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

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-859-868

Оригинальная статья
http://fptt.ru

Исследование возможности применения гранулированного сахаросодержащего продукта с функциональными добавками при производстве желейных начинок

А. А. Славянский, В. А. Грибкова, Н. В. Николаева*, Д. П. Митрошина

Московский государственный университет технологий и управления им. К. Г. Разумовского (ПКУ), Москва, Россия

Поступила в редакцию: 27.10.2021

Принята после рецензирования: 17.11.2021
Принята в печать: 01.12.2021

**e-mail: n.nikolaeva@mgutm.ru*
© А. А. Славянский, В. А. Грибкова, Н. В. Николаева, Д. П. Митрошина, 2021

Аннотация.
Введение. Актуальной задачей для пищевой промышленности является производство продуктов питания, обогащенных макро- и микронутриентами. Цель исследования – показать возможность использования обогащенного гранулированного сахаросодержащего продукта, позволяющего снизить калорийность продукта и повысить его функциональные свойства, а также обеспечивающего простоту внесения в ходе технологического процесса.
Объекты и методы исследования. Свойства гранулированного сахаросодержащего продукта с добавками мальтодекстрина, тростниковой мелассы и ламинарии японской: скорость роста гранул и их структура (методом сканирующей микроскопии и рентгенографии), гранулометрический состав, растворимость (методом определения относительной скорости растворения вещества), а также органолептические и физико-химические показатели желе на его основе (рефрактометрическим и титрометрическим методами).
Результаты и их обсуждение. При исследовании свойств гранулированного сахаросодержащего продукта был выявлен ряд его отличий от белого сахара. Он содержит сахарозу в кристаллическом и аморфном состоянии, что влияет на распределение нутриентов внутри продукта. Скорость роста гранул влияет на получаемую структуру продукта и его растворимость, которая снижается в 2,5 раза с увеличением размера гранул и уменьшается, по сравнению с кристаллическим сахаром, из-за особенностей внутренней структуры. Это требует корректировки технологических процессов производства кондитерских изделий с использованием гранулированного сахаросодержащего продукта (желе). Разработанное желе обладает пониженной энергетической ценностью из-за частичной замены сахара на мальтодекстрин и мелассу, а также улучшенной пищевой ценностью. Разработанные образцы желе с применением гранулированного сахаросодержащего продукта по органолептическим (22,3 балла) и физико-химическим показателям (сухое вещество < 68 %, кислотность > 2,28 %) соответствуют нормативным требованиям на данный вид продукта.
Выводы. Применение гранулированного сахаросодержащего продукта позволяет упростить дозирование продукта и обогащающих добавок, улучшить санитарно-гигиеническое состояние производственных помещений и условия труда персонала.

Ключевые слова. Желе, желейный продукт, йод, белый сахар, кристаллическая затравка, ламинария, мальтодекстрин, меласса

Для цитирования: Исследование возможности применения гранулированного сахаросодержащего продукта с функциональными добавками при производстве желейных начинок / А. А. Славянский [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 859–868. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-859-868.

Original article

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

Granulated Sugar-Containing Functional Products in Jelly Fillings

Anatoliy A. Slavyanskiy, Vera A. Gribkova, Natalia V. Nikolaeva*, Daria P. Mitroshina

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University), Moscow, Russia

Received: October 27, 2021

Accepted in revised form: November 17, 2021
Accepted for publication: December 01, 2021

*e-mail: n.nikolaeva@mgutm.ru
© A.A. Slavyanskiy, V.A. Gribkova, N.V. Nikolaeva, D.P. Mitroshina, 2021

Abstract.
Introduction. Iodine is one of the most important elements for maintaining human health and cognitive skills. Contemporary food industry is looking for new functional foods fortified with macro- and micronutrients. Confectionery products occupy a fairly large segment of human diet. The present research objective was to substitute traditional white sugar with an experimental granulated sugar-containing product that contained maltodextrin, cane molasses, and Japanese kelp extract. This substitute could reduce the calorie content of jelly and increase its functional properties while maintaining its sensory profile, e.g. consistency, increasing its shelf-life, and simplifying the technological process.
Study objects and methods. Granulated sugar-containing product is a new component for the confectionery industry, but its effect on technological processes is unpredictable. The research featured an experimental granulated sugar-containing product with maltodextrin, cane molasses, and Japanese kelp. The growth rate of granules and their structure were studied by scanning microscopy and radiography, the granulometric composition and solubility – by determining the relative dissolution rate, the effect of the granulated sugar-containing product on the sensory and physicochemical parameters of jelly – by refractometry and titrometry.
Results and discussion. The experimental granulated sugar-containing product contained sucrose both in crystalline and amorphous state, which affected the distribution of nutrients within the product. The growth rate of granules affected the resulting structure of the product and its solubility, which decreased by 2.5 times as the size of the granules grew. The dissolution rate decreased compared to crystalline sugar. As a result, the technological process of jelly production had to be adjusted. The developed jelly had a lower energy value and better nutritional qualities. The high content of vitamins and macro- and microelements makes it a functional product. The experimental jelly received 22.3 points for sensory profile. Its hysico-chemical parameters (soluble solids < 68%, acidity > 2.28%) met the standard requirements for this type of product.
Conclusion. The new granulated sugar-containing product simplified the technological process and improved the sanitary, hygienic, and working conditions.

Keywords. Jelly, jelly product, iodine, white sugar, crystal seed, laminaria, maltodextrin, molasses

For citation: Slavyanskiy AA, Gribkova VA, Nikolaeva NV, Mitroshina DP. Granulated Sugar-Containing Functional Products in Jelly Fillings. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):859–868. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-859-868.

Введение

Каждый микро- и макроэлемент играет важную роль для здоровья человека, особенно йод. Исследования Всемирной организации здравоохранения выявили зарегистрированный йододефицит у более трети населения Земли [1].

Йод относится к группе эссенциальных (жизненно необходимых) микроэлементов. Он обеспечивает нормальное развитии и функционирование щитовидной железы и всего организма человека в целом. Достаточное содержание этого микроэлемента в организме человека предупреждает появление и дальнейшее развитие ряда заболеваний щитовидной железы [2].

Недостаточное количество йода в организме приводит к расстройству функционирования эндокринной системы человека и к общим расстройствам организма, таким как быстрая утомляемость, нарушение памяти, рассредоточение внимания, снижение гемоглобина в крови, падение общего иммунитета и появление отеков. Изначально эти процессы протекают незаметно, но с годами становятся опасными для жизни.

На рисунке 1 представлены данные о частоте эндокринных заболеваний из-за дефицита йода в организме людей различных возрастных групп.

Исследования показывают, что многие люди не задумываются о нехватки йода в организме, а также об употреблении продуктов, богатых или обогащенных им. Только 19,8 % респондентов среди взрослого населения целенаправленно потребляют продукты обогащенные йодом. Остальные (80,2 %) не употребляют либо не знают об их использовании (рис. 2).

Йод не вырабатывается в организме, поэтому он должен поступать в него в нужном количестве извне. Для снижения йодной недостаточности в организме необходимы постоянные источники органического йода, роль которых могут выполнять йодированные продукты питания. В настоящее время в продаже в свободном доступе представлены продукты, обогащенные йодом, но этого недостаточно для решения проблемы йододефицита в целом.

Во всем мире разработки в области современного питания человека нацелены на создание функциональных продуктов, которые

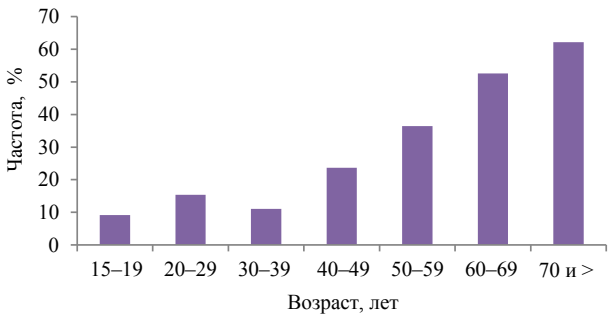


Рисунок 1. Частота возникновения патологии щитовидной железы в различных возрастных группах

Figure 1. Incidence of thyroid pathology in different age groups

присутствуют в ежедневном рационе всех слоев населения. За счет содержащихся в их составе разнообразных функциональных ингредиентов (в т. ч. микроэлементов) они помогают восполнить дефицит питательных и биологически активных нутриентов, а также сохранить и улучшить состояние здоровья человека [3].

Проблемы несбалансированного питания всегда были темой медицинских дискуссий. В настоящее время они являются объектом серьезного научного анализа. На сегодняшний день отмечается смещение акцентов от медицинских мер сохранения трудоспособности человека в сторону создания профилактической системы с применением продуктов питания как основных факторов сокращения неблагоприятного влияния окружающей среды и условий труда на здоровье, трудоспособность и эффективность деятельности человека. В связи с этим биохимический состав всей пищевой продукции, в том числе кондитерской, должен быть скорректирован: снижены ее калорийность и сахароемкость, а содержание биологически активных веществ и пищевых волокон должно быть увеличено. Поэтому создание кондитерских изделий, обогащенных важными для организма человека нутриентами, в том числе йодом, считается актуальным направлением для развития кондитерской индустрии.

Обогащение продуктов органическим йодом проводится различными йодсодержащими добавками и технологиями их введения. Главными критериями контроля данного процесса являются: точная дозировка вводимого компонента; равномерное распределение вводимого элемента во всей массе продукта; простота внесения без повреждающего технологического воздействия [4].

Одним из способов обогащения рациона необходимыми элементами является использование гранулированных сахаросодержащих продуктов. На данный момент они широко используются в пищевой промышленности: в качестве индивидуальных добавок к пище или рецептурных ингредиентов. Например, в кондитерских изделиях.

Объекты и методы исследования

В диетический или профилактический рацион питания людей входит кондитерское изделие – желе, которое является альтернативой тяжелым десертам. Желе представлено на продуктовом рынке в огромном ассортименте. Проведенные статистические исследования показали, что объем, который занимает желе на российском рынке, составляет примерно 9,3 % от всего объема кондитерских изделий. Это говорит о том, что рынок потребления желейных изделий в Российской Федерации находится на высоком уровне.

По технологиям, традиционно используемым при производстве плодово-ягодного желе, предусматривается большое количество вводимого сахара, что сказывается на калорийности готового изделия. Белый сахар, являясь сырьем для многих отраслей, остается продуктом питания с высокой энергетической ценностью и низким содержанием

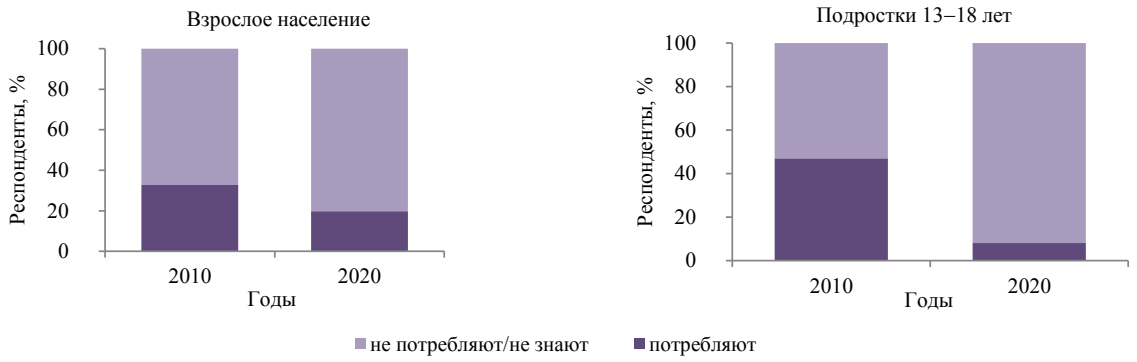


Рисунок 2. Результаты опроса взрослого и подросткового населения по использованию йодированных продуктов

Figure 2. Survey of iodized products in the diet of adults and adolescents

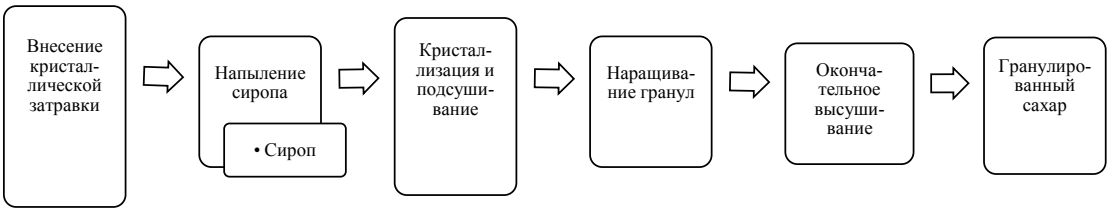


Рисунок 3. Технологическая схема получения гранулированного сахаросодержащего продукта

Figure 3. Technological scheme of the experimental granular sugar-containing product

микро- и макронутриентов. Обогащение биологически активными компонентами повышает его качество и функциональность, дает возможность использовать в производстве различных продуктов детского питания и профилактического назначения, в биофармацевтической промышленности и т. д. [5].

Существует несколько способов обогащения сахара биологически активными веществами и полезными пищевыми добавками: получение сахарного сиропа, обогащенного биологическими активными веществами; обогащение белого сахара в центробежном поле по завершении операции его промывания; получение гранулированного сахара, который имеет однородный состав и прочность и лучше сохраняет нативные свойства содержащихся в нем добавок в процессе хранения и транспортировки [6].

Технология производства гранулированного сахаросодержащего продукта представлена на рисунке 3.

По этой схеме можно производить гранулированный сахаросодержащий продукт с пониженным содержанием сахара, но без потери степени сладости, и введением в него функциональных добавок.

Результаты и их обсуждение

Для производства желе в рецептуре вместо традиционного сахара предлагается использовать гранулированный сахаросодержащий продукт, обогащенный йодом. Технология его производства основана на получении гранул из концентрированного сахарного сирпа на затравке в грануляторе (рис. 4).

Основной рабочий корпус гранулятора *2* выполнен из нержавеющей стали и состоит из двух цилиндров: наружного и внутреннего. Внутри рабочего корпуса в слое гранул *9* установлен мешальный механизм в виде шести лопастей *11*, приводящийся в движение электроприводом *10*. В боковой части наружного цилиндра установлено выгрузочное отверстие *5*, предназначенное для отвода из гранулятора готового продукта, который собирается в приемный сборник *6*. Основное дно рабочего корпуса сетчатое. Через него в камеру вентилятором *7* осуществляется ввод воздуха, нагретого в колорифере *8*. Крышка рабочего корпуса выполнена из прозрачного материала, что облегчает визуальный контроль за протеканием процесса. Крышка оборудована форсункой *1*, через которую на слой гранул *9* распыляется сахарный сироп. Сахарный сироп для наращивания гранул подается насосом *13* из сборника *14*. При этом он проходит через теплообменник *12* и нагревается до заданной температуры. Для отвода отработанного запыленного воздуха из рабочей камеры в крышке гранулятора предусмотрены патрубки, по которым воздух перекачивается в циклон *4*, где проходит очистку от сахарной пыли. Для предотвращения пыления после циклона установлен вентилятор *3*. За счет этого в рабочей камере возникает разрежение.

В качестве кристаллической затравки используются гранулы мальтодекстрина и экстракта ламинарии японской с размером частиц 0,3–0,5 мм в соотношении 1:1. Затравку распределяют ровным слоем в 25–35 мм на сетчатом дне рабочей камеры гранулятора и прогревают горячим воздухом до требуемой температуры. В процессе наращивания на гранулы затравки в виде пленки равномерно напыляют концентрированный раствор сахара (80–83 % сухих веществ) в смеси с мелассой (0,5–1,2 % к массе раствора сахара). В пленке одновременно происходит два процесса, обеспечивающих рост гранул, – испарение воды и кристаллизация сахарозы. Гранулы наращивают до 2,0–4,0 мм и продувают их

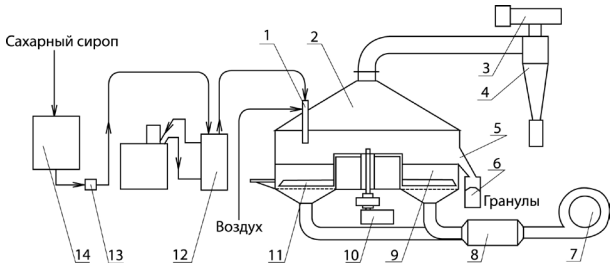


Рисунок 4. Схема установка для грануляции сахаросодержащего продукта

Figure 4. Experimental granulation set

слой горячим воздухом (107–115 °С), чем вызывают их высушивание до влажности 4,0–6,0 %. Данный интервал температур способствует высушиванию гранул без нарушения их структуры. Это обеспечивает хороший гранулометрический состав готового продукта и однородную структуру [7].

Введение в гранулятор мальтодекстрина в смеси с ламинарией расширяет функциональные свойства гранулированного сахарсодержащего продукта из-за наличия в водорослях ламинарии йода (2,7–3,0 %) в виде йодидов, йодорганических соединений и высокомолекулярных полисахаридов: ламинарина (до 21 %), маннита (до 21 %), альгина и альгиновой кислоты (до 25 %), аскорбиновой кислоты, витаминов B_1, B_2, B_{12}, D, макроэлементов. Мальтодекстирин представляет собой многокомпонентную смесь, состоящую из остатков крахмала различной длины, полученных в ходе протекания неполного гидролиза полисахарида: глюкозы, мальтозы, олиго- и полисахаридов, которые имеют сладкий вкус, легко усваиваются и используются в качестве подстластителей в спортивном, лечебном и детском питании [8]. Из-за введения в гранулированный сахаросодержащий продукт таких функциональных добавок, как мальтодекстрин и тростниковая меласса, обладающих сладким вкусом и использующихся в качестве подсластителей, появляется возможность снизить общую сахароемкость и коллорийность получаемого продукта (табл. 1).

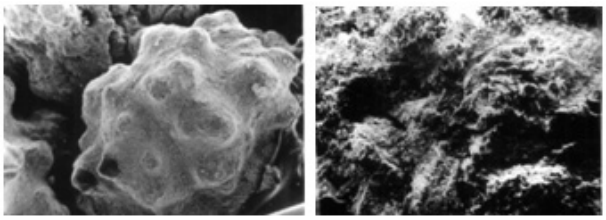
Ламинария японская в виде сухого экстракта применяется в качестве биологически активной добавки для улучшения работы щитовидной железы.

Экстракт ламинарии содержит органически связанный йод, не накапливающийся в организме, а его излишки легко выводятся с мочой. Такая форма йода безопаснее препаратов неорганического йода и не вызывает побочных эффектов. Применение природного органически связанного йода в дозах, в два раза превышающих суточную потребность организма, не вызывает излишних изменений в работе щитовидной железы. Поэтому экстракт ламинарии японской можно использовать в широком диапазоне концентраций без опасения появления йодизма у потребителя [9].

Таблица 1. Сравнение сахара и сахаросодержащего продукта (на 100 г)

Table 1. Sugar vs. sugar-containing product (per 100 g)

Характеристика	Сахар	Сахаросодержащий продукт
Калорийность, ккал	399,00	138,40
Белки, г	0	5,67
Жиры, г	0	0,08
Углеводы, г	99,80	25,43
Пищевые волокна, г	0	0,07
Вода, г	0	0
Органические кислоты, г	0	0,3
Зола, г	0	0,4



a b

Рисунок 5. Микрофотографии гранул при увеличении в 50 раз (a) и в 200 раз (b)

Figure 5. Granules magnified 50 times (a) and 200 times (b)

В качестве основного сырья сахаросодержащего раствора, используемого для наращивания гранул, может использоваться растворенный белый сахар или полупродукт сахарного производства – сироп повышенной цветности и невысокой чистоты после выпарной станции, непригодный для производства стандартного белого сахара. Это позволяет снизить стоимость получаемого продукта.

Гранулированный сахаросодержащий продукт из-за своего состава и производства имеет отличительные физико-химические и технологические свойства от кристаллического белого сахара. Это нужно учитывать при планировании и разработке технологических процессов производства. Например, кондитерских изделий с его использованием [10, 11].

Гранулированный сахаросодержащий продукт – это смесь пористых частицы и их агломератов размером 2,0–4,0 мм неправильной формы светло-коричневого цвета (рис. 5).

На фотографиях видно, что гранулы полученного сахаросодержащего продукта имеют внешние и внутренние поры размером 10–60 мкм различной конфигурации. Это обеспечивает гранулам большую площадь контактной поверхности: общая площадь пор составляет 3–5 % от всей поверхности среза гранулы [12].

Структура гранулированного сахаросодержащего продукта изучалась с использованием рентгенографии (рис. 6).

На рентгенограмме образцов гранулированного сахаросодержащего продукта, наряду с отчетливыми пиками, незначительно присутствует аморфное гало. Анализ соотношения площадей аморфного гало и пиков позволяет говорить о степени кристалличности продукта и присутствии аморфной составляющей в образце, т. е. гранулированный сахаросодержащий продукт характеризуется неполной степенью кристалличности сахарозы. Таким

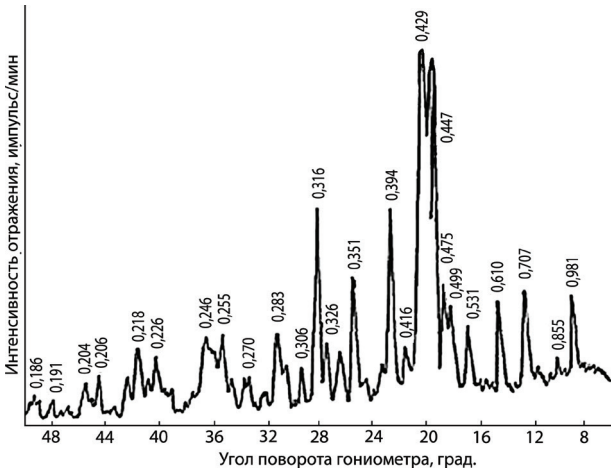


Рисунок 6. Рентгенограмма гранулированного сахаросодержащего продукта

Figure 6. X-ray diffraction pattern of the granular sugar-containing product

образом, получаемый аморфно-кристаллический сахаросодержащий продукт включает сахарозу в виде кристаллов в аморфном состоянии, а нутриенты сырья могут входить в кристаллическую решетку или распределяться в аморфной части [13, 14].

Гранулированный сахаросодержащий продукт хорошо растворяется в воде, но скорость его растворения отличается от кристаллического белого сахара и зависит от многих факторов, таких как качество продукта, его гранулометрия и температура растворения. Это объясняется наличием в грануле определенного процента аморфной составляющей [15].

Из рисунка 7 видно, что с уменьшением размера гранул их растворимость увеличивается. Это связано с тем, что общая активная площадь контакта с растворителем всего объема продукта больше у гранул с меньшим размером, чем у более крупных гранул с аналогичным объемом.

Поэтому при производстве гранулированного сахаросодержащего продукта важно контролировать скорость образования и роста гранул [16, 17]. Установлено, что скорость образования гранул зависит от чистоты исходного сахаросодержащего раствора и описывается имперической зависимостью, которая корректна для диапазона чистоты 88–94 %:

$$\upsilon_{гр} = 130 \cdot (100 - Ч)^{-2,217} \quad (1)$$

где $\nu_{гр}$ – скорость отбразования гранул; Ч – чистота раствора, %. Удельное приращение приведенного радиуса гранулы рассчитывается согласно зависимости [18]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R} = \frac{(l^3 - R^3)\Delta c}{3R^3}\left[1 - \exp\left(\frac{D\tau}{B}\right)\right] \quad (2)$$

где τ – длительность процесса наращивания, с; B – коэффициент диффузии сахарозы, м²/с; R – радиус гранулы, $l = 2R$, м; $\Delta c = c_п - c_н > 0$ – концентрация пересыщения в начальный период времени; $B = (A(l - R) - (l^3/3)\ln(R/l) - R^3/18)/(l\text{-}R)$, $A = (R^3 + 2l^3)/(6R)$.

При разработке технологии желейных продуктов были использованы основы традиционной технологии получения желе на основе гранулированного сахарахосодержащего продукта с использованием пектина и органических кислот [19]. В разрабатываемой технологии ставится цель уменьшить содержание сахара в рецептуре на 35 %, т. к. в ходе эксперимента было выявлено, что снижение сахара на 30 % не сказывается на качестве получаемого продукта, а уменьшение на 40 % отрицательно отражается на органолептических и прочностных характеристиках желе [20]. Соотношение сок:сахаросодержащий продукт в разрабатываемой рецептуре составило 66:34 (для ягод красной смородины) и 67:33 (для ягод черной смородины) соответственно. Контролем служили образцы аналогичного желе, изготовленные по традиционной технологии, с соотношением сок:сахар 56:44 (для желе из красной смородины) и 57:43 (для желе из черной смородины) соответственно.

Главными этапами в производстве ягодной желейной начинки являются такие технологические операции, как подготовка всех видов сырья к последующим этапам переработки, смешение смеси всех ингредиентов в соответствии с рецептурой, уваривание желейной массы, формование путем горячего разлива массы в формы с последующими процессами сушки и охлаждения изделия до соответсвующих влажности и температуры, упаковка и хранение готового продукта [21].

Основными ингредиентами рецептурной смеси для разрабатываемого желе являются пюре из

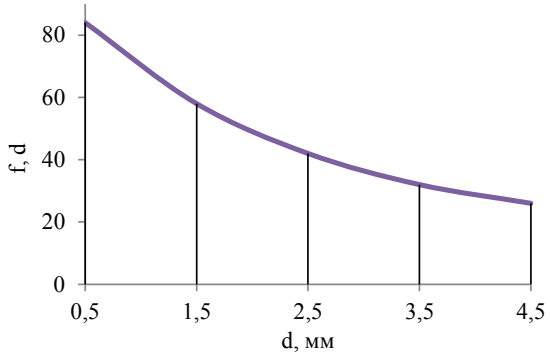


Рисунок 7. Зависимость относительной скорости растворения гранул от размера

Figure 7. Effect of granule size on their relative dissolution rate

ягод черной или красной смородины и гранулированный сахаросодержащий продукт в указанных соотношениях.

Чтобы не допустить включений в желейную массу примесей, ягодное пюре дополнительно перетирают на протирочной машине и перекачивают в сборник для подготовки ягодно-сахарной смеси.

Сухой порошок пектина подвергается подготовке путем замачивания его в воде при температуре 45–50 °С в течение 1,5–2 ч до полного набухания.

Для предотвращения преждевременного студнеобразования смеси из-за увеличенного времени растворения гранулированного сахаросодержащего продукта перед его добавлением в ягодное пюре специально добавляют растворы солей-модификаторов или буферных солей (лактат натрия, цитрат натрия, дифосфат натрия и др). Благодаря солям-модификаторам сокращается продолжительность процесса высыхания желе.

Перед поступлением в варочный аппарат рецептурная смесь имеет влажность примерно 45 %. Она должна быть уварена до влажности 30–32 % при температуре, которая не превышает 85 °С, в течение 10–20 мин. В процессе уваривания удаляется чрезмерная жидкость. Вследствие этого в смеси увеличивается в процентном отношении содержание пектина и кислоты. Этого достаточно для образования студня при охлаждении массы. В присутствии солей-модификаторов удаляется большое количество воды, а сухие вещества в желе доводятся до 68–72 %.

Затем желейная масса, прошедшая этап уваривания, отправляется на остужение, т. к. ее температура должна быть выше на 5–7 °С температуры студнеобразования.

Выстаивают формы с желе при температуре 15–25 °С в специализированной камере, в которой происходит процесс ее студнеобразования в течение 20–45 мин при постепенном снижении температуры массы.

Аппаратурно-технологическая схема поточной линии производства формового ягодного желе представлена на рисунке 8.

Подготовленное пюре из ягодного сырья загружается в смесители *1*, откуда насосом *2* закачивается в усреднительный сборник протирочной машины *3* и через дозатор подается в протирочную машину *4*. После протирочной машины пюре из ее приемного сборника *5* насосами *6* загружается в смесители *9*, где оно тщательно перемешивается с остальными ингредиентами рецептурной смеси (гранулированный сахаросодержащий продукт, набухший в воде пектин, лактат натрия). Они из сборников *7* через дозаторы *8* подаются в смеситель *9*. Готовая смесь насосом *6* перекачивается в накопительную емкость *10*, откуда насосом-дозатором *11* смесь прокачивается непрерывным потоком через варочную колонку *12*. Из варочной колонки уваренная масса через пароотделитель *13* пропускается через смеситель *14*, где ее смешивают со стабилизатором, и направляется на стадию формования. Горячая смесь при помощи отливочной машины *15* отливается в подготовленные формы, установленные на транспортерной ленте *17*, движущейся в охлаждающий шкаф *16*, где происходит процесс студнеобразования. Освобожденное от форм при помощи пневматического устройства *18* желе укладывается в лотки, движущиеся по транспортеру *19*, и поступает в сушилку *20*, где обдувается горячим воздухом, нагнетаемым вентилятором *21* из паровых калорифетров *22*, а затем воздухом комнатной температуры для охлаждения. Из сушилки по транспортеру *23* лотки с готовым желе поступают на укладку, герметичную укупорку и упаковку. После чего готовая продукция выдерживается в течение суток для окончания протекания процессов желирования.

Для разработаной продукции была проведена технологическая и товароведная оценка качества. В соответствии с требованиями контроля качества данного вида продукции через шесть месяцев хранения образцы разработанного желе исследовали по химическому составу, структурным показателям, безопасности и органолептике. Результаты органолептической оценки желе с пониженным содержанием сахара и обогащенных экстрактом ламинарии японской представленны в таблице 2.

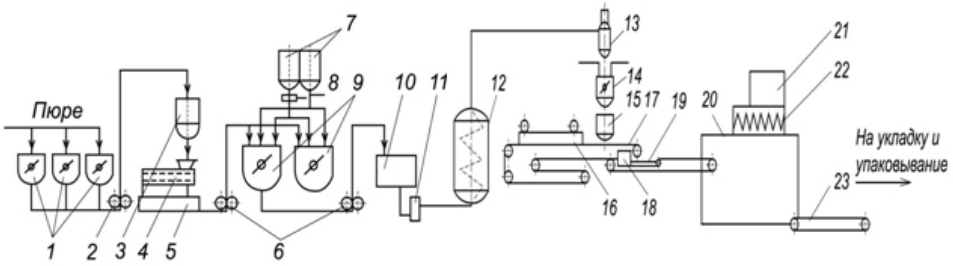


Рисунок 8. Аппаратурно-технологическая схема поточной линии производства желе, обогащенного йодом

Figure 8. Production line scheme for iodine-fortified jelly

Таблица 2. Органолептическая оценка желе из ягод смородины

Table 2. Sensory evaluation of currant jelly

Изделие	Внешний вид, балл	Цвет, балл	Вкус, балл	Запах, балл	Консистен-ция, балл	Сумма баллов
Опытный образец желе из красной смородины	4,6	4,8	4,5	4,4	4,5	22,3
Контрольный образец желе из красной смородины	4,8	4,6	4,7	4,5	4,5	22,4
Опытный образец желе из черной смородины	4,7	4,7	4,5	4,6	4,3	22,8
Контрольный образец желе из черной смородины	4,9	4,8	4,9	4,8	4,9	24,1

Как видно из таблицы 2, разработанные образцы не имеют сильных отрицательных отличий от контрольных образцов по таким показателям, как внешний вид, вкус и консистенция. Дегустационная оценка показала, что данные показатели не снижаются в течение 6 месяцев с момента производства образцов. Это соответствует срокам хранения, указанным в нормативных документах для данного вида продукта.

При исследовании разработанного желе по физко-химическим показателям продукции было установлено, что в них содержится не менее 68,0 % растворимых сухих веществ, а титруемых кислот – не более 2,39 %. Это полностью соответсвует требованиям нормативных документов.

Выводы

Набор требований к качеству сырья и продуктов питания остаются неизменными. На химический состав и питательную ценность всех продуктов влияют технологические приемы их переработки и хранения.

Поэтому в работе была предложена технология изготовления желе на основе ягодного сырья и пектина с применением сахаросодержащего продукта, обогащенного мальтодекстрином и сухим экстрактом ламинарии, вместо кристаллического белого сахара без осложнения технологического процесса приготовления. Применение гранулированного сахаросодержащего продукта позволит упростить дозирование продукта в технологическом процессе, улучшить санитарно-гигиеническое состояние производственных помещений и условия труда персонала.

Разработанное желе обладает пониженной энергетической ценностью за счет частичной замены сахара на мальтодекстрин и тростниковую мелассу, улучшенной пищевой ценностью, обусловленной содержанием витаминов, макро- и микроэлементов, вносимых с ягодным сырьем, мальтодекстрином, мелассой и экстрактом ламинарии. Это делает получаемое желе функциональным продуктом.

Критерии авторства

А. А. Славянский руководил проектом. В. А. Грибкова, Н. Н. Николаева и Д. П. Митрошина участвовали как исполнители.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

A.A. Slavyanskiy supervised the project. V.A. Gribkova, N.N. Nikolaeva, and D.P. Mitroshina performed the experiments.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Key features of human nutrition behavior / R. S. Rabadanova [et al.] // Revista Inclusiones. 2020. Vol. 7. P. 170–181.

2. Vitamins: Key role players in boosting up immune response – A mini review / M. F. Aslam [et al.] // Vitamins and Minerals. 2017. Vol. 6. № 1. https://doi.org/10.4172/2376-1318.1000153.

3. Поиск формализованных связей между потребительскими свойствами сахара и параметрами технологического процесса его производства / М. И. Егорова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 3. С. 196–204. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-196-204.

4. Исследование процесса смешивания сыпучих материалов в барабанно-лопастном смесителе / С. Н. Черпицкий [и др.] // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2020. № 1. С. 3–6.

5. Развитие национальной инфраструктуры качества в области сахарной промышленности / Е. А. Тарасова [и др.] // Сахар. 2021. № 5. С. 20–23. https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-5-20-23.

6. Способ производства гранулированного сахаросодержащего продукта: пат. 2749907C1 Рос. Федерация. № 2020125123 / Орлова А. Ю. [и др.]; заявл. 29.07.2020; опубл. 18.06.2021, Бюл. № 17. 6 с.

7. Способ производства гранулированного сахарсодержащего продукта: пат. 2652128C1 Рос. Федерация. № 2017135402 / Славянский А. А., Антишина С. А., Якубенко В. П.; заявл. 05.10.2017; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 12. 5 с.

8. Крылова Э. Н. Нетрадиционные виды сырья для кондитерских изделий лечебно-профилактического назначения // Пищевая промышленность. 2000. № 4. С. 61.

9. Кароматов И. Дж., Ашурова Н. Г., Амонов К. У. Ламинария, морская капуста // Биология и интегративная медицина. 2017. № 2. С. 194–213.

10. Sharma Y. K., Patil P. P., Mangla S. K. Analyzing risks in safety and security of food using grey relational an analysis // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. № 12. P. 9–19.

11. A new sensory sweetness definition and sweetness conversion method of five natural sugars, based on the Weber-Fechner Law / Y. Mao [et al.] // Food Chemistry. 2019. Vol. 281. P. 78–84. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.049.

12. Maidannyk V. A., Nurhadi B., Roos Y. H. Structural strength analysis of amorphous trehalose-maltodextrin systems // Food Research International. 2017. Vol. 96. P. 121–131. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.029.

13. Bērziņš K., Suryanarayanan R. Compression-induced crystallization in sucrose-polyvinylpyrrolidone amorphous solid dispersions // Crystal Growth and Design. 2018. Vol. 18. № 2. P. 839–848. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.7b01305.

14. Frenzel S. Crystallization schemes in the sugar industry // ChemBioEng Reviews. 2020. Vol. 7. № 5. P. 159–166. https://doi.org/10.1002/cben.202000010.

15. Инновационные технологии для импортозамещения глюкозы / Н. Р. Андреев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 11. С. 55–59.

16. Sucrose crystallization: Modeling and evaluation of production responses to typical process fluctuations / B. J. C. de Castro [et al.] // Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2019. Vol. 36. № 3. P. 1237–1253. https://doi.org/10.1590/0104-6632.20190363s20180240.

17. Thakral S., Sonje J., Suryanarayanan R. Anomalous behavior of mannitol hemihydrate: Implications on sucrose crystallization in colyophilized systems // International Journal of Pharmaceutics. 2020. Vol. 587. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119629.

18. Naumenko Yu. Modeling a flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 5. № 1–89. P. 59–69. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444.

19. Желе, муссы, самбуки. Технология приготовления. Правила подачи. Ассортимент. URL: https://www.foodtours.ru/toiks-299-2.html (дата обращения: 01.06.2021).

20. Разработка технологии производства мучной восточной сладости чак-чак на основе полифункциональных компонентов растительного происхождения / А. В. Семенова [и др.] // Агропродовольственная экономика. 2019. № 10. С. 69–75.

21. Гартел Р. У., фон Эльбе Й. Г., Хофбергер Р. Сахаристые кондитерские изделия. СПб.: Профессия, 2019. 784 с.

References

1. Rabadanova RS, Bogatyreva SN, Artemyeva SI, Aralova EV, Polozhentseva IV, Pisarevsky KL. Key features of human nutrition behavior. Revista Inclusiones. 2020;7:170–181.

2. Aslam MF, Majeed S, Aslam S, Irfan JA. Vitamins: Key role players in boosting up immune response – A mini review. Vitamins and Minerals. 2017;6(1). https://doi.org/10.4172/2376-1318.1000153.

3. Egorova MI, Raynik VV, Mikhaleva IS, Kretova YaA, Nikolaeva ES. Searching for formalized connections between the consumer properties of sugar and technological process parameters of its production. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018;80(3):196–204. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-3-196-204.

4. Cherpitskiy SN, Tarshis MYu, Korolev LV, Kapranova AV. Study of the process of mixing of loose materials in a drum-blade mixer. Chemical and Petroleum Engineering. 2020;(1):3–6. (In Russ.).

5. Tarasova EA, Guryeva KB, Slavyanskiy AA, Lebedeva NN, Mitroshina DP. Development of a national quality infrastructure in the sugar industry. Sahar. 2021;(5):20–23. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-5-20-23.

6. Orlova AYu, Slavyanskij AA, Gribkova VA, Lebedeva NN. Method for production of granulated sugar-containing product. Russia patent RU 2749907C1. 2021.

7. Slavyanskij AA, Antishina SA, Yakubenko VP. Method for production of granulated sugar-containing product. Russia patent RU 2652128C1. 2018.

8. Krylova EhN. Netraditsionnye vidy syr′ya dlya konditerskikh izdeliy lechebno-profilakticheskogo naznacheniya [Non-traditional types of raw materials for confectionery products with therapeutic and prophylactic purposes]. Food Industry. 2000;(4):61. (In Russ.).

9. Karomatov IDzh, Ashurova NG, Amonov KU. Laminaria, sea cabbage. Biology and Iintegrative Medicine. 2017;(2):194–213. (In Russ.).

10. Sharma YK, Patil PP, Mangla SK. Analyzing risks in safety and security of food using grey relational an analysis. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018;9(12):9–19.

11. Mao Y, Tian S, Qin Y, Han J. A new sensory sweetness definition and sweetness conversion method of five natural sugars, based on the Weber-Fechner Law. Food Chemistry. 2019;281:78–84. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.049.

12. Maidannyk VA, Nurhadi B, Roos YH. Structural strength analysis of amorphous trehalose-maltodextrin systems. Food Research International. 2017;96:121–131. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.029.

13. Bērziņš K, Suryanarayanan R. Compression-induced crystallization in sucrose-polyvinylpyrrolidone amorphous solid dispersions. Crystal Growth and Design. 2018;18(2):839–848. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.7b01305.

14. Frenzel S. Crystallization schemes in the sugar industry. ChemBioEng Reviews. 2020;7(5):159–166. https://doi.org/10.1002/cben.202000010.

15. Andreev NR, Hvorova LS, Ananskikh VV, Lukin DN. Innovative technologies for import substitution of glucose. Storage and Processing of Farm Products. 2015;(11):55–59. (In Russ.).

16. de Castro BJC, Marciniuk M, Giulietti M, Bernardo A. Sucrose crystallization: Modeling and evaluation of production responses to typical process fluctuations. Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2019;36(3):1237–1253. https://doi.org/10.1590/0104-6632.20190363s20180240.

17. Thakral S, Sonje J, Suryanarayanan R. Anomalous behavior of mannitol hemihydrate: Implications on sucrose crystallization in colyophilized systems. International Journal of Pharmaceutics. 2020;587. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119629.

18. Naumenko Yu. Modeling a flow pattern of the granular fill in the cross section of a rotating chamber. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017;5(1–89):59–69. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.110444.

19. Zhele, mussy, sambuki. Tekhnologiya prigotovleniya. Pravila podachi. Assortiment [Jelly, mousse, and sambuca. Cooking technology. Serving rules. Assortment] [Internet]. [cited 2021 Jun 01]. Available from: https://www.foodtours.ru/toiks-299-2.html.

20. Semenova AV, Slavyansky AA, Voskanyan OS, Nikolaeva NV, Lebedeva NN. Development of technology for the production of flour eastern sweets chak-chak on the basis of multifunctional components of plant origin. Agroprodovol′stvennaya ehkonomika [Agri-food economics]. 2019;(10):69–75. (In Russ.).

21. Gartel RU, fon Ehl′be YG, Khofberger R. Sakharistye konditerskie izdeliya [Sugar confectionery]. St. Petersburg: Professiya; 2019. 784 p. (In Russ.).