



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Оценка качества и безопасности заменителей сахара

Андрей С. Гаврилов¹, Екатерина Ю. Минниханова^{1*},
Андрей А. Тумашов², Алексей В. Тарасов¹, Дарья А. Гладкова³

¹ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»;
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Российская Федерация

²ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, УрО РАН;
ул. Софьи Ковалевской, дом 22/20, г. Екатеринбург, 620137, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»;
ул. Репина, 3, г. Екатеринбург, 620028, Российская Федерация

Аннотация. Высокое потребление сахара приводит к таким социально-значимым заболеваниям как диабет 2 типа, остеопороз, ожирение, метаболический синдром, сердечно-сосудистые заболевания. Проблема замены сахара в пищевых продуктах и готовой кулинарной продукции всегда остро стоит перед производителями пищевой продукции. В перспективе ожидается повышение спроса на интенсивные подсластители и заменители сахара, так как спрос на продукты диетического профилактического, спортивного и диабетического питания в Российской Федерации неуклонно растет. Широкий выбор заменителей сахара, доступных на рынке, обусловлен их значительными экономическими преимуществами, высоким коэффициентом сладости, удобством использования и отсутствием негативного влияния на организм человека, так как не содержат глюкозу и не приводят к резкому колебанию сахара в крови. Их использование позволяет создавать инновационные продукты, учитывать потребности различных групп потребителей и следовать современным требованиям здорового образа жизни. Важным показателем при производстве заменителей сахара является их качественная характеристика. Цель исследования – товароведная оценка качества четырех, наиболее популярных жидких заменителей сахара на предмет соответствия маркировки в соответствии с техническим регламентом ТР ТС 021/2012, микробиологических показателей, исследования образцов на наличие сахарозаменителей, содержание консервантов. Установлено, что все изученные образцы имеют нарушения требований действующего законодательства, начиная с опечатки в оформлении декларации соответствия (Сластеля-супер), заканчивая недостоверной информацией на этикетке («Mastershape»TM, «Nosugar», «Сладкий пшик»TM), превышение концентрации консервантов выше разрешенных пределов («Сладкий пшик»TM) и микробиологической чистоты («Mastershape» и «Nosugar»).

Ключевые слова: заменители сахара, подсластители, качество, безопасность, коэффициент сладости, состав, калорийность

Для цитирования: Гаврилов А.С., Минниханова Е.Ю., Тумашов А.А. и др. Оценка качества и безопасности заменителей сахара. Новые технологии / New technologies. 2023; 19(4): 63-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-63-71>

Evaluation of the quality and safety of sugar substitutes

Andrey S. Gavrilo¹, Ekaterina Yu. Minnikhanova^{1*},
Andrey A. Tumashov², Alexey V. Tarasov¹, Darya A. Gladkova³

¹FSBEI HE «Ural State Economic University»;

62/45 8 March/Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, the Russian Federation

²FSBIS «Institute of Organic Synthesis named after I. J. Postovsky, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 22/20 Sofia Kovalevskaya str., Ekaterinburg, 620137, the Russian Federation

³FSBEI HE «Ural State Medical University»; 3 Repin str., 620028, Ekaterinburg, the Russian Federation

Abstract. High sugar consumption leads to such socially significant diseases as type 2 diabetes, osteoporosis, obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases. The problem of replacing sugar in food products and finished culinary products is always acute for food manufacturers. In the future the demand for intense sweeteners and sugar substitutes is expected to increase, as the demand for dietary preventive, sports and diabetic nutrition products in the Russian Federation is steadily growing. The wide selection of sugar substitutes available on the market is due to their significant economic advantages, high sweetness factor, ease of use and the absence of negative effects on the human body, since they do not contain glucose and do not lead to sharp fluctuations in blood sugar. Their use allows us to create innovative products, take into account the needs of different consumer groups and follow modern requirements for a healthy lifestyle. An important indicator in the production of sugar substitutes is their quality characteristics. The purpose of the research is commodity assessment of the quality of four most popular liquid sugar substitutes for compliance with labeling in accordance with the technical regulations TR CU 021/2012, microbiological indicators, examination of samples for the presence of sweeteners, and preservative content. It has been established that all the studied samples violate the requirements of the current legislation, starting with typos in the declaration of conformity (Slasty-a-super), ending with unreliable information on the label («Mastershape»TM, «Nosugar», «Sladkiy pshik»TM), excess concentration of preservatives above the permitted limits («Sladkiy pshik»TM) and microbiological purity («Mastershape» and «Nosugar»).

Keywords: sugar substitutes, sweeteners, quality, safety, sweetness factor, composition, calorie content

For citation: Gavrilov A.S., Minnikhanova E.Yu., Tumashov A.A. et al. Evaluation of the quality and safety of sugar substitutes. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 63-71. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-63-71>

Введение

Современная сфера пищевой промышленности сталкивается с различными вызовами, включая обеспечение устойчивости производства. При этом основное внимание уделяется поддержанию высокого качества продукции и расширению ассортимента полноценных функциональных продуктов для удовлетворения потребностей потребителей [1, с. 3]. На сегодняшний день имеется множество веществ различного химического строения, обладающих сладким вкусом разрешенных к применению в пищевой промышленности. [2, с. 153].

Сахарозаменители – вещества и химические соединения, используемые для придания пищевым продуктам сладкого вкуса вместо сахара и аналогичных продуктов (патока, мед). Они способствуют повышению органолептических показателей пищевых продуктов, предоставляя разнообразные варианты для удовлетворения потребностей в сладости. Именно сладкий вкус является для потребителей наиболее привлекательным [3, с. 106].

Международная Ассоциация Производителей Подсластителей и Низкокалорийных Продуктов (Calorie Control Council) разделяет сахарозаменители на две основные категории: заменители сахара, которые полностью усваиваются организмом, и интенсивные подсластители.

Первая группа включает в себя такие вещества, как фруктоза, ксилит, сорбит, эритрит и другие полиолы. Эти сахарозаменители обладают меньшей калорийностью по сравнению с дозой сахара, необходимой для достижения аналогичного сладкого вкуса. Они считаются безопасными для употребления, однако содержат определенное количество калорий. Тем не менее, они предоставляют альтернативу для тех, кто стремится снизить потребление обычного сахара [4, с. 132].

Во вторую группу входят: натрия сахаринат, натрия цикламат, сукралоза, неогесперидин, тауматин, глицирризин, стевиозид. Эти интенсивные подсластители не усваиваются организмом и не имеют энергетической ценности. [5, с. 4]. Они обладают высокой сладостью, поэтому требуется использовать меньшее количество, чтобы достичь такого же сладкого вкуса. Их безопасность также подтверждена, и они часто используются в пищевой промышленности для создания низкокалорийных и диетических продуктов. Например, для создания низкокалорийных молочных продуктов, кондитерских изделий и жевательной резинки обычно используются высокоинтенсивные подсластители (аспартам, сукралоза, ацесульфам калия). Эти подсластители обладают высокой сладостью при нулевом содержании калорий. Они позволяют сохранить желаемый

вкусовой профиль продукта, минимизируя одновременно его калорийность [6, с. 37].

Широкий спектр доступных заменителей сахара, применяемых как в России, так и за рубежом, легко объясняется их значительными экономическими преимуществами по сравнению со стандартной сахарозой. Все эти заменители отличаются высоким коэффициентом сладости, превышающим сладость сахарозы в десятки и сотни раз. Кроме того, они удобны в использовании и не наносят вреда организму человека в области норм допустимого суточного потребления [6, с. 38].

Кроме экономических преимуществ, заменители сахара также предлагают простоту использования. Они легко смешиваются с другими ингредиентами и могут быть применены в различных продуктах, начиная от напитков и заканчивая кондитерскими изделиями. Это дает производителям большую гибкость в создании новых продуктов и удовлетворении потребностей разнообразной аудитории.

Однако наиболее привлекательным аспектом заменителей сахара является то, что они позволяют снижать потребление сахара, который может способствовать развитию различных заболеваний, таких как сахарный диабет и ожирение. Это позволяет людям наслаждаться сладостью, не беспокоясь о возможных негативных последствиях для своего здоровья.

Обычно, в составе заменителей сахара содержатся наполнители, наиболее часто – сахароспирты (полиолы). Выбор наполнителей зависит от рецептуры продукта, законодательных ограничений и предпочтений потребителей [7, с. 93].

В качестве наполнителей могут использоваться различные неперевариваемые углеводы. Некрахмальные полисахариды, резистентные крахмалы, олигосахариды (такие как фруктоолигосахариды и инулин) или полиолы (например, сорбит и ксилит) – все они широко применяются в качестве наполнителей для замены сахара.

Эти наполнители обладают рядом преимуществ, включая способность предоставлять энергию, улучшать текстуру и структуру продукта, а также оказывать положительное воздействие на кишечную микрофлору. Их использование требует тщательного рассмотрения соотношения между функциональными и органолептическими свойствами, чтобы достичь желаемого вкуса и текстуры продукта.

Таким образом, замена сахара – это сложный процесс, требующий балансирования между вкусовыми предпочтениями потребителей, законодательными ограничениями и функциональными свойствами продукта при обязательном соответствии их качества, эффективности и безопасности законодательным требованиям [10, с. 399].

Цель исследования – товароведная оценка качества четырех, наиболее популярных жидких заменителей сахара.

Объекты и методы:

В качестве объектов исследования в работе были использованы четыре, наиболее популярные, жидкие заменители сахара: «MasterShape»TM (ТУ 10.89.19-052-83387545-2019), «Сладкий пшик»TM (ТУ 10.89.19-001-24626365-2018), «NO SUGAR»TM (ГОСТ Р 53904-2010), «Сластес-супер»TM (ТУ 9197-001-0515017016). В качестве стандартных образцов использовали: сорбат калия (ГОСТ Р 55583-2013), бензоат натрия (ГОСТ 32777-2014), ребаудиазид А 98% (ЕАЭС N RU Д-CN.PA01.B.50796/23), стевиозид (ЕАЭС N RU Д-CN.PA02.B.15319/23), сукралоза (ЕАЭС N RU Д RU PA01 B 913991).

Товароведная оценка качества проводилась на базе Единого лабораторного комплекса ФГБОУ ВО УрГЭУ. Анализ полноты информации указанной на маркировке в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011. «Технический регламент Таможенного союза. Пищевая продукция в части ее маркировки», правильности указания на упаковке адреса производства, декларации соответствия на сайте <https://fsa.gov.ru/>.

Микробиологический анализ – в аккредитованной по ГОСТ 10444.12-2013, ГОСТ 31747-2012, ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002), ГОСТ 10444.15-94 лаборатории ОАО «Уралбиофарм».

Содержание консервантов – в аккредитованной по М 04-58-2009 «Методика измерения массовой доли сорбиновой и бензойной кислот в пищевой продукции» лаборатории «ГБУСО «Свердловская ветлаборатория».

Содержание подсластителей – в аналитическом центре Института органического синтеза Уральского отделения РАН по методикам ВЭЖХ в соответствии с ГОСТ Р ЕН 12856-2010.

Результаты

На первом этапе исследования проведен анализ полноты информации, представленной на маркировке объектов исследования. В таблице 1 представлены результаты товароведческой экспертизы изученных образцов.

Из таблицы 1 видно, что производитель ООО «СМАРТ ФИТ» использует декларацию на продукты «Сладкая стевия ароматизированная». Товарная позиция «Сладкий пшик» в декларации отсутствует.

Производитель ООО «Технологии развития» не корректно указывают коэффициент сладости 1:300. Если одна капля 0,029 г заменяет чайную ложку сахара 5,0 г то коэффициент сладости составляет $5,0/0,029=172$. Особенно следует отметить, что данное предприятие выпускает продукцию по ГОСТ 53904-2010 «Пищевые добавки. Термины и определения», что является недопустимым.

Таблица 1

Результаты анализа полноты информации, представленной на маркировке

Table 1

Results of the analysis of the completeness of information presented on the labeling

Критерий	«Master shape» – заменитель сахара	«Nosugar» – заменитель сахара	«Сладкий пшик со вкусом капучино» – подсласти- тель жидкий «Стевия аро- ма» с ароматизаторами	«Сластия супер»
Производитель	ООО «ПИТЭКО», г. Балахна, Нижегородской области	ООО «Технологии развития», г. Благовещенск, ш. Игнатьевское, д. 14/10, кв. 6 127273, РОССИЯ, Г Москва, проезд Сигнальный, дом 16 строение 27	ООО "СМАРТ ФИТ", г. Томск, ул. Фрунзе, 117а,	ООО «Инноватор», г. Екатеринбург, ул. Декабристов, 32
Дата производства	12.12.2022	17.07.2022	16.01.2023	01.01.2023
Номер посылки	9036838771	8582706533	9087476657	–
Декларация соответствия	ЕАЭС N RU Д-RU. РА02.В.61668/22	ЕАЭС N RU Д-RU. РА05.В.81857/22	ЕАЭС N RU Д-RU. ВЯ01.В.17454	ЕАЭС N RU Д-RU. РА01.В.08203/21
НД	ТУ 10.89.19- 052833875545- 2019	ГОСТ 53904-2010	ТУ 10.89.19-001-24626365-2018	ТУ 9197-001-05150170-16
Состав, указанный на этикетке	Вода, сукралоза, стевиозид, сорбиновая кислота	Вода, стевиозид, эритрол, сукралоза	Вода, эритрол, стевиозид, сукралоза, ароматизатор	Глицерин, вода, сукралоза
Рекомендации по применению	2-3 капли заме- няют 1 чайную ложку сахара	1 капля заменяет 1 чайную ложку са- хара Коэффициент сладости – 1:300	2 пшика заменяют 1 чай- ную ложку сахара	1 капля заменяет чай- ную ложку сахара
Хранение, срок годности	После вскрытия использовать в течение месяца Срок годности 2 года	После вскрытия упаковки хранить в течение 6 месяцев Срок годности 2 года	Срок годности 2 года	После вскрытия фла- кон хранить в закры- том виде при комнат- ной температуре Срок годности 4 года
Внешний вид подсластителей	Цвет коричне- вый, обнаруже- ны включения темного цвета	Цвет прозрачный бесцветный, обна- ружены включения белого цвета	Цвет прозрачный с жел- то-коричневым оттенком, механические включения отсутствуют	Цвет прозрачный бесцветный, меха- нические включения отсутствуют
Сладость одной капли соответству- ет, г сахара	3	4	6	5
Масса одной капли, г	0,027	0,029	0,12	0,047
Плотность, г/см ³	1,044	1,098	1,054	1,276

Производитель «Инноватор» имеет опечатку в декларации соответствия. В документе указаны два номера ТУ 9197-001-0515017016 и 6197-001-0515017016.

На следующем этапе исследования изучен состав исследуемых образцов. В таблицах 2-3 представлены результаты хроматографического исследования образцов на наличие сахарозаменителей (сукралоза, стевиолгликозиды) и консервантов (бензоат натрия, сорбат калия).

Данные таблицы 3 показывают, что в образце «Mastershape»TM методом ВЭЖХ не удалось обнаружить ни сукралозы, ни стевиолгликозидов, ни консервантов, несмотря на трехкратное повторение анализа. Вероятно, эти вещества или отсутствуют в составе, или присутствуют ингредиенты, неблагоприятно воздействующие на эффективность ВЭЖХ в области параметров аналитического контроля.

Таблица 2

Результаты хроматографического исследования стандартных растворов

The results of chromatographic studies of standard solutions			
Название стандартного раствора	Концентрация, мг/мл	Площадь пика, S, (mAUxsec)	Время удерживания, мин
Стандартный раствор сукралозы	1,496	4377,1	16.304
Стандартный раствор бензоата натрия	0,56	18964,1	7.008
Стандартный раствор сорбата калия	0,488	46094,1	8,231
Стандартный раствор стевиозида	0,836	2601	31.595
Стандартный раствор ребаудиозида А	2,01	8244,8	31.196

Таблица 3

Результаты изучения состава образцов

Results of studying the composition of samples				
Название и концентрация раствора анализируемой композиции	Сахарозаменитель			
	Сукралоза	Бензоат натрия	Сорбат калия	Стевиозид/ Ребаудиозид А
Сластия супер, 1,02 мг/мл	16.418 мин 445,9 15,2%	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Сладкий пшик, 6 мг/мл	16.566 мин 1382,3 7,87%	7.141 мин 215,6 1060 мг/кг	8.442 мин 191.1 340мг/кг	29.631; 30.032 89; 66,7 0,63%
No sugar, 15.6 мг/мл	16.43 мин 15153 33,2%	7.155 мин 278,4 530мг/кг	8.507 мин 98 70мг/кг	Не обнаружено

Примечание к таблице: сорбиновая кислота и сорбаты (Е200, Е201, Е202, Е203) в комбинации с бензойной кислотой и бензоатами – максимальный уровень в продукции 600 мг/кг согласно ТР ТС 029/2012. Приложение 8 «Гигиенические нормативы применения консервантов». П. «Жидкие концентраты: чайные, фруктовые, из травяных настоев».

Образец «No sugar», не содержит стевиозид, несмотря на указанный состав на этикетке. Однако содержит консерванты, но на упаковке они не указаны.

Состав, указанный производителем ООО «Технологии развития» «Nosugar» включает «стевия 30%, эритритол 15%, сукралоза 5%, очищенная вода 50%» [9], однако, исследуемый образец методом ВЭЖХ показывает отсутствие стевиолгликозидов (табл. 3), что также подтверждается тем, что раствор не имеет коричневого окрашивания, (стевиозид придает растворам темно коричневатый цвет) и плотностью 1,098 (табл. 1), что никак не может соответствовать раствору с 50% сухих веществ.

Следует отметить двух кратное превышение концентрации консервантов в «Сладкий пшик» $1060+340=1400$ мг/л в сравнении с нормативом – не более 600 мг/л (примечание к табл. 3). Если учесть, что масса одной дозы в 4 раз выше массы одной капли ($0,12/0,29=4$) (табл. 1), то потребитель

за один прием получит дозу консервантов в 8 раз больше разрешенной.

В таблице 4 представлены результаты микробиологического анализа подсластителей по показателям количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, дрожжи, плесени, Salmonella, бактерии группы кишечной палочки в пробе.

Примечание к таблице ТР ТС 021/2011, приложение 1.7. «Концентраты (жидкие, пастообразные), смеси (порошкообразные, таблетированные, гранулированные и т.п.) для безалкогольных напитков (кроме концентратов, содержащих бикарбонат натрия)» – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см), не более 5×10^4 , дрожжи, плесени КОЕ/г. Не более $5,0 \times 10^1$, Salmonella, в 25 г: отсутствие бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в пробе: отсутствие.

Таблица 4

Результаты анализа микробиологической чистоты образцов

Table 4

The results of the analysis of microbiological purity of samples

Критерий	«Mastershape» – заменитель сахара	«Nosugar» – заме- нитель сахара	«Сладкий пшик со вкусом капучино»	«Сластия супер»
КМАФАнМ, КОЕ/г	4,0x10 ³	4,5x10 ¹	Менее 1,0x10 ¹	Менее 1,0x10 ¹
Дрожжи, плесни, КОЕ/г	4,0x10 ³	4,0x10 ³	Менее 1,0x10 ¹	Менее 1,0x10 ¹
Salmonella, в 25 г	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) в пробе	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Образцы «Mastershape» и «Nosugar» по показателю дрожжи, плесени КОЕ/г: в 80 раз превышают допустимый показатель (не более 5,0x10¹) (прим. к табл. 4). Доказательством также является видимые колонии плесени (табл. 1 и рис. 1).

В научной литературе имеется множество работ о том, что сукралоза является производным сахарозы, и, частично, может метаболизироваться микроорганизмами [10, 11]. Поэтому для предотвращения микробного роста,

некоторые производители используют высоко осмотические растворы, например, СластияTM, а остальные добавляют консерванты не смотря на несовместимость ионов калия и натрия из солей сорбиновой или бензойной кислоты с хлором сукралозы с образованием токсичных продуктов гидролиза [12]. Поэтому во всех нормативных документах, определяющих качество сукралозы, например USP-NF, установлено требование «продукты гидролиза в сукралозе – не более



Рис. 1. Фотография содержимого флакона «Mastershape», увеличение *10

Fig. 1. Photo of the contents of the Mastershape bottle, magnification *10

0,1%». Нами проводились эксперименты по изучению влияния консервантов на стабильность качества растворов сукралозы. Фотографии образцов раствора сукралозы 15% с добавлением веществ кислого и щелочного характера показывают значительное изменение цвета вариантов с добавлением сорбата калия и бензоата натрия (рис. 2). Это свидетельствует о значительном разложении сукралозы и ставит серьезные вопросы о стабильности и безопасности жидких заменителей сахара, содержащих консерванты (сорбат калия и бензоат натрия).

Представленные данные товароведной экспертизы, свидетельствуют о том, что все изученные образцы имеют нарушения требований действующего законодательства, начиная с опечатки в оформлении декларации соответствия («Сластия-супер»TM), заканчивая недостоверной

информацией на этикетке («Mastershape»TM, «Nosugar», «Сладкий пшик»TM), превышения концентрации консервантов, выше разрешенных пределов («Сладкий пшик»TM) и микробиологической чистоты («Mastershape» и «Nosugar» по показателю дрожжи, плесени КОЕ/г: в 80 раз превышают допустимый показатель не более 5,0x10¹).

Считаем, что требования к качеству и безопасности к заменителям сахара должны быть выше, чем к пищевым добавкам и даже, чем к лекарственным средствам.

Лекарственные средства принимают курсами и под наблюдением врача, а заменители сахара – больные серьезными заболеваниями и пожизненно. Использование сахарозаменителей может помочь снизить потребление сахара без отказа от привычного вкуса блюд и напитков. Однако важно помнить о мере и разумном



Рис. 2. Внешний вид флаконов до и после 30 дней термостат 45 с раствором 15% сукралозы в воде (1), (2) – с добавлением 0,1% сорбата калия, (3) – 0,1% бензоата натрия, (4) лимонной кислоты до pH = 3,5, (5) 0,1 M NaOH до pH 8,8; (6) раствор 15% сукралозы в смеси глицерин/вода 84/16.

Fig. 2 Appearance of bottles before and after 30 days, 45 °C thermostat with a solution of 15% sucralose in water (1), (2) – with the addition of 0.1% potassium sorbate, (3) – 0.1% sodium benzoate, (4) citric acid to pH = 3.5, (5) 0.1 M NaOH to pH 8.8; (6) a solution of 15% sucralose in a mixture of glycerin/water 84/16.

использовании этих продуктов в рамках здорового питания, при условии документально подтвержденных показателей качества, безопасности и стабильности этих продуктов.

Выводы

Проведена товароведная оценка качества четырех, наиболее популярных, жидких заменителей сахара. Установлено, что все изученные образцы имеют нарушения требований действующего

законодательства, начиная с опечатки в оформлении декларации соответствия (Сластеля-супер), заканчивая недостоверной информацией на этикетке («Mastershape»TM, «Nosugar», «Сладкий пшик»TM) превышение концентрации консервантов, выше разрешенных пределов («Сладкий пшик»TM); «Mastershape» и «Nosugar» по показателю дрожжи, плесни КОЕ/г: в 80 раз превышают допустимый показатель (не более $5,0 \times 10^1$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чугунова О.В., Арисов А.В. Эффективное использование продовольственных ресурсов в технологии пищевых систем. Курск: Университетская книга; 2022.
2. Заборохина Н.В., Гилина А.А., Чугунова О.В. Микрокапсулирование подсластителей и их влияние на флейвор низкокалорийных сладких блюд. Вестник КрасГАУ. 2023; 6(195): 151-159.
3. Минниханова Е.Ю. Перспективы применения интенсивных подсластителей в общественном питании. Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Екатеринбург; 2021: 106-109.
4. Чикова Н.В., Борисова А.В. Проблемы использования заменителей сахара в сахаросодержащих продуктах. Вестник ТГЭУ. 2021; 2(98): 132-139.
5. Sahin A.W., Zannini E., Coffey A. et al. Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. Elsevier. 2019; 126(108583): 1-17.
6. Лазарев В.А., Ершова А.Р. Пастильное изделие на основе изомальта и эритрита, обогащенное биологически активными веществами черной смородины. Индустрия питания. 2022; 7(2): 37-43.
7. Monaco R., Miele N.A., Cabisidan E.K. et al. Strategies to reduce sugars in food. FoodScience. 2018; 19: 92-97.
8. Сахарозаменители натурального происхождения для производства кондитерских изделий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://transfoodservice.com/publication/saharozameniteli-naturalnogo-proishozhdeniyadlya-proizvodstva-konditerskih-izdelij/> (дата обращения: 01.11.2023).
9. Сахарозаменитель «Nosugar» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://companies.rbc.ru/trademark/865120/no-sugar/>
10. Susan S. Schiffman, Kristina I. Rother, Sucralose A Synthetic Organochlorine Sweetener: Overview of Biological Issues. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2013; 16(7): 399-451.
11. Omran A.R., Baker Ch. Coughlin Differential Bacteriostatic Effects of Sucralose on Various Species of Environmental Bacteria. ISRN Toxicol. 2013: 415070.
12. Yun Yu., Jin-Xin Lu, Zhen LÜ et al. [Kinetics and Mechanism of Sucralose Degradation in Water Using UV-activated Persulfate Process]. Jing KeXue. 2020: 33124395.

REFERENCES:

1. Chugunova O.V., Arisov A.V. Effective use of food resources in food system technology. Kursk: University Book; 2022.
2. Zavorokhina N.V., Gilina A.A., Chugunova O.V. Microencapsulation of sweeteners and their effect on the flavor of low-calorie sweet dishes. Bulletin of KrassAU. 2023; 6(195): 151-159.
3. Minnikhanova E.Yu. Prospects for the use of intense sweeteners in public catering. Innovative technologies in the food industry and public catering: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Ekaterinburg. 2021: 106-109.
4. Chikova N.V., Borisova A.V. Problems of using sugar substitutes in sugar-containing products. Bulletin of TSUE. 2021; 2 (98): 132-139.
5. Sahin A.W., Zannini E., Coffey A. et al. Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach. Elsevier. 2019; 126 (108583): 1-17.
6. Lazarev V.A., Ershova A.R. Pastille product based on isomalt and erythritol, enriched with biologically active substances of black currant. Food industry. 2022; 7(2): 37-43.
7. Monaco R., Miele N.A., Cabisidan E.K. et al. Strategies to reduce sugars in food. FoodScience, 2018; 19: 92-97.
8. Sweeteners of natural origin for the production of confectionery products [Electronic resource]. Access mode: <http://transfoodservice.com/publication/saharozameniteli-naturalnogo-proishozhdeniyadlya-proizvodstva-konditerskih-izdelij/> (access date: 01.11.2023).
9. Sweetener «Nosugar» [Electronic resource]. Access mode: <https://companies.rbc.ru/trademark/865120/no-sugar/>
10. Susan S. Schiffman, Kristina I. Rother, Sucralose A. Synthetic Organochlorine Sweetener: Overview of Biological Issues. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2013; 16(7): 399-451.
11. Omran A., Baker R., Coughlin Ch. Differential Bacteriostatic Effects of Sucralose on Various Species of Environmental Bacteria. Toxicol. 2013; 41507012.
12. Yun Yu., Jin-Xin Lu, Zhen LÜ et al. [Kinetics and Mechanism of Sucralose Degradation in Water Using UV-activated Persulfate Process]. Jing KeXue. 2020: 33124395.

Информация об авторах / Information about the authors

Андрей Станиславович Гаврилов, доктор фармацевтических наук, доцент кафедры товаро-ведения, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

gavrilov.usma@mail.ru

Екатерина Юрьевна Минниханова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

minnekaterina@yandex.ru

Андрей Артурович Тумашов, кандидат химических наук, доцент, заведующий лабораторией ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, УрО РАН

tumashov@ios.uran.ru

Алексей Валерьевич Тарасов, аспирант кафедры технологии питания, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

tp.usue@ru

Дарья Алексеевна Гладкова, студент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

darya.q.2001@mail.ru

Andrey S. Gavrilov, Dr Sci. (Pharmacy), Associate Professor, the Department of Commodity Science, FSBEI HE «Ural State University of Economics»

gavrilov.usma@mail.ru

Ekaterina Yu. Minnikhanova, PhD (Engineering), Associate Professor, the Department of Nutrition Technology, FSBEI HE «Ural State University of Economics»

minnekaterina@yandex.ru

Andrey A. Tumashov, PhD (Chemistry), Associate Professor, Head of the Laboratory, FSBIS «I.Y. Postovsky Institute of Organic Synthesis», Ural Branch of the RAS

tumashov@ios.uran.ru

Alexey V. Tarasov, Postgraduate Student, the Department of Nutrition Technology, FSBEI HE «Ural State University of Economics»

tp.usue@ru

Darya A. Gladkova, Student, FSBEI HE «Ural State Medical University»

darya.q.2001@mail.ru

Заявленный вклад соавторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Claimed contribution of co-authors

All authors of this research were directly involved in the design, execution, and analysis of the research. All authors of this article have read and approved the final version submitted.

Поступила в редакцию 24.10.2023; поступила после рецензирования 27.11.2023; принята к публикации 28.11.2023

Received 24.10.2023; Revised 27.11.2023; Accepted 28.11.2023