

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-298-307>

Поступила 13.05.2023

Поступила после рецензирования 02.08.2023

Принята в печать 08.08.2023

© Егорова М. И., Пузанова Л. Н., Михалева И. С., Власенко А. С., 2023



<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АДЕКВАТНОСТЬ ПРОДУКЦИИ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ИСПОЛЪЗУЕМОЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Егорова М. И.*, Пузанова Л. Н., Михалева И. С., Власенко А. С.

Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

свеклосахарное
производство, белый
сахар, меласса,
технологическая
адекватность,
индикаторный
показатель,
потребитель,
пищевой продукт

Свеклосахарное производство России ежегодно вырабатывает около 6 млн т белого сахара и 1,5 млн т свекловичной мелассы, которые при потреблении в качестве сырья должны обладать технологической адекватностью. Цель работы — обоснование понятия технологической адекватности продукции свеклосахарного производства, ее индикаторных показателей и их пороговых значений, оценка фактической технологической адекватности белого сахара и мелассы; проверка гипотезы о взаимосвязи отдельных показателей белого сахара и эмпирических знаний о повышении содержания микронутриентов при понижении категории. Объектами исследования являлась терминология, относящаяся к характеристикам пищевых продуктов и сырья с точки зрения ожидания потребителей и показатели их оценки. Технологическую адекватность оценивали для 230 образцов белого сахара и 134 образцов свекловичной мелассы, индикаторные показатели определяли по стандартизованным и известным методикам. Технологическая адекватность белого сахара и свекловичной мелассы — соответствие определенных их функциональных свойств требованиям производства конкретного пищевого продукта, в котором они являются сырьевым ингредиентом. Мерой соответствия служат индикаторные показатели в виде физико-химических параметров состава. Обоснованы индикаторные показатели белого сахара для 3 технологий пищевых продуктов; свекловичной мелассы — для 2 технологий и хранения; выполнена оценка их технологической адекватности. Подтверждены эмпирические знания о повышении содержания микронутриентов при понижении категории, а также гипотеза о взаимосвязи отдельных показателей белого сахара. Показано, что весь белый сахар категорий экстра и ТС1 обладает технологической адекватностью для использования в производстве пищевой продукции, в то время как только 62% сахара категории ТС2 и некоторые партии свекловичной мелассы обладают необходимой технологической пригодностью. Полученные результаты будут являться инструментом регулирования выпуска конкурентоспособной продукции и развития схемы контроля технологического потока производства сахара.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № 075–01186–23–00 Курского федерального аграрного научного центра.

Received 13.05.2023

Accepted in revised 02.08.2023

Accepted for publication 08.08.2023

© Egorova M. I., Puzanova L. N., Mikhaleva I. S., Vlasenko A. S., 2023

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

TECHNOLOGICAL ADEQUACY OF SUGAR BEET PRODUCTS USED IN THE FOOD INDUSTRY

Marina I. Egorova*, Lyubov N. Puzanova., Irina S. Mikhaleva, Anna S. Vlasenko

Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

KEY WORDS:

beet sugar production,
white sugar, molasses,
technological
adequacy, indicator
marker, consumer,
food product

ABSTRACT

Beet sugar production in Russia annually gives about 6 million tons of white sugar and 1.5 million tons of beet molasses, which must have technological adequacy, when used as raw materials. The purpose of the work was to substantiate the concept of technological adequacy of beet sugar production, its indicator markers and their threshold values, to assess the actual technological adequacy of white sugar and molasses, to verify the hypothesis about the relationship between individual indicators of white sugar and empirical knowledge about an increase in the content of micronutrients with a decrease in the category. The objects of the study were terminology related to the characteristics of food products and raw materials in terms of consumer expectations and indicators of their assessment. Technological adequacy was evaluated for 230 samples of white sugar and 134 samples of beet molasses. Indicator markers were determined according to standardized and known methods. Technological adequacy of white sugar and beet molasses is the compliance of their specific functional properties with the requirements of the production of a particular food product, in which they are raw ingredients. A measure of compliance is indicator markers in the form of physicochemical parameters of the composition. Indicators of white sugar for three food technologies and indicators of beet molasses for two technologies and storage were substantiated; their technological adequacy was assessed. Empirical knowledge about an increase in the content of micronutrients with a decrease in the category and the hypothesis about the relationship between individual indicators of white sugar were confirmed. It is shown that all white sugar of extra and TC1 categories has technological adequacy for the use in food production, while only 62% of TC2 sugar and some batches of beet molasses have the necessary technological suitability. The results obtained will be a tool for regulating the production of competitive products and developing a control scheme for the technological flow of sugar production.

FUNDING: The article was published as part of the research topic No. 075–01186–23–00 of the state assignment of the Federal Agricultural Kursk Research Center.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Егорова, М. И., Пузанова, Л. Н., Михалева, И. С., Власенко, А. С. (2023). Технологическая адекватность продукции свеклосахарного производства, используемой в пищевой промышленности. *Пищевые системы*, 6(3), 298–307. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-298-307>

FOR CITATION: Egorova, M. I., Puzanova, L. N., Mikhaleva, I. S., Vlasenko, A. S. (2023). Technological adequacy of sugar beet products used in the food industry. *Food Systems*, 6(3), 298–307. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-298-307>

1. Введение

Свеклосахарное производство России является составной частью агропромышленного комплекса, обеспечивая продовольственную независимость страны по сахару, которая в 2021 г. достигла 100%, превысив пороговое значение Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации (не менее 90%). Этому способствует динамичное развитие свекловодства, позволяющее на основе достижений селекции и современных агротехнологий в 25 регионах собирать ежегодно до 50 млн т сахарной свеклы с высокими качественными показателями. Переработка сырья на 65 свеклосахарных заводах, расположенных в 20 регионах, с применением энергосберегающих технологий и оборудования нового поколения, максимальной автоматизации процессов с элементами искусственного интеллекта обеспечивает ежегодно выработку около 6 млн т сахара и 1,5 млн т побочного продукта — свекловичной мелассы. Основным продуктом свеклосахарного производства — белый сахар четырех категорий по ГОСТ 33222–2015¹. Категорирование осуществляется по физико-химическим показателям массовой доли сахарозы, редуцирующих веществ, зольности и цветности раствора. Почти 85% вырабатываемого свеклосахарными заводами белого сахара составляет кристаллический сахар категории ТС2. Этот продукт массово присутствует в торговых сетях, используется в общественном питании, применяется при изготовлении большинства пищевых продуктов в промышленных масштабах. От 9 до 11% производимого белого сахара составляет белый кристаллический сахар категорий экстра и ТС1, в основном направляется промышленным потребителям и в торговые сети; до 3% (без учета производимого внешними покупателями из кристаллического сахара) — кусковой сахар различных категорий, поступающий в торговлю и на предприятия общественного питания.

Побочный продукт — свекловичная меласса — образуется как раствор, в котором содержатся все растворимые сахара клеточного сока сахарной свеклы и образовавшиеся в технологическом потоке, удерживающие часть сахарозы от кристаллизации. Химический состав свекловичной мелассы не постоянен в течение производственного сезона и зависит от состава сахарной свеклы, от применяемых локальных технологий очистки сахаросодержащих растворов, от используемых технологических вспомогательных средств, а также от периода выработки мелассы. В ней содержится: сахароза (40–60%), редуцирующие вещества (0,5–2,5%), раффиноза (0,5–2,0%), бетаин (4–7%), молочная кислота (4–6%), азотистые вещества (5–20%), минеральные вещества (12–14%) и др. [1]. Свекловичная меласса вырабатывается по ГОСТ 30561–2017², используется различными промышленными потребителями в т. ч. для извлечения сахара и бетаина; в незначительных количествах присутствует в мелкой розничной торговле на маркетплейсах.

Потребление белого сахара в стране составляет 5,8–6,0 млн т в год. Этот продукт приобретает население (до 55% общего потребления), сектором общественного питания в различных форматах (до 5,2% общего потребления), а также промышленными предприятиями пищевой индустрии и других отраслей экономики. Население приобретает белый сахар в качестве основного углеводного подсластителя [2] — наиболее распространенного продукта питания, входящего в продуктовую корзину; промышленные предприятия — в качестве сырья, причем в производстве большинства продуктов питания он несет функционально-технологическое значение [3]. В различных подотраслях пищевой промышленности потребление белого сахара распределяется следующим образом: в кондитерской промышленности — 21,3%, в производстве молочных продуктов — 4,0%, в производстве плодоовощных консервов — 3,1%, в хлебопекарной отрасли — 2,3%, в винодельческой промышленности — 1,8%, в производстве безалкогольных напитков — 1,5%, в ликероводочной отрасли — 0,8% [4].

Потребление свекловичной мелассы на внутреннем рынке страны колеблется от 600 до 900 тыс. т ежегодно в зависимости от объемов производства и экспорта. Направлениями внутреннего использования мелассы являются: производство спирта, комбикормов и хлебопекарных дрожжей, получение сахара и бетаина. В последнем направлении ежегодно используется до 300 тыс. т мелассы, что сопоставимо по доле с традиционными направлениями производства дрожжей и спирта.

Рыночное движение товаров в свеклосахарной промышленности встроено в сложную многоуровневую структуру рынка сахара, включающую также сектор производства сахарной свеклы. Более того,

аграрно-пищевую технологию сахара из сахарной свеклы в контексте движения продукта от поля до потребителя следует рассматривать как системный комплекс, в котором осуществляется адресная сборка продукции как в аграрной составляющей, так и в перерабатывающей [5]. В таких системах качество сырья, его технологичность определяют качество выработанного из него пищевого продукта [6]. Поэтому аграрная составляющая должна быть нацелена на производство технологически адекватной сахарной свеклы, т. е. на выращивание имеющих заданные свойства корнеплодов и на возможность коррекции их отклонений от воздействия внешних факторов [7], что позволяет осуществлять ее переработку с максимальной результативностью. Аналогично и перерабатывающая часть системного комплекса должна производить технологически адекватные белый сахар и мелассу для использования в производстве разнообразной пищевой и непищевой продукции. Однако понятие технологической адекватности продукции свеклосахарного производства отсутствует, также как систематизированные данные о требованиях к ней со стороны потребителей. Информация о фактическом составе белого сахара и свекловичной мелассы для потребителей ограничена [8,9,10,11]; для продуктов, произведенных в России, эти данные отсутствуют.

Вопросы формирования технологической адекватности сахарной свеклы в аграрной составляющей свеклосахарного комплекса активно изучаются в последнее десятилетие, что позволяет дать определение термину и предложить алгоритм оценки [7]. Накопленные знания могут стать базисом для формулирования термина применительно к белому сахару и мелассе, однако следует учитывать различия данных объектов. Сахарная свекла является сырьем растительного происхождения для технологии первичной переработки. Она поступает в технологические потоки свеклосахарных заводов, отличающихся пространственной локализацией оборудования, технологических трубопроводов, производительностью и размерными характеристиками технологического оборудования, а также режимами его работы. Однако различные предприятия используют единую технологию, поэтому требования к технологической пригодности сахарной свеклы будут одинаковыми для всех заводов.

Белый сахар и меласса являются продуктами первичной переработки растительного сырья и сырьем для вторичной переработки. Они поступают в технологические потоки производства разнообразных продуктов, отличающихся составом и структурой пищевых масс, их реологическими и другими характеристиками. Такие технологические потоки различаются как заложенной в их основе технологией, оборудованием, так и востребованностью определенных функциональных свойств белого сахара и мелассы.

Белый сахар при производстве пищевых продуктов выполняет разные функциональные задачи, проявляя различные функциональные свойства, которые вытекают из его сенсорных и физических свойств, а также способности взаимодействовать с другими присутствующими в пищевой системе ингредиентами. Для производства большинства пищевых продуктов важна сладость белого сахара [12] и уникальная способность формировать вкусовой и ароматический профиль продукта [13,14]. Разнообразный ассортимент кондитерских, хлебобулочных, молочных изделий, мороженого, концентратов, жевательных таблеток и пр. базируется на свойстве сахара образовывать и удерживать структуру теста, твердых конфет, мороженого и замороженных десертов [15,16], усиливать пенообразование зефирных масс [17], стабилизировать белковые пены [18,19]. Сахар определенным образом взаимодействует с другими рецептурными компонентами изделия, замедляя процесс эмульгирования [20], снижая степень набухания белков [21], повышая температуру клейстеризации крахмала [3], определяя реологические свойства глазури [22,23], липкость карамели [24], а также предотвращая ферментативное потемнение и изменение цвета замороженных фруктов. Данный продукт является осмотически деятельным агентом, проявляет консервирующий эффект [25]. Эти свойства сахара не присущи различным его заменителям и часто их ввод в рецептуру не оправдывает ожиданий из-за ухудшения характеристик полученного изделия, и возникновения сложностей в технологии [3], что поднимает научные проблемы снижения количества сахара в пищевых продуктах [26].

Использование сахара в промышленности наиболее широко распространено в отрасли кондитерских изделий, направленной на выпуск новых сложных продуктов с уникальными потребительскими свойствами и на расширение экспорта. Ежегодно в отрасли находит применение около 1,3 млн т белого сахара, используемого в производстве разнообразных кондитерских изделий, где востребована широкая линейка его функциональных свойств. Поэтому ввиду разнообразия ассортимента и структур пищевых масс в кондитерских

¹ ГОСТ 33222–2015 «Сахар белый. Технические условия». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 22 с.

² ГОСТ 30561–2017 «Меласса свекловичная. Технические условия». — Москва: Стандартинформ, 2017. — 25 с.

изделиях проблема снижения в них количества сахара представляет собой определенный технологический вызов [16]. Схожие проблемы возникают при производстве хлебобулочных изделий [27], молочных продуктов [28,29], различных жележных продуктов [30] и фруктовых начинок, а также при изготовлении изделий с аморфной сахарозой в составе [31]. В работах зарубежных ученых отмечается, что эти вызовы приводят к разработке новых специальных композиций, взаимодействующих с сахаром [32], которые уже используются при производстве функциональных продуктов питания.

Побочный продукт свеклосахарного производства используется для кормления сельскохозяйственных животных и в производстве кормов [33]; меласса является основным сырьем в производстве хлебопекарных дрожжей, спирта, объединяемых под общим наименованием бродильных производств (БП); в качестве источника углеводов применяется для продуцентов лимонной кислоты — культуры *Aspergillus niger* — при ее производстве (ЛК) и считается лучшим сырьем, обеспечивающим высокий выход; формирует питательную среду при производстве различных соединений и биологически активных веществ [10,34]; при этом до непосредственного использования меласса проходит стадию хранения на свеклосахарном заводе или предприятии-потребителе.

Долговременное хранение мелассы имеет важное значение для ее последующего применения, так как она производится в сезон переработки сахарной свеклы. С учетом разных климатических зон свеклосеяния в России период переработки сахарной свеклы может длиться с июля по февраль. В холодное время года транспортировка мелассы осложняется ввиду ее загустевания при низкотемпературном хранении, что требует нагревания при отгрузке. При этом существует риск резкого повышения температуры, развития реакций меланоидинообразования.

Для любого товара, в т. ч. для продуктов питания, рыночной характеристикой служат потребительские свойства, которые представляют собой совокупность свойств товара, обеспечивающих покупателю наибольшее удовлетворение его потребностей. В последнее время получает распространение понятие потребительской ценности пищевого продукта [35]. В контексте потребителя (физического лица) ценность товара определяется как мера соответствия свойств пищевого продукта ожиданиям потребителя от его приобретения и использования [36]. Изменение приоритетов потребительской ценности пищевого продукта связано с различиями возрастных и социальных статусов потребителей, с индивидуальными особенностями, а также может быть ситуативным, обусловленным психоэмоциональным состоянием человека, вызванным его реакцией на конкретную ситуацию, приоритетами здорового образа жизни [37]. В контексте потребителя (промышленного предприятия) потребительская ценность пищевого продукта, используемого в качестве сырья (сырьевая ценность), будет определяться соответствием его свойств требованиям процессов производства нового продукта, отсутствием негативного влияния на потребительские свойства нового продукта как после изготовления, так и в течение срока годности [38,39].

Формирование потребительской ценности пищевого продукта происходит за счет используемых ингредиентов [40], а при выработке многокомпонентных полидисперсных пищевых продуктов их качество обеспечивается взаимодействием ингредиентов в пищевых системах [41]. Предприятия отрасли пищевой промышленности стремятся удовлетворить меняющиеся предпочтения потребителей и сформировать новую культуру потребления пищевых продуктов. В этой связи они расширяют ассортимент за счет функциональных продуктов [42], продуктов здорового питания [43], обновляют традиционную рецептуру, создают неожиданные сочетания структуры и вкуса пищевых масс [44,45], внедряют новые технологические приемы производства и контроля [46,47], используют специальную упаковку для увеличения срока годности продуктов [2].

Соответственно, при формировании потребительской ценности многокомпонентного пищевого продукта каждый используемый ингредиент должен обладать технологической адекватностью [48], которая оценивается каким-либо параметром, индикатором, важным для потребителя [49,50]. При этом в научной литературе имеет место мнение о том, что ограниченный перечень требований к сырью не позволяет в достаточной степени оценить его пригодность для изготовления пищевых продуктов. Указанное в полной мере относится, например, к виноматериалам [51], молоку-сырью [52], масличным семенам [39], пшеничной муке [38]. В научных работах обосновывается необходимость введения дополнительных показателей для оценки и идентификации сырья [53], а также пределов их варьирования для получения высококачественных пищевых продуктов.

Перечень таких дополнительных показателей, иногда называемых маркерами, формируется исходя из знаний о влиянии на технологический процесс получения продукции. В основном он включает физико-химические показатели качественного состава, реакции среды, специфические характеристики пищевых систем в соответствии с их предназначением.

Целью работы являлось обоснование понятия технологической адекватности продукции свеклосахарного производства, ее индикаторных показателей и их пороговых значений для отдельных потребителей в отраслях пищевой промышленности; оценка фактической технологической адекватности белого сахара и мелассы; проверка гипотезы о взаимосвязи отдельных показателей белого сахара и эмпирических знаний о повышении содержания микронутриентов при понижении категории.

2. Объекты и методы

Объектом исследования являлась используемая в опубликованных научных статьях терминология в области характеристик пищевых продуктов и сырья с позиций ожидания потребителей, а также показатели их оценки, информация о роли сахара в производстве пищевых продуктов, данные о потенциальных показателях оценки его функциональных характеристик. Научные статьи отбирали из баз данных eLibrary.ru, Scopus и Web of Science с глубиной 10 лет.

Фактическую технологическую адекватность продукции свеклосахарного производства изучали на примере белого сахара и свекловичной мелассы. Для белого сахара потенциальными потребителями рассматривались производители кондитерских изделий, напитков с длительным сроком хранения и алкогольных напитков; для мелассы — производители лимонной кислоты и продуктов брожения.

Информацию о качестве белого сахара получали по данным мониторинга вырабатываемого свеклосахарными заводами России белого сахара. Выборка представляла собой 230 образцов белого сахара, выработанных в период 2016–2022 гг. 58 свеклосахарными заводами (что составляет 90% действующих заводов) из 18 регионов страны (из 20 регионов расположения свеклосахарных заводов). Распределение образцов белого сахара по дате производства и категории представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Распределение образцов белого сахара по году выработки и категориям

Table 1. Distribution of white sugar samples by year of production and category

Год выработки	Количество образцов по категориям				Общее количество образцов
	Экстра	ТС1	ТС2	ТС3	
2016 г.	3	2	10	3	18
2017 г.	3	3	18	5	29
2018 г.	4	3	18	5	30
2019 г.	10	3	39	5	57
2020 г.	2	–	15	5	22
2021 г.	6	–	36	5	47
2022 г.	6	–	19	2	27
Итого:	34	11	155	30	230

Параметры испытания образцов белого сахара включали показатели по ГОСТ 33222–2015: органолептические показатели — цвет, внешний вид, запах и вкус, чистота раствора по ГОСТ 12576–2014³; физико-химические показатели — массовая доля влаги по ГОСТ Р 54642–2011⁴, массовая доля сахарозы по прямой поляризации по ГОСТ 12571–2013⁵, массовая доля редуцирующих веществ методом Мюллера по ГОСТ 12575–2001⁶, массовая доля золы кондуктометрической по ГОСТ 12574–2016⁷, цветность в растворе по ГОСТ 12572–2015⁸. Влагу определяли высушиванием при температуре

³ ГОСТ 12576–2014 «Сахар. Методы органолептического анализа». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 12 с.

⁴ ГОСТ Р 54642–2011 «Сахар. Методы определения влаги и сухих веществ». — Москва: Стандартинформ, 2013. — 9 с.

⁵ ГОСТ 12571–2013 «Сахар. Метод определения сахарозы». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 19 с.

⁶ ГОСТ 12575–2001 «Сахар. Методы определения редуцирующих веществ». — Москва: Стандартинформ, 2012. — 14 с.

⁷ ГОСТ 12574–2016 «Сахар. Методы определения золы». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 12 с.

⁸ ГОСТ 12572–2015 «Сахар. Метод определения цветности». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 10 с.

105 °C в сушильном шкафу ШС-40-02, производитель ОАО «Смоленское СКТБ СПУ» (Россия); сахарозу по прямой поляризации — на поляриметре автоматическом Saccharomat NIR W2, с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,02$ °Z, производитель Schmidt + Haensch (Германия); золу кондуктометрическую — на кондуктометре портативном КП-150.1М1 с датчиком ДЭ-01, с пределом допускаемых значений абсолютной погрешности $\pm (0,003 + 0,015\chi)$ мкСм/см, производитель ООО «Измерительная техника» (Россия); цветность сахара в растворе — на фотометре однолучевом Coloromat 100, с пределом абсолютной погрешности измерений коэффициента светопропускания $\pm 0,5\%$ Т, производитель Schmidt + Haensch (Германия). Дополнительные физико-химические показатели, характеризующие технологическую адекватность, включают мутность, массовую долю кальция и флокулообразующую способность раствора. Мутность растворов белого сахара определяли по методике ICUMSA GS2/3-18⁹ как разность установленных фотозлектроколориметрическим методом при длине волны 420 нм величин цветности раствора белого сахара, полученных без фильтрования раствора и с фильтрованием через мембранный фильтр; массовую долю кальция рассчитывали по результатам комплексонометрического титрования по разработанной методике¹⁰. Флокулообразующую способность растворов оценивали по разработанной методике [54]: в прозрачную стеклянную емкость вместимостью 1000 см³ помещали 600 г исследуемого сахара и добавляли 500 см³ дистиллированной воды, перемешивали до растворения сахара, смесь подкисляли до 1,5 ед. рН путем добавления ортофосфорной кислоты. Емкость оставляли в покое на 10 дней, затем помещали ее перед сильным лучом света и рассматривали с передней стороны, визуально оценивая любые образовавшиеся хлопья. Уровни флокулообразующей способности растворов белого сахара устанавливали следующим образом: О — отсутствует (раствор прозрачный с отсутствием видимых частиц; раствор непрозрачный, с отсутствием видимых частиц); Н — низкая (в растворе присутствуют очень маленькие отдельные частицы, видимые в луче света); С — средняя (в растворе присутствуют ворсистые частицы размером около 0,8 мм); В — высокая (в растворе наблюдаются крупные пушистые частицы или агломераты до 3 мм, видимые без луча света).

Информацию о качестве свекловичной мелассы получали по данным мониторинга вырабатываемой свеклосахарными заводами России мелассы. Выборка представляла собой 134 образца свекловичной мелассы, выработанных в период 2018–2022 гг. 30 свеклосахарными заводами из 9 регионов страны (Курская, Воронежская, Белгородская, Орловская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская области, Краснодарский край, Республика Татарстан).

Параметры испытания образцов включали показатели по ГОСТ 30561-2017: органолептические показатели — внешний вид, цвет, запах и растворимость в воде; физико-химические показатели — массовая доля сухих веществ, сахарозы по прямой поляризации, редуцирующих веществ, водородный показатель рН. Все перечисленные характеристики определяли по методикам, изложенным в ГОСТ 30561: сухие вещества — автоматическим рефрактометром DUR-SW в разбавленном в соотношении 1:1 растворе мелассы, с пределом допускаемой абсолютной погрешности показателя преломления $n_D \pm 0,00010$, производитель Schmidt + Haensch (Германия); сахарозу по прямой поляризации — на поляриметре автоматическом Saccharomat NIR W2, с пределом допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,02$ °Z, производитель Schmidt + Haensch (Германия); редуцирующие вещества определяли йодометрическим методом с применением реактива Мюллера; водородный показатель рН — на анализаторе жидкости лабораторном АНИОН 4100, с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерения рН $\pm 0,02$, производитель ООО НПФ «Инфраспак-Аналит» (Россия).

Дополнительные физико-химические показатели, характеризующие технологическую адекватность, включали массовую долю кальция, α -аминного азота, диоксида серы, сумму сбраживаемых сахаров. Массовую долю кальция определяли комплексонометрически; содержание α -аминного азота устанавливали методом формольного титрования. Данный способ предполагает связывание при 7,0 ед. рН свободных аминогрупп аминокислот формальдегидом и последующее титрование свободных карбоксильных групп раствором гидроксида натрия с фиксацией точки эквивалентности при 9,1 ед.

рН¹⁰. Содержание диоксида серы определяли методом йодометрии [55] после пробоподготовки мелассы путем осветления реактивом Герлеса; сумму сбраживаемых сахаров рассчитывали по результатам прямой и инверсионной поляриметрии после пробоподготовки мелассы путем осветления реактивом Герлеса¹¹.

Для подготовки проб к анализу использовали весы неавтоматического действия НТ224RCE (класс точности I, предел взвешивания 220 г, поверочный интервал 0,001 г), производитель Shinko Denshi VIBRA (Япония); весы лабораторные электронные CE623-C (класс точности II, предел взвешивания 620 г, поверочный интервал 0,01 г), производитель ООО «Сартогосм» (Россия); прибор вакуумного фильтрования ПВФ-47/1, производитель ЗАО «ВЛАДИСАРТ» (Россия); фильтры «Владисарт» ФМНЦ — 0,45 мкм — D47 мм, производитель ЗАО «ВЛАДИСАРТ» (Россия).

В исследованиях использовались методы сравнения и аналогии, анализа и синтеза, экспертной оценки. Результаты испытаний статистически обрабатывались с применением MS Excel и Statistica 10 с доверительной вероятностью 0,95. Достоверность полученных отличий устанавливали по t-критерию Стьюдента, статистически значимыми считали различия при $P \leq 0,05$.

3. Результаты и обсуждение

Сформулированы определения для термина «технологическая адекватность белого сахара (мелассы)»: технологическая адекватность белого сахара (мелассы) — комплексная характеристика соответствия определенных его (ее) функциональных свойств требованиям производства конкретного пищевого или непивового продукта. Формализованное выражение характеристики получают через определенные показатели, индивидуализируемые исходя из сферы применения. Соответствие функциональных свойств белого сахара (мелассы) технологии конкретного продукта будет определяться заданным показателем (группой показателей) с определенными пределами варьирования, достижение которого гарантирует протекание процессов в оптимальных режимах и получение готового продукта высокого качества. Заданный показатель обозначили как индикаторный показатель технологической адекватности белого сахара (мелассы), который получает свое конкретное выражение в виде физико-химической характеристики состава или свойств, поскольку то или иное функциональное свойство белого сахара (мелассы) в технологии получения конкретного пищевого или непивового продукта определяется, как правило, уровнем содержания какого-либо нутриента или их группы. Причем для сахара функциональные свойства проявляются в полной мере в отсутствии или при минимальном содержании нутриентов (исключая сахарозу), поскольку они оказывают отрицательное влияние на проявление его функциональных свойств в пищевых системах производства продуктов питания. Для мелассы присутствующие в ней нутриенты (включая сахарозу) могут оказывать как отрицательное, так и положительное влияние на проявление ее функциональных свойств в пищевых системах производства продуктов питания и в системах производства непивовых продуктов.

По результатам анализа требуемых функциональных характеристик белого сахара [4,56,57] сформирован перечень индикаторных показателей технологической адекватности при оценке белого сахара как сырьевого ингредиента для производства кондитерских изделий, напитков длительного хранения и алкогольных напитков, с указанием их предельных значений (Таблица 2). Они включают как показатели, нормируемые ГОСТ 33222, так и дополнительные характеристики, что согласуется с данными других исследователей сырья для производства пищевых продуктов [51,52] и с их выводами о необходимости введения дополнительных условий оценки [53]. Включение этих показателей в перечень индикаторных осуществлено исходя из знаний о их влиянии на технологический процесс получения конкретной продукции.

Так, при производстве кондитерских изделий верхние предельные значения содержания золы и цветности находятся на уровне нормативов белого сахара категории ТС2, поскольку более высокое содержание золы сокращает срок хранения шоколадной продукции, а повышенная цветность ухудшает качество леденцов. Использование белого сахара с содержанием кальция выше указанного затрудняет процесс варки сахаро-паточных сиропов и негативно отражается на качестве кондитерских изделий, а повышенная мутность не обеспечивает прозрачность карамельной и желейных масс, ухудшает презентабельность зефирных и помадных масс.

⁹ ICUMSA Method GS2/3-18 (2013). The Determination of the Turbidity of White Sugar Solutions. ICUMSA Methods Book 2019. — Berlin: Verlag Dr. Albert Bartens KG, 2019. — 341 p.

¹⁰ Руководство по организации контроля технологического потока производства сахара из сахароносного растительного сырья (сахарной свеклы). — Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2022. — 186 с.

¹¹ Чернявская Л. И., Пустоход А. П., Иволга Н. С. Технохимический контроль сахара-песка и сахара-рафинада. — М.: Колос, 1995. — 384 с.

Таблица 2. Индикаторные показатели технологической адекватности белого сахара для разных промышленных потребителей
Table 2. Indicator markers of the technological adequacy of white sugar for various industrial consumers

Наименование промышленного потребителя	Показатель технологической адекватности				
	содержание зола, %	содержание кальция, мг/кг	цветность в растворе, единиц ICUMSA	мутность в растворе, единиц ICUMSA	флокулообра- зующая способ- ность
Производство кондитерских изделий	не более 0,036	не более 16,0	не более 104,0	не более 20,0	то*
Производство напитков длительного хранения	не более 0,015	то*	не более 35,0	не более 20,0	отсутствие
Производство алкогольных напитков	не более 0,015	не более 1,5	не более 30,0	то*	то*

Примечание: то* — требования отсутствуют.

Таблица 3. Фактические физико-химические показатели и показатели технологической адекватности
российского белого сахара

Table 3. Actual physical and chemical indicators and indicators of technological adequacy of Russian white sugar

Показатель	Экстра	TC1	TC2	TC3
Содержание сахарозы, %	99,80–99,91 99,87 ± 0,014	99,75–99,85 99,81 ± 0,009	99,70–99,82 99,79 ± 0,012	99,50–99,80 99,63 ± 0,024
Содержание редуцирующих веществ, %	0,01–0,02 0,01 ± 0,001	0,01–0,02 0,01 ± 0,001	0,01–0,04 0,02 ± 0,002	0,01–0,06 0,02 ± 0,003
Содержание зола, %	0,004–0,018 0,011 ± 0,0011	0,008–0,025 0,014 ± 0,0017	0,006–0,036 0,020 ± 0,0014	0,017–0,049 0,031 ± 0,0053
Цветность в растворе, ед. ICUMSA	20,0–45,0 41,1 ± 1,42	50,0–60,0 57,0 ± 1,48	50,0–104,0 88,1 ± 3,18	107,0–190,0 133,4 ± 8,43
Мутность раствора, ед. ICUMSA	1,0–21,0 11,5 ± 3,09	1,0–23,0 13,0 ± 2,88	10,0–67,0 33,1 ± 2,92	15,0–85,0 47,4 ± 7,73
Содержание кальция, мг/кг	10–50 18 ± 4,3	20–60 31 ± 5,2	20–90 42 ± 4,5	50–120 80 ± 8,4
Флокулообразующая способность	О/100	О/100	О/62 Н/28 С/8 В/2	О/28 Н/42 С/22 В/8

Для напитков длительного хранения органолептические показатели внешнего вида и цвета во многом зависят от цветности сахара и мутности его раствора, а также от находящейся в корреляционной зависимости с ними зольности. Верхние предельные значения содержания зола и цветности находятся ниже нормативов белого сахара категории «экстра», но применение белого сахара с более высокими величинами цветности, мутности и зола, а также обладающего флокулообразующей способностью может нести риск неполучения напитков с заданными качественными характеристиками.

Критерии оценки технологической адекватности белого сахара для производства разнообразной алкогольной продукции включают те показатели, которые могут привести к ухудшению ее качества. Даже незначительные дефекты сахара, к которым относят мутность и цветность раствора сахара, присутствие соединений кальция, вызывают существенные изменения органолептических характеристик и стойкости ликероводочной продукции, а также помутнение и появление осадка в коньяках. Поэтому верхние предельные значения содержания зола и цветности находятся ниже нормативов белого сахара категории «экстра», а содержание кальция — на уровне следовых количеств.

Данные результатов мониторинга образцов белого сахара показали, что все они соответствовали требованиям ГОСТ 33222. В Таблице 3 представлены результаты испытаний белого сахара по ряду нормируемых физико-химических и дополнительных показателей, характеризующих его технологическую адекватность; в числителе приведены диапазоны варьирования показателей, в знаменателе — средняя величина (полученная по алгоритмам дисперсионного анализа); для флокулообразующей способности в числителе приведен его уровень, в знаменателе — доля образцов, показавших соответствующий результат, в процентах.

Все показатели в выборках белого сахара разных категорий достоверно отличаются (расчетный t-критерий Стьюдента больше табличного $t_{0,05}$), за исключением содержания редуцирующих веществ белого сахара категорий экстра и TC1. Это может объясняться близостью нутриентного состава белого сахара данных категорий в части содержания редуцирующих веществ как по причине близкого состава сахара данных категорий, так и по причине в целом низкого содержания редуцирующих веществ в сахаре всех категорий — гораздо ниже предельных нормируемых значений.

Анализ полученных результатов показывает, что по мере снижения категории белого сахара доля содержания сахарозы несколько

снижается, но в пределах требований ГОСТ, а доля содержания микронутриентов увеличивается, как и показатели цветности и мутности растворов сахара. Флокулообразующая способность растворов сахара проявляется только для категорий TC2 и TC3, причем если в категории TC2 такую способность проявили 38% образцов, то в категории TC3 — 72%.

В Таблице 4 показано относительное повышение содержания микронутриентов в разрезе категорий сахара по отношению к сахару категории экстра, принятому за эталон (величины его показателей учитывались как 100%).

Таблица 4. Относительный рост содержания микронутриентов в белом сахаре более низких категорий

Table 4. Relative increase in the content of micronutrients in white sugar of lower categories

Наименование микронутриента	Экстра	TC1	TC2	TC3
Содержание редуцирующих веществ	100	100	200	200
Содержание зола	100	127	182	282
Цветность раствора	100	139	214	325
Мутность раствора	100	113	288	412
Содержание кальция	100	172	233	444

Наиболее высокий рост по мере снижения категории сахара отмечен для показателя содержания кальция — более чем в 4 раза; практически такой же рост характерен и для мутности раствора сахара — в 4,1 раза; значительно возрастает цветность раствора сахара — в 3,2 раза. Наименьший рост отмечен для показателя содержания редуцирующих веществ — в 2 раза. Но если ограничить анализ категорией TC2 как наиболее массовой по производству (около 85% от всего производимого белого сахара), то большинство показателей вырастет в среднем в 2 раза; показатель мутности — в 2,9 раза. Динамика относительного увеличения содержания микронутриентов также возрастает со снижением категории, а наиболее близкими являются значения для сахара категорий экстра и TC1.

На Рисунке 1 представлены данные о коэффициентах парной корреляции показателей технологической адекватности для каждой категории сахара.

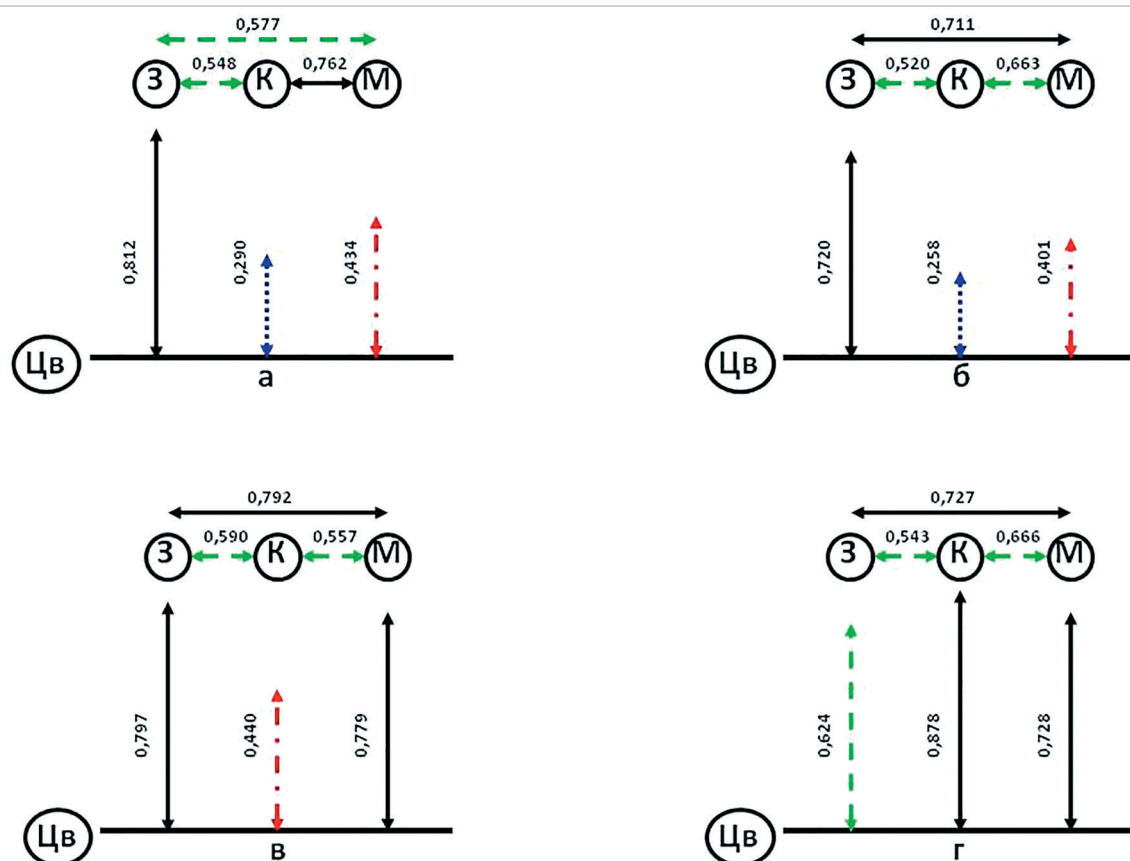


Рисунок 1. Коэффициенты парной корреляции между показателями технологической адекватности белого сахара категории экстра (а), ТС1 (б), ТС2 (в), ТС3 (г)

Цв — цветность; З — зола; К — кальций; М — мутность

вид связи: ————— сильная; ———— заметная; —·—·— умеренная; —····— слабая

Figure 1. Pair correlation coefficients between indicators of technological adequacy of white sugar categories: extra (a), TC1 (б), TC2 (в), TC3 (г)

Цв — colourity, З — ash, К — calcium, М — turbidity

connection type: ————— strong; ———— noticeable; —·—·— moderate; —····— weak

Для категории сахара экстра имеет место сильная корреляционная связь между содержанием золы и цветностью, содержанием кальция и мутностью; заметная связь прослеживается между содержанием золы и мутностью, содержанием золы и кальция; умеренная связь — между цветностью и мутностью; слабая связь определена между цветностью и содержанием кальция.

Для сахара категории ТС1 выявлена такая же сильная связь, как и для категории экстра, между содержанием золы и цветностью, заметная связь между содержанием золы и кальция; усиление связи между содержанием золы и мутности до сильной при ослаблении связи между содержанием кальция и мутностью до заметной.

Для сахара категории ТС2 наблюдается сильная связь между цветностью и содержанием золы, как и для сахара категорий экстра и ТС1. Также отмечена связь между содержанием золы и мутностью, как и для сахара категории ТС1. При этом для сахара категории ТС2 отмечается более сильная связь между цветностью и мутностью.

Сахар категории ТС3 характеризуется наличием сильной связи для 3 пар показателей и заметной связи для 3 пар показателей. Т. е. для сахара категории ТС3 выявлена самая сильная корреляционная связь между рассматриваемыми показателями, что подтверждает негативную роль микронутриентов в формировании показателей качества сахара: чем их содержание выше, тем ниже качество сахара.

В целом полученные результаты подтверждают сильную связь между содержанием золы и цветностью раствора для сахара всех категорий; усиление связи между мутностью раствора и цветностью, содержанием золы и мутностью с понижением категории сахара [54].

Вышеприведенные результаты являются новыми, такого рода исследования ранее не проводились и данные в научной литературе отсутствуют, поскольку дифференциация белого сахара на 4 категории введена в стране с 2016 г., со вступлением в силу ГОСТ 33222–2015. Полученные нами данные подтверждают эмпирические знания о повышении содержания микронутриентов при понижении категории, а также гипотезу о взаимосвязи отдельных показателей белого сахара. Указанное позволяет предположить, что технологическую

адекватность при производстве большинства продуктов питания будет проявлять белый сахар более высоких категорий.

Выполнен сопоставительный анализ фактических характеристик технологической адекватности белого сахара с приведенными в Таблице 2 индикаторными показателями.

Все образцы сахара категории экстра и категории ТС1 в среднем удовлетворяют требованиям промышленных потребителей по большинству показателей, за исключением цветности и содержания кальция. При этом более низкая цветность — требование производителей напитков длительного хранения и алкогольных напитков. Но, как следует из Таблицы 3, нижняя граница цветности исследованных образцов категории экстра вполне удовлетворяет данным требованиям. Очевидно, что определенные партии сахара, доля которых составляет не более 20%, соответствуют требованиям указанных потребителей.

Ситуация с содержанием кальция несколько другая. Сахар категории экстра соответствует требованиям кондитерского производства, однако не отвечает требованиям для изготовления алкогольных напитков. Но в связи с тем, что потребность данной отрасли в сахаре относительно невелика, могут производиться отдельные партии более высокой степени очистки.

Сахар категории ТС2 в среднем может удовлетворять требования кондитерского производства по большинству показателей, за исключением мутности и содержания кальция. Но, как следует из Таблицы 3, нижняя граница мутности исследованных образцов удовлетворяет данным требованиям, т. е. около 30% сахара соответствует требованиям указанных потребителей. По содержанию кальция весь сахар категории ТС2 не удовлетворяет требованиям кондитерского производства.

По результатам впервые выполненного мониторинга технологической адекватности российского белого сахара установлены фактические пределы варьирования индикаторных показателей. Отмечено, что их величина возрастает по мере снижения категории сахара в 2–4 раза, а сырьевая ценность падает. Подтверждено пред-

положение о технологической адекватности белого сахара более высоких категорий. Так, показано, что наиболее предпочтительным по качеству, обладающим широким диапазоном технологической адекватности для использования в производстве разнообразных продуктов питания является сахар белый категорий экстра и ТС1. Лишь в отдельных случаях возможно применение сахара категории ТС2, удельный вес таких образцов в общей массе не превышает 62%. Следовательно, утверждение об отрицательном влиянии нутриентов на проявление функциональных свойств белого сахара при формулировке понятия индикаторного показателя его технологической адекватности является верным.

В Таблице 5 приведены систематизированные требования ГОСТ 30561 к мелассе и сформированные величины индикаторных показателей технологической адекватности по требованиям потребителей мелассы; там же указаны фактические показатели мелассы по результатам мониторинга (в числителе — диапазоны варьирования, в знаменателе — средние величины). Индикаторные показатели технологической адекватности мелассы, так же, как и белого сахара, включают нормируемые стандартом показатели и дополнительные. Причем одни нутриенты — сухие вещества, сахароза, сумма сбраживаемых сахаров — оказывают положительное влияние на проявление технологической адекватности мелассы; другие — редуцирующие вещества, кальций, α -аминный азот, диоксид серы — отрицательное.

Все проанализированные образцы мелассы соответствовали требованиям ГОСТ 30561. Содержание сухих веществ мелассы в среднем превышает нижний предел, зафиксированный в стандарте, и всех индикаторных показателей технологической адекватности. Содержание сахарозы в мелассе в среднем также превышает значения норматива и индикаторных показателей. Наличие редуцирующих веществ в мелассе в среднем невысокое и соответствует требованиям как нормативного документа, так и потребителей; указанное относится и к водородному показателю мелассы. Содержание кальция в мелассе не нормируется, но в отдельных образцах превышает уровни, обуславливающие пригодность использования ее в бродильных производствах и производстве лимонной кислоты, хотя в среднем соответствует этим требованиям. Уровень α -аминного азота в мелассе важен при хранении, а при промышленном использовании не нормируется, однако в среднем его содержание в мелассе незначительно превышает значение, определяющее ее хранимостепособность. Хотя показатель содержания диоксида серы в мелассе не нормируется стандартом, по полученным фактическим данным она пригодна для применения в бродильных производствах и в производстве лимонной кислоты. Не нормируется и сумма сбраживаемых сахаров мелассы, однако по данному показателю она соответствует требованиям при использовании в бродильном производстве.

Следовательно, уровень значений индикаторных показателей технологической адекватности мелассы для разных промышленных потребителей существенно отличается, что априори обуславливает разную ее сырьевую ценность. Результаты мониторинга показали, что химический состав мелассы не постоянен и имеет широкую

вариативность, что позволяет удовлетворять дополнительные требования разных промышленных потребителей за счет использования определенных партий. Подтверждено, что нутриенты мелассы, определяющие технологическую адекватность, могут оказывать как отрицательное, так и положительное влияние на проявление ее функциональных свойств.

4. Выводы

Показано, что технологическая адекватность белого сахара и свекловичной мелассы является комплексной характеристикой соответствия определенных их функциональных свойств требованиям производства конкретного пищевого продукта, в котором они являются сырьевым ингредиентом; сформулированы определения данных терминов. Предложено обозначить меру соответствия требованиям через индикаторные показатели в виде физико-химических параметров состава или свойств белого сахара и мелассы. При этом установлено, что наличие нутриентов в белом сахаре оказывает отрицательное влияние на проявление его функциональных свойств, для мелассы присутствие нутриентов может проявляться как в положительном, так и отрицательном влиянии. На основании анализа научной информации сформированы индикаторные показатели технологической адекватности белого сахара для производства кондитерских изделий, безалкогольных напитков длительного хранения, алкогольных напитков; свекловичной мелассы — для хранения, при использовании в бродильных производствах, в производстве лимонной кислоты; установлены их предельные значения. Впервые исследована фактическая технологическая адекватность продукции свеклосахарного производства, выявлены пределы варьирования значений индикаторных показателей, установлены связи между отдельными показателями. Для белого сахара отмечен рост величин фактических значений индикаторных показателей в 2–4 раза по мере снижения категории сахара. Получено подтверждение эмпирических знаний о повышении содержания микронутриентов при понижении категории, а также гипотезы о взаимосвязи отдельных показателей белого сахара. Показано, что белый сахар категорий экстра и ТС1 обладает широким диапазоном технологической адекватности для использования в производстве пищевой продукции; сахар категории ТС2 только в 62% случаев обладал технологической адекватностью. Для свекловичной мелассы ввиду непостоянства ее химического состава технологическая адекватность для разных промышленных потребителей может быть обеспечена только за счет использования определенных партий мелассы. Практичность полученных результатов заключается в том, что они являются инструментом регулирования выпуска конкурентоспособной продукции свеклосахарного производства за счет оценки технологической адекватности белого сахара и мелассы; сделанные выводы будут способствовать развитию схемы контроля технологического потока получения сахара за счет введения в нее в качестве параметров контроля индикаторных показателей технологической адекватности.

Таблица 5. Индикаторные показатели технологической адекватности свекловичной мелассы и их фактические значения

Table 5. Indicator markers of technological adequacy of beet molasses and their actual values

Индикаторный показатель технологической адекватности	Требования ГОСТ 30561	Пределы варьирования показателя технологической адекватности			Фактическое значение показателя технологической адекватности
		хранение	БП	ЛК	
Содержание сухих веществ, %	не менее 75,0	78,0...80,0	не менее 75,0	не менее 75,0	$\frac{75,6-84,2}{80,2 \pm 0,69}$
Содержание сахарозы, %	не менее 43,0	то*	не менее 46,0	не менее 46,0	$\frac{47,0-58,7}{50,8 \pm 1,09}$
Содержание редуцирующих веществ, %	не более 1,0	не более 1,5	не более 0,5	не более 1,0	$\frac{0,1-0,8}{0,4 \pm 0,22}$
Водородный показатель, pH	6,5...8,5	6,5...8,5	не менее 6,8	не менее 6,5	$\frac{6,6-8,3}{7,4 \pm 0,26}$
Содержание кальция, % CaO	не нормируется	то*	не более 0,8	не более 0,7	$\frac{0,1-1,1}{0,5 \pm 0,12}$
Содержание α -аминного азота, %	не нормируется	не более 0,3	то*	то*	$\frac{0,19-0,54}{0,32 \pm 0,02}$
Содержание диоксида серы, %	не нормируется	то*	не более 0,05	не более 0,03	$\frac{0,006-0,044}{0,02 \pm 0,004}$
Сумма сбраживаемых сахаров, %	не нормируется	то*	не менее 46,0	то*	$\frac{47,2-51,5}{50,2 \pm 0,004}$

Примечание: то* — требования отсутствуют.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Шердани, А. Д. (2021). Супербарбота™ — инновационная технология очистки свежесочной мелассы. Сравнение с современными аналогами. *Сахар*, 5, 24–39. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-5-24-39>
- Konar, N., Güneş, R., Palabiyik, I., Tokar, O. S. (2022). Health conscious consumers and sugar confectionery: Present aspects and projections. *Trends in Food Science & Technology*, 123(3), 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.001>
- Резниченко, И. Ю., Щеглов, М. С. (2020). Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий. *Техника и технология пищевых производств*, 50(4), 576–587. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587>
- Тарасова, Е. А., Гурьева, К. Б., Славянский, А. А., Лебедева, Н. Н., Митрошина Д. П. (2021). Развитие национальной инфраструктуры качества в области сахарной промышленности. *Сахар*, 5, 20–23. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-5-20-23>
- Панфилов, В. А., Белозеров, Г. А., Андреев, С. П. (2022). Аграрно-пищевые технологии как этап диалектики АПК. *Аграрно-пищевые инновации*, 1(17), 7–16. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-7-16>
- Долгошева, Е. В., Романова, Т. Н., Коростелева, Л. А., Баймишев, Р. Х. (2021). Влияние сезона года на технологические свойства молока и качество сладкосливочного масла. *Пищевая промышленность*, 4, 12–15. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-4-0034>
- Егорова, М. И., Пузанова, Л. Н., Хлюпина, С. В., Смирнова, Л. Ю. (2018). Оценка технологической адекватности свежесочной сахарной для производства сахара. *Аграрная наука*, 7–8, 50–54.
- Prada, M., Saraiva, M., Garrido, M. V., Rodrigues, D. L., Lopes, D. (2020). Knowledge about sugar sources and sugar intake guidelines in Portuguese consumers. *Nutrients*, 12(12), Article 3888. <https://doi.org/10.3390/nu12123888>
- Lee, J. S., Srinivasan, R., Jo, I. G., Kwon, Y. S., Bahuguna, A., Oh, Y. S. et al. (2018). Comparative study of the physicochemical, nutritional, and antioxidant properties of some commercial refined and non-centrifugal sugars. *Food Research International*, 109, 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.047>
- Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C. J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L. et al. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 103(7), 6244–6249. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17644>
- Seguí, L., Calabuig-Jiménez, L., Betoret, N., Fito, P. (2015). Physicochemical and antioxidant properties of non-refined sugarcane alternatives to white sugar. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(12), 2579–2588. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12926>
- Iwuozor, K. O., Anyanwu, V. U., Olaniyi, B. O., Mbamalu, P. S., Adeniyi, A. G. (2022). Adulteration of sugar: A growing global menace. *Sugar Tech*, 24(3), 914–919. <https://doi.org/10.1007/s12355-022-01122-6>
- Clemens, R. A., Jones, J. M., Kern, M., Lee, S.-Y., Mayhew, E. J., Slavin, J. L. et al. (2016). Functionality of sugars in foods and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 433–470. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12194>
- Goldfien, K. R., Slavin, J. L. (2015). Why sugar is added to food: Food science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 644–656. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12151>
- Шобанова, Т. В., Творогова, А. А. (2021). Влияние замены сахарозы глюкозно-фруктозным сиропом на показатели качества мороженого пломбир. *Техника и технология пищевых производств*, 51(3), 604–614. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-604-614>
- Van der Sman, R. G. M., Renzetti, S. (2019). Understanding functionality of sucrose in biscuits for reformulation purposes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(14), 2225–2239. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1442315>
- Казанцев, Е. В., Кондратьев, Н. Б., Руденко, О. С., Петрова, Н. А., Белова, И. А. (2022). Формирование пенообразной структуры кондитерских изделий. *Пищевые системы*, 5(1), 64–69. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-64-69>
- Осипов, М. В., Кондратьев, Н. Б., Казанцев, Е. В., Белова, И. А. (2022). Использование антикристаллизаторов для повышения сохранности пастильных кондитерских изделий. *Пищевая промышленность*, 12, 57–61. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.12.12.011>
- Nastaj, M., Mleko, S., Terpiłowski, K., Tomczyńska-Mleko, M. (2021). Effect of sucrose on physicochemical properties of high-protein meringues obtained from whey protein isolate. *Applied Sciences*, 11(11), Article 4764. <https://doi.org/10.3390/app11114764>
- Simoes, S., Lelaj, E., Rousseau, D. (2021). The presence of crystalline sugar limits the influence of emulsifiers on cocoa butter crystallization. *Food Chemistry*, 346, Article 128848. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128848>
- Лаптенков, Н. С., Дударева, А. Н., Севастей, Л. И., Горошнякова, С. Д. (2022). Влияние сахара на структурно-механические свойства хлебобулочных изделий из муки пшеничной первого сорта. *Пищевая промышленность: наука и технологии*, 15(3), 62–68.
- Мазукабзова, Э. В., Зайцева, Л. В. (2022). Органолептические, реологические и кристаллизационные свойства кондитерской глазури с порошком из свежесочной мелассы. *Пищевые системы*, 5(2), 132–138. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-132-138>
- Meza, B. E., Peralta, J.-M., Zorrilla, S. E. (2021). Effect of temperature and composition on rheological behaviour and sagging capacity of glaze materials for foods. *Food Hydrocolloids*, 117(2), Article 106689. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106689>
- Wang, R., Hartel, R. W. (2021). Caramel stickiness: Effects of composition, rheology, and surface energy. *Journal of Food Engineering*, 289, Article 110246. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110246>
- Большакова, Е. И. (2022). Трегалоза и изомальтулоза в технологии сладких молочных консервов. *Техника и технология пищевых производств*, 52(4), 623–630. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2391>
- Erickson, S., Carr, J. (2020). The technological challenges of reducing the sugar content of foods. *Nutritional Bulletin*, 45(3), 309–314. <https://doi.org/10.1111/mbu.12454>
- Struck, S., Jaros, D., Brennan, C. S., Rohm, H. (2014). Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(9), 1963–1976. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12617>
- Mahato, D. K., Keast, R., Liem, D. G., Russell, C. G., Cicerale, S., Gamlat, S. (2020). Sugar reduction in dairy food: An overview with flavoured milk as an example. *Foods*, 9(10), Article 1400. <https://doi.org/10.3390/foods9101400>
- Туровская, С. Н., Кручинин, А. Г., Илларионова, Е. Е. (2023). Основные пороки стуженого молока с сахаром в процессе хранения. *Пищевая промышленность*, 2, 66–70. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.015>
- Riedel, R., Böhme, B., Rohm, H. (2015). Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar-based fruit jellies. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1338–1344. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12787>
- Thorat, A. A., Forny, L., Meunier, V., Taylor, L. S., Maur, L. J. (2018). Effects of mono-, di-, and tri-saccharides on the stability and crystallization of amorphous sucrose. *Journal of Food Science*, 83(11), 2827–2839. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14357>
- Querioz, M. B., Sousa, F. R., da Silva, L. B., Alves, R. M. V., Alvim, I. D. (2022). Co-crystallized sucrose-soluble fiber matrix: Physicochemical and structural characterization. *LWT — Food Science and Technology*, 154, Article 112685. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112685>
- Mordenti, A. L., Giarretta, E., Campidonio, L., Parazza, P., Formigoni, A. (2021). A review regarding the use of molasses in animal nutrition. *Animals*, 11(1), Article 115. <https://doi.org/10.3390/ani11010115>
- Detman, A., Laubitz, D., Chojnacka, A., Wiktorowska-Sowa, E., Piotrowski, J., Salamon, A. et al. (2021). Dynamics and Complexity of Dark Fermentation Microbial Communities Producing Hydrogen From Sugar Beet Molasses in Continuously Operating Packed Bed Reactors. *Frontiers in Microbiology*, 11, Article 612344. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.612344>
- Золотин, А. Ю., Симоненко, С. В., Симоненко, Е. С., Вайнерман, Е. С., Антипова, Т. А., Седова, А. Е. (2019). Потребительская ценность пищевого продукта — как ее понимать в аспекте разработки продуктов. *Международный научно-исследовательский журнал*, 8–1(86), 62–67.
- Шебетова, Е. И., Золотин, А. Ю., Симоненко, С. В., Симоненко, Е. С. (2022). Принципы разработки пищевых продуктов потенциально высокой потребительской ценности. *Пищевая промышленность*, 11, 106–109. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.11.11.024>
- Борисова, А. В., Шаярова, М. В., Шишкина, Н. Ю. (2021). Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем. *Новые технологии*, 17(1), 21–32. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32>
- Дремучева, Г. Ф., Носова, М. В. (2021). Результаты исследований хлебопекарных свойств пшеничной муки с использованием реоферментометра. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 3, 105–114. <https://doi.org/10.36107/spfr.2021.238>
- Лисицын, А. Н., Марков, В. Н., Григорьев, В. Н., Тагиев, Ш. К., Ефимов, А. В. (2020). Изменение природной локализации масла в семенах как показатель их качества. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 4, 8–21. <https://doi.org/10.36107/spfr.2020.369>
- Золотин, А. Ю., Симоненко, С. В., Симоненко, Е. С. (2020). Роль ингредиентов в формировании потребительской ценности пищевого продукта. *Пищевая промышленность*, 3, 29–33. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10030>
- Jeddi, M. Z., Boon, P. E., Cubadda, F., Hoogenboom, R., Mol, H., Verhagen, H. et al. (2022). A vision on the 'foodture' role of dietary exposure sciences in the interplay between food safety and nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 120, 288–300. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.024>
- Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H. et al. (2023). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60, 820–834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
- Díaz-Mendez, C., Lozano-Cabedo, C. (2020). Food governance and healthy diet an analysis of the conflicting relationships among the actors of the agri-food system. *Trends in Food Science and Technology*, 105, 449–453. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.025>
- Вебер, А. Л., Леонова, С. А., Кондратьева, О. В. (2022). Потребительские свойства и потенциальная востребованность продукции "dairy alternatives" из отечественных сортов гороха и фасоли. *Техника и технология пищевых производств*, 52(1), 108–122. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-108-122>
- Gunes, R., Palabiyik, I., Konar, N., Tokar, O. S. (2022). Soft confectionery products: Quality parameters, interactions with processing and ingredients. *Food Chemistry*, 385, Article 132735. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132735>
- Lim, S. A. H., Antony, J. A. (2016). Statistical process control readiness in the food industry: Development of a self-assessment tool. *Trends in Food Science and Technology*, 58, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.025>
- Mayhew, E. J., Schmidt, S. J., Schlich, P., Lee, S. Y. (2018). Correlation of consumer perception of stickiness and contributing texture attributes to trained panelist temporal evaluations in a caramel system. *Food Quality and Preference*, 65, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.11.009>
- Линовская, Н. В., Мазукабзова, Э. В., Кондратьев, Н. Б., Крылова, Э. Н. (2019). Изучение технологической адекватности сырьевых компонентов, используемых в производстве шоколадного полуфабриката. *Вестник МГУТУ*, 22(3), 404–412. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-404-412>
- Фролова, Н. А. (2019). Потребительские свойства кондитерских изделий с заданным химическим составом. *Новые технологии*, 1(47), 208–215. <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10121>
- Резниченко, И. Ю., Фролова, Н. А., Жарская, Е. Е., Ковальчук, Я. С., Соловьева, М. А. (2021). «Дерево свойств» в оценке потребительских критериев сахаристых кондитерских изделий. *Индустрия питания*, 6(1), 5–12. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-1-1>
- Моисеева, А. А., Андриевская, Д. В., Ульянова, Е. В., Захарова, В. А. (2023). Методология оценки качества исходных виноматериалов для красных игристых вин. *Пищевая промышленность*, 3, 70–75. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.3.5.014>

52. Пряничникова, Н. С., Хуршудян, С. А. (2023). Матрица маркеров, границы качества и срок годности молочных продуктов. *Пищевая промышленность*, 2, 49–51. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.011>
53. Оганесянц, Л. А., Севостьянова, Е. М., Ганин, М. Ю. (2022). Установление идентификационных показателей для лечебных природных минеральных вод. *Пищевая промышленность*, 12, 10–15. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.12.12.002>
54. Егорова, М. И., Пузанова, Л. Н., Михалева, И. С., Кротова, Я. А. (2021). Результаты мониторинга флокулообразующей способности растворов белого сахара. *Достижения науки и техники АПК*, 35(3), 67–72. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10312>

55. Егорова, М. И., Широких, Е. В., Райник В. В., Кротова, Я. А. (2017). Теория йодометрического определения диоксида серы в мелассе. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 8, 8–13.
56. Андриевская, Д. В., Захаров, М. А., Ульянова, Е. В., Трофимченко, В. А. (2021). Исследование влияния сахаросодержащего сырья на процесс отдыха (выдержки) купажей спиртных напитков. *Пиво и напитки*, 1, 16–20. <https://doi.org/10.24412/2072-9650-2021-1-0004>
57. Miller, E., Hartel, R.W. (2015). Sucrose crystallization in caramel. *Journal of Food Engineering*, 153, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.11.028>

REFERENCES

1. Sherdani, A. D. (2021). Superbarbotage™ as an innovative technology of beet molasses processing. Comparison with modern analogues. *Sugar*, 5, 24–39. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-5-24-39> (In Russian)
2. Konar, N., Güneş, R., Palabiyik, I., Tokar, O. S. (2022). Health conscious consumers and sugar confectionery: Present aspects and projections. *Trends in Food Science and Technology*, 123(3), 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.001>
3. Reznichenko, I. Yu., Shcheglov, M. S. (2020). Sugar substitutes and sweeteners in confectionary technology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 50(4), 576–587. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587> (In Russian)
4. Tarasova, E. A., Guryeva, K. B., Slavyanskiy, A. A., Lebedeva, N. N., Mitroshina, D. P. (2021). Development of a national quality infrastructure in the sugar industry. *Sugar*, 5, 20–23. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-5-20-23> (In Russian)
5. Panfilov, V. A., Belozero, G. A., Andreev, S. P. (2022). Agrarian and food technologies as a stage of the agricultural and industrial complex dialectics. *Agrarian-And-Food Innovations*, 1(17), 7–16. <https://doi.org/10.31208/2618-7553-2022-17-7-16> (In Russian)
6. Dolgosheva, E. V., Romanova, T. N., Korosteleva, L. A., Baimishev, R. N. (2021). Influence of the season on the technological properties of milk and quality of sweet-cream butter. *Food Industry*, 4, 12–15. <https://doi.org/10.24412/0235-2486-2021-4-0034> (In Russian)
7. Egorova, M. I., Puzanova, L. N., Hlyupina, S. V., Smirnova, L. Yu. (2018). Evaluation of technical adequacy of sugar beets for sugar production. *Agrarian Science*, 7–8, 50–54. (In Russian)
8. Prada, M., Saraiva, M., Garrido, M. V., Rodrigues, D. L., Lopes, D. (2020). Knowledge about sugar sources and sugar intake guidelines in Portuguese consumers. *Nutrients*, 12(12), Article 3888. <https://doi.org/10.3390/nu12123888>
9. Lee, J. S., Srinivasan, R., Jo, I. G., Kwon, Y. S., Bahuguna, A., Oh, Y. S. et al. (2018). Comparative study of the physicochemical, nutritional, and antioxidant properties of some commercial refined and non-centrifugal sugars. *Food Research International*, 109, 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.047>
10. Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C. J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L. et al. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 103(7), 6244–6249. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17644>
11. Seguí, L., Calabuig-Jiménez, L., Betoret, N., Fito, P. (2015). Physicochemical and antioxidant properties of non-refined sugarcane alternatives to white sugar. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(12), 2579–2588. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12926>
12. Iwuozor, K. O., Anyanwu, V. U., Olaniyi, B. O., Mbamalu, P. S., Adeniyi, A. G. (2022). Adulteration of sugar: A growing global menace. *Sugar Tech*, 24(3), 914–919. <https://doi.org/10.1007/s12355-022-01122-6>
13. Clemens, R. A., Jones, J. M., Kern, M., Lee, S.-Y., Mayhew, E. J., Slavin, J. L. et al. (2016). Functionality of sugars in foods and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 433–470. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12194>
14. Goldfien, K. R., Slavin, J. L. (2015). Why sugar is added to food: Food science 101. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(5), 644–656. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12151>
15. Shobanova, T. V., Tvorogova, A. A. (2021). The effect of replacing sucrose with glucose-fruit syrup on the quality indicators of plombières ice-cream. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(1), 604–514. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-604-614> (In Russian)
16. Van der Sman, R. G. M., Renzetti, S. (2019). Understanding functionality of sucrose in biscuits for reformulation purposes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(14), 2225–2239. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1442315>
17. Kazantsev, E. V., Kondratev, N. B., Rudenko, O. S., Petrova, N. A., Belova, I. A. (2022). Formation of a foamy structure of confectionery pastille products. *Food Systems*, 5(1), 64–69. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-1-64-69> (In Russian)
18. Osipov, M. V., Kondratev, N. B., Kazantsev, E. V., Belova, I. A. (2022). The use of anti-crystallizers to increase the preservation pastille confectionery. *Food Industry*, 12, 57–61. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.12.12.011> (In Russian)
19. Nastaj, M., Mleko, S., Terpiłowski, K., Tomczyńska-Mleko, M. (2021). Effect of sucrose on physicochemical properties of high-protein meringues obtained from whey protein isolate. *Applied Sciences*, 11(11), Article 4764. <https://doi.org/10.3390/app11114764>
20. Simoes, S., Lelaj, E., Rousseau, D. (2021). The presence of crystalline sugar limits the influence of emulsifiers on cocoa butter crystallization. *Food Chemistry*, 346, Article 128848. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128848>
21. Laptinok, N. S., Dudareva, A. N., Sevastei, L. I., Goroshniakova, S. D. (2022). Influence of sugar on the structural and mechanical properties of bakery products from first grade wheat flour. *Food Industry: Science and Technologies*, 15(3), 62–68.
22. Mazukabzova, E. V., Zaytseva, L. V. (2022). Organoleptic, rheological and crystallization properties of confectionery glaze with beet powder. *Food Systems*, 5(2), 132–138. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-132-138> (In Russian)
23. Meza, B. E., Peralta, J.-M., Zorrilla, S. E. (2021). Effect of temperature and composition on rheological behaviour and sagging capacity of glaze materials for foods. *Food Hydrocolloids*, 117(2), Article 106689. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106689>
24. Wang, R., Hartel, R. W. (2021). Caramel stickiness: Effects of composition, rheology, and surface energy. *Journal of Food Engineering*, 289, Article 110246. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110246>
25. Bolshakova, E. I. (2022). Trehalose and isomaltulose in the technology of sweetened condensed milk. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(4), 623–630. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-4-2391> (In Russian)
26. Erickson, S., Carr, J. (2020). The technological challenges of reducing the sugar content of foods. *Nutritional Bulletin*, 45(3), 309–314. <https://doi.org/10.1111/mbu.12454>
27. Struck, S., Jaros, D., Brennan, C. S., Rohm, H. (2014). Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(9), 1963–1976. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12617>
28. Mahato, D. K., Keast, R., Liem, D. G., Russell, C. G., Cicerale, S., Gamlath, S. (2020). Sugar reduction in dairy food: An overview with flavoured milk as an example. *Foods*, 9(10), Article 1400. <https://doi.org/10.3390/foods9101400>
29. Turovskaya, S. N., Kruchinin, A. G., Illarionova, E. E. (2023). The main defects of sweetened condensed milk during storage. *Food Industry*, 2, 66–70. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.015> (In Russian)
30. Riedel, R., Böhme, B., Rohm, H. (2015). Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar-based fruit jellies. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1338–1344. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12787>
31. Thorat, A. A., Forny, L., Meunier, V., Taylor, L. S., Mauer, L. J. (2018). Effects of mono-, di-, and tri-saccharides on the stability and crystallization of amorphous sucrose. *Journal of Food Science*, 83(11), 2827–2839. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14357>
32. Querioz, M. B., Sousa, F. R., da Silva, L. B., Alves, R. M. V., Alvim, I. D. (2022). Co-crystallized sucrose-soluble fiber matrix: Physicochemical and structural characterization. *LWT — Food Science and Technology*, 154, Article 112685. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112685>
33. Mordenti, A. L., Giarretta, E., Campidonio, L., Parazza, P., Formigoni, A. (2021). A review regarding the use of molasses in animal nutrition. *Animals*, 11(1), Article 115. <https://doi.org/10.3390/ani11010115>
34. Detman, A., Laubitz, D., Chojnacka, A., Wiktorowska-Sowa, E., Piotrowski, J., Salamon, A. et al. (2021). Dynamics and complexity of dark fermentation microbial communities producing hydrogen from sugar beet molasses in continuously operating packed bed reactors. *Frontiers in Microbiology*, 11, Article 612344. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.612344>
35. Zolotin, A. Yu., Simonenko, S. V., Simonenko, E. S., Weinerman, E. S., Antipova, T. A., Sedova, A. E. (2019). Consumer value of food product — how to understand it in the aspect of product development. *International Research Journal*, 8–1(86), 62–67. (In Russian)
36. Schebetova, E. I., Zolotin, A. Yu., Simonenko, S. V., Simonenko, E. S. (2022). Principles of the development of food products of potentially high consumer value. *Food Industry*, 11, 106–109. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.11.11.024> (In Russian)
37. Borisova, A. V., Shayarova, M. V., Shishkina, N. Yu. (2021). Functional food products: The relationship between the theory, the production and a consumer. *New Technologies*, 17(1), 21–32. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-1-21-32> (In Russian)
38. Dremucheva, G. F., Nosova, M. V. (2021). Results of studies of the baking properties of wheat flour using a rheofermentometer. *Storage and Processing of Farm Products*, 3, 105–114. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.238> (In Russian)
39. Lisitsyn, A. N., Markov, V. N., Grigorjeva, V. N., Tagiev, Sh. K., Efimov, A. V. (2020). Changing the natural localization of oil in seeds as an indicator of their quality. *Storage and Processing of Farm Products*, 4, 8–21. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.369> (In Russian)
40. Zolotin, A. Yu., Simonenko, S. V., Simonenko, E. S. (2020). The role of ingredients in the formation of consumer value of a food product. *Food Industry*, 3, 29–33. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10030> (In Russian)
41. Jeddi, M. Z., Boon, P. E., Cubadda, F., Hoogenboom, R., Mol, H., Verhagen, H. et al. (2022). A vision on the 'foodture' role of dietary exposure sciences in the interplay between food safety and nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 120, 288–300. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.024>
42. Essa, M. M., Bishir, M., Bhat, A., Chidambaram, S. B., Al-Balushi, B., Hamdan, H. et al. (2023). Functional foods and their impact on health. *Journal of Food Science and Technology*, 60, 820–834. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05193-3>
43. Díaz-Mendez, C., Lozano-Cabedo, C. (2020). Food governance and healthy diet an analysis of the conflicting relationships among the actors of the agri-food system. *Trends in Food Science and Technology*, 105, 449–453. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.025>
44. Veber, A. L., Leonova, S. A., Kondrateva, O. V. (2022). Consumer qualities and potential relevance of dairy alternatives from domestic beans and peas. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(1), 108–122. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-108-122> (In Russian)
45. Gunes, R., Palabiyik, I., Konar, N., Tokar, O. S. (2022). Soft confectionery products: Quality parameters, interactions with processing and ingredients. *Food Chemistry*, 385, Article 132735. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132735>
46. Lim, S. A. H., Antony, J. A. (2016). (2016). Statistical process control readiness in the food industry: Development of a self-assessment tool. *Trends in Food Science and Technology*, 58, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.025>
47. Mayhew, E. J., Schmidt, S. J., Schlich, P., Lee, S. Y. (2018). Correlation of consumer perception of stickiness and contributing texture attributes to trained panelist temporal evaluations in a caramel system. *Food Quality and Preference*, 65, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2017.11.009>

48. Linovskaya, N. V., Mazukabzova, E. V., Kondratyev, N. B., Krylova, E. N. (2019). The study of the technological adequacy of raw materials used in the production of chocolate semi-finished product. *Vestnik of MSTU*, 22(3), 404–412. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2019-22-3-404-412> (In Russian)
49. Frolova, N. A. (2019). Consumer properties of confectionery products with ordered chemical composition. *New Technologies*, 1(47), 208–215. <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10121> (In Russian)
50. Reznichenko, I. Yu., Frolova, N. A., Zharskaya, E. E., Kovalchuk, Y. S., Solovyova, M. A. (2021). "Properties Tree" in the consumer criteria evaluation for sugary confectionery products. *Food Industry*, 6(1), 5–12. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-1-1> (In Russian)
51. Moiseeva, A. A., Andrievskaya, D. V., Ul'yanova, E. V., Zaharova, V. A. (2023). Methodology for assessing the quality of raw wine materials for red sparkling wines. *Food Industry*, 3, 70–75. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.3.3.014> (In Russian)
52. Pryanichnikova, N. S., Khurshudyan, S. A. (2023). Matrix of markers, quality limits and shelf life of dairy products. *Food Industry*, 2, 49–51. <https://doi.org/10.52653/PPI.2023.2.2.011> (In Russian)
53. Oganesyants, L. A., Sevost'yanova, E. M., Ganin, M. Yu. (2022). Establishment of identification indicators for medicinal natural mineral waters. *Food Industry*, 12, 10–15. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.12.12.002> (In Russian)
54. Egorova, M. I., Puzanova, L. N., Mikhaleva, I. S., Kretova, Ya. A. (2021). Results of monitoring the floccules-forming ability of white sugar solutions. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*, 35(3), 67–72. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2021-10312> (In Russian)
55. Egorova, M. I., Shirokih, E. V., Raynik, V. V., Kretova, Ja. A. (2017). Theory of iodometric determination of sulfur dioxide in molasses. *Storage and Processing of Farm Products*, 8, 8–13 (In Russian)
56. Andryevskaya, D. V., Zakharov, M. A., Ulyanova, E. V., Trofimchenko, V. A. (2021). The influence investigation of sugar-containing raw materials on the rest (aging) process of alcoholic beverages blends. *Beer and Beverages*, 1, 16–29. <https://doi.org/10.24412/2072-9650-2021-1-0004> (In Russian)
57. Miller, E., Hartel, R. W. (2015). Sucrose crystallization in caramel. *Journal of Food Engineering*, 153, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.11.028>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Егорова Марина Ивановна — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Курский федеральный аграрный научный центр 305021, Курск, ул. Карла Маркса, 70б Тел.: +7-4712-53-11-16 E-mail: rniisp@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1333-7377 * автор для контактов	Marina I. Egorova , Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Federal Agricultural Kursk Research Center 70b, Karla Marksa Str., 305021, Kursk, Russia Tel.: +7-4712-53-11-16 E-mail: rniisp@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1333-7377 * corresponding author
Пузанова Любовь Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Курский федеральный аграрный научный центр 305021, Курск, ул. Карла Маркса, 70б Тел.: +7-4712-58-42-29 E-mail: lyubov.puzanova@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0857-5744	Lyubov N. Puzanova , Candidate of Agrarian Sciences, Leading Researcher, Federal Agricultural Kursk Research Center 70b, Karla Marksa Str., 305021, Kursk, Russia Tel.: +7-4712-58-42-29 E-mail: lyubov.puzanova@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0857-5744
Михалева Ирина Сергеевна — старший научный сотрудник, Курский федеральный аграрный научный центр 305021, Курск, ул. Карла Маркса, 70б Тел.: +7-4712-53-74-01 E-mail: ismihaleva@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3359-8785	Irina S. Mikhaleva , Senior Researcher, Federal Agricultural Kursk Research Center 70b, Karla Marksa Str., 305021, Kursk, Russia Tel.: +7-4712-53-74-01 E-mail: ismihaleva@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3359-8785
Власенко Анна Сергеевна — младший научный сотрудник, Курский федеральный аграрный научный центр 305021, Курск, ул. Карла Маркса, 70б Тел.: +7-4712-53-74-01 E-mail: aniuta.kurdiuckova@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5998-8699	Anna S. Vlasenko , Junior Researcher, Federal Agricultural Kursk Research Center 70b, Karla Marksa Str., 305021, Kursk, Russia Tel.: +7-4712-53-74-01 E-mail: aniuta.kurdiuckova@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5998-8699
Критерии авторства	Contribution
Егорова Марина Ивановна — руководство исследованием, разработка его концепции и методологии, анализ результатов исследований, написание рукописи; Пузанова Любовь Николаевна — обзор литературных источников по исследуемой проблеме, обоснование индикаторных показателей технологической адекватности и их пороговых значений, обработка экспериментальных данных, коррекция рукописи до подачи ее в редакцию; Михалева Ирина Сергеевна — поиск литературных источников по исследуемой проблеме, отбор образцов сахара и мелассы, проведение экспериментальной части; Власенко Анна Сергеевна — проведение экспериментальной части. Авторы одинаково несут ответственность за плагиат.	Marina I. Egorova — research management, development of its concept and methodology, analysis of research results, writing the manuscript; Lyubov N. Puzanova — review of literature sources on the problem under study, substantiation of indicator marks of technological adequacy and their threshold values, processing of experimental data, correction of the manuscript before submitting it to the editor; Irina S. Mikhaleva — search for literary sources on the problem under study, sampling of sugar and molasses, conducting the experimental part; Anna S. Vlasenko — conducting the experimental part. The authors are equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.