

## Референтные значения отдельных потребительских характеристик белого сахара

|                    |              |                                                                |                                                                                                         |
|--------------------|--------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Марина И. Егорова  | <sup>1</sup> | <a href="mailto:rniisp@gmail.com">rniisp@gmail.com</a>         |  0000-0003-1333-7377 |
| Любовь И. Беляева  | <sup>1</sup> | <a href="mailto:belyaeva_li@mail.ru">belyaeva_li@mail.ru</a>   |  0000-0001-6099-6063 |
| Любовь Н. Пузанова | <sup>1</sup> | <a href="mailto:info@rniisp.ru">info@rniisp.ru</a>             |  0000-0002-0857-5744 |
| Михаил К. Пружин   | <sup>1</sup> | <a href="mailto:mihailpruzin@mail.ru">mihailpruzin@mail.ru</a> |  0000-0001-5977-771X |

<sup>1</sup> Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, г. Курск, 305021, Россия

**Аннотация.** В исследовании представлены результаты изучения характера распределения и установления общих референтных значений отдельных потребительских характеристик белого свекловичного сахара четырех категорий: экстра, TC1, TC2, TC3. Выборки включали образцы белого сахара, выработанного в период 2016...2022 гг. 58 свеклосахарными заводами России. В качестве потребительских характеристик рассматривались цветность в растворе, мутность раствора, содержание золы и кальция с позиций требований производителей кондитерских изделий и напитков длительного хранения. Мониторинговые данные указанных характеристик обрабатывали с использованием методов математической статистики. Визуальный анализ графиков распределения мониторинговых данных показал близость абсолютных значений эмпирических и теоретических частот, характеризующих степень проявления нормального закона. Результат проверки нулевой гипотезы о соответствии нормальному распределению на основе теста Колмогорова-Смирнова дал положительный результат для всех потребительских характеристик у четырех категорий сахара, за исключением содержания кальция в белом сахаре категории TC2. Установлены референтные интервалы рассматриваемых потребительских характеристик белого сахара. Выявлен относительный рост их значений в разрезе категорий сахара по отношению к сахару более высокой предшествующей категории. Наиболее высокий рост отмечен для сахара категории TC3 по отношению к сахару категории TC2 – от 159 до 207%; для сахара категории TC2 по отношению к сахару категории TC1 рост составляет от 143 до 228%; около 140% составляет рост для сахара категории TC1 по отношению к категории экстра. Проведено сравнение референтных значений с пороговыми уровнями потребительских характеристик при производстве кондитерских изделий и напитков длительного хранения. Показано, что сахар категорий экстра и TC1 в целом удовлетворяет требованиям; отдельные партии сахара категории TC2 могут быть использованы при производстве кондитерских изделий, за исключением карамели; сахар категории TC3 является технологически неадекватным для данных промышленных потребителей.

**Ключевые слова:** белый сахар, потребительская характеристика, промышленный потребитель, референтные значения, характер распределения, проверка гипотезы.

## Reference values for selected consumer characteristics of white sugar

|                    |              |                                                                |                                                                                                           |
|--------------------|--------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Marina I. Egorova  | <sup>1</sup> | <a href="mailto:rniisp@gmail.com">rniisp@gmail.com</a>         |  0000-0003-1333-7377 |
| Luybov I. Belyaeva | <sup>1</sup> | <a href="mailto:belyaeva_li@mail.ru">belyaeva_li@mail.ru</a>   |  0000-0001-6099-6063 |
| Luybov N. Puzanova | <sup>1</sup> | <a href="mailto:info@rniisp.ru">info@rniisp.ru</a>             |  0000-0002-0857-5744 |
| Mikhail K. Pruzhin | <sup>1</sup> | <a href="mailto:mihailpruzin@mail.ru">mihailpruzin@mail.ru</a> |  0000-0001-5977-771X |

<sup>1</sup> Federal Agricultural Kursk Research Center, Karl Marks St., 70b, Kursk, 305021, Russia

**Abstract.** The study presents the results of studying the nature of the distribution and establishing general reference values for individual consumer characteristics of white beet sugar in four categories: extra, TC1, TC2, TC3. The selections included samples of white sugar produced in the period from 2016 to 2022 by 58 beet sugar factories in Russia. The consumer characteristics considered were color in the solution, turbidity of the solution, ash and calcium content from the standpoint of the requirements of manufacturers of confectionery products and shelf-stable drinks. The following consumer characteristics were considered: color in the solution, turbidity of the solution, ash and calcium content from the standpoint of the requirements of manufacturers of confectionery products and long-life beverages. Monitoring data of these characteristics were processed using mathematical statistics methods. Visual analysis of the distribution graphs of monitoring data showed the proximity of the absolute values of empirical and theoretical frequencies characterizing the degree of manifestation of the normal law. The result of testing the null hypothesis of compliance with the normal distribution based on the Kolmogorov-Smirnov test gave a positive result for all consumer characteristics in the four sugar categories, with the exception of calcium content in white sugar of TC2 category. Reference intervals for the considered consumer characteristics of white sugar have been established. A relative increase in their values in the context of sugar categories in relation to sugar of a higher previous category was revealed. The highest growth was noted for sugar of TC3 category in relation to sugar of TC2 category – from 159 to 207%; for sugar of TC2 category in relation to sugar of TC1 category, the increase ranges from 143 to 228%; the growth for sugar of TC1 category relative to the extra category is about 140%. A comparison of reference values with threshold levels of consumer characteristics in the production of confectionery products and long-life beverages was carried out. It has been shown that sugar in the extra and TC1 categories generally satisfies the requirements; individual batches of TC2 category sugar can be used in the production of confectionery products, with the exception of caramel; TC3 category sugar is technologically inadequate for these industrial consumers.

**Keywords:** white sugar, consumer characteristics, industrial consumer, reference values, nature of distribution, hypothesis testing.

### Для цитирования

Егорова М.И., Беляева Л.И., Пузанова Л.Н., Пружин М.К. Референтные значения отдельных потребительских характеристик белого сахара // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 2. С. 63–73. doi:10.20914/2310-1202-2024-2-63-73

### For citation

Egorova M.I., Belyaeva L.I., Puzanova L.N., Pruzhin M.K. Reference values for selected consumer characteristics of white sugar. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 2. pp. 63–73. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-2-63-73

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Белый сахар – пищевой продукт в виде кристаллизованной сахарозы различной степени очистки, который извлекают без конверсии [1] из растительного сырья, где он синтезируется природой. Имея более чем трехтысячелетнюю историю потребления человеком [2], сегодня он является основным углеводным подсластителем [3] с ежегодным производством в мире около 170 млн т, входит в продуктовую корзину большинства стран. В мире белый сахар получают из сахарной свеклы и сахарного тростника, при этом на долю тростникового приходится около 80%, свекловичного – от 16 до 22% [4].

Белый сахар имеет чистый сладкий вкус и является эталоном вкуса сладости [5]. В организме человека сахар легко усваивается, выделяя при метаболизме энергию в количестве 4 ккал/г, используемую для жизнедеятельности и работы, поэтому считается энергетически ценным углеводом. Он успокаивающе действует на центральную нервную систему, считается незаменимым для людей умственного и физического труда.

В России производство белого сахара осуществляется на 65 свеклосахарных заводах в 20 регионах с ежегодной выработкой около 6 млн т, что обеспечивает продовольственную независимость страны [6]. На рынке присутствует вырабатываемый по ГОСТ 33222–2015 «Сахар белый. Технические условия» продукт четырех категорий – экстра, ТС1, ТС2, ТС3 в кристаллическом и кусковом виде, в виде сахарной пудры. Потребление белого сахара ежегодно варьирует в диапазоне 5,8–6,0 млн т, которое распределяется по сегментам: население – до 55% общего потребления, предприятия пищевой индустрии и других отраслей экономики – до 40%, общественное питание – до 5%.

При производстве пищевых продуктов белый сахар используется в разной товарной форме и является многофункциональным ингредиентом [1]. В первую очередь, востребована сладость белого сахара [7], а также его способность формировать вкусовой и ароматический профиль продукта [8], структуру [9, 10] за счет взаимодействия с другими ингредиентами рецептуры [11–13]. Ввиду разнообразия ассортимента и структур пищевых масс, для производства конкретных пищевых продуктов востребованы определенные функциональные свойства белого сахара.

В этой связи между предприятиями пищевой индустрии и свеклосахарными заводами должны быть налажены определенные технологические связи для удовлетворения требований промышленных потребителей по заданным характеристикам сахара. При этом отмечается, что одной из проблем развития пищевой

промышленности России является недостаточный уровень конкурентоспособности продукции, решение которой связано с активизацией инновационной деятельности предприятий, в т. ч. путем развития форм контроля и оценки качества продукции [14]. Тогда управление качеством при выпуске белого сахара должно предполагать внедрение процессов цифровизации и фиксирование операций, осуществляемых с отклонением от заданных параметров [15]. Знание таких параметров весьма важно, поскольку обеспечение продовольственной безопасности осложняется различием в требованиях национальных стандартов на пищевые продукты и многомерностью информации, поступающей от различных участников рынка оценки качества продукции [16].

Так, для белого кристаллического сахара ГОСТ 33222 предусмотрены требования к содержанию влаги, сахарозы, редуцирующих веществ, золы, цветности в растворе. Промышленные потребители в дополнение к указанным требованиям ориентируются на содержание взвешенных веществ, кальция, мутность раствора, флоккулообразующую способность и др. [17–22].

При этом информация о значимых пределах варьирования показателей качества белого сахара, как нормируемых стандартом, так и предъявляемых промышленными потребителями, практически отсутствует. Складывающаяся ситуация препятствует возможности обоснованного выбора поставщиков сахара предприятиями пищевой промышленности, которые часто ориентируются не на потребительские предпочтения, а логистические, ценовые и пр. Свеклосахарным заводам такая информация может быть необходимой как фактор управления качеством продукции [23], поскольку все характеристики вырабатываемого белого сахара являются результатом воздействия многих технологических и технических факторов: технологических свойств сахарной свеклы, поступающей в пищевую систему; используемых локальных технологий ее переработки и применяемых функциональных технологических вспомогательных средств; парка установленного оборудования; квалификации работников; рисков отклонения параметров процессов от оптимальных и др.

Между тем, во второй половине XX века в медицинской практике для интерпретации результатов лабораторных исследований предложен термин «референтные значения» (референсные значения), который в дальнейшем закрепился для применения; используется также термин «референтный интервал» как 95%-ный центральный диапазон референтных значений, ограниченный верхним и нижним референтными пределами [24]. Выбор статистического метода расчета референтного интервала осуществляют по характеру распределения ряда значений в выборке:

параметрический – при наличии нормально распределенных данных; непараметрический – если распределение значений отличается от нормального или гипотеза относительно распределения данных отсутствует [25].

В настоящее время существуют прямые и косвенные методики определения референтных интервалов (РИ) лабораторных показателей. Для прямого установления РИ статистически достаточной считают выборку из 120 объектов, по результатам исследования которых рассчитывают 95%-ный доверительный интервал. Широкое распространение получили косвенные методики установления РИ, использующие анализ базы данных, собранных лабораторией [26]. Ещё более простой и удобной является предлагаемая авторами [27] методика предварительной «очистки» выборки до нормального распределения с помощью нормированного отклонения с последующим расчётом 95%-ного доверительного интервала (ДИ) по 2,5 и 97,5 процентиллям полученной выборки.

Такого рода единичные исследования имеются для отдельных продуктов питания [28–31], для сахара они проводятся впервые. Цель исследований – изучение характера распределения и установление общих референтных значений для отдельных потребительских характеристик белого сахара разных категорий.

### Материалы и методы

Объектом исследований служили промышленные образцы белого свекловичного сахара по ГОСТ 33222 четырех категорий: экстра, ТС1, ТС2, ТС3. Предметом исследований являлись характеристики потребительских свойств белого сахара: цветность в растворе, мутность раствора, содержание золы и кальция.

Формирование массива количественных значений указанных показателей осуществлялось на основе данных мониторинга, проводимого испытательной лабораторией Курского ФАНЦ. Выборки представляли собой образцы белого сахара, выработанного в период 2016–2022 гг. 58 российскими свеклосахарными заводами (90% от количества действующих заводов) из 18 регионов страны (95% от количества регионов расположения заводов): для категории экстра – 32, ТС1 – 11, ТС2 – 158, ТС3 – 29. Выборки сахара категорий экстра и ТС1 не содержали образцы специально выработанных для отдельных промышленных потребителей партий заданного состава. Цветность сахара в растворе определяли согласно ГОСТ 12572–2015 «Сахар. Метод определения цветности»; содержание золы кондуктометрической – согласно ГОСТ 12574–2016 «Сахар. Метод определения золы»; содержание кальция – по методике, изложенной в «Руководстве по организации контроля технологического потока производства сахара из сахароносного

растительного сырья (сахарной свеклы)» (Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2022. 186 с.); мутность – по методике ICUMSA GS2/3–18 The Determination of the Turbidity of White Sugar Solutions.

Установление общих референтных значений характеристик потребительских свойств белого сахара проводили с учетом характера распределения на основе методов математической статистики, включающих предварительное исследование функций распределения случайных величин. Сформированные из численных значений потребительских характеристик белого сахара вариационные ряды проверяли с использованием критериев Граббса и Диксона на наличие выбросов (экстремальных значений). После исключения выбросов мониторинговые данные преобразовывали в интервальные вариационные ряды. Гипотезу о нормальном распределении интервальных вариационных рядов потребительских характеристик проверяли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова и расчетных значений показателей асимметрии, эксцесса, выборочной средней, моды, медианы и коэффициента вариации [24, 32, 33]. Гипотезу считали принятой при условии, что фактические значения критерия Колмогорова-Смирнова ( $\lambda_{\text{факт}}$ ) ниже предельных значений:  $\lambda_{\text{пред}} = 1,36$  при  $\alpha = 0,05$ ;  $\lambda_{\text{пред}} = 1,63$  при  $\alpha = 0,01$ ;  $\lambda_{\text{пред}} = 1,95$  при  $\alpha = 0,001$ . Расчет доверительных интервалов для средних референтных значений осуществляли в соответствии с классической интервальной оценкой генеральной средней нормально распределенной случайной величины показателей при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ .

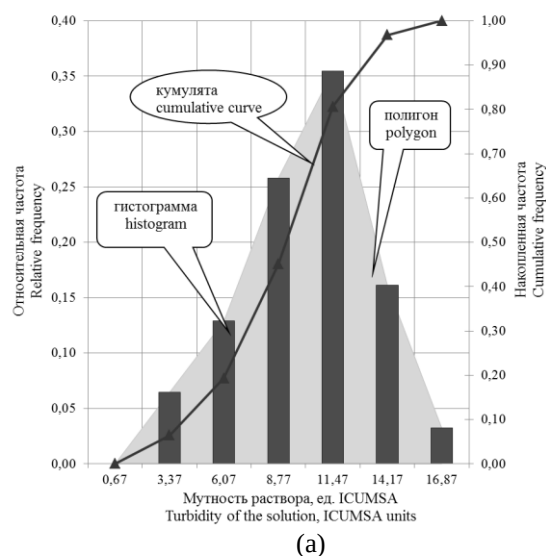
Обработка и представление полученных результатов выполнены с помощью программ MS Excel, XL STAT 2013.

### Результаты

Результаты проверки вариационных рядов потребительских характеристик белого сахара четырех категорий на основе критериев Граббса и Диксона показали наличие единичного выброса (экстремального значения) лишь для одной характеристики – содержания кальция в белом сахаре категории ТС1, который, предположительно, обусловлен случайными ошибками при его измерении. После исключения выброса мониторинговые данные преобразованы в интервальные вариационные ряды.

По результатам обработки интервальных вариационных рядов получены диаграммы и графики распределения потребительских характеристик белого сахара по каждой из четырех категорий для их визуального анализа. На рисунке 1 представлены гистограммы, кумуляты

и полигоны по двум характеристикам – мутности раствора белого сахара категории экстра и содержанию золы в белом сахаре категории ТС2.



Из рисунка видно, что полигон полученного распределения частот по форме близок к колоколообразной кривой нормального распределения.

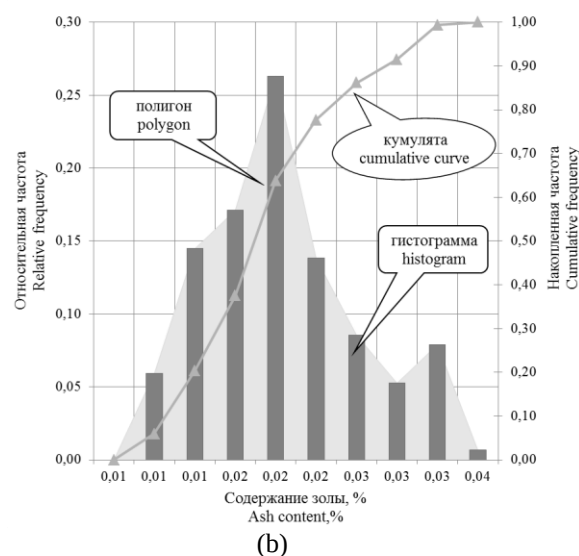


Рисунок 1. Распределение значений потребительских характеристик белого сахара в вариационных рядах: а – мутности раствора сахара категории экстра; б – содержания золы в сахаре категории ТС2

Figure 1. Distribution of values of consumer characteristics of white sugar in variation series: а – turbidity of a sugar solution in the extra category; б – ash content in sugar of TC2 category

Степень визуальной согласованности этих же мониторинговых данных с законом нормального распределения показана на рисунке 2. Кривые графиков свидетельствуют о близости

абсолютных значений эмпирических и теоретических частот, характеризующих степень проявления нормального закона.

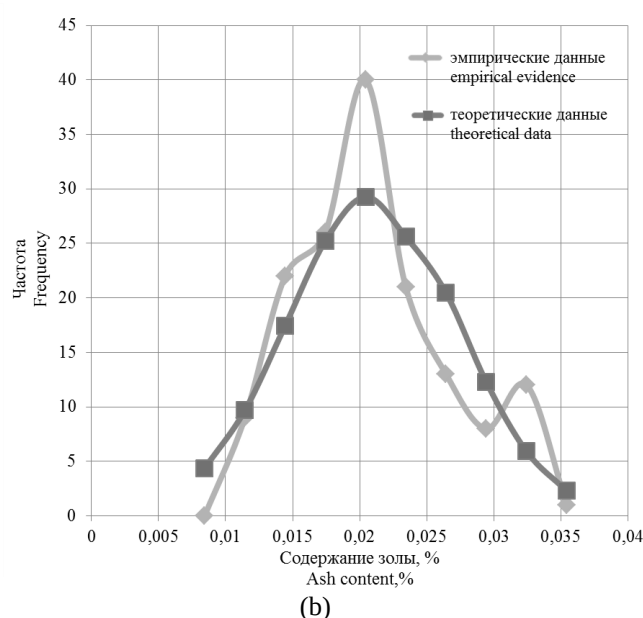
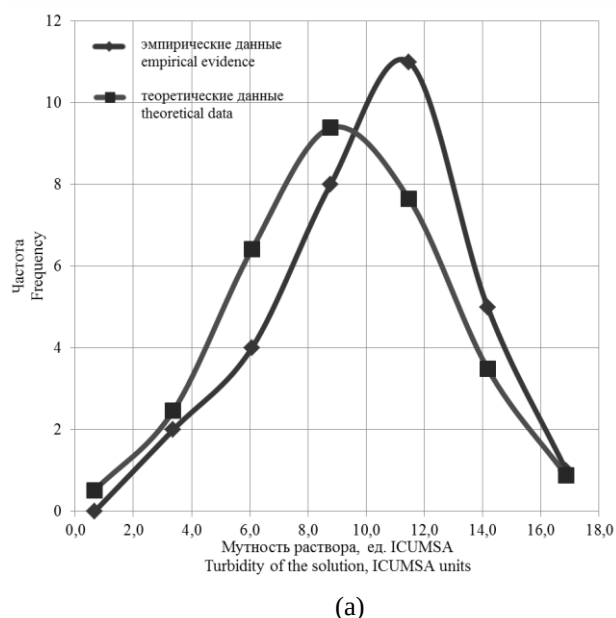


Рисунок 2. Эмпирические и теоретические частоты значений потребительских характеристик белого сахара в вариационных рядах: а – мутности раствора сахара категории экстра; б – содержания золы в сахаре категории ТС2

Figure 2. Empirical and theoretical frequencies of values of consumer characteristics of white sugar in variation series: а – turbidity of a sugar solution in the extra category; б – ash content in sugar of TC2 category

В целом для всех рассматриваемых потребительских характеристик белого сахара визуальный анализ характера распределения показал возможное соответствие их нормальному.

Результаты проверки нулевой гипотезы о соответствии фактического распределения вариационных рядов потребительских характеристик белого сахара нормальному распределению

на основе теста Колмогорова–Смирнова приведены в таблице 1. В графе таблицы результат проверки нулевой гипотезы обозначен знаком «+», если эмпирическое распределение не противоречит

нормальному закону (положительный результат); знаком «–» – если распределение противоречит нормальному закону (отрицательный результат).

Таблица 1.

Результаты теста Колмогорова–Смирнова и параметрические статистические показатели распределения вариационных рядов потребительских характеристик белого сахара

Table 1.

Results of the Kolmogorov–Smirnov test and parametric statistical indicators of the distribution of variation series of consumer characteristics of white sugar

| Потребительская характеристика<br>Consumer characteristics                  | $\lambda_{\text{факт}}$ | Результат проверки гипотезы<br>Hypothesis testing result | Параметрические статистические показатели<br>Parametric statistical indicators |                   |              |                                                        |                                                                     |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                                             |                         |                                                          | среднее<br>mean                                                                | медиана<br>median | мода<br>mode | коэффициент вариации, %<br>coefficient of variation, % | коэффициент эксцесса ( $E_k$ )<br>coefficient of kurtosis ( $E_k$ ) | коэффициент асимметрии ( $A_s$ )<br>coefficient of skewness ( $A_s$ ) |
| белый сахар категории экстра   white sugar of extra category                |                         |                                                          |                                                                                |                   |              |                                                        |                                                                     |                                                                       |
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA<br>Colourity in the solution, ICUMSA units | 1,11                    | +                                                        | 40,9                                                                           | 40,5              | 40,0         | 8,6                                                    | -0,23                                                               | 0,06                                                                  |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA<br>Turbidity of the solution, ICUMSA units    | 0,88                    | +                                                        | 9,17                                                                           | 10,0              | 8,0          | 38,5                                                   | 0,60                                                                | -0,38                                                                 |
| Содержание золы, %<br>Ash content, %                                        | 0,19                    | +                                                        | 0,01                                                                           | 0,01              | 0,01         | 22,2                                                   | 0,63                                                                | -0,23                                                                 |
| Содержание кальция, мг/кг<br>Calcium content, mg/kg                         | 1,87                    | +                                                        | 15,1                                                                           | 11,0              | 10,0         | 45,9                                                   | 0,35                                                                | 1,24                                                                  |
| белый сахар категории TC1   white sugar of TC1 category                     |                         |                                                          |                                                                                |                   |              |                                                        |                                                                     |                                                                       |
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA<br>Colourity in the solution, ICUMSA units | 0,84                    | +                                                        | 56,91                                                                          | 57,00             | 57,00        | 5,1                                                    | 2,40                                                                | -1,25                                                                 |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA<br>Turbidity of the solution, ICUMSA units    | -0,30                   | +                                                        | 12,91                                                                          | 12,00             | 8,00         | 46,3                                                   | -0,02                                                               | -0,46                                                                 |
| Содержание золы, %<br>Ash content, %                                        | -0,30                   | +                                                        | 0,014                                                                          | 0,012             | 0,010        | 40,5                                                   | 0,48                                                                | 1,21                                                                  |
| Содержание кальция, мг/кг<br>Calcium content, mg/kg                         | 0,18                    | +                                                        | 30,91                                                                          | 30,00             | 30,00        | 38,0                                                   | 3,27                                                                | 1,62                                                                  |
| белый сахар категории TC2   white sugar of TC2 category                     |                         |                                                          |                                                                                |                   |              |                                                        |                                                                     |                                                                       |
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA<br>Colourity in the solution, ICUMSA units | 1,78                    | +                                                        | 88,13                                                                          | 90,5              | 104,0        | 31,6                                                   | -1,22                                                               | -0,48                                                                 |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA<br>Turbidity of the solution, ICUMSA units    | 1,52                    | +                                                        | 29,43                                                                          | 26,50             | 20,0         | 16,1                                                   | -0,34                                                               | 0,66                                                                  |
| Содержание золы, %<br>Ash content, %                                        | 0,84                    | +                                                        | 0,020                                                                          | 0,020             | 0,020        | 46,2                                                   | -0,09                                                               | 0,62                                                                  |
| Содержание кальция, мг/кг<br>Calcium content, mg/kg                         | 2,94                    | -                                                        | 43,35                                                                          | 40,00             | 20,0         | 44,4                                                   | -0,82                                                               | 0,51                                                                  |
| белый сахар категории TC3   white sugar of TC3 category                     |                         |                                                          |                                                                                |                   |              |                                                        |                                                                     |                                                                       |
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA<br>Colourity in the solution, ICUMSA units | 0,63                    | +                                                        | 140,0                                                                          | 138,0             | 140,0        | 16,9                                                   | 0,78                                                                | 1,03                                                                  |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA<br>Turbidity of the solution, ICUMSA units    | 1,05                    | +                                                        | 51,2                                                                           | 40,0              | 38,0         | 44,0                                                   | -0,95                                                               | 0,73                                                                  |
| Содержание золы, %<br>Ash content, %                                        | 1,20                    | +                                                        | 0,035                                                                          | 0,036             | 0,040        | 25,1                                                   | -0,03                                                               | -0,44                                                                 |
| Содержание кальция, мг/кг<br>Calcium content, mg/kg                         | 0,88                    | +                                                        | 89,5                                                                           | 90,0              | 90,0         | 31,0                                                   | 1,35                                                                | 0,97                                                                  |

Данные таблицы 1 показывают, что фактический критерий Колмогорова-Смирнова находился в диапазоне  $\lambda_{\text{факт}} = 0,18 - 1,20$ , т. е. ниже предельного значения  $\lambda_{\text{пред}} = 1,36$  при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ , в 12 случаях: для 3 потребительских характеристик сахара категории экстра, 4 – категории TC1, 1 – категории TC2, 4 – категории TC3. Для одной характеристики – мутности раствора сахара категории TC2  $\lambda_{\text{факт}} = 1,52$  был ниже  $\lambda_{\text{пред}} = 1,63$  при уровне значимости  $\alpha = 0,01$ ; для двух характеристик – содержания кальция в сахаре категории экстра и цветности раствора сахара категории TC2  $\lambda_{\text{факт}}$  (соответственно, 1,87 и 1,78) был ниже  $\lambda_{\text{пред}} = 1,95$  при уровне значимости  $\alpha = 0,001$ . Лишь для содержания кальция в сахаре категории TC2 предельное значение  $\lambda_{\text{пред}} = 1,95$  оказалось ниже  $\lambda_{\text{факт}} = 2,94$ . В результате для потребительских характеристик белого сахара всех четырех категорий, за исключением содержания кальция в сахаре категории TC2, фактический критерий Колмогорова-Смирнова не превышал предельных значений, что подтверждает нулевую гипотезу о соответствии их нормальному распределению.

Косвенные параметрические статистические показатели, представленные в таблице 1, дополнительно демонстрируют заметную степень сходимости фактических и теоретических частот нормального распределения. Об этом свидетельствуют выявленные близкие значения средней арифметической, медианы и моды по 9 позициям: 3 характеристикам белого сахара категории экстра, 2 – категории TC1, 1 – категории TC2,

3 – категории TC3. Коэффициент вариации характеристик белого сахара не превышал предельного уровня 35% по 8 позициям: 2 характеристикам белого сахара категории экстра, 1 – категории TC1, 2 – категории TC2, 3 – категории TC3, что указывает на более выраженное проявление нормального характера распределения этих характеристик. Полученная положительная величина коэффициента эксцесса говорит об островершинном распределении в половине вариационных рядов рассматриваемых характеристик, для другой половины, имеющей отрицательные значения этого коэффициента, характерно плосковершинное распределение. Отрицательная величина коэффициента асимметрии для 6 позиций характеристик белого сахара указывает на наличие для них незначительной левосторонней асимметрии, положительная величина для остальных характеристик свидетельствует о правосторонней асимметрии.

Таким образом, анализ характера распределения потребительских характеристик белого сахара четырех категорий выявил их соответствие нормальному закону, за исключением содержания кальция в сахаре категории TC2. Поэтому референтные значения для этой характеристики не определяли.

В таблице 2 представлены рассчитанные референтные интервалы рассматриваемых потребительских свойств белого сахара; в числителе приведены диапазоны нижнего и верхнего пределов, в знаменателе – среднее референтное значение и доверительный интервал.

Таблица 2.

Референтные интервалы потребительских характеристик белого сахара

Table 2.

Reference intervals for consumer characteristics of white sugar

| Потребительская характеристика<br>Consumer characteristics                  | Категория белого сахара   Category of white sugar |                                |                                |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                                                             | Экстра   extra                                    | TC1                            | TC2                            | TC3                            |
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA<br>Colourity in the solution, ICUMSA units | 39,6–42,2<br>(40,9 ± 1,3)                         | 54,9–58,9<br>(56,9 ± 2,0)      | 85,9–90,3<br>(88,1 ± 2,2)      | 131,0–149,0<br>(140,0 ± 9,0)   |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA<br>Turbidity of the solution, ICUMSA units    | 7,9–10,5<br>(9,2 ± 1,3)                           | 8,9–16,9<br>(12,9 ± 4,0)       | 27,4–31,4<br>(29,4 ± 2,0)      | 42,6–59,8<br>(51,2 ± 8,6)      |
| Содержание золы, %<br>Ash content, %                                        | 0,009–0,011<br>(0,010 ± 0,001)                    | 0,010–0,018<br>(0,014 ± 0,004) | 0,019–0,021<br>(0,020 ± 0,001) | 0,037–0,043<br>(0,040 ± 0,003) |
| Содержание кальция, мг/кг<br>Calcium content, mg/kg                         | 13–17<br>(15 ± 2)                                 | 23–38<br>(31 ± 8)              | не определялись<br>not defined | 79–99<br>(89 ± 10)             |

Данные таблицы 2 показывают, что референтные интервалы потребительских характеристик белого сахара по показателям цветности в растворе и содержанию кальция не имеют пересечений для различных категорий сахара. В то же время отмечено пересечение референтных интервалов по показателям мутности раствора и содержанию золы, но только для категорий

белого сахара экстра и TC1. Это свидетельствует о близости качественного состава сахара указанных категорий, что подтверждает наименьший относительный рост значений потребительских характеристик в разрезе категорий сахара по отношению к сахару более высокой предшествующей категории (таблица 3).

Таблица 3.  
Относительный рост референтных значений потребительских характеристик белого сахара по отношению к более высокой предшествующей категории, %

Table 3.

Relative increase in reference values of consumer characteristics of white sugar in relation to the higher previous category, %

| Потребительская характеристика<br>Consumer characteristics                 | Категория белого сахара<br>Category of white sugar |     |                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|--------------------------------|-----|
|                                                                            | экстра<br>extra                                    | TC1 | TC2                            | TC3 |
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA   Colourity in the solution, ICUMSA units | 100                                                | 139 | 154                            | 159 |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA   Turbidity of the solution, ICUMSA units    | 100                                                | 140 | 228                            | 174 |
| Содержание золы, %   Ash content, %                                        | 100                                                | 140 | 143                            | 200 |
| Содержание кальция, мг/кг   Calcium content, mg/kg                         | 100                                                | 207 | не определялось<br>not defined | 207 |

Как видно, наиболее высокий рост отмечен для сахара категории TC3 по отношению к сахару категории TC2 (от 159 до 207%), далее следует категория TC2 по отношению к категории TC1 (от 143 до 228%), лишь затем категория TC1 по отношению к категории экстра (рост в основном 140%).

Установленные общие референтные значения потребительских характеристик белого сахара разных категорий сравнивали с их пороговыми уровнями для разных промышленных

потребителей. В качестве таких потребителей рассматривали производство кондитерских изделий и напитков длительного хранения. Пороговые уровни потребительских характеристик белого сахара приведены в таблице 4, отсутствие требований обозначено как «О»; содержание кальция при производстве кондитерских изделий не нормируется, лишь при производстве карамели данный показатель является важным, поэтому соответствующий пороговый уровень 16,0 мг/кг дополнительно указан в знаменателе.

Таблица 4.  
Пороговые уровни значений потребительских характеристик белого сахара для промышленных потребителей

Table 4.

Threshold levels of consumer characteristics of white sugar for industrial consumers

| Потребительская характеристика<br>Consumer characteristics                  | Производство кондитерских изделий<br>Confectionery production | Производство напитков длительного хранения<br>Production of long-life beverages |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Цветность в растворе, ед. ICUMSA<br>Colourity in the solution, ICUMSA units | 104,0                                                         | 35,0                                                                            |
| Мутность раствора, ед. ICUMSA<br>Turbidity of the solution, ICUMSA units    | 20,0                                                          | 20,0                                                                            |
| Содержание золы, %   Ash content, %                                         | 0,036                                                         | 0,015                                                                           |
| Содержание кальция, мг/кг   Calcium content, mg/kg                          | О/16,0                                                        | О                                                                               |

Для производства кондитерских изделий средние референтные значения (РЗ) всех четырех потребительских характеристик белого сахара категории экстра и TC1 не превышали пороговый уровень. Однако для производства карамели сахар категории TC1 оказался технологически неадекватным: по содержанию кальция РЗ 31 мг/кг было выше порогового уровня 16,0 мг/кг. Белый сахар категории TC2 по одной потребительской характеристике не соответствовал требованиям: РЗ мутности 29,4 ед. ICUMSA было выше порогового уровня 20,0 ед. ICUMSA. Белый сахар категории TC3 ни по какой потребительской характеристике не являлся технологически адекватным, РЗ превышали пороговый уровень. Также сахар категорий TC2 и TC3 не являлся технологически адекватным при производстве карамели.

Для производства напитков длительного хранения средние референтные значения белого сахара категорий экстра и TC1 трех потребительских характеристик находились в пределах порогового уровня; по показателю цветности они превышали пороговый уровень: РЗ 40,9 и 56,9 ед. ICUMSA выше порогового уровня 35,0 ед. ICUMSA. Для сахара категорий TC2 и TC3 референтные значения по всем потребительским характеристикам превышали пороговый уровень.

Таким образом, вырабатываемый российскими свеклосахарными заводами белый сахар категории экстра полностью соответствует требованиям промышленных производителей кондитерских изделий; требования производителей напитков длительного хранения не выполняются по показателю цветности. Белый сахар категории TC1 не в полной мере удовлетворяет

требования промышленных потребителей: при производстве карамели – по содержанию кальция, напитков длительного хранения – по цветности. Белый сахар категорий ТС2 и ТС3 не является технологически адекватным по рассмотренным потребительским характеристикам.

Вместе с тем, следует учесть ситуацию на рынке сахара, связанную с производством белого сахара разных категорий. Всего 14 свекло-сахарных заводов из 65 действующих производят сахар категорий экстра и ТС1, а его общий выпуск лишь в последние годы приблизился к 10% от общего выпуска сахара. При этом согласно ГОСТ 33222 цветность белого сахара категории экстра не должна быть более 45,0 ед. ICUMSA, категории ТС1 – более 60,0 ед. ICUMSA, в то время как для производства напитков длительного хранения – не более 35,0 ед. ICUMSA, т. е. требования промышленных потребителей по данному показателю более жесткие. Решение указанной ситуации предусматривает выпуск свеклосахарными заводами определенных партий сахара с заданными характеристиками, удовлетворяющими требованиям потребителей. Приняв определенные допущения о поставках сахара заданного качества промышленным потребителям, можно считать, что сахар категорий экстра и ТС1 в целом удовлетворяет требованиям производителей кондитерских изделий и напитков длительного хранения.

## Заключение

Выявлено, что мониторинговые данные потребительских характеристик белого свекловичного сахара четырех категорий по цветности, мутности раствора, содержанию золы и кальция подчиняются закону нормального распределения, за исключением содержания кальция в белом сахаре категории ТС2. Для указанных характеристик установлены референтные интервалы. Показано, что наименьший относительный рост референтных значений уровня 140% наблюдается для сахара категории ТС1 по отношению к сахару категории экстра, наибольший – уровня от 159 до 207% для сахара категории ТС3 по отношению к сахару категории ТС2. Выполнено сравнение референтных значений с пороговыми уровнями потребительских характеристик для производителей кондитерских изделий и напитков длительного хранения. Показано, что сахар категорий экстра и ТС1 полностью удовлетворяет требованиям указанных производителей продуктов питания; отдельные партии сахара категории ТС2 могут быть использованы при производстве кондитерских изделий, за исключением карамели; сахар категории ТС3 является технологически неадекватным для данных промышленных потребителей.

## Литература

- 1 Подгорнова Н.М., Петров С.М. Новые представления о восприятии сладкого вкуса // Сахар. 2023. № 12. С. 23–28. doi: 10.24412/2413–5518–2023–12–23–28
- 2 Rajaeifar M.A., Hemayati S.S., Tabatabaei M., Aghashlo M. et al. A review on beet sugar industry with a focus on implementation of waste-to-energy strategy for power supply // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. V. 103. P. 423–442. doi: 10.1016/j.rser.2018.12.056
- 3 Филатов С.Л., Михайличенко М.С., Петров С.М., Подгорнова Н.М. Натуральные сиропы из топинамбура с пребиотическими свойствами // *Пищевая промышленность*. 2021. № 11. С. 15–21. doi: 10.52653/PPI.2021.11.11.005
- 4 Изтаев А., Языкбаев Е.С., Якияева М.А., Курбаниязов С.К. Сорговый сироп – альтернатива сахару при производстве продуктов питания // *Пищевая промышленность*. 2022. № 4. С. 12–15. doi: 10.52653/PPI.2022.4.4.002
- 5 Подгорнова Н.М., Петров С.М. Сахарозаменители и подсластители в продовольственных продуктах // *Товаровед продовольственных товаров*. 2021. № 11. С. 806–812. doi: 10.33920/igt-01–2111–01
- 6 Колончин К.В., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Пищевой комплекс России – 2019 год: результаты и задачи предстоящего периода в новых условиях развития // *Пищевая промышленность*. 2020. № 9. С. 34–40. doi: 10.24411/0235–2486–2020–10095
- 7 Iwuozor K.O., Anyanwu V.U., Olaniyi B.O., Mbamalu P.S. et al. Adulteration of sugar: A Growing Global Menace // *Sugar Tech*. 2022. V. 24. № 3. P. 914–919. doi: 10.1007/s12355–022–01122–6
- 8 Clemens R.A., Jones J.M., Kern M., Lee S-Y. et al. Functionality of sugars in foods and health // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2016. V. 15. № 3. P. 433–470. doi: 10.1111/1541–4337.12194
- 9 Шобанова Т.В., Творогова А.А. Влияние замены сахарозы глюкозно-фруктозным сиропом на показатели качества мороженого пломбир // *Техника и технология пищевых производств*. 2021. Т. 51. № 3. С. 604–614. doi: 10.21603/2074–9414–2021–3–604–614
- 10 Казанцев Е.В., Кондратьев Н.Б., Руденко О.С., Петрова Н.А. и др. Формирование пенообразной структуры кондитерских изделий // *Пищевые системы*. 2022. Т. 5. № 1. С. 64–69. doi: 10.21323/2618–9771–2022–5–1–64–69
- 11 Simoes S., Lelaj E., Rousseau D. The presence of crystalline sugar limits the influence of emulsifiers on cocoa butter crystallization // *Food Chemistry*. 2021. V. 346. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128848
- 12 Meza B.E., Peralta J-M., Zorrilla S.E. Effect of temperature and composition on rheological behaviour and sagging capacity of glaze materials for foods // *Food Hydrocolloids*. 2021. V. 117(2). doi: 10.1016/j.foodhyd.2021.106689
- 13 Querioz M.B., Sousa F.R., da Silva L.B., Alves R.M.V. et al. Co-crystallized sucrose-soluble fiber matrix: Physicochemical and structural characterization // *LWT – Food Science and Technology*. 2022. V. 154. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112685



- 14 Павлова А.В., Капнинова О.С., Полянин А.В. Повышение конкурентоспособности предприятий пищевой промышленности: кластерный подход // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 31(5). С. 170–181. doi: 10.24411/2309-4788-2020-10544
- 15 Рябова Т.Ф., Гусев В.В., Диброва Ж.Н. Развитие процессов цифровизации как эффективный ускоритель роста производства сахара // Пищевая промышленность. 2021. № 1. С. 20–23. doi: 10.24411/0235-2486-2021-10004
- 16 Алиева А.К., Труевцева О.А. Качество и безопасность товаров в современных условиях // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 281–289. doi: 10.20914/2310-1202-2019-3-281-289
- 17 Тарасова Е.А., Гурьева К.Б., Славянский А.А., Лебедева Н.Н. и др. Развитие национальной инфраструктуры качества в области сахарной промышленности // Сахар. 2021. № 5. С. 20–23. doi: 10.24412/2413-5518-2021-5-20-23
- 18 Van der Sman R.G.M., Renzetti S. Understanding functionality of sucrose in biscuits for reformulation purposes // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019. V. 59. №. 14. P. 2225–2239. doi: 10.1080/10408398.2018.1442315
- 19 Simoes S., Lelaj E., Rousseau D. The presence of crystalline sugar limits the influence of emulsifiers on cocoa butter crystallization // Food Chemistry. 2021. №. 346. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128848
- 20 Лаптенко Н.С., Дударева А.Н., Севастей Л.И., Горошнякова С.Д. Влияние сахара на структурно-механические свойства хлебобулочных изделий из муки пшеничной первого сорта // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2022. Т. 15. № 3(57). С. 62–68. doi: 10.47612/2073-4794-2022-15-3(57) – 62–68
- 21 Thorat A.A., Forny L., Meunier V., Taylor L.S. et al. Effects of mono-, di-, and tri-saccharides on the stability and crystallization of amorphous sucrose // Journal of Food Science. 2018. V. 83. №. 11. P. 2827–2839. doi: 10.1111/1750-3841.14357
- 22 Андриевская Д.В., Захаров М.А., Ульянова Е.В., Трофимченко В.А. Исследования влияния сахаросодержащего сырья на остаточный процесс (старение) купажей ликеро-водочных изделий // Пиво и напитки. 2021. № 1. С. 16–20. doi: 10.24412/2072-9650-2021-1-0004
- 23 Егорова М.И., Кретьова Я.А. Мутность растворов белого сахара как индикаторный показатель для потребителей и производителей // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. докл. XXIII междунар. науч.-техн. конф., Минск, 01 октября 2020 г. Минск: Беларуская навука, 2020. С. 363–367.
- 24 Евгина С.А., Савельев Л.И. Современные теория и практика референтных интервалов // Лабораторная служба. 2019. Т. 8. № 2. С. 36–44. doi: 10.17116/labs2019802136
- 25 Гришина Ж.В., Ключников С.О., Фещенко В.С., Жолинский А.В. Расчет референтных интервалов для показателей крови у детей и подростков: обзор проектов // Медицина экстремальных ситуаций. 2023. Т. 25. № 1. С. 4–11. doi: 10.47183/mes.2023.008
- 26 Мирошников М.В., Султанова К.Т., Ковалева М.А., Акимова М.А. и др. Определение референтных интервалов клиренса эндогенного креатинина у лабораторных животных // Лабораторные животные для научных исследований. 2022. Т. 8. № 4. С. 21–30. doi: 10.57034/2618723X-2022-04-03
- 27 Архипкин А.А., Лянг О.В., Кочетов А.Г. Методика расчета референтных интервалов лабораторных показателей на примере фетальных белков // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2014. № 3(47). С. 23–25.
- 28 Скорин В.К., Ларкин Д.К., Тихомиров И.А., Аксенова В.П. Характеристика качества молока и его зависимость от различных факторов // Вестник ВНИИМЖ. 2019. № 1(33). С. 14–20.
- 29 Шмалько Н.А., Никитин И.А., Велина Д.А., Пономарева Л.Ф. и др. Проверка гипотезы нормальности числа падения овсяной муки по малым выборкам // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 118–126. doi: 10.20914/2310-1202-2023-1-118-126
- 30 Шмалько Н.А., Никитин И.А., Муталлибзода Ш., Гончаров А.В. и др. Выборочное распределение наблюдений числа падения кукурузной муки // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 127–137. doi: 10.20914/2310-1202-2023-1-127-137
- 31 Дворянинова О.П., Алехина А.В., Косенко И.С., Евстратова А.С. Оценка качества хлебобулочных изделий с применением статистических методов анализа // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 464–469. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-464-469
- 32 Тарасенко И.Д., Дударев В.А. Использование статистических критериев для оценки качества данных (на примере данных по свойствам неорганических веществ) // Тонкие химические технологии. 2017. Т. 12. № 3. С. 101–105
- 33 Кулешов Е.Л. Критерий согласия на основе интервальной оценки // Автотметрия. 2016. Т. 52. № 1. С. 30–36. doi: 10.153/AUT20160104

## References

- 1 Podgornova N.M., Petrov S.M. New ideas about the perception of sweet taste of Sugar. 2023. no. 12. pp. 23–28. doi: 10.24412/2413-5518-2023-12-23-28 (in Russian).
- 2 Rajaeifar M.A., Hemayati S.S., Tabatabaei M., Aghashlo M. et al. A review on beet sugar industry with a focus on implementation of waste-to-energy strategy for power supply. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. vol. 103. pp. 423–442. doi: 10.1016/j.rser.2018.12.056
- 3 Filatov S.L., Mikhailichenko M.S., Petrov S.M., Podgornova N.M. Natural Jerusalem artichoke syrups with prebiotic properties. *Food industry*. 2021. no. 11. pp. 15–21. doi: 10.52653/PPI.2021.11.11.005 (in Russian).
- 4 Iztaev A., Yazykbaev E.S., Yakiyaeva M.A., Kurbanliyazov S.K. Sorghum syrup is an alternative to sugar in food production. *Food Industry*. 2022. no. 4. pp. 12–15. doi: 10.52653/PPI.2022.4.4.002 (in Russian).
- 5 Podgornova N.M., Petrov S.M. Sweeteners and sweeteners in food products. *Commodity expert of food products*. 2021. no. 11. pp. 806–812. doi: 10.33920/igt 01-2111-01 (in Russian).
- 6 Kolonchin K.V., Seregin S.N., Sysoev G.V. Food complex of Russia - 2019: results and tasks of the upcoming period in the new conditions of development. *Food industry*. 2020. no. 9. pp. 34–40. doi: 10.24411/0235-2486-2020-10095 (in Russian).

- 7 Iwuozor K.O., Anyanwu V.U., Olaniyi B.O., Mbamalu P.S. et al. Adulteration of sugar: A Growing Global Menace. *Sugar Tech.* 2022. vol. 24. no. 3. pp. 914–919. doi: 10.1007/s12355-022-01122-6
- 8 Clemens R.A., Jones J.M., Kern M., Lee S-Y. et al. Functionality of sugars in foods and health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2016. vol. 15. no. 3. pp. 433–470. doi: 10.1111/1541-4337.12194
- 9 Shobanova T.V., Tvorogova A.A. The influence of replacing sucrose with glucose-fructose syrup on the quality indicators of ice cream. *Equipment and technology of food production.* 2021. vol. 51. no. 3. pp. 604–614. doi: 10.21603/2074-9414-2021-3-604-614 (in Russian).
- 10 Kazantsev E.V., Kondratiev N.B., Rudenko O.S., Petrova N.A. and others. Formation of the foam-like structure of confectionery products. *Food systems.* 2022. vol. 5. no. 1. pp. 64–69. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-64-69 (in Russian).
- 11 Simoes S., Lelaj E., Rousseau D. The presence of crystalline sugar limits the influence of emulsifiers on cocoa butter crystallization. *Food Chemistry.* 2021. vol. 346. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128848
- 12 Meza B.E., Peralta J-M., Zorrilla S.E. Effect of temperature and composition on rheological behaviour and sagging capacity of glaze materials for foods. *Food Hydrocolloids.* 2021. vol. 117(2). doi: 10.1016/j.foodhyd.2021.106689
- 13 Querioz M.B., Sousa F.R., da Silva L.B., Alves R.M.V. et al. Co-crystallized sucrose-soluble fiber matrix: Physicochemical and structural characterization. *LWT – Food Science and Technology.* 2022. vol. 154. doi: 10.1016/j.lwt.2021.112685
- 14 Pavlova A.V., Kapninova O.S., Polyannin A.V. Increasing the competitiveness of food industry enterprises: a cluster approach. *Natural-humanitarian studies.* 2020. no. 31(5). pp. 170–181. doi: 10.24411/2309-4788-2020-10544 (in Russian).
- 15 Ryabova T.F., Gusev V.V., Dibrova Zh.N. Development of digitalization processes as an effective accelerator of sugar production growth. *Food industry.* 2021. no. 1. pp. 20–23. doi: 10.24411/0235-2486-2021-10004 (in Russian).
- 16 Alieva A.K., Truevtseva O.A. Quality and safety of goods in modern conditions. *Proceedings of VSUET.* 2019. vol. 81. no. 3. pp. 281–289. doi: 10.20914/2310-1202-2019-3-281-289 (in Russian).
- 17 Tarasova E.A., Guryeva K.B., Slavyansky A.A., Lebedeva N.N. and others. Development of national quality infrastructure in the sugar industry. *Sugar.* 2021. no. 5. pp. 20–23. doi: 10.24412/2413-5518-2021-5-20-23 (in Russian).
- 18 Van der Sman R.G.M., Renzetti S. Understanding functionality of sucrose in biscuits for reformulation purposes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2019. vol. 59. no. 14. pp. 2225–2239. doi: 10.1080/10408398.2018.1442315
- 19 Simoes S., Lelaj E., Rousseau D. The presence of crystalline sugar limits the influence of emulsifiers on cocoa butter crystallization. *Food Chemistry.* 2021. no. 346. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128848
- 20 Laptienok N.S., Dudareva A.N., Sevastei L.I., Goroshnyakova S.D. The influence of sugar on the structural and mechanical properties of bakery products made from first grade wheat flour. *Food industry: science and technology.* 2022. T. 15. no. 3(57). pp. 62–68. doi: 10.47612/2073-4794-2022-15-3(57) – 62–68 (in Russian).
- 21 Thorat A.A., Forny L., Meunier V., Taylor L.S. et al. Effects of mono-, di-, and tri-saccharides on the stability and crystallization of amorphous sucrose. *Journal of Food Science.* 2018. vol. 83. no. 11. pp. 2827–2839. doi: 10.1111/1750-3841.14357
- 22 Andrievskaya D.V., Zakharov M.A., Ulyanova E.V., Trofimchenko V.A. Research on the influence of sugar-containing raw materials on the residual process (aging) of blends of alcoholic beverages. *Beer and drinks.* 2021. no. 1. pp. 16–20. doi: 10.24412/2072-9650-2021-1-0004 (in Russian).
- 23 Egorova M.I., Kretova Y.A. Turbidity of white sugar solutions as an indicator for consumers and producers. *Agrarian science - agricultural production of Siberia, Mongolia, Kazakhstan, Belarus and Bulgaria: collection. report XXIII int. scientific-technical Conf., Minsk, October 1, 2020. Minsk, Belarusian Science, 2020.* pp. 363–367. (in Russian).
- 24 Evgina S.A., Savelyev L.I. Modern theory and practice of reference intervals. *Laboratory Service.* 2019. vol. 8. no. 2. pp. 36–44. doi: 10.17116/labs2019802136 (in Russian).
- 25 Grishina Zh.V., Klyuchnikov S.O., Feshchenko V.S., Zholinsky A.V. Calculation of reference intervals for blood parameters in children and adolescents: review of projects. *Medicine of extreme situations.* 2023. vol. 25. no. 1. pp. 4–11. doi: 10.47183/mes.2023.008 (in Russian).
- 26 Miroshnikov M.V., Sultanova K.T., Kovaleva M.A., Akimova M.A. et al. Determination of reference intervals for endogenous creatinine clearance in laboratory animals. *Laboratory animals for scientific research.* 2022. vol. 8. no. 4. pp. 21–30. doi: 10.57034/2618723X 2022-04-03 (in Russian).
- 27 Arkhipkin A.A., Lyang O.V., Kochetov A.G. Methodology for calculating reference intervals of laboratory parameters using the example of fetal proteins. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy.* 2014. no. 3(47). pp. 23–25. (in Russian).
- 28 Skorkin V.K., Larkin D.K., Tikhomirov I.A., Aksenova V.P. Characteristics of milk quality and its dependence on various factors. *Vestnik VNIIMZH.* 2019. no. 1(33). pp. 14–20. (in Russian).
- 29 Shmalko N.A., Nikitin I.A., Velina D.A., Ponomareva L.F. and others. Testing the hypothesis of normality of the falling number of oatmeal using small samples. *Proceedings of VSUET.* 2023. vol. 85. no. 1. pp. 118–126. doi: 10.20914/2310-1202-2023-1-118-126 (in Russian).
- 30 Shmalko N.A., Nikitin I.A., Mutallibzoda Sh., Goncharov A.V. and others. Selective distribution of observations of the falling number of corn flour. *Proceedings of VSUET.* 2023. vol. 85. no. 1. pp. 127–137. doi: 10.20914/2310-1202-2023-1-127-137 (in Russian).
- 31 Dvoryaninova O.P., Alekhina A.V., Kosenko I.S., Evstratova A.S. Assessing the quality of bakery products using statistical methods of analysis. *Proceedings of VSUET.* 2019. vol. 81. no. 1. pp. 464–469. doi: 10.20914/2310-1202-2019-1-464-469 (in Russian).
- 32 Tarasenko I.D., Dudarev V.A. Using statistical criteria to assess data quality (using the example of data on the properties of inorganic substances). *Fine chemical technologies.* 2017. vol. 12. no. 3. pp. 101–105. (in Russian).
- 33 Kuleshov E.L. Goodness-of-fit criterion based on interval estimation. *Autometry.* 2016. vol. 52. no. 1. pp. 30–36. doi: 10.153/AUT20160104

## Сведения об авторах

**Марина И. Егорова** к.т.н., зав. лабораторией технологий сахара и методов контроля продукции, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, г. Курск, 305021, Россия, miiisp@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1333-7377>

**Любовь И. Беляева** к.т.н., вед. науч. сотр., лаборатория технологий сахара и методов контроля продукции, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, г. Курск, 305021, Россия, belyaeva\_li@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6099-6063>

**Любовь Н. Пузанова** к.с.-х.н., вед. науч. сотр., лаборатория технологий сахара и методов контроля продукции, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, г. Курск, 305021, Россия, info@rniisp.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0857-5744>

**Михаил К. Пружин** д.с.-х.н., ст. науч. сотр., лаборатория технологий сахара и методов контроля продукции, Курский федеральный аграрный научный центр, ул. Карла Маркса, 70б, г. Курск, 305021, Россия, mihailpruzhin@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5977-771X>

## Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Marina I. Egorova** Cand. Sci. (Engin.), head of the laboratory of sugar technologies and product control methods, Federal Agricultural Kursk Research Center, Karl Marks St, 70b, Kursk, 305021, Russia, miiisp@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1333-7377>

**Luybov I. Belyaeva** Cand. Sci. (Engin.), leading researcher, laboratory of sugar technologies and product control methods, Federal Agricultural Kursk Research Center, Karl Marks St, 70b, Kursk, 305021, Russia, belyaeva\_li@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6099-6063>

**Luybov N. Puzanova** Cand. Sci. (Agric.), leading researcher, laboratory of sugar technologies and product control methods, Federal Agricultural Kursk Research Center, Karl Marks St, 70b, Kursk, 305021, Russia, info@rniisp.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0857-5744>

**Mikhail K. Pruzhin** Dr. Sci. (Agric.), senior researcher, laboratory of sugar technologies and product control methods, Federal Agricultural Kursk Research Center, Karl Marks St, 70b, Kursk, 305021, Russia, mihailpruzhin@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5977-771X>

## Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

|                      |                                |                             |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 18/04/2024 | После редакции 06/05/2024      | Принята в печать 22/05/2024 |
| Received 18/04/2024  | Accepted in revised 06/05/2024 | Accepted 22/05/2024         |