2020 Т. 50 № 4 / Техника и технология пищевых производств / Food Processing: Techniques and Technology
ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)
https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587
УДК 664.162.81
Обзорная статья
http://fptt.ru

Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий

И. Ю. Резниченко*, М. С. Щеглов

Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

**e-mail: Irina.reznichenko@gmail.com*

Дата поступления в редакцию: 27.04.2020
Дата принятия в печать: 25.12.2020

© И. Ю. Резниченко, М. С. Щеглов, 2020

Аннотация.
Введение. Сахарозаменители и подсластители обладают различными технологически-функциональными свойствами, которые учитываются при разработке специализированных кондитерских изделий. В связи с этим поиск эквивалентных вкусовых сахарозаменителей не сахаристой природы является актуальным направлением. Цель работы – анализ, систематизация и обобщение международного и отечественного опыта в области использования сахарозаменителей и подсластителей в технологии кондитерских изделий, а также систематизация их свойств.
Объекты и методы исследования. Научные статьи ученых по теме исследования за последние десять лет, нормативные и законодательные документы. В качестве методов применяли методы анализа, систематизации и обобщения.
Результаты и их обсуждение. Исключение сахара из рецептур мучных и сахаристых кондитерских изделий, в технологическом плане является сложной задачей. Каждый из известных на данный момент сахарозаменителей и подсластителей имеет свои преимущества и недостатки, поэтому были проанализированы их специфические особенности, технологические свойства и нормы потребления. Выявлены подсластители, которые широко применяются в технологиях сахаристых и мучных кондитерских изделиях и не ухудшают сенсорные характеристики готового продукта.
Выводы. Ассортимент сахарозаменителей и подсластителей, которые можно применять в технологии кондитерских изделий ограничен. Опыт применения подсластителей в нашей стране и за рубежом показал, что стевиозид и сорбит используют как в технологии сахаристых, так и в технологии мучных кондитерских изделий. Изомальт и лактит оправдали себя в технологии шоколада и шоколадных конфет при оптимальных технологических режимах. Разработка научно обоснованных рецептур и технологий специализированных кондитерских изделий для людей с нарушенным углеводным обменом, а также дальнейшие исследования по применению сахарозаменителей и подсластителей позволит удовлетворить возрастающий спрос на данную продукцию и расширить ассортимент продуктов здорового питания.

Ключевые слова. Пищевые добавки, продукты питания, технология, качество

Для цитирования: Резниченко, И. Ю. Сахарозаменители и подсластители в технологии кондитерских изделий / И. Ю. Резниченко, М. С. Щеглов // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 4. – С. 576–587. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587.

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

Sugar Substitutes and Sweeteners in Confectionery Technology

Irina Yu. Reznichenko*, Mikhail S. Shcheglov

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

**e-mail: Irina.reznichenko@gmail.com*

Received: April 27, 2020
Accepted: December 25, 2020

© I.Yu. Reznichenko, M.S. Shcheglov, 2020

Abstract.
Introduction. Targeted diabetic confectionery for people with carbohydrate metabolism impairment includes sugar substitutes or sweeteners instead of sugar. At the same time, modified carbohydrate composition should guarantee high sensory characteristics of the finished product, production technology and the raw materials being the main quality factors. Certain safety requirements are imposed on sweeteners and sugar substitutes, and their daily intake is regulated. Sweeteners and sugar substitutes have various technological and functional properties that are taken into account when developing specialized confectionery products. In this regard, the search for substitutes of non-sugar nature is a relevant matter. The research objective was to analyze, systematize, and generalize

international and domestic experience in the use of sweeteners and sugar substitutes in the technology of confectionery products.
Study objects and methods. The authors analyzed related scientific articles and legislative documents over the past ten years. The materials were obtained from Elibrary, Scimago Journal Country Rank, Scopus, and Scielo. The methods included analysis, systematization, and generalization.
Results and discussion. Technological exclusion of sugar from formulations of flour and sugar confectionery is a difficult task. Each of the currently known sweeteners and sugar substitutes has its advantages and disadvantages. The authors analyzed their specific features, technological properties, and consumption rates. They identified sweeteners that are widely used in technologies of sugar and flour confectionery products and do not affect the sensory characteristics of the finished product.
Conclusion. The range of sweeteners and sugar substitutes in confectionery technology is limited. The domestic and foreign experience of using sweeteners showed that stevioside and sorbitol are used both as sweeteners and in flour confectionery. Isomalt and lactitol proved effective in chocolate production, if used under optimal technological conditions. New scientifically based formulations and technologies for targeted confectionery for people with impaired carbohydrate metabolism and further research on the use of sweeteners and sugar substitutes will satisfy the increasing demand for these products and expand the range of healthy foods.

Keywords. Food additives, food products, technology, quality

For citation: Reznichenko IYu, Shcheglov MS. Sugar Substitutes and Sweeteners in Confectionery Technology. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(4):576–587. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-576-587.

Введение

В соответствии с задачами федеральных целевых программ РФ «Предупреждение социально значимых заболеваний» одним из приоритетных направлений по их решению является производство продуктов питания для больных сахарным диабетом и алиментарно-обменными формами ожирения. Анализ состояния пищевой промышленности, приведенный в стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г., показывает, что, несмотря на увеличение объемов производства данной продукции, сохраняется высокая импортная зависимость. Накопленный отечественный и зарубежный опыт свидетельствует о том, что наиболее эффективным путем коррекции питания и профилактики нарушения углеводного обмена является соблюдение соответствующего рациона, включающего продукты, не содержащие сахар.

Современные специализированные кондитерские изделия диабетического питания для людей с нарушением углеводного обмена предполагают включение в рецептуру вместо сахара сахарозаменителей или подсластителей.

Пищевая продукция диетического профилактического питания предназначена, согласно ТР ТС 027/2012, для коррекции углеводного обмена веществ. В такой продукции изменено содержание и/или соотношение отдельных веществ относительно естественного их содержания. В ее состав включены не присутствующие изначально вещества или компоненты. Пищевая продукция диетического профилактического питания предназначена для снижения риска развития заболеваний.

Коррекция рациона потребителей с нарушением углеводного обмена, а также больных сахарным диабетом второго типа осуществляется за счет введения специализированных пищевых продуктов с модифицированным углеводным профилем, содержащих ингредиенты, обладающие гипогликемическим действием [1–7]. При этом модификация углеводного состава кондитерских изделий должна предусматривать формирование высоких сенсорных характеристик готового продукта, основными факторами качества которого служат технология производства и используемое сырье. В связи в этим поиск эквивалентных вкусовых сахарозаменителей не сахаристой природы является актуальным направлением.

Цель работы – анализ, систематизация и обобщение международного и отечественного опыта в области использования сахарозаменителей и подсластителей в технологии кондитерских изделий, а также систематизация их свойств.

Задачи исследования: проанализировать достоинства и недостатки сахарозаменителей и подсластителей; систематизировать данные о практическом использовании в технологии кондитерских изделий сахарозаменителей и подсластителей для проведения дальнейших исследований по разработке специализированных кондитерских изделий.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов использовались научные статьи ученых по теме исследования за последние десять лет. В работе применяли методы анализа, систематизации и обобщения. Использовали научные поисковики (Elibrary.ru, Scimago Journal Country Rank, Scopus, Scielo).

Результаты и их обсуждение

Подсластители и сахарозаменители стали важной составляющей повседневного рациона и используются многими группами населения для различных целей. Некоторые потребители применяют их для снижения веса, другие – в качестве заменителя сахара при диабете. Включение сладостей в рацион

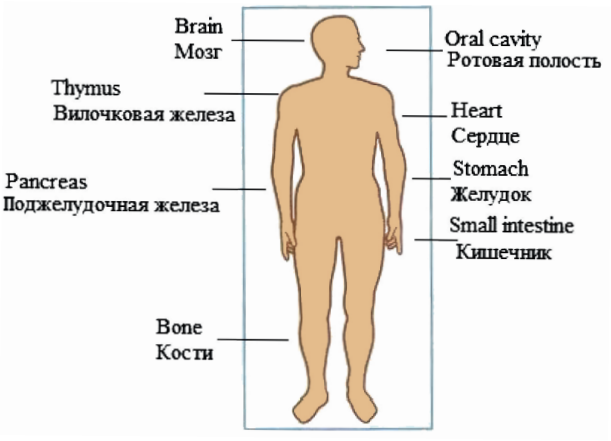

Рисунок 1. Рецепторы к сладкому в организме

Figure 1. Sweet taste receptors

способствует стимулированию центра удовольствия в головном мозге. Сладкий вкус ассоциируется с приятными ощущениями, что вызывает определенную психологическую зависимость от сахара. Ученые отмечают, что психологическая или эмоциональная зависимость от сладкого может привести к физиологической. Это связано с тем, что рецепторы сладкого находятся не только в ротовой полости, но и в других органах человека (рис. 1) [8].

Подсластители или сахарозаменители, попадая в организм человека, действуют на выделение кишечных гормонов и экспрессию белков – переносчиков глюкозы. Рецепторы сладкого в костях и жировой ткани стимулируют костные клетки, что может привести к остеопорозу. Сахарин, например, усиливает тонус и сокращение мочевого пузыря. Подсластители вызывают быстрый выброс инсулина, действуют на рецепторы поджелудочной железы. Активация рецепторов к сладкому приводит к сокращению кровотока в сосудах головного мозга, что увеличивает частоту инсультов и нейродегеративных заболеваний. Работа рецепторов важна для здоровья человека, поэтому потребители диетических продуктов должны серьезно относится к выбору подсластителей, о пользе и вреде которых до сих пор ведутся дебаты [9].

Продукты питания, не содержащие сахара и включающие в свой состав сахарозаменители и подсластители, занимают широкий ассортимент на рынке. Но современные требования потребительского рынка и возрастающая информированность потребителя о продуктах здорового питания диктуют производителям новые задачи по выпуску качественной продукции, отвечающей требованиям потребительского спроса. Отмечено, что рынок продуктов здорового питания имеет хороший потенциал для роста продаж. Грамотное предложение покупателям лечебно-профилактических, диетических и продуктов здорового питания позволит производителям достичь дополнительного роста бизнеса [10]. Поэтому пищевая промышленность проявляет растущий интерес к заменителям сахарозы, которые будут использоваться в продуктах с низким содержанием сахара и отвечать требованиям безопасности.

Применение заменителей сахара-песка во многих технологиях пищевых продуктов не вызывает особых трудностей. Однако изменение содержания сахара может отрицательно повлиять на реологию и текстуру готового изделия. Данное обстоятельство полностью соответствует технологии изготовления кондитерских изделий.

Основным сырьем для производства сахаристых кондитерских изделий служит сахар. Сахар участвует не только в формировании вкуса и аромата изделий, но и имеет функционально-технологическое значение. В рецептуре мучных кондитерских изделий сахар применяется как дополнительное сырье, но также имеет технологическое значение. Например, в технологии мучных кондитерских изделий сахар выполняет роль стабилизатора пенной структуры теста, способствует повышению температуры клейстеризации крахмала и снижению степени набухания белков муки [3]. В работах отечественных и зарубежных ученых отмечено, что, помимо обеспечения сладкого вкуса, сахара связывают воду, повышают температуру кипения и низкую температуру замерзания водных растворов, увеличивают вязкость и изменяют текстуру пищевых продуктов, обеспечивают объем, служат для ферментации, обеспечивают формирование глазури и блеска, служат предшественниками развития вкуса и цвета [5].

Замена сахара на сахарозаменители в традиционных рецептурах кондитерских изделий требует подбор определенного вида сахарозаменителя, определение его дозировки, модификацию рецептуры, установление технологических режимов и параметров. Учитывая многие функциональные возможности сахара в технологиях пищевых продуктов, не всегда возможно исключить или заменить сахар, не влияя на качество и стабильность определенных пищевых продуктов. Функциональные характеристики сахара представлены на рисунке 2.

Исключение сахара из рецептур мучных и сахаристых кондитерских изделий в технологическом плане является сложной задачей. Сахар влияет на формирование структурно-механических свойств изделия и структурообразование теста. Присутствие в жидкой фазе теста сахаров, покрытых гидратными оболочками, приводит к уменьшению степени набухания белков муки из-за снижения массовой доли свободной влаги и повышения осмотического давления в жидкой фазе теста. Сахар также способствует замедлению процесса эмульгирования

Рисунок 2. Функциональные характеристики сахара

Figure 2. Functional characteristics of sugar

в результате повышения вязкости дисперсионной среды и поверхностного натяжения на границе раздела фаз.

Каждый из известных на данный момент сахарозаменителей и подсластителей имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому необходимо проанализировать их специфические особенности и безопасность. Существуют низкокалорийные подсластители (LCS), которые характеризуются малым содержанием калорий или их отсутствием, высокой интенсивностью сладости на грамм в сравнении с подсластителями с калориями. Другие названия LCS – некалорийные подсластители, искусственные подсластители, заменители сахара и высокоинтенсивные подсластители [11]. Чтобы иметь возможность использовать низкокалорийные подсластители, они должны быть одобрены международными агентствами, такими как Codex Alimentarius (Food Code), FDA и EFSA, а также национальными нормативными документами [12–14]. Несмотря на строгие нормы безопасности LCS все еще существует высокий уровень споров об использовании LCS в производстве пищевых продуктов (особенно для детей). Это требует оценки риска для выявления потенциальных проблем со здоровьем, связанных с потреблением продуктов, содержащих LCS [15–18].

Классификация сахарозаменителей и подсластителей приведена в работах отечественных ученых, а также в ГОСТ Р 53904-2010 «Добавки пищевые. Подсластители пищевых продуктов. Термины и определения» и ГОСТ 34274-2017 «Мальтодекстрины. Технические условия» [3, 19]. В литературе сахарозаменители и подсластители часто используются как синонимы. Основное отличие сахарозаменителей от подсластителей заключается в том, что сахарозаменители обладают энергетической ценностью и метаболизируются в организме с меньшей потребностью в инсулине, чем сахар. Подсластители не обладают энергетической ценностью и метаболизируются без участия инсулина.

Наряду с общими признаками классификации сахарозаменителей, в работах зарубежных ученых представлена классификация сахарозаменителей (подсластителей) по признаку влияния сахарозаменителя на текстуру изделия [20–28]. Текстура кондитерского изделия формируется в зависимости от фазового состояния подсластителя. В связи с этим осуществляется подбор технологических режимов и параметров. Учет факторов, влияющих на поведение подсластителя в ходе технологии производства, имеет важное значение для формирования заданной структуры и качества кондитерских изделий. Контроль состояния подсластителей для достижения желаемых потребительских характеристик от внешнего вида до текстуры осуществляется различными методами [21–26].

Подсластители могут быть растворенными, диспергированными в виде кристаллической фазы, иммобилизованными в аморфном и стеклообразном состоянии или в различных комбинациях этих состояний. В связи с этим кондитерские изделия могут быть охарактеризованы в соответствии с природой подсластителя (табл. 1).

Таким образом, физическое состояние подсластителя может оказывать влияние на свойства кондитерского изделия, т. е. как на внешний

Таблица 1. Классификация кондитерских изделий на основе состояния подсластителя

Table 1. Classification of confectionery products based on the state of the sweetener

Категория	Текстура	Примеры кондитерских изделий
Некристаллические	Вязкая, студнеобразная, затяжистая	Сироп для начинки конфет, мармелад
жидкость	Мягкая	Начинка для конфет, жевательные конфеты, кремовые конфеты
аморфная	От твердой до мягкой, пышной	Леденцовая карамель, нуга, зефир
стекловидная	Хрупкая, рыхлая, твердая	Сахарная вата, карамель леденцовая
Кристаллическая	Твердая, плотная	Конфеты, пастила
	Сыпучая	Конфетные порошки [15]
Частично кристаллическая	От мягкой до твердой, плотной	Помадные конфеты, зефир, мягкая карамель

вид, так и на текстурные свойства. Например, стеклообразное состояние твердой карамели характеризуется наличием цвета и аромата, которые равномерно распределены по всему кондитерскому изделию, а не только на поверхности, как в цветных (кристаллических) конфетах. Кроме того, жевательные характеристики нуги или карамели, например, могут быть смягчены путем образования небольших кристаллов для придания кондитерскому изделию более мягкой текстуры [21, 22].

В таблице 2 приведены систематизированные данные о подсластителях, их достоинства и недостатки, нормы суточного употребления.

Из подсластителей, приведенных в таблице 2, все разрешены для применения в производстве пищевых продуктов в РФ. В США в список подсластителей «Признанных безопасными» включены шесть: аспартам, ацесульфам, сахарин, сукралоза, неотам и advantam [9, 23]. Особенное отношение к выбору подсластителей уделяется при их использовании в продуктах для беременных и кормящих женщин, детей, диабетиков, больных эпилепсией. Данные группы населения должны употреблять эти продукты с максимальной осторожностью [24–27].

Широкое применение в кондитерском производстве нашли такие подсластители и сахарозаменители, как лактит, сахаринат натрия, эритрит, стевиозид. Они используются как в технологиях сахаристых, так и мучных кондитерских изделий, а также шоколада.

До недавнего времени шоколад и конфеты редко производили в виде продуктов без сахара из-за многофункциональных свойств, объемности и текстурных характеристик, которые сахар дает продуктам. Сейчас потребители обеспокоены высоким уровнем сахара, калориями и эффектом кариогенности в кондитерских изделиях, что приводит к росту популярности «легких» и «не содержащих сахара» продуктов.

На кафедре технологии переработки зерна, хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Московского государственного университета технологий и управления им. К. Г. Разумовского разработана рецептура шоколада с природными сахарозаменителями, такими как стевиозид и эритритол. Установлено, что при замене сахарозы стевиозидом и эритритолом в готовом шоколаде появлялась специфическая горечь и послевкусие [29].

Получены шоколадные конфеты и шоколад с пониженным содержанием сахара с подсластителями. Выявлено, что фруктоза и сахарные спирты (изомальт и лактит) повышают твердость конфет. Применение стевии и мяты перечной в рецептуре шоколада оказывает положительное влияние на сенсорные свойства [30–32]. Было проведено исследование для изучения влияния инулина DP на уровни жизнеспособности (0–90 дней) различных пробиотиков (*Lactobacillus paracasei* и *L. acidophilus*) и основных параметров качества белого шоколада (текстура, активность воды, термические свойства, реологические свойства, цвет). Анализировался процесс внесения сахарозаменителя мальтита после процесса конширования. Установлено, что температура плавления шоколада составила 35 °С, реологические свойства были удовлетворительными [31]. Учеными научно-исследовательского института продовольственной безопасности РЭУ им. Г. В. Плеханова разработаны рецептуры и технологии производства кондитерских изделий, обогащенных полноценным белком. Объекты разработки – пралиновые глазированные конфеты и глазированные вафли с жировой начинкой со 100 % заменой сахара на сахарозаменители (мальтит и изомальт) и подсластители (стевиозид). Для повышения пищевой и биологический ценности продуктов использованы полидекстроза, цикорий, инулин [32]. ВНИИ кондитерской промышленности предложены рецептуры и технология желейных конфет с низкокалорийным подсластителем изомальтом. Оптимальное соотношение изомальта и патоки в сиропе составило 1,2:1. Установлено, что образуются редуцирующие вещества (около 18 %). Это способствует сохранению студнеобразной консистенции длительное время без увлажнения поверхности изделий, достижению наилучшей пластической прочности – 30–40 г/см^2 [34].

Предложены рецептуры и технология производства мармелада. Сладкий вкус обеспечивался благодаря комбинации сорбита (Е420) и гликозильного стевиозида «Кристалл», имеющих коэффициент сладости к сахарозе 0,6 и 150 соответственно. Дополнительно в рецептуру включен в качестве красителя настой гибискуса, в качестве обогащающей добавки – янтарная кислота, снижающая риск проявления диабетических осложнений. Определены дозировки сахарозаменителей, рассчитана пищевая ценность разработанных изделий [35, 36].

Разработан способ производства пастилы специализированного назначения на сорбите и стевиозиде с обогащающей добавкой «йодказеин». Определены показатели качества и показатели для целей идентификации [37].

Обоснованы рецептуры драже сахарного на фруктозе с включением в состав продуктов переработки растительного сырья, установлены количественные соотношения рецептурных ингредиентов, исследованы показатели качества, разработана техническая документация [38–40].

Для снижения рецептурного количества сахара и меланжа в бисквитном полуфабрикате предложено применение инулина и олигофруктозы.

Таблица 2. Характеристика основных подсластителей и сахарозаменителей

Table 2. Profiles of the main sweeteners and sugar substitutes

Название, обозначение на маркировке	Коэф-фициент сладости	Достоинства	Недостатки	Нормы применения
Аспартам Е 951	200	Стабилен в составе жидкости	Неприятное послевкусие	50 мг на 1 кг веса тела
Изомальтит Е 953	0,5	Гликемический индекс в 33 раза ниже индекса сахарозы, не содержит калорий	Не имеет термической устойчивости; запрещен для больных фенилкетонурией	3,5 г в сутки
Ацесульфам калия Е950	200	Имеет большой срок хранения; не вызывает аллергии; не содержит калорий	Плохо растворяется; содержащие его продукты нельзя применять для детей, беременных и кормящих женщин; содержит метанол, приводящий к нарушению работы сердца и сосудов; содержит аспарагеновую кислоту, которая возбуждает нервную систему и вызывает зависимость.	Не более 1 г в сутки
Сахарин калия Е 954 (IV)	300–500	Устойчив к высокой температуре и действию кислот. Не содержит калорий	Слабый запах имеет необычный металлический привкус Слабый запах	0,2 г в сутки
Сахарин кальция Е 954 (III)	300–500			
Цикламат кальция Е 952 (III)	30	Не содержит калорий, устойчив к высоким температурам	Запрещен к использованию в Евросоюзе и Америке	0,8 г в сутки
Ксилит Е 967	1	Не оказывает влияния на концентрацию сахара в крови; предупреждает развитие кариеса; усиливает выделение желудочного сока	В больших дозах оказывает слабительное действие	50 г в сутки
Лактит Е 966	0,4	Пребиотик, низкий гликемический индекс, низкая гигроскопичность; устойчив к гидролизу; термостойкий, химически инертен; стабилен в кислой и щелочной среде	Слабительный эффект	Не определена
Мальтит Е 965	0,9	Стабилизатор, эмульгатор негигроскопичен, термостоек, не взаимодействует с аминокислотами	Слабительный эффект	Не более 100 г в сутки
Мальтитный сироп Е 965	0,6–0,7			
Маннит Е 421 (I)	0,5	Антислеживающий агент, загуститель, эмульгатор	Повышенные дозы вызывают диарею	Не более 20 г в сутки
Сахаринат натрия Е 954 (II)	300–500	Термоустойчив, не вступает в реакцию с другими пищевыми продуктами	Может вызывать аллергию, металлический привкус	5 мг на 1 кг веса человека
Цикломат натрия Е 952 (II)	30	Термостабилен	Запрещен в США, не рекомендуется беременным женщинам	10 мг на 1 кг веса человека
Сахарин Е 954 (I)	300–500	Термостабилен	Металлический привкус, аллергия	5 мг на 1 кг веса
Соль аспартам-ацесульфама Е 962	350	Широкого диапазона применения	Негативное влияние на организм человека	15–40 мг на кг веса человека
Сорбит Е 420	0,6	Влагоудерживающий агент, консервант, не имеет ограничений по использованию	Высокая калопийность (на 53% выше, чем у сахара)	До 40 г в сутки
Сорбитовый сироп Е 420	0,3–0,4	Эмульгатор, влагоудерживающий агент	Обладает токсичностью	0,7 г в сутки
Стевиозид Е 960	200–300	Не токсичен, хорошо переносится, доступен по стоимости, имеет хороший вкус		0,6–1,0 г/кг продукта, 4 мг/кг веса человека
Сукралоза Е 955	600	Не содержит калорий	Применяется для напитков	Не более 60 г в сутки
Тауматин Е 957	2000–3000	Усилитель вкуса и аромата	Не стабилен при высоких температурах и воздействию кислот	Не определено
Цикламовая кислота Е 952 (I)	40	Растворима в воде, нерастворима в жирах, высокая термостойкость	Не рекомендуется детям и беременным и кормящим женщинам	11 мг/кг веса человека
Эритрит Е 968	0,7	Влагоудерживающий агент, стабилизатор	Может вызвать проблемы с пищеварением при превышении дозировки	0,66 г/кг веса человека

Исследована возможность использования диетических пищевых волокон, получаемых из корней цикория. Установлено, что использование инулина и олигофруктозы способствует коррекции химического состава бисквитных полуфабрикатов, а также сохранению качественных показателей и свежести выпеченных изделий в течение всего срока реализации [41]. При приготовлении бисквитного полуфабриката обязательна технологическая операция взбивания рецептурных компонентов. Данная операция практически неосуществима, если исключить сахар из рецептуры. Предложен способ приготовления бисквитного полуфабриката без сахара, позволяющий получить продукт высокого качества [42, 43]. Исследованы реологические характеристики сдобного теста для круассанов, в состав рецептуры которых входили вместо сахара фруктоза и сукролаза. Структура теста была оценена с помощью различных методов, способных описать внутренние свойства материала и предсказать его поведение в реальном процессе. Выполнены как эмпирические (фаринографический тест, динамометрические измерения), так и фундаментальные реологические тесты (динамические колебательные измерения). Установлено, что механические и реологические свойства теста схожи со свойствами теста, полученного без сахаров [44].

Предложены рецептура и технология производства овсяного печенья без сахара на основе сорбита, мальтита и изомальта. Отмечено, что классическая технология не эффективна при замене сахара-песка на полиолы и подсластители из-за того, что невозможен процесс взбивания масла. Модифицированная предложенная технология заключается в предварительном заваривании овсяной муки с последующим добавлением остальных рецептурных компонентов [45].

Оптимизированы рецептуры вафель с заменой сахара-песка на фруктозу. Отмечено, что полученные изделия практически не отличаются по калорийности от контрольного образца, но при этом уровень глюкозы в крови после их употребления ниже на 20 % [46].

Проведены исследования по разработке диетического аналога десерта тирамису с добавкой полисахарида, пищевых волокон и натурального сахарозаменителя стевиозида. Новая технология приготовления аналога тирамису позволяет получить продукт с высокими пищевыми достоинствами, пониженной калорийностью, профилактическим действием, а также обеспечивающий расширение ассортимента продуктов питания диетического назначения с повышенной пищевой ценностью за счет использования пищевых волокон [47].

Рассмотрены аспекты замораживания тортов на фруктозе. Проанализировано влияние замораживания на сохранность качество готовых изделий в процессе хранения [48].

Проведенный анализ показал, что в технологиях кондитерских изделий применяются различные термостойкие, химически инертные, имеющие структурообразующие свойства, не имеющие калорийности и противопоказаний к применению подсластители и сахарозаменители.

Выводы

Ассортимент сахарозаменителей и подсластителей, которые применяют в технологии кондитерских изделий, можно охарактеризовать как ограниченный. Кондитерские изделия относятся к группе продуктов, употребляемых всеми возрастными категориями. В связи с этим не все сахарозаменители и подсластители можно использовать в производстве кондитерских изделий.

Опыт применения подсластителей в нашей стране и за рубежом показал, что стевиозид и сорбит используют как в технологии сахаристых, так и в технологии мучных кондитерских изделий, и они нашли широкое практическое применение. Популярность стевиозида связана с отсутствием у данного подсластителя недостатков и его доступной ценой. Применение изомальта и лактита оправдало себя в технологии шоколада и шоколадных конфет при подборе оптимальных технологических режимов. Разработка научно обоснованных рецептур и технологий специализированных кондитерских изделий для людей с нарушенным углеводным обменом, дальнейшие исследования по применению сахарозаменителей и подсластителей и их влиянию на здоровье человека позволит удовлетворить возрастающий спрос на данную продукцию и расширить ассортимент продуктов здорового питания.

Критерии авторства

И. Ю. Резниченко – 50 %, М. С. Щеглов – 50 %.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

I.Yu. Reznichenko – 50%, M.S. Shcheglov – 50%.

Conflict of interest

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

Список литературы

1. Роль пищевой промышленности в диетической терапии населения. Специализированные кондитерские изделия диабетического питания / Т. В. Савенкова, Е. А. Солдатова, Т. Л. Киселева [и др.] // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 6. – С. 107–115.

2. Специализированные пищевые продукты с модифицированным углеводным профилем для диетической коррекции рациона больных сахарным диабетом 2 типа / А. А. Кочеткова, И. С. Воробьева, В. М. Воробьева [и др.] // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 6. – С. 76–88. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10069.

3. Модификация углеводного состава кондитерских изделий для больных сахарным диабетом 2 типа / В. М. Воробьева, И. С. Воробьева, А. А. Кочеткова [и др.] // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 6. – С. 66–73.

4. Palzer, S. Technological solutions for reducing impact and content of health sensitive nutrients in food / S. Palzer // Trends in Food Science and Technology. – 2017. – Vol. 62. – P. 170–176. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.022.

5. Functionality of sugars in foods and health / R. A. Clemens, J. M. Jones, M. Kern [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2016. – Vol. 15, № 3. – P. 433–470. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12194.

6. Comparative analysis of physical and chemical properties of biodegradable edible films of various compositions / L. Dyshlyuk, O. Babich, D. Belova [et al.] // Journal of Food Process Engineering. – 2017. – Vol. 40, № 1. https://doi.org/10.1111/jfpe.12331.

7. Recombinant l-phenylalanine ammonia lyase from Rhodosporidium toruloides as a potential anticancer agent / O. O. Babich, V. S. Pokrovsky, N. Y. Anisimova [et al.] // Biotechnology and Applied Biochemistry. – 2013. – Vol. 60, № 3. – P. 316–322. https://doi.org/10.1002/bab.1089.

8. Les conseils du Dr Laurent Chevallier pour une alimentation-santé [Internet]. – Available from: https://www.tempslibremagazine.com/dr-chevallier-alimentation-sante. – Date of application: 20.03.2020.

9. Green, E. Altered processing of sweet taste in the brain of diet soda drinkers / E. Green, C. Murphy // Physiology and Behavior. – 2012. – Vol. 107, № 4. – P. 560–567. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.05.006.

10. Сандракова, И. В. Исследование потребителей продуктов здорового питания / И. В. Сандракова, И. Ю. Резниченко // Практический маркетинг. – 2019. – Т. 274, № 12. – С. 22–27.

11. Lohner, S. Health outcomes of non-nutritive sweeteners: analysis of the research landscape / S. Lohner, I. Toews, J. J. Meerpohl // Nutrition Journal. – 2017. – Vol. 16, № 55. https://doi.org/10.1186/s12937-017-0278-x.

12. Norma general del CODEX para los aditivos alimentarios [Internet]. – Available from: https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf. – Date of application: 20.03.2020.

13. Statement of EFSA on the scientific evaluation of two studies related to the safety of artificial sweeteners // EFSA Journal. – 2011. – Vol. 9, № 2. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2089.

14. Food Additives & Petitions [Internet]. – Available from: https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/default.htm. – Date of application: 20.03.2020.

15. Dietary intake of four artificial sweeteners by Irish pre-school children / D. M. Martyn, A. P. Nugent, B. A. McNulty [et al.] // Food Additives and Contaminants: Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment. – 2016. – Vol. 33, № 4. – P. 592–602. https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1152880.

16. Popkin, B. M. Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses / B. M. Popkin, C. Hawkes // Lancet Diabetes and Endocrinology. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 174–186. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00419-2.

17. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects / R. Lemus-Mondaca, A. Vega-Galvez, L. Zura-Bravo [et al.] // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 132, № 3. – P. 1121–1132. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.140.

18. Noncaloric sweeteners in children: A controversial theme / S. D. Aguero, L. A. Davila, M. C. E. Contreras [et al.] // BioMed Research International. – 2018. – Vol. 2018. https://doi.org/10.1155/2018/4806534.

19. Жаббарова, С. К. Влияние сахарозаменителей и подсластителей на безвредность кондитерских изделий / С. К. Жаббарова // Universum: Технические науки. – 2019. – Т. 59, № 2. – С. 27–31.

20. Carocho, M. Natural food additives: *Quo vadis*? / M. Carocho, P. Morales, I. C. F. R. Ferreira // Trends in Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 45, № 2. – P. 284–295. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.007.

21. Hartel, R. W. Phase/state transitions of confectionery sweeteners: thermodynamic and kinetic aspects / R. W. Hartel, R. Ergun, S. Vogel // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2010. – Vol. 10, № 1. – P. 17–32. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00136.x.

22. Effect of amorphization method on the physicochemical properties of amorphous sucrose / E. A. Morrow, M. W. Terban, L. C. Thomas [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2019. – Vol. 243. – P. 125–141. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.08.036.

23. Maximo, G. J. Solid-liquid equilibrium in food processes / G. J. Maximo, N. D. D. Carareto, M. C. Costa // Thermodynamics of phase equilibria in food engineering / C. G. Pereira. – Academic Press, 2019. – P. 335–384. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811556-5.00008-9.

24. Klinjapo, R. Microencapsulation of color and flavor in confectionery products / R. Klinjapo, W. Krasaekoopt // Natural and artificial flavoring agents and food dyes / A. M. Grumezescu, A. M. Holban. – Academic Press, 2018. – P. 457–494. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811518-3.00014-4.

25. Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe? / A. Sharma, S. Amarnath, M. Thulasimani [et al.] // Indian Journal of Pharmacology. – 2016. – Vol. 48, № 3. – P. 237–240. https://doi.org/10.4103/0253-7613.182888.

26. Purohit, V. The truth about artificial sweeteners – Are they good for diabetics? / V. Purohit, M. Sundeep // Indian Heart Journal. – 2018. – Vol. 70, № 1. – P. 197–199. https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.01.020.

27. Chronic consumption of artificial sweetener in packets or tablets and type 2 diabetes risk: evidence from the E3N-European Prospective Investigation into cancer and nutrition study / G. Fagherazzi, G. Gusto, A. Affret [et al.] // Annals of Nutrition and Metabolism. – 2017. – Vol. 70, № 1. – P. 51–58. https://doi.org/10.1159/000458769.

28. Thermo-mechanical properties of soft candy: Application of time-temperature superposition to mimic response at high deformation rates / C. Schmidt, R. Bornmann, S. Schuldt [et al.] // Food Biophysics. – 2017. – Vol. 13, № 1. – P. 11–17. https://doi.org/10.1007/s11483-017-9506-3.

29. Разработка технологии шоколада диетического назначения на основе натуральных сахарозаменителей / И. А. Никитин, В. А. Богатырев, Я. А. Миронченко [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 2 (72). – С. 153–158. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-153-158.

30. Industrial manufacture of sugar-free chocolates – Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development / R. P. Aidoo, F. Depypere, E. O. Afoakwa [et al.] // Trends in Food Science and Technology. – 2013. – Vol. 32, № 2. – P. 84–96. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.008.

31. Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives / A. Belščak-Cvitanović, D. Komes, M. Dujmović [et al.] // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 167. – P. 61–70. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.064.

32. Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics / N. Konar, I. Palabiyik, O. S. Toker [et al.] // Journal of Functional Foods. – 2018. – Vol. 43. – P. 206–213. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.016.

33. Ткешелашвили, М. Е. Разработка кондитерских изделий обогащенных белком / М. Е. Ткешелашвили, Г. А. Бобожонова, А. В. Сорокина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2019. – № 1. – С. 57–65.

34. Крылова, Э. Н. Использование подсластителей в производстве фруктово-желейных конфет / Э. Н. Крылова, Е. Н. Макрина, Т. В. Савенкова // Кондитерское производство. – 2015. – № 6. – С. 17–18.

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

36. Табаторович, А. Н. Обоснование рецептур и оценка качества желейного мармелада на основе настоя лепестков розеллы (*Hibiscus sabdariffa* L.) / А. Н. Табаторович, И. Ю. Резниченко // Пищевая промышленность. – 2019. – № 5. – С. 66–71. https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10075.

37. Пат. 2657475C1 Российская Федерация, МПК A23G 3/38, A23G 3/52. Способ производства пастилы специализированного назначения на сорбите и стевиозиде, обогащенной добавкой «Йодказеин» / Резниченко И. Ю., Табаторович А. Н., Чистяков А. М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – № 2017117736; заявл. 22.05.2017; опубл. 14.06.2018; Бюл. № 17. – 10 с.

38. Галиева, А. И. Обоснование рецептур драже сахарно обогащенного / А. И. Галиева, И. Ю. Резниченко, Г. Е. Иванец // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – Т. 33, № 2. – С. 39–44.

39. Разработка рецептуры и технологии производства сахаристых кондитерских изделий как факторов, формирующих их качество / Г. А. Дорн, А. И. Галиева, И. Ю. Резниченко [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – Т. 24, № 1. – С. 62–68.

40. Резниченко, И. Ю. Разработка и оценка качества нового сахаристого кондитерского изделия / И. Ю. Резниченко, А. И. Галиева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – Т. 15, № 8–2. – С. 59–60.

41. Лазарева, Т. Н. Использование инулина и олигофруктозы для снижения рецептурного количества сахара и меланжа в бисквитном полуфабрикате / Т. Н. Лазарева, Т. В. Матвеева // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 18–22.

42. Резниченко, И. Ю. Разработка диабетических мучных кондитерских изделий / И. Ю. Резниченко, О. С. Сидорова // Пищевая промышленность. – 2008. – № 7. – С. 58–60.

43. Пат. 2532438C1 Российская Федерация, МПК A21D 13/08. Способ получения бисквита без сахара / Зоркина Н. Н., Резниченко И. Ю.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова». – № 2013121836/13; заявл. 13.05.2013; опубл. 10.11.2014; Бюл. № 31. – 4 с.

44. Mariotti, M. About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs / M. Mariotti, C. Alamprese // LWT – Food Science and Technology. – 2012. – Vol. 48, № 1. – P. 9–15. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.001.

45. Спахова, М. В. Овсяное печенье со стевиозидом / М. В. Спахова, Н. Б. Колендина, О. С. Воеводина // Пищевая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 61–63.

46. Разработка вафель с пониженным гликемическим индексом / Н. Н. Попова, И. П. Щетилина, А. А. Денисова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – Т. 70, № 4. – С. 181–186. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-181-186.

47. Никитина, Т. А. Исследование потребительских характеристик диетического аналога итальянского десерта тирамису / Т. А. Никитина, О. Н. Клюкина, Н. М. Птичкина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41, № 2. – С. 67–72.

48. Солдатова, Е. А. Аспекты замораживания мучных кондитерских изделий с использованием сазарозаменителей / Е. А. Солдатова, Т. В. Савенкова // Хлебопродукты. – 2015. – № 6. – С. 50–52.

References

1. Savenkova TV, Soldatova EA, Kiseleva TL, Glazkova IV, Zhilinskaya NV. The role of the food industry in dietetic therapy of the population. Specialized confectionery diabetic food. Problems of Nutrition. 2015;84(6):107–115. (In Russ.).

2. Kochetkova AA, Vorobyeva IS, Vorobyeva VM, Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA, Pilipenko VV, et al. Specialized food products with modified carbohydrate profile for dietary correction of diet of patients with type 2 diabetes. Problems of Nutrition. 2018;87(6):76–88. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10069.

3. Vorobyeva VM, Vorobyeva IS, Kochetkova AA, Sharafetdinov KhKh, Zorina EE. Modification of carbohydrate composition of confectionery for diabetics type 2. Problems of Nutrition. 2014;83(6):66–73. (In Russ.).

4. Palzer S. Technological solutions for reducing impact and content of health sensitive nutrients in food. Trends in Food Science and Technology. 2017;62:170–176. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.022.

5. Clemens RA, Jones JM, Kern M, Lee SY, Mayhew EJ, Slavin JL, et al. Functionality of sugars in foods and health. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2016;15(3):433–470. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12194.

6. Dyshlyuk L, Babich O, Belova D, Prosekov A. Comparative analysis of physical and chemical properties of biodegradable edible films of various compositions. Journal of Food Process Engineering. 2017;40(1). https://doi.org/10.1111/jfpe.12331.

7. Babich OO, Pokrovsky VS, Anisimova NY, Sokolov NN, Prosekov AY. Recombinant l-phenylalanine ammonia lyase from Rhodosporidium toruloides as a potential anticancer agent. Biotechnology and Applied Biochemistry. 2013;60(3):316–322. https://doi.org/10.1002/bab.1089.

8. Les conseils du Dr Laurent Chevallier pour une alimentation-santé [The advice of Dr. Laurent Chevallier for a healthy diet] [Internet]. [cited 2020 Mar 20]. Available from: https://www.tempslibremagazine.com/dr-chevallier-alimentation-sante.

9. Green E, Murphy C. Altered processing of sweet taste in the brain of diet soda drinkers. Physiology and Behavior. 2012;107(4):560–567. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.05.006.

10. Sandrakova IV, Reznichenko IYu. Health food consumers research. Practical Marketing. 2019;274(12):22–27. (In Russ.).

11. Lohner S, Toews I, Meerpohl JJ. Health outcomes of non-nutritive sweeteners: analysis of the research landscape. Nutrition Journal. 2017;16(55). https://doi.org/10.1186/s12937-017-0278-x.

12. Norma general del CODEX para los aditivos alimentarios [Internet]. [cited 2020 Mar 20]. Available from: https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf.

13. Statement of EFSA on the scientific evaluation of two studies related to the safety of artificial sweeteners. EFSA Journal. 2011;9(2). https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2089.

14. Food Additives & Petitions [Internet]. [cited 2020 Mar 20]. Available from: https://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/default.htm.

15. Martyn DM, Nugent AP, McNulty BA, O'Reilly E, Tlustos C, Walton J, et al. Dietary intake of four artificial sweeteners by Irish pre-school children. Food Additives and Contaminants: Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment. 2016;33(4):592–602. https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1152880.

16. Popkin BM, Hawkes C. Sweetening of the global diet, particularly beverages: patterns, trends, and policy responses. Lancet Diabetes and Endocrinology. 2016;4(2):174–186. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(15)00419-2.

17. Lemus-Mondaca R, Vega-Galvez A, Zura-Bravo L, Ah-Hen K. S*tevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Food Chemistry. 2012;132(3):1121–1132. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.140.

18. Aguero SD, Davila LA, Contreras MCE, Gomez DR, Costa JD. Noncaloric sweeteners in children: A controversial theme. BioMed Research International. 2018;2018. https://doi.org/10.1155/2018/4806534.

19. Jabbarova SK. Influence of sugar-substitutes and sweeters on the safety of confectionery products. UNIVERSUM: Technical Sciences. 2019;59(2):27–31. (In Russ.).

20. Carocho M, Morales P, Ferreira ICFR. Natural food additives: *Quo vadis*? Trends in Food Science and Technology. 2015;45(2):284–295. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.06.007.

21. Hartel RW, Ergun R, Vogel S. Phase/state transitions of confectionery sweeteners: thermodynamic and kinetic aspects. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2010;10(1):17–32. https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00136.x.

22. Morrow EA, Terban MW, Thomas LC, Gray DL, Bowman MJ, Billinge SJL, et al. Effect of amorphization method on the physicochemical properties of amorphous sucrose. Journal of Food Engineering. 2019;243:125–141. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.08.036.

23. Maximo GJ, Carareto NDD, Costa MC. Solid-liquid equilibrium in food processes. In: Pereira CG, editor. Thermodynamics of phase equilibria in food engineering. Academic Press; 2019. pp. 335–384. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811556-5.00008-9.

24. Klinjapo R, Krasaekoopt W. Microencapsulation of color and flavor in confectionery products. In: Grumezescu AM, Holban AM, editors. Natural and artificial flavoring agents and food dyes. Academic Press; 2018. pp. 457–494. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811518-3.00014-4.

25. Sharma A, Amarnath S, Thulasimani M, Ramaswamy S. Artificial sweeteners as a sugar substitute: Are they really safe? Indian Journal of Pharmacology. 2016;48(3):237–240. https://doi.org/10.4103/0253-7613.182888.

26. Purohit V, Sundeep M. The truth about artificial sweeteners – Are they good for diabetics? Indian Heart Journal. 2018;70(1):197–199. https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.01.020.

27. Fagherazzi G, Gusto G, Affret A, Mancini FR, Dow C, Balkau B, et al. Chronic consumption of artificial sweetener in packets or tablets and type 2 diabetes risk: evidence from the E3N-European Prospective Investigation into cancer and nutrition study. Annals of Nutrition and Metabolism. 2017;70(1):51–58. https://doi.org/10.1159/000458769.

28. Schmidt C, Bornmann R, Schuldt S, Schneider Y, Rohm H. Thermo-mechanical properties of soft candy: Application of time-temperature superposition to mimic response at high deformation rates. Food Biophysics. 2017;13(1):11–17. https://doi.org/10.1007/s11483-017-9506-3.

29. Nikitin IA, Bogatyryev VA, Mironchenko YaA, Lavrov SV. Development of chocolate technology for dietary purposes based on natural sweeteners. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2017;79(2)(72):153–158. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-153-158.

30. Aidoo RP, Depypere F, Afoakwa EO, Dewettinck K. Industrial manufacture of sugar-free chocolates – Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. Trends in Food Science and Technology. 2013;32(2):84–96. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.008.

31. Belščak-Cvitanović A, Komes D, Dujmović M, Karlovic S, Biskic M, Brncic M, et al. Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. Food Chemistry. 2015;167:61–70. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.064.

32. Konar N, Palabiyik I, Toker OS, Polat DG, Kelleci E, Pirouzian HR, et al. Conventional and sugar-free probiotic white chocolate: Effect of inulin DP on various quality properties and viability of probiotics. Journal of Functional Foods. 2018;43:206–213. https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.016.

33. Tkeshelashvili ME, Bobozhonova GA, Sorokina AV. Development of confectionery enriched with protein. Storage and Processing of Farm Products. 2019;(1):57–65. (In Russ.).

34. Krylova EN, Mavrina EN, Savenkova TV. The use of sweeteners in the productio of fruit jelly candies. Confectionery manufacture. 2015;(6):17–18. (In Russ.).

35. Tabatorovich AN, Reznichenko IYu. Formulation and quality assessment of diabetic jelly marmalade “karkade” fortified with succinic acid. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):320–329. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-320-329.

36. Tabatorovich AN, Reznichnko IYu. Rationalefor the formulations and quality assessment of jelly marmalade based on rosalle infusion (*Hibiscus sabdariffa* L.). Food Industry. 2019;(5):66–71. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10075.

37. Reznichenko IYu, Tabatorovich AN, Chistyakov AM. Method of manufacturing sorbitol and stevioside enriched by iodine-caseine additive pastille for special purpose. Russia patent RU 2657475C1. 2018.

38. Galiyeva AI, Reznitchenko IYu, Iwaniec GE. Substantiation of formulas of enriched sugar-centered dragée. Food Processing: Techniques and Technology. 2014;33(2):39–44. (In Russ.).

39. Dorn GA, Galieva AI, Reznichenko IYu, Guryanov YuG. Development formulation and production technology sugar confectionery as factors form them quality. Technology and merchandising of the innovative foodstuff. 2014;24(1):62–68. (In Russ.).

40. Reznichenko IYu, Galieva AI. Development and assessment of quality of new sugar confectionery. International Research Journal. 2013;15(8–2):59–60. (In Russ.).

41. Lazareva TN, Matveeva TV. Inulin and oligoructose use to reduce sugar formula amount and mélange in biscuits. Technology and merchandising of the innovative foodstuff. 2011;7(2):18–22. (In Russ.).

42. Reznichenko IYu, Sidorova OS. Development of diabetic flour confectionary products. Food Industry. 2008;(7):58–60. (In Russ.).

43. Zorkina NN, Reznichenko IYu. Sugar free sponge-cake production method. Russia patent RU 2532438C1. 2014.

44. Mariotti M, Alamprese C. About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. LWT – Food Science and Technology. 2012;48(1):9–15. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.001.

45. Spahova MV, Kolendina NB, Voevodina OS. Oatmeal cookies with stevioside. Food Industry. 2012;(11):61–63. (In Russ.).

46. Popova NN, Shchetilina IP, Denisova AA, Kiseleva EA. Development of wafers with lowered glycemic index. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2016;70(4):181–186. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-181-186.

47. Nikitina TA, Kliukina ON, Ptichkina NM. The study on consumer characteristics of dietary food analogous to Italian dessert of tiramisu. Food Processing: Techniques and Technology. 2016;41(2):67–72. (In Russ.).

48. Soldatova EA, Savenkova TV. Aspects of freeze flour confectionery products using sugar substitutes. Bread products. 2015;(6):50–52. (In Russ.).

Сведения об авторах

Резниченко Ирина Юрьевна
д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: Irina.Reznichenko@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-7486-4704

Щеглов Михаил Сергеевич
аспирант кафедры управления качеством, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 35-26-71, e-mail: soonofa@gmail.com

Information about the authors

Irina Yu. Reznichenko
Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-54, e-mail: Irina.Reznichenko@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-7486-4704

Mikhail S. Shcheglov
Postgraduate Student of the Department of Quality Management, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 35-26-71, e-mail: soonofa@gmail.com