

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-35-43>

УДК 664.143.1.038.4

© 2022

Поступила 29.03.2022

Received 29.03.2022



Принята в печать 06.05.2022

Accepted 06.05.2022

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

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ СУЛЬФИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СИРОПОВ И КЛЕРОВОК САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА КАЧЕСТВО СВЕКЛОВИЧНОГО САХАРА

Владимир О. Городецкий, Семен О. Семенихин*,
Наиля М. Даишева, Наталья И. Котляревская

Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ); ул. Тополиная аллея, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Общеизвестно, что для получения кристаллического сахара высокой категории качества (Экстра и ТС 1) необходимо обеспечить получение концентрированных сахаросодержащих полупродуктов с максимально низкой цветностью, так как именно эти полупродукты напрямую определяют цветность получаемого кристаллического сахара. Проведены лабораторные исследования по влиянию сульфитационной обработки с применением различных реагентов, а именно сернистого ангидрида и бисульфита натрия, концентрированных полупродуктов – сиропов и клеровок сахарного производства на качество свекловичного сахара. Установлено, что сульфитационная обработка концентрированных полупродуктов с применением сернистого ангидрида обеспечивает большее снижение их цветности по сравнению с бисульфитом натрия – с 996,7 до 830,30 и 857,30 ед. ICUMSA соответственно. Установлено, что сульфитационная обработка с применением различных реагентов концентрированных полупродуктов обеспечивает снижение цветности сахара. Так, по показателю цветности сахар, полученный в лабораторных условиях из образцов, полученных с применением сульфитационной обработки, согласно требованиям ГОСТ 33222-2015 соответствует категории ТС1, а полученный из необработанного образца – категории ТС2. Таким образом, в решающей ситуации сульфитационная обработка может обеспечить получение сахара более высокой категории качества. Установлено, что при длительном хранении (до 100 суток) концентрированных сахаросодержащих полупродуктов их цветность возрастает, однако, предварительная сульфитационная обработка с применением сернистого ангидрида обеспечивает наименьшее нарастание цветности при хранении по сравнению с обработкой бисульфитом натрия. Прирост цветности через 100 суток хранения относительно исходных величин составил 18,46 и 36,26% соответственно.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, сульфитационная установка, сернистый ангидрид, сироп, клеровка, стандарт-сироп, сахар, цветность

Для цитирования: Выявление закономерностей влияния сульфитационной обработки сиропов и клеровок сахарного производства на качество свекловичного сахара / Городецкий В.О. [и др.] // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 2. С. 35-43. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-35-43>

IDENTIFICATION OF INFLUENTIAL PATTERNS OF SULFITATION TREATMENT OF SUGAR PRODUCTION THICK JUICE AND REMELT ON THE BEET SUGAR QUALITY

Vladimir O. Gorodetsky, Semen O. Semenikhin*,
Nailya M. Daisheva, Natalia I. Kotlyarevskaya

*Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of the FSBSI «The North-Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Wine-Making» (KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW);
2 Topolinaya alley, Krasnodar, 350072, the Russian Federation*

Abstract. It is well known that in order to obtain crystalline sugar of a high quality category (Extra and TS1), it is necessary to ensure the production of concentrated sugar-containing intermediates with the lowest possible color, since it is these intermediates that directly determine the color of the resulting crystalline sugar. Laboratory studies have been carried out on the effect of sulfitation treatment using various reagents, namely, sulfurous anhydride and sodium bisulfite, of concentrated intermediates – thick juice and remelt syrup B+C of sugar production on the quality of beet sugar. It has been established that the sulfitation treatment of concentrated intermediates using sulfur dioxide provides a greater reduction in their color compared to sodium bisulfite – from 996,70 to 830,30 and 857,30 ICUMSA units respectively. It has been established that sulfitation treatment with using various reagents of concentrated intermediates provides a decrease in the color of sugar. So, according to the color index, sugar obtained in laboratory conditions from samples obtained using sulfitation treatment, according to the requirements of GOST 33222-2015, corresponds to category TS1, and obtained from an untreated sample, to category TS2. Thus, in a critical situation, sulfitation treatment can provide sugar with a higher quality category. It has been established that during long-term storage (up to 100 days) of concentrated sugar-containing intermediates, their color increases, however, preliminary sulfitation treatment using sulfur dioxide provides the smallest increase in color during storage, compared with treatment with sodium bisulfite. The increase in color after 100 days of storage relative to the initial values was 18,46 and 36,26%, respectively.

Keywords: sugar beet processing, sulfur dioxide, sodium bisulfite, thick juice, remelt syrup, standard liquor, sugar, color

For citation: Gorodetsky V.O., Semenikhin S.O., Daisheva N.M., Kotlyarevskaya N.I. Identification of influential patterns of sulfitation treatment of sugar production thick juice and remelt on the beet sugar quality / *New technologies*. 2022; 18(2): 35-43. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-2-35-43>

Введение

Цветность полупродуктов сахарного производства является важным технологическим показателем, так как он

предопределяет цвет готового продукта – кристаллического сахара. Согласно действующему ГОСТ 33222-2015 высококрашеный кристаллический сахар

имеет более низкие категории качества (ТС2 и ТС3) и, как следствие, более низкую отпускную цену.

Устанавливая технологические режимы на производстве, направленные на увеличение выхода готовой продукции, и не акцентируя при этом внимания на ее потребительские свойства, в конечном итоге повышается риск выработки сахара низких категорий качества (ТС2 и ТС3), вследствие чего выручка предприятия будет ниже, чем была бы при меньшей выработке сахара более высоких категорий качества (Экстра и ТС1).

Проблема снижения цветности особенно актуальна в отношении концентрированных сахаросодержащих полупродуктов свеклосахарного производства – сиропа, стандарт-сиропа и клеровок желтых сахаров II и III продуктов, так как именно эти полупродукты напрямую определяют цветность получаемого кристаллического сахара [1]. При несоблюдении технологических режимов и получении концентрированных сахаросодержащих полупродуктов с повышенной цветностью выработка кристаллического сахара высоких категорий становится практически невозможной [1–4].

Следует отметить, что однократное повышение цветности сиропа и стандарт-сиропа в производственных условиях будет способствовать ухудшению технологических показателей работы продуктового отделения в среднесрочной перспективе – до 3–5 суток, так как при этом, кроме повышения цветности кристаллического сахара, повышается и цветность оттеков I продукта, из которых в течение 8 и 24 часов увариваются утфели II и III продуктов [5]. Это, в свою очередь, приводит к увеличению цветности желтых сахаров и получаемых из них клеровок, возвращаемых обратно на стадию приготовления стандарт-сиропа [6–9]. Таким образом, ухудшение цветности сиропа и стандарт-сиропа имеет циклический характер [10; 11].

В связи с этим, для получения кристаллического сахара высокой категории качества необходимо обеспечить получение концентрированных сахаросодержащих полупродуктов с максимально низкой цветностью [12].

Наиболее эффективным технологическим способом снижения цветности полупродуктов является их сульфитационная обработка с применением различных реагентов – сернистого ангидрида и бисульфита натрия. В результате реакции сульфитсодержащих реагентов блокируются альдегидные и кетонные группы моносахаридов, делая невозможным их взаимодействие с аминокислотами. В результате этих реакций образуются сульфоновые кислоты, которые не способны к дальнейшей конденсации с образованием красящих веществ [12].

Объекты и методы исследований

В лабораторных условиях были проведены исследования по выявлению влияния сульфитационной обработки с применением различных реагентов сиропов и клеровок сахарного производства на качество свекловичного сахара.

В качестве объектов исследований были выбраны полученные в производственных условиях клеровки желтых сахаров II и III продуктов и сироп, предоставленные ЗАО «Сахарный комбинат «Курганинский».

На первом этапе исследований провели оценку качества предоставленных полупродуктов для выбора более подходящего в качестве объекта последующих исследований.

На втором этапе проводили исследование влияния сульфитационной обработки с применением различных реагентов концентрированных сахаросодержащих полупродуктов на их качество и цветность получаемого сахара. Учитывая, что объект исследований (на первом этапе была отобрана клеровка желтых сахаров II и III продуктов) имел низкое исходное значение pH – 7,08, проводили его подщелачивание 1n

раствором NaOH до значений pH 9,0–9,5. Далее клеровку желтых сахаров II и III продуктов делили на 4 равные части. Первую часть оставляли без обработки в качестве контрольной (Контроль), вторую часть обрабатывали сернистым ангидридом до достижения pH 8,5–9,0 (Образец 1), третью – сернистым ангидридом до достижения pH 8,5–9,0, после чего доводили до достижения исходного значения pH 9,0–9,5 раствором NaOH (Образец 2), а четвертую – раствором бисульфита натрия Марки А с массовой долей действующего вещества 25,5% до достижения pH 8,5–9,0 (Образец 3). Далее в лабораторных условиях из полученных образцов получали сахара и проводили анализ его цветности. Исследования проводили в трех повторностях, полученные данные усредняли.

На третьем этапе проводили исследование влияния сульфитационной обработки с применением различных реагентов на качество сиропов, выводимых на длительное хранение. На этом этапе более высокое содержание сухих веществ в клеровке желтых сахаров, а также меньшее содержание редуцирующих веществ

обуславливает ее большую перспективность применения в качестве объекта исследований [13].

Необходимо отметить, что в производственной практике для уваривания утфелей указанный прием не применяется, так как оптимальным диапазоном значений pH для уваривания утфелей является pH, равное 8,5–9,0, а несоблюдение этого диапазона приводит к увеличению длительности уваривания [14–18].

Хранение концентрированных полупродуктов осуществляли в течение 100 суток под слоем растительного масла. После этого в образцах определяли показатели их качества. Исследования проводили в трех повторностях, полученные данные усредняли.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены показатели качества клеровки желтых сахаров II и III продуктов и сиропа.

Следует отметить, что значения pH предоставленных полупродуктов не находятся в оптимальном, необходимом диапазоне значений pH=8,5–9,5. Анализируя полученные данные, на первый взгляд, очевидно, что для получения

Таблица 1

Показатели качества клеровки желтых сахаров II и III продуктов и сиропа

Table 1

Quality indicators of yellow sugar remelt of II and III products and syrup

Наименование показателя	Значение показателя	
	Клеровки желтых сахаров II и III продукта	Сироп
Содержание сухих веществ, %	67,30±1,0	50,10±0,8
Содержание сахарозы, %	64,10±0,9	45,55±0,7
Чистота, %	95,20	90,90
Содержание редуцирующих веществ, % к массе продукта	0,242	0,486
Значение pH, ед.	7,08	7,37
Цветность, ед. ICUMSA	996,70	1246,90

более наглядных данных по влиянию сульфитационной обработки с применением различных реагентов сиропов и клеровок сахарного производства на качество свекловичного сахара необходимо было отобрать полупродукт, имеющий более высокую цветность. Однако клеровка желтых сахаров II и III продукта имеет более высокое содержание сухих веществ и чистоту, а также меньшее содержание редуцирующих веществ, приводящих к автокаталитическому разложению сахарозы.

В таблице 2 приведены данные, характеризующие влияние сульфитационной обработки концентрированных сахаросодержащих полупродуктов на их качество.

Из представленных данных следует, что сульфитационная обработка концентрированных полупродуктов с применением сернистого ангидрида обеспечивает большее снижение их цветности по сравнению с бисульфитом натрия. Наибольшее снижение цветности было достигнуто при сульфитационной обработке сернистым ангидридом с последующим возвратом к исходному значению

pH. На наш взгляд, это достигается тем, что вносимый для подщелачивания гидроксид натрия, являясь более активным, заместил некоторое количество кальция, вследствие чего произошло снижение цветности. Этот же эффект наблюдался и при подщелачивании исходной пробы до контрольной – цветность снизилась с 996,70 до 891,70 ед. ICUMSA.

В таблице 3 приведены данные влияния сульфитационной обработки с применением различных реагентов на цветность получаемого сахара.

Из представленных данных следует, что сульфитационная обработка с применением различных реагентов концентрированных полупродуктов обеспечивает снижение цветности сахара. Следует отметить, что по показателю цветности сахар, полученный в лабораторных условиях из образцов, полученных с применением сульфитационной обработки, согласно требованиям ГОСТ 33222-2015 соответствует категории ТС1, а полученный из необработанного образца – категории ТС2. Однако следует отметить, что применяемые полупродукты изначально имели высокую цветность. Тем не менее,

Таблица 2

Влияние сульфитационной обработки концентрированных сахаросодержащих полупродуктов на их качество

Table 2

The effect of sulfitation treatment of concentrated sugar-containing intermediates on their quality

Наименование показателя	Значение показателя			
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Содержание сухих веществ, %	67,0±1,0	67,5±1,0	66,8±1,0	67,4±1,0
Содержание сахарозы, %	64,00±0,8	64,25±0,8	63,60±0,8	64,15±0,8
Чистота, %	95,20	95,20	95,20	95,20
Значение pH	9,16	8,76	9,15	8,74
Цветность, ед. ICUMSA	891,70	830,30	824,80	857,30
Степень изменения цветности, %	–	– 6,89	– 7,50	– 3,86

Таблица 3

Влияние сульфитационной обработки концентрированных сахаросодержащих полупродуктов на цветность получаемого сахара

Table 3

The effect of sulfitation treatment using various sulfite-containing reagents on the resulting sugar color

Наименование показателя	Значение показателя			
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Цветность, ед. ICUMSA	63,0	56,0	55,0	58,0
Степень изменения цветности, %	–	– 11,11	– 12,70	– 7,94

можно сделать вывод о том, что сульфитационная обработка с применением различных реагентов способствует повышению качеству получаемого сахара и в решающей ситуации может обеспечить получение сахара более высокой категории качества.

На рисунке 1 приведены данные, характеризующие сульфитационную обработку с применением различных реагентов.

Из представленных на рисунке 1 данных следует, что при длительном хранении концентрированных сахаросодержащих полупродуктов их цветность возрастает, однако наименьшее увеличение цветности при хранении

обеспечивает предварительная сульфитационная обработка с применением сернистого ангидрида, особенно при использовании подщелачивания. На наш взгляд, это связано с тем, что блокирование альдегидных и кетонных групп восстанавливающих веществ при использовании сернистого ангидрида происходит за счет двухвалентного аниона SO_3^{2-} , а при обработке бисульфитом – одновалентного HSO_3^- , образующего неустойчивые соединения, которые разлагаются при хранении.

В результате значение цвета образцов 1 и 2 было ниже значения цвета контрольного образца на 8,85 и 11,62%, а значение цвета образца 3 было выше на 8,26%.

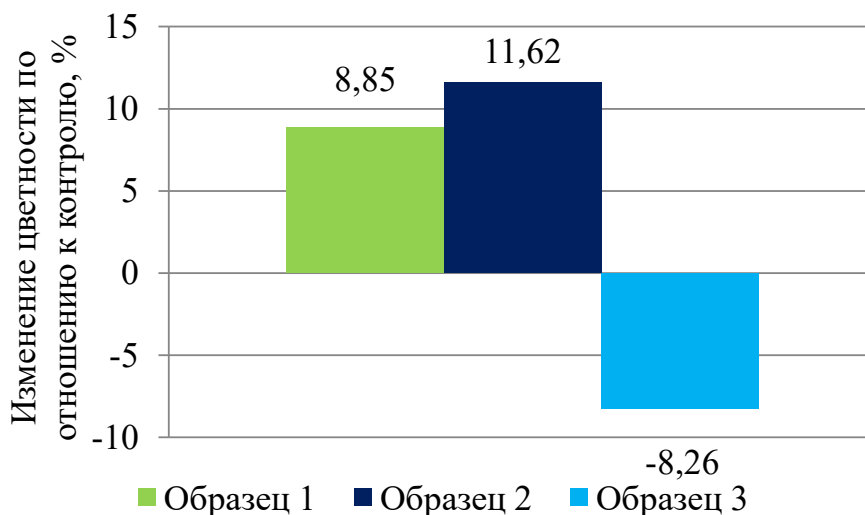


Рис. 1. Сульфитационная обработка с применением различных реагентов

Fig. 1. Sulfitation treatment using various reagents

Выводы

Установлено, что сульфитационная обработка с применением сернистого ангидрида более эффективна по сравнению с использованием бисульфита натрия. Применение для сульфитационной обработки бисульфита натрия целесообразно только при непрерывной переработке концентрированных полупродуктов, однако такая обработка менее эффективна, чем применение сернистого ангидрида.

Независимо от применяемого реагента сульфитационная обработка

способствует повышению качества получаемого сахара и в решающей ситуации может обеспечить получение сахара более высокой категории качества.

При использовании технологического приема вывода сиропа на хранение целесообразно осуществлять его предварительную сульфитационную обработку с применением сернистого ангидрида, а также последующее подщелачивание. Это обеспечит возможность при дальнейшей переработке такого сиропа получать кристаллический сахар высокой категории качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кульнева Н.Г., Болотов В.М., Бираро Г.Э. Анализ красящих веществ желтых сахаров свеклосахарного производства // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. № 80 (2). С. 200–205.
2. Gorodetsky V.O. [et al]. Comparative evaluation of sugar beet processing intermediates color using various treatment methods. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021; 640.
3. Wojtczak M., Antczak A., Lisik K. Contamination of commercial cane sugars by some organic acids and some inorganic anions. Food Chemistry. 2013; 136(1): 193–198.
4. Влияние сульфитационной обработки очищенного сока II сатурации на вязкость и эффективность его выпаривания / Городецкий В.О. [и др.] // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2020. № 2/3. С. 74–76.
5. Asadi M. Beet-Sugar Handbook. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2007.
6. Flórez-Martínez D.H., Contreras-Pedraza C.A., Rodríguez J.A Systematic analysis of non-centrifugal sugar cane processing: Research and new trends. Trends in Food Science & Technology. 2021; 107: 415–428.
7. Alarcón Á.L. [et al.] Thermal and Rheological Properties of Juices and Syrups during Non-centrifugal Sugar Cane (Jaggery) Production. Food and Bioproducts Processing. 2020; 121: 76–90.
8. Fang Y. [et al.] Selective oxidation of colour-inducing constituents in raw sugar cane juice with potassium permanganate. Food Chemistry. 2019; 298: 125–136.
9. Alarcón A.L. [et al.] Chemical characteristics and colorimetric properties of non-centrifugal cane sugar («panela») obtained via different processing technologies. Food Chemistry. 2021; 340: 128–183.
10. Velásquez F. [et al.] Non-centrifugal cane sugar processing: A review on recent advances and the influence of process variables on qualities attributes of final products. Journal of Food Engineering. 2019; 255: 32–40.
11. Wojtczak M., Biernasiak J., Papiewska A. Evaluation of microbiological purity of raw and refined white cane sugar. Food Control. 2021; 25(1): 136–139.
12. Городецкий В.О., Семенихин С.О., Котляревская Н.И. Значение сульфитации в технологических процессах свеклосахарного производства и в переработке импортного тростникового сахара-сырца // Научные труды КубГТУ. 2018. № 11. С. 26–33.
13. Влияние сульфитационной обработки на технологические и микробиологические показатели сиропа при его выводе на длительное хранение в условиях сахарного завода / Городецкий В.О. [и др.] // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2021. № 1. С. 32–35.

14. Schlumbach K., Pautov A., Flöter E. Crystallization and analysis of beet and cane sugar blends. *Journal of Food Engineering*. 2017; 196: 159–169.
15. Zhang J. [et al.] Monitoring sugar crystallization with deep neural networks. *Journal of Food Engineering*. 2020; 280: 109–965.
16. Meng Y. [et al.] Data-driven soft sensor modeling based on twin support vector regression for cane sugar crystallization. *Journal of Food Engineering*. 2019; 241: 159–165.
17. Meng Y. [et al.] Hybrid modeling based on mechanistic and data-driven approaches for cane sugar crystallization. *Journal of Food Engineering*. 2019; 257: 44–55.
18. Shamim F. [et al.] Hierarchical coordination approach to the optimal operation of a sugar crystallization process. *Computer Aided Chemical Engineering*. 2016; 38: 703–708.

REFERENCES:

1. Kulneva N.G., Bolotov V.M., Biraro G.E. Analysis of yellow sugar coloring substances from sugar beet production. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2018; 80(2): 200–205 (in Russ.)
2. Gorodetsky V.O. [et al.] Comparative evaluation of sugar beet processing intermediates color using various treatment methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021; 640.
3. Wojtczak M., Antczak A., Lisik K. Contamination of commercial cane sugars by some organic acids and some inorganic anions. *Food Chemistry*. 2013; 136(1): 193–198.
4. Gorodetsky V.O. [et al.] Influence of thin juice sulfitation treatment on its viscosity and evaporation efficiency. *Food Technology*. 2020; 2–3: 74–76 (in Russ).
5. Asadi M. *Beet-Sugar Handbook*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
6. Flórez-Martínez D.H., Contreras-Pedraza C.A., Rodríguez J.A. Systematic analysis of non-centrifugal sugar cane processing: Research and new trends. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 107: 415–428.
7. Alarcón Á.L., Orjuela A., Narváez P.C., Camacho E.C. Thermal and Rheological Properties of Juices and Syrups during Non-centrifugal Sugar Cane (Jaggery) Production. *Food and Bioproducts Processing*, 2020; 121: 76–90.
8. Fang Y., Ellis A., Uchimiya M., Strathmann T.J. Selective oxidation of colour-inducing constituents in raw sugar cane juice with potassium permanganate. *Food Chemistry*. 2019; 298: 125–136.
9. Alarcón A.L., Palacios L.M., Osorio C., César Narváez P., Heredia F.J., Orjuela A., Hernanz D. Chemical characteristics and colorimetric properties of non-centrifugal cane sugar («panela») obtained via different processing technologies. *Food Chemistry*. 2021; 340: 128–183.
10. Velásquez F., Espitia J., Mendieta O., Escobar S., Rodríguez J. Non-centrifugal cane sugar processing: A review on recent advances and the influence of process variables on qualities attributes of final products. *Journal of Food Engineering*. 2019; 255: 32–40.
11. Wojtczak M., Biernasiak J., Papiewska A. Evaluation of microbiological purity of raw and refined white cane sugar. *Food Control*. 2021; 25(1): 136–139.
12. Gorodetsky V.O., Semenikhin S.O., Kotlyarevskaya N.I. Sulfitation effect in technological processes of sugar beet facility and refining of imported raw cane sugar. *Proceedings of KubSTU*. 2018; 11: 26–33 (in Russ).
13. Gorodetsky V.O. [et al.] Influence of sulphitation treatment on technological and microbiological indicators of thick juice during its long-term storage under conditions of sugar factory. *Food Technology*. 2021; 1: 32–35 (in Russ).
14. Schlumbach K., Pautov A., Flöter E. Crystallization and analysis of beet and cane sugar blends. *Journal of Food Engineering*. 2017; 196: 159–169.
15. Zhang J. [et al.] Monitoring sugar crystallization with deep neural networks. *Journal of Food Engineering*. 2020; 280: 109–965.

16. Meng Y. [et al.] Data-driven soft sensor modeling based on twin support vector regression for cane sugar crystallization. *Journal of Food Engineering*. 2019; 241: 159–165.

17. Meng Y. [et al.] Hybrid modeling based on mechanistic and data-driven approaches for cane sugar crystallization. *Journal of Food Engineering*. 2019; 257: 44–55.

18. Shamim F. [et al.] Hierarchical coordination approach to the optimal operation of a sugar crystallization process. *Computer Aided Chemical Engineering*. 2016; 38: 703–708.

Информация об авторах / Information about the authors

Владимир Олегович Городецкий, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ, кандидат технических наук
gorodecky_v_o@mail.ru

Семен Олегович Семенихин, заведующий отделом технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ, кандидат технических наук
semenikhin_s_o@mail.ru

Наиля Мидхатовна Даишева, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ, кандидат технических наук
daisheva_n_m@mail.ru

Наталья Ивановна Котляревская, научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов КНИИХП – филиала ФГБНУ СКФНЦСВВ
kotlyarevskaya_n_i@mail.ru

Vladimir O. Gorodetsky, a senior researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW, Candidate of Technical Sciences
gorodecky_v_o@mail.ru

Semen O. Semikhin, head of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW, Candidate of Technical Sciences
semenikhin_s_o@mail.ru

Nailya M. Daisheva, a senior researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW, Candidate of Technical Sciences
daisheva_n_m@mail.ru

Natalya I. Kotlyarevskaya, a researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugary Products of KSRISP – a branch of FSBSI NCSCHVW
kotlyarevskaya_n_i@mail.ru