсутствие ее воздействия на рецептурные компоненты. Содержание янтарной кислоты в 50 г мармелада находилось на уровне 50 % ее адекватной нормы потребления в сутки.

Мармелад отвечал требованиям нормативных документов по органолептическим и микробиологическим показателям, массовой доле влаги.

Выявлено отсутствие необходимости применения консерванта в рецептуре. Микронутриентный состав диабетического желейного мармелада «Каркаде» с янтарной кислотой обуславливает его использование в комплексной диетотерапии сахарного диабета 2 типа всеми половозрастными категориями населения. Установлена предельная суточная норма потребления мармелада – 50 г.

Исследования защищены патентом на изобретение РФ «Способ производства желейного мармелада специализированного назначения, обогащенного янтарной кислотой» [22].

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Дедов, И. И. Сахарный диабет типа 2: от теории к практике / И. И. Дедов, М. В. Шестакова. – М. : Медицинское информационное агентство, 2016. – 576 с.

2. Сахарный диабет в Российской Федерации: распространенность, заболеваемость, смертность, параметры углеводного обмена и структура сахароснижающей терапии по данным Федерального регистра сахарного диабета, статус 2017 г. / И. И Дедов, М. В. Шестакова, О. К. Викулова [и др.] // Сахарный диабет. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 144–159. DOI: https://doi.org/10.14341/DM9686.

3. Официальная статистика по сахарному диабету вдвое меньше реальных цифр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sibmeda.ru/news/sreda-obitaniya/polovina-rossiyan-bolnykh-sakharnym-diabetom-ne-znaet-ob-etom. – Дата обращения 28.02.2019.

4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» (ТР ТС 027/2012).

5. Ших, Е. В. Роль микронутриентов в терапии и профилактике осложнений сахарного диабета / Е. В. Ших, Н. А. Петунина // Русский медицинский журнал. – 2012. – Т. 20, № 13. – С. 646–649.

6. Приоритеты в разработке специализированных пищевых продуктов оптимизированного состава для больных сахарным диабетом 2 типа / В. А. Тутельян, Х. Х. Шарафетдинов, И. А. Лапик [и др.] // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 6. – С. 41–51.

7. Physicochemical and phytochemical properties of cold and hot water extraction from *Hibiscus sabdariffa* / M. M. Ramirez-Rodrigues, M. L. Plaza, A. Azeredo [et al.] // Journal of Food Science. – 2011. – Vol. 76, № 3. – P. 428–435. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02091.x.

8. Physico-chemical, mineral composition and antioxidant properties of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract blended with tropical fruit juices / B. Mgaya Kilima, S. F. Remberg, B. E. Chove [et al.] // African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. – 2014. – Vol. 14, № 3. – P. 8963–8978.

9. Смирнов, А. В. Янтарная кислота и ее применение в медицине. Часть II. Применение янтарной кислоты в медицине / А. В. Смирнов, О. Б. Нестерова, Р. В. Голубев // Нефрология. – 2014. – Т. 18, № 4. – С. 12–24.

10. МР 2.3.1.1915–04 Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М. : ФЦГСЭН Минздрава России, 2004. – 46 с.

11. Влияние янтарной кислоты на качество фритюра и липидов мучного кондитерского изделия / Л. И. Агзамова, З. Ш. Мингалеева, С. В. Борисова [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – Т. 39, № 4. – С. 79–83.

12. Степанова, Е. Н. Возможность использования янтарной кислоты в технологии производства мармелада / Е. Н. Степанова, А. Н. Табаторович // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – Т. 17, № 2. – С. 8–12.

13. Polydextrose: Physiological Function, and Effects on Health / M. M. R. do Carmo, J. C. Walker, D. Novello [et al.] // Nutrients. – 2016. – Vol. 8, № 9. – P. 1–13. DOI: https://doi.org/10.3390/nu8090553.

14. Полунин, Е. Г. Влияние полидекстрозы на структурные свойства мармеладных масс / Е. Г. Полунин, О. Г. Шубина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – Т. 314–315, № 2–3. – С. 22–24.

15. Драгилев, А. И. Технология кондитерских изделий / А. И. Драгилев, И. С. Лурье. – М. : ДеЛи принт, 2015. – 483 с.

16. Скурихин, И. М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : Брандес – Медицина, 1998. – 340 с.

17. Р 4.1.1672–03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М. : ФЦГСЭН Минздрава России, 2004. – 240 с.

18. ГОСТ 6442–2014. Мармелад. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2015. – 12 с.

19. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins from Blood Orange, Blackberry, and Roselle Using the Arrhenius, Eyring, and Ball Models / M. Cisse, F. Vaillant, O. Acosta [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2009. – Vol. 57, № 14. – P. 6285–6291. DOI: https://doi.org/10.1021/jf900836b.

20. Митчелл, Х. Подсластители и сахарозаменители / Х. Митчелл. – СПб. : Профессия, 2010. – 512 с.

21. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.novotest.ru/tr-ts/021-2011. – Дата обращения 12.03.2019.

22. Пат. 2659239 Российская Федерация, A23L21/10. Способ производства желейного мармелада специализированного назначения, обогащенного янтарной кислотой / Резниченко И. Ю., Табаторович А. Н., Чистяков А. М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – № 2017117404; заявл. 18.05.2017; опубл. 29.06.2018; Бюл. 19.

References

1. Dedov II, Shestakova MV. Sakharnyy diabet tipa 2: ot teorii k praktike [Type 2 diabetes mellitus: from theory to practice]. Moscow: Medical Information Agency; 2016. 576 p. (In Russ.).

2. Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, Zheleznyakova AV, Isakov MA. Diabetes mellitus in Russian Federation: prevalence, morbidity, mortality, parameters of glycaemic control and structure of glucose lowering therapy according to the Federal Diabetes Register, status 2017. Diabetes mellitus. 2018;21(3):144–159. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.14341/DM9686.

3. Ofitsial′naya statistika po sakharnomu diabetu vdvoe men′she real′nykh tsifr [Official statistics on diabetes is half as low as the real figures] [Internet]. [cited 2019 Feb 28]. Available from: https://sibmeda.ru/news/sreda-obitaniya/polovina-rossiyan-bolnykh-sakharnym-diabetom-ne-znaet-ob-etom.

4. Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza ‘O bezopasnosti otdel′nykh vidov spetsializirovannoy pishchevoy produktsii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya’ (TR TS 027/2012) [Technical regulations of the Customs Union ‘On the safety of certain types of specialized food products, including dietary medical and dietary preventive nutrition’ (TR CU 027/2012)].

5. Shikh EV, Petunina NA. Rol′ mikronutrientov v terapii i profilaktike oslozhneniy sakharnogo diabeta [The role of micronutrients in the treatment and prevention of complications of diabetes]. Russian Medical Journal. 2012;20(13):646–649. (In Russ.).

6. Tutelyan VA, Sharafetdinov KhKh, Lapik IA, Vorobyeva IS, Sukhanov BP. Priorities in the development of specialized food products with optimized composition for patients with type 2 diabetes mellitus. Problems of Nutrition. 2014;83(6):41–51. (In Russ.).

7. Ramirez-Rodrigues MM, Plaza ML, Azeredo A, Balaban MO, Marshall MR. Physicochemical and phytochemical properties of cold and hot water extraction from *Hibiscus sabdariffa*. Journal of Food Science. 2011;76(3):428–435. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02091.x.

8. Mgaya Kilima B, Remberg SF, Chove BE, Wicklund T. Physico-chemical, mineral composition and antioxidant properties of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract blended with tropical fruit juices. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 2014;14(3):8963–8978.

9. Smirnov AV, Nesterova OB, Golubev RV. Succinic acid and its application in medicine. Part II. Application of succinic acid in medicine. Nephrology. 2014;18(4):12–24. (In Russ.).

10. MR 2.3.1.1915-04 Metodicheskie rekomendatsii. Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevykh i biologicheski aktivnykh veshchestv [RP 2.3.1.1915-04. Recommended Practice. Recommended consumption levels of food and biologically active substances]. Moscow: Federal Center of State Sanitary and Epidemiological Surveillance of the Ministry of Health of Russia; 2004. 46 p.

11. Agsamova LI, Mingaleeva ZS, Borisova SV, Reshetnik OA. The influence of amber acid on the quality of frying oils and on the lipids of flour confectionery products. Technology and merchandising of the innovative foodstuff. 2016;39(4):79–83. (In Russ.).

12. Stepanova EN, Tabatorovich AN. Possibility of using succinic acid in the technology of marmalade manufacture. Food Processing: Techniques and Technology. 2010;17(2):8–12. (In Russ.).

13. do Carmo MMR, Walker JC, Novello D, Caselato VM, Sgarbieri VC, Ouwehand AC, et al. Polydextrose: Physiological Function, and Effects on Health. Nutrients. 2016;8(9):1–13. DOI: https://doi.org/10.3390/nu8090553.

14. Polunin EG, Shubina OG. Polydextrose effect on texture and structural properties of jellies. News of Institutes of Higher Education. Food Technology. 2010;314–315(2–3):22–24. (In Russ.).

15. Dragilev AI, Lur′e IS. Tekhnologiya konditerskikh izdeliy [Confectionery technology]. Moscow: DeLi print; 2015. 483 p. (In Russ.).

16. Skurikhin IM, Tutel′yan VA. Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov [Guide to methods for analyzing the quality and safety of food products]. Moscow: Brandes – Meditsina; 1998. 340 p. (In Russ.).

17. R 4.1.1672–03. Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheski aktivnykh dobavok k pishche [G 4.1.1672–03. Guidelines for quality control and safety of dietary supplements]. Moscow: Federal Center of State Sanitary and Epidemiological Surveillance of the Ministry of Health of Russia; 2004. 240 p.

18. State Standard 6442-2014. Marmalade. General specifications. Moscow: Standartinform; 2015. 12 p.

19. Cisse M, Vaillant F, Acosta O, Claudie D-M, Dornier M. Thermal Degradation Kinetics of Anthocyanins from Blood Orange, Blackberry, and Roselle Using the Arrhenius, Eyring, and Ball Models. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2009;57(14):6285–6291. DOI: https://doi.org/10.1021/jf900836b.

20. Mitchell Kh. Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology. St. Petersburg: Professija; 2010. 512 p. (In Russ.).

21. Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza 'O bezopasnosti pishchevoy produktsii' (TR TS 021/2011) [Technical regulations of the Customs Union 'On food product safety' (TR CU 021/2011)] [Internet]. [cited 2019 Mar 12]. Available from: https://www.novotest.ru/tr-ts/021-2011.

22. Reznichenko IYu, Tabatorovich AN, Chistyakov AM. Sposob proizvodstva zheleynogo marmelada spetsializirovannogo naznacheniya, obogashchennogo yantarnoy kislotoy [Method for the production of functional jelly marmalade fortified with succinic acid]. Russia patent RU 2017117404. 2018.

Сведения об авторах

Табаторович Александр Николаевич

канд. техн. наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, АНОО ВО Центросоюза РФ «Сибирский университет потребительской кооперации», 630087, Россия, г. Новосибирск, проспект К. Маркса, 26, тел.: + 7 (904) 584-17-00, e-mail: alex.tab68@mail.ru

https://orcid.org/0000-0003-3998-0125

Резниченко Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: Irina.Reznichenko@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-7486-4704

Information about the authors

Alexander N. Tabatorovich

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department Commodity and Goods Examination, Siberian University of Consumer Cooperation, 26 Karl Marx Ave., Novosibirsk, 630087, Russia, phone: + 7 (904) 584-17-00, e-mail: alex.tab68@mail.ru

https://orcid.org/0000-0003-3998-0125

Irina Yu. Reznichenko

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: Irina.Reznichenko@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-7486-4704