УДК 664.126

UDC 664.126

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-336-348

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-336-348

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА
И БЕЗОПАСНОСТИ
ЖЕЛТОГО САХАРА
КАК ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ**

**ASSESSMENT OF QUALITY
AND SAFETY OF YELLOW SUGAR
AS THE BASIS
FOR THE CREATION
OF FUNCTIONAL PRODUCTS**

Кульнева Надежда Григорьевна
д-р техн. наук, профессор
профессор кафедры технологии
броидильных и сахаристых производств
e-mail: ngkulneva@yandex.ru

Kulneva Nadezhda Grigoryevna
Dr. Sci. Tech., Professor
Professor of Technology of Fermentation
and Sugar Production Department
e-mail: ngkulneva@yandex.ru

Сури́н Павел Юрьевич
магистрант
e-mail: believe089@gmail.com

Surin Pavel Yuryevich
Post graduate
Email: believe089@gmail.com

Никулина Алла Васильевна
канд. хим. наук
доцент кафедры физической
и аналитической химии
e-mail: nik_a_68@mail.ru

Nikulina Alla Vasilievna
Cand. Chem. Sciences,
Associate Professor of Physical
and Analytical Chemistry Department
e-mail: nik_a_68@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный
университет инженерных технологий»,
Воронеж, Россия*

*Federal State Budgetary
Educational Institution
of Higher Education
«Voronezh State University
of Engineering Technologies»,
Voronezh, Russia*

Комплексная переработка сырья и рациональное использование полупродуктов производства имеют особую актуальность на современном этапе развития сахарной отрасли. В условиях перепроизводства осуществляются попытки получить «полезный» белый сахар с различными добавками. Более перспективным является использование жёлтых сахаров – полупродуктов сахарного производства – для производства функциональных продуктов обогащенного состава. Желтые сахара представляют собой кристаллическую сахарозу с остаточным количеством природных минеральных и органических соединений свёклы: аминокислот, микроэлементов, органических кислот.

Comprehensive processing of raw materials and the rational use of intermediate products are of particular relevance at the present stage of development of the sugar industry. Under conditions of overproduction, the attempts are being made to obtain “healthy” white sugar with various additives. More promising is the use of yellow sugars – semi-products of sugar production – for the production of functional products of an enriched composition. Yellow sugars are crystalline sucrose with a residual amount of natural mineral and organic compounds of beets: amino acids, trace elements, organic acids. The objective

Задача данного исследования – подтвердить качество и безопасность жёлтых сахаров, определить основные направления их рационального использования. Предложен вариант аффинационной очистки жёлтых сахаров с использованием в качестве аффинирующего раствора клеровки желтого сахара, установлены рациональные параметры процесса аффинации. Изучен минеральный состав жёлтого сахара с использованием прибора «Капель 104». Установлено высокое содержание калия, кальция, магния и натрия в исходном жёлтом сахаре, которое снижается в процессе аффинации. В аффинированном жёлтом сахаре по сравнению с белым содержание минеральных компонентов существенно выше, что подтверждает целесообразность его использования. Определены показатели безопасности жёлтого сахара. Установлено, что содержание диоксида серы, тяжёлых металлов и микробиологические показатели соответствуют установленным нормам. Сахар-аффинад отличается богатым минеральным составом, в нем не выявлено патогенной микрофлоры. Предлагается использовать аффинированный жёлтый сахар в качестве альтернативы белому при производстве сахаристых и мучных кондитерских изделий, некоторых напитков, плодовых консервов и для получения функциональных продуктов с добавлением БАВ.

Ключевые слова: САХАРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ЖЕЛТЫЙ САХАР, АФФИНАЦИЯ, ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ

of this study is to confirm the quality and safety of yellow sugars, to determine the main directions of their rational use. A variant of the refining purification of yellow sugars using yellow sugar as a refining solution has been proposed; rational parameters of the refining process have been established. The mineral composition of yellow sugar was studied using the «Drops 104» device. A high content of potassium, calcium, magnesium and sodium in the initial yellow sugar was established, which decreases during the process of affinity. In refined yellow sugar, in comparison with a white sugar, the content of mineral components is significantly higher, which confirms the advisability of its use. Yellow sugar safety indicators were determined. It was found that the content of sulfur dioxide, heavy metals and microbiological indicators comply with established standards. Refined sugar has a rich mineral composition; no pathogenic microflora is detected in it. It is proposed to use the refined yellow sugar as an alternative to white one in the production of sugar and flour confectionery, some drinks, canned fruits and to obtain the functional products with the addition of biologically active substances.

Key words: SUGAR PRODUCTION, YELLOW SUGAR, REFINING, SAFETY INDICATORS

Введение. Одним из важнейших направлений развития аграрно-промышленного комплекса Российской Федерации является разработка новых и совершенствование современных технологий хранения, переработки и оценки качества пищевой продукции [1]. На современном этапе развития сахарной отрасли особую актуальность приобретают программы комплексной переработки сырья, рационального использования полупро-

дуктов производства. При этом за пределами рассмотрения остаётся производство товарного продукта из полупродуктов производства – жёлтых сахаров [2].

До настоящего времени самостоятельному использованию жёлтых сахаров внимание не уделялось, что было обусловлено высоким спросом на белый сахар. Белый сахар является важным компонентом пищи, формирующим цвет, аромат, вкус, текстуру и форму продуктов [3]. На сегодняшний день в условиях перепроизводства осуществляются попытки получить «полезный» белый сахар с различными добавками. В качестве добавок используют подсластители, ароматизаторы, красители, экстракты растений. Однако в основе продукта лежит практически химически чистая сахароза.

Жёлтые сахара представляют собой кристаллическую сахарозу с небольшим количеством природных минеральных и органических соединений свёклы. Они содержат наряду с сахарозой аминокислоты, витамины, микроэлементы, органические кислоты и могут быть использованы как основа для сахаристых продуктов обогащённого состава.

Задача данного исследования – подтвердить качество и безопасность жёлтых сахаров, определить основные направления их рационального использования.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлся желтый сахар последней ступени кристаллизации, отобранный на сахарных заводах Воронежской и Саратовской области. Анализ минерального состава проводили на приборе Капель-105. Метод измерений основан на количественном определении компонентов методом КЭ с косвенным детектированием при длине волны 254 нм. Измерение массовой доли меди, свинца, кадмия и цинка осуществляли на полярографе «Модуль ЕМ-04» [4]. Определение сернистого ангидрида осуществляли йодометрическим методом [5].

Микробиологические показатели сахара оценивали в соответствии с ГОСТ 26968-86 по следующим показателям: общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, определение количества дрожжей и плесневых грибов. Качественные показатели желтого и аффинированного сахара определяли в соответствии со стандартными методами, принятыми в сахарном производстве [6].

Обсуждение результатов. Исходный жёлтый сахар содержит на поверхности кристаллов плёнку межкристального раствора, содержащую значительное количество красящих и зольных элементов, что придаёт раствору сахара тёмную окраску и своеобразный запах [7].

Для очистки сахарных растворов используются различные химические и адсорбционные методы [8-15]. Для удаления плёнки с поверхности кристаллов жёлтого сахара наиболее подходит аффинационная очистка, которую проводили путём обработки его клеровкой аффинированного жёлтого сахара [16]. Для этого жёлтый сахар последней ступени кристаллизации смешивали с раствором аффинированного жёлтого сахара, нагретого до 70 °С, в соотношении, обеспечивающем концентрацию сухих веществ аффинационного утфеля 90 %, перемешивали в течение 5 минут и обрабатывали в центрифуге при скорости 4000 мин⁻¹ в течение 5 мин. Полученный сахар-аффинад анализировали, определяя массовые доли сухих, сахарозы и чистоту, содержание α -аминного азота, редуцирующих веществ, цветность и зольность (табл. 1).

Результаты исследования свидетельствуют, что показатели жёлтого сахара после аффинационной очистки существенно повышаются: содержание редуцирующих веществ снизилось на 65,7 %, вредного α -аминного азота уменьшилось на 56,9 %, чистота сахара увеличилась на 0,76 %, цветность в процессе аффинации снизилась на 74 %, зольность – на 93 %.

Таблица 1 – Качественные показатели исходного желтого сахара и после аффинационной очистки

Показатель	Вид сахара	
	жёлтый	аффинированный
Массовая доля сухих веществ, %	99,1	99
Массовая доля сахарозы, %	96,4	97,05
Чистота, %	97,27	98,03
Содержание редуцирующих веществ, мг/см ³	0,05208	0,01785
Содержание α-аминного азота, мг/см ³	4,13	1,78
Цветность, ед. опт. плот.	1066	277
Зольность, мг/см ³	1,62	0,1127

Снижение содержания несахаров и повышение содержания сахарозы позволяет использовать аффинированный жёлтый сахар в целом ряде производств в качестве альтернативы белому сахару при условии соответствия по показателям безопасности и микробиологическим характеристикам.

Одной из важнейших характеристик пищевой продукции является её безопасность. Для оценки пригодности аффинированного сахара к использованию в пищевых технологиях были проанализированы показатели безопасности: содержание сульфитов, минеральный состав и содержание меди, свинца, кадмия и цинка. В качестве объектов сравнения были использованы белый и исходный жёлтый сахара.

Согласно международному стандарту CAC/RS 1969 г. максимальное допустимое количество SO₂ в сахаре не должно превышать 20 мг/кг. Диоксид серы – широко применяемый консервант и антиоксидант, который предотвращает микробиологические процессы в пище, а также защищает её от потемнения.

Считается безопасным для здоровья, если не потребляется в количестве, превышающем допустимое суточное потребление 0,7 мг/кг массы тела.

Результаты определения двуокиси серы в сахаре приведены в таблице 2. Из полученных результатов видно, что содержание сульфитов

в жёлтом сахаре составляет практически пороговое безопасное значение (18 мг/кг). Процесс аффинации позволяет сократить на 44 % содержание SO_2 в аффинованном сахаре и по данному показателю приблизить к белому сахару.

Таблица 2 – Определение содержания сульфитов

Вид сахара	Содержание SO_2 , мг/кг
Белый	0,08
Желтый	0,18
Аффинованный	0,10

Анализ минерального состава основан на минерализации отобранной пробы, разбавлении золы бидистиллированной водой, дальнейшем разделении и количественном определении компонентов методом КЭ с косвенным детектированием при длине волны 254 нм. Для проведения данного анализа образцы сахара минерализовали в муфельной печи при температуре 800 °С и проанализировали на приборе «Капель 104» (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты измерений массовой концентрации катионов

Определяемые катионы, мг/100 г	Вид сахара			Эффективность аффинации, %
	белый	желтый	аффинованный	
Калий	1,039	2813	160,4	94,29
Натрий	13,03	1646	667,9	59,42
Магний	1,087	24,89	9,003	63,82
Кальций	76,52	284,1	218,6	23,05
Стронций		Остаточные следы	Остаточные следы	

В результате анализа была доказано значительное удаление вместе с плёнкой межкристального раствора различных катионов в процессе аффинации жёлтого сахара. Результаты свидетельствуют о незначительном количестве в белом сахаре катионов калия, натрия, магния и кальция

(рис. 1а). Исходный жёлтый сахар содержит плёнку мелассы на поверхности кристаллов с высоким содержанием минеральных соединений (рис. 1б). В процессе аффинации жёлтого сахара за счёт замены плёнки мелассы сахарным раствором большая часть минеральных соединений удаляется, но остаточное их количество превышает концентрацию выше-названных катионов в белом сахаре, что позволяет говорить о пользе при использовании аффинированного жёлтого сахара (рис. 1в).

Рис. 1. Измерение массовой концентрации катионов в белом сахаре (а), исходном жёлтом сахаре (б) и аффинированном жёлтом сахаре (в)

Польза калия, кальция, натрия и магния для организма заключается в следующем [17]. Калий поддерживает постоянство состава клеточной и межклеточной жидкости, водно-солевой баланс, осмотическое давление, кислотно-щелочное равновесие, обеспечивает межклеточные контакты и выделительную функцию почек, участвует в регуляции сердечных сокращений. Кальций обеспечивает прочность костей, ногтей и зубов. Катионы Ca^{2+} , входящие в состав плазмы крови и тканевых жидкостей, участвуют в

поддержании гомеостаза, в регуляции сердечных сокращений и свёртываемости крови. Кальций может успешно конкурировать с радионуклидами и тяжёлыми металлами на всех этапах метаболизма. Магний участвует в синтезе белка и нуклеиновых кислот, обмене белков, жиров и углеводов, переносе, хранении и утилизации энергии, снижает артериальное давление. Основное назначение натрия – поддержание водно-солевого баланса в клетках человеческого организма, нормализация нервно-мышечной деятельности и функции почек, сохранение минеральных веществ в крови в растворимом состоянии.

Организм не способен вырабатывать минеральные соединения, следовательно, их запас можно пополнять только приёмом пищи и различными пищевыми добавками [18].

Ионы тяжёлых металлов относятся к основным факторам риска при употреблении пищевых продуктов. Определение содержания ионов свинца, кадмия и меди проводили из одной части пробы (раствор пробы с фоном). Для этого сначала проводят определение ионов свинца и кадмия при потенциале накопления 1400 мВ, после стабилизации высот пиков определяемых элементов по методу стандартной добавки. Далее проводят определение ионов меди, изменив потенциал накопления на -950 мВ и потенциал очистки электрода на +100 мВ (рис. 2, табл. 4).

Таблица 4 – Содержание вредных элементов в пробах сахара

Определяемый элемент	Вид сахара			Эффект аффинации, %
	допустимое значение	желтый	аффинированный	
Свинец, мг/кг	1,0	0,16	0,015	90,62
Кадмий, мг/кг	0,05	0,03	0,006	80,00
Медь, мг/кг	1,0	2,6	1,73	33,46

Раствор холостой пробы анализируют, получая значение массовой концентрации элемента в растворе холостой пробы – C_h (мкг/дм³).

Рис. 2. Графическое представление измерений массовой доли меди, свинца, кадмия в исходном (а) и аффинированном (б) желтом сахаре

Проведённые исследования позволили определить вредные элементы, содержащиеся в жёлтом сахаре, и подтвердили положительное влияние процесса аффинации на удаление токсичных элементов. В образцах были выявлены три элемента: свинец, кадмий и медь. Аффинация позволила значительно сократить их содержание в сахаре: свинца на 90,6 %, кадмия на 80 %, меди на 33,5 %.

Экспериментально установлено, что исходный жёлтый сахар имеет высокое содержание микроорганизмов, среди которых преобладает слизеобразующая микрофлора [19]. Содержание дрожжей, плесеней и термофильных микроорганизмов невелико, и они полностью удаляются в процессе аффинационной очистки, так как находятся в плёнке на поверхности кристаллов. Общее микробное число и количество слизеобразующей микрофлоры при аффинации снижается в 2,5-3 раза (табл. 5).

Таблица 5 – Результаты микробиологических показателей сахара

Вид сахара	Микробиологические показатели сахара (КОЕ/г сахара)				
	КМАФАнМ	Слизеобразующие	Термофилы	Плесени	Дрожжи
24 часа					
Жёлтый сахар	$9,7 \cdot 10^4$	$8,0 \cdot 10^3$	4	$1 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$
Сахар аффинад	$6,2 \cdot 10^4$	0	0	0	0
120 часов					
Жёлтый сахар	$2,1 \cdot 10^5$	$1,18 \cdot 10^5$	5	$1 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^3$
Сахар аффинад	$9,6 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^4$	0	0	0

Жёлтый сахар после аффинационной очистки можно использовать в производстве кондитерских изделий, джема, варенья, компотов, безалкогольных напитков, где предусматривается обработка полупродуктов при высокой температуре [20]. Применение жёлтого и аффинированного сахара для производства напитков сопряжено с риском помутнения готовой продукции.

Перспективным может быть использование жёлтого сахара после аффинационной очистки для получения сахаристого продукта с биологически активными веществами [21]. Это позволит провести эффективную очистку жёлтого сахара и обогатить его полезными компонентами. Преимущества использования жёлтого сахара:

- содержит природные минеральные вещества;
- содержит меньшее количество сахарозы, чем белый сахар;
- не содержит вредных веществ;
- имеет небольшой размер кристаллов, что облегчает формование.

В качестве добавок можно использовать различные порошки, экстракты, соки плодов и овощей.

Выводы. Аффинация жёлтого сахара позволяет по показателям безопасности привести его к стандартным значениям для белого сахара, снизить содержание сульфитов на 44 % и микробную обсеменённость в 2,5-3 раза. Сахар-аффинад отличается богатым минеральным составом, в нем не выявлено патогенной микрофлоры.

Предлагается использовать аффинированный жёлтый сахар в качестве альтернативы белому при производстве сахаристых и мучных кондитерских изделий, некоторых напитков, плодовых консервов и для получения функциональных продуктов с добавлением БАВ. Применение аффинированного жёлтого сахара в условиях кондитерского производства обеспечивает высокие качественные характеристики готовой продукции и обогащает её природными компонентами свёклы.

Литература

1. Петров А.Н., Кондратенко В.В. Инновационный вектор современных технологий хранения, переработки и оценки качества пищевой продукции // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 21. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 9-13.
2. Разработка и обоснование способа получения сахара с биологически активными добавками / Н.Г. Кульнева, А.С. Губин, Г.Э. Бирапо // Сахар. 2018. № 5. С. 10-13.
3. Stancu A. Sugar Production, Consumption, and Consumer Expenditure Analysis. International Journal of Sustainable Economies Management (IJSEM); 3(3); 2014: 22. DOI: 10.4018/ijsem.2014070103.
4. Совместное определение свинца, кадмия, меди и цинка в соках методом инверсионной вольтамперометрии / Е.В. Гиль, Е.Г. Механикова, Е.В. Дубоделова, Л.Ю. Дубовская // Научные труды СКФНЦСВВ. Т.21. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 173-179.
5. Экспресс метод определения аллергена диоксида серы в сульфитированном яблочном пюре / Н.Б. Кондратьев, Е.В. Казанцев // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 21. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С.112-114.
6. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis – ICUMSA. (2011). Determination of the solution colour of raw sugar, brown sugar and coloured syrups at pH 7.0 (Method GS 1/3-7 - Raw Sugar). Berlin: ICUMSA.
7. Инновационные технологии в области очистки густых продуктов свеклосахарного производства / Городецкий В.О. и др. // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 21. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2018. С. 28-32.
8. Enzymatic polyphenoloxidase inactivation with temperature and ozone in sugarcane variety RB 92579 to produce lower color sugar Inativação de polifenoloxidase enzimática com temperatura e ozônio na variedade de cana-de-açúcar RB 92579 para produzir açúcar de cor mais clara / Ana Carla Borba de Azevedo, Flávio Luiz Honorato da Silva, Lorena Lucena de Medeiros, Angela Lima Meneses de Queiroz, Sharline Florentino de Melo Santos, Josivanda Palmeira Gomes // Braz. J. Food Technol. vol.22 Campinas 2019 Epub Feb 25, 2019.
9. Color reduction of raw sugar syrup using hydrogen peroxide Redução de cor em xarope de açúcar bruto usando peróxido de hidrogênio / Juliana Lorenz Mandro Campiol, Nathália Torres Correa Magri, Juliana Aparecida de Souza SARTORI, Felipe Iwagaki Braga Ogando, Claudio Lima de AGUIAR // Braz. J. Food Technol. vol.22 Campinas 2019 Epub May 20, 2019.
10. Mandro, J. L.; Magri, N. T. C.; Sartori, J. A. S.; Aguiar, C. L. (2017). ICUMSA colour reduction in concentrated raw sugar solutions by an oxidative process with hydrogen peroxide. // Brazilian Journal of Food Technology, 20. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.11416>.
11. Silva, W. S., Sartori, J. A. S., & Aguiar, C. L. (2015). Combination effect of ozone and heat treatment for the color reduction in sugarcane juice. Chemical and Process Engineering Research, 35, 75-83.

12. Crema, L. C. (2012). Clarificação por flotação com ar dissolvido (FAD) da calda de açúcar cristal para produção de açúcar refinado (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.
13. Eggleston, G., & Vercellotti, J. R. (2000). Degradation of sucrose, glucose and fructose in concentrated aqueous solutions under constant pH conditions at elevated temperature. *Journal of Carbohydrate Chemistry*, 19(9), 1305-1318. <http://dx.doi.org/10.1080/07328300008544153>.
14. Favero, D. M. (2017). Clarificação do caldo de cana-de-açúcar pelo processo de carbonatação (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
15. Mandro, J. L., Magri, N. T. C., Sartori, J. A. S., & Aguiar, C. L. (2017). ICUMSA colour reduction in concentrated raw sugar solutions by an oxidative process with hydrogen peroxide. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20(8), 1-8.
16. Способ производства сахара: патент РФ № Ru2647507 / Кульнева Н.Г., Бираро Г. Э., Куценко Ю.С., Астапова Е.Н.; заявл. 07.11.2016; опубл. 16.03.2018, Бюл. № 8.
17. Effects of mineral waters on acid–base status in healthy adults: results of a randomized trial / Paulina Wasserfurth, Inga Schneider, Alexander Ströhle, Josefine Nebl, Norman Bitterlich, Andreas Hahn // *Food & Nutrition Research*, Vol 63 (2019), Published: 2019-12-03.
18. Гигиенические показатели аффинированного жёлтого сахара / Н.Г. Кульнева, Т.В. Свиридова, А.В. Никулина, Е.С. Вялкина // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборн. статей Междунар. науч.-техн. конф., посвящённой 90-летию технологического факультета ВГУИТ. Воронеж: ВГУИТ, 2019. С. 435-438.
19. Кульнева Н.Г., Голыбин В.А., Федорук В.А. Санитарно-гигиеническое обеспечение продукции сахарного производства / Гигиена и санитария. Том 94. 2015. 9: 57-61.
20. Аффинированный жёлтый сахар как сырьё для производства сдобного печенья / Н.Г. Кульнева, Т.А. Шевякова, А.В. Лазаренко, М.В. Долбилова // Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений: сборн. статей Междунар. науч.-техн. конф., посвящённой 90-летию технологического факультета ВГУИТ. Воронеж: ВГУИТ, 2019. С. 250-254.
21. Сахаристые продукты обогащённого состава / Н.Г. Кульнева, Е.С. Вялкина, А.В. Герасимова, Д.В. Короткова // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: сборн. научных статей и докладов V Международной науч.-практ. конф. (Воронеж, 23 ноября 2018 года). С. 517-523.

References

1. Petrov A.N., Kondratenko V.V. Innovacionnyj vektor sovremennyh tekhnologij hraneniya, pererabotki i ocenki kachestva pishchevoj produkcii // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T. 21. Krasnodar: SKFNCSVV, 2018. S. 9-13.
2. Razrabotka i obosnovanie sposoba polucheniya sahara s biologicheski aktivnymi dobavkami / N.G. Kul'neva, A.S. Gubin, G.E. Biraro // *Sahar*. 2018. № 5. S. 10-13.
3. Stancu A. Sugar Production, Consumption, and Consumer Expenditure Analysis. *International Journal of Sustainable Economies Man-agement (IJSEM)*; 3(3); 2014: 22. DOI: 10.4018/ijsem.2014070103.
4. Sovmestnoe opredelenie svinca, kadmiya, medi i cinka v sokah metodom inversionnoj vol'tamperometrii / E.V. Gil', E.G. Mekhanikova, E.V. Dubodelova, L.Yu. Dubovskaya // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T.21. Krasnodar: SKFNCSVV, 2018. S. 173-179.
5. Ekspress metod opredeleniya allergena dioksida sery v sul'fitirovannom yablochnom pyure / N.B. Kondrat'ev, E.V. Kazancev // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T. 21. Krasnodar: SKFNCSVV, 2018. S.112-114.
6. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis – ICUMSA. (2011). Determination of the solution colour of raw sugar, brown sugar and coloured syrups at pH 7.0 (Method GS 1/3-7 - Raw Sugar). Berlin: ICUMSA.

7. Innovacionnye tekhnologii v oblasti ochistki gustyh produktov sveklosaharnogo proizvodstva / Gorodeckij V.O. i dr. // Nauchnye trudy SKFNCSSVV. T. 21. Krasnodar: SKFNCSSVV, 2018. S. 28-32.

8. Enzymatic polyphenoloxidase inactivation with temperature and ozone in sugarcane variety RB 92579 to produce lower color sugar Inativação de polifenoloxidase enzimática com temperatura e ozônio na variedade de cana-de-açúcar RB 92579 para produzir açúcar de cor mais clara / Ana Carla Borba de Azevedo, Flávio Luiz Honorato da Silva, Lorena Lucena de Medeiros, Angela Lima Meneses de Queiroz, Sharline Florentino de Melo Santos, Josivanda Palmeira Gomes // Braz. J. Food Technol. vol. 22 Campinas 2019 Epub Feb 25, 2019.

9. Color reduction of raw sugar syrup using hydrogen peroxide Re-dução de cor em xarope de açúcar bruto usando peróxido de hidrogênio / Juliana Lorenz Mandro Campiol, Nathália Torres Correa Magri, Juliana Aparecida de Souza SARTORI, Felipe Iwagaki Braga Ogando, Claudio Lima de AGUIAR // Braz. J. Food Technol. vol.22 Campinas 2019 Epub May 20, 2019.

10. Mandro, J. L.; Magri, N. T. C.; Sartori, J. A. S.; Aguiar, C. L. (2017). ICUMSA colour reduction in concentrated raw sugar solutions by an oxidative process with hydrogen peroxide. // Brazilian Journal of Food Technology, 20. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.11416>.

11. Silva, W. S., Sartori, J. A. S., & Aguiar, C. L. (2015). Combination effect of ozone and heat treatment for the color reduction in sugarcane juice. Chemical and Process Engineering Research, 35, 75-83.

12. Crema, L. C. (2012). Clarificação por flotação com ar dissolvido (FAD) da calda de açúcar cristal para produção de açúcar refinado (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

13. Eggleston, G., & Vercellotti, J. R. (2000). Degradation of sucrose, glucose and fructose in concentrated aqueous solutions under constant pH conditions at elevated temperature. Journal of Carbohydrate Chemistry, 19(9), 1305-1318. <http://dx.doi.org/10.1080/07328300008544153>.

14. Favero, D. M. (2017). Clarificação do caldo de cana-de-açúcar pelo processo de carbonatação (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

15. Mandro, J. L., Magri, N. T. C., Sartori, J. A. S., & Aguiar, C. L. (2017). ICUMSA colour reduction in concentrated raw sugar solutions by an oxidative process with hydrogen peroxide. Brazilian Journal of Food Technology, 20(8), 1-8.

16. Sposob proizvodstva sahara: patent RF № Ru2647507 / Kul'neva N.G., Biraro G. E., Kucenko Yu.S., Astapova E.N.; zayavl. 07.11.2016; opubl. 16.03.2018, Byul. № 8.

17. Effects of mineral waters on acid-base status in healthy adults: re-sults of a randomized trial / Paulina Wasserfurth, Inga Schneider, Alexander Ströhle, Josefine Nebl, Norman Bitterlich, Andreas Hahn // Food & Nutrition Research, Vol. 63 (2019), Published: 2019-12-03.

18. Gigienicheskie pokazateli affinirovannogo zhyoltogo sahara / N.G. Kul'neva, T.V. Sviridova, A.V. Nikulina, E.S. Vyalkina // Novoe v tekhnologii i tekhnike funkcional'nyh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzrenij: sborn. statej Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., posvyashchyonnoj 90-letiyu tekhnologicheskogo fakul'teta VGUIT. Voronezh: VGUIT, 2019. S. 435-438.

19. Kul'neva N.G., Golybin V.A., Fedoruk V.A. Sanitarno-gigienicheskoe obespechenie produkcii saharnogo proizvodstva / Gigiena i sanitariya. Tom 94. 2015. 9: 57-61.

20. Affinirovannyj zhyoltyj sahar kak syr'e dlya proizvodstva sdobnogo pechen'ya / N.G. Kul'neva, T.A. Shevyakova, A.V. Lazarenko, M.V. Dolbilova // Novoe v tekhnologii i tekhnike funkcional'nyh produktov pitaniya na osnove mediko-biologicheskikh vozzrenij: sborn. statej Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf., posvyashchyonnoj 90-letiyu tekhnologicheskogo fakul'teta VGUIT. Voronezh: VGUIT, 2019. S. 250-254.

21. Saharistye produkty obogashchyonnogo sostava / N.G. Kul'neva, E.S. Vyalkina, A.V. Gerasimova, D.V. Korotkova // Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie: sborn. nauchnyh statej i dokladov V Mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 23 noyabrya 2018 goda). S. 517-523.