

Разработка новых видов функциональных продуктов на основе сахарозы^S

Д.П. МИТРОШИНА, аспирант (e-mail: d_mitr96@mail.ru)

А.А. СЛАВЯНСКИЙ, д-р техн. наук, профессор (e-mail: mgutu-sahar@mail.ru)

Н.В. НИКОЛАЕВА, канд. техн. наук, доцент (e-mail: nata_nik@inbox.ru)

Н.Н. ЛЕБЕДЕВА, канд. техн. наук, доцент (e-mail: n.lebedeva@mgutm.ru)

В.А. ГРИБКОВА, канд. техн. наук, доцент (e-mail: vera_gribkova@list.ru)

Н.В. РАЗИНКИНА, студент

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

Введение

Питание является одним из факторов, влияющих на здоровье и качество жизни населения. Этот тезис поддерживают официальные взгляды на перспективы развития социально-экономической политики в сфере питания, зафиксированные в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации [1]. Согласно Доктрине в сфере национальных и стратегических интересов государства находится повышение качества жизни российских граждан благодаря достаточному количеству продовольствия, а также обеспечение населения безопасными и высококачественными продуктами питания. Однако на сегодняшний день социально-экономическая обстановка в стране характеризуется увеличением алиментарно-зависимых заболеваний среди населения, вызванными нарушениями питания и обмена веществ (рис. 1).

Отличительными чертами образа жизни современного человека стали быстрое и нерегулярное питание, стрессы, гиподинамия. При этом его пищевой рацион испытывает недостаток эссенциальных пищевых веществ. Коррекция нутриентного состава путём подбора и введения в пищевые продукты массового потребления различных биологически активных до-

бавок является одним из решений проблемы дефицита эссенциальных пищевых веществ в структуре питания населения России [2].

В различных отраслях пищевой промышленности накоплен опыт обогащения продуктов питания микро- и макронутриентами, витаминами и другими компонентами [9]. В то же время отечественной сахарной промышленностью подобные виды продукции серийно не выпускаются. Технология выработки сахара предусматривает максимальное извлечение сахарозы из растительного сырья и её получение в чистом кристаллическом виде. Для достижения этой цели сахаросодержащий раствор подвергают многократной очистке с использованием процессов фильтрации, сорбции, кристаллизации, в результате которой раствор теряет ценные макро- и микронутриенты [13, 14].

Введение в рацион питания человека обогащённых биологически активными веществами продуктов питания является важным звеном программы государственных мероприятий по повышению качества жизни народа. С помощью обогащённой пищевой продукции можно улучшить структуру питания, а также удовлетворить запросы отдельных слоёв населения, имеющих специфические потребности в пищевых веществах.

Материалы и методы

Производство обогащённых пищевых продуктов – одна из тенденций современной науки о питании, которая преследует достижение двух целей: гарантированное обеспечение пищевой ценности продукта и придание ему функциональных свойств.

Известны различные способы обогащения сахара [3]. Однако технология производства гранулированного сахара позволяет получить продукты, имеющие однородный состав и лучшую сохранность нативных свойств внесённых добавок. Это связано с тем, что в гранулированном сахаре сахароза находится

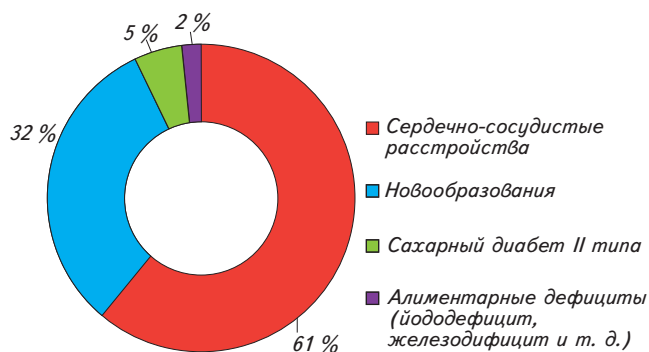


Рис. 1. Роль питания в возникновении патологических состояний здоровья человека

^S Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается

не только в кристаллическом виде, но и в аморфном состоянии, при этом биологически активные вещества могут быть включены в решётку кристалла или распределяться в её аморфной части. Гранулированный сахар защищён от воздействий среды благодаря внешнему слою закристаллизовавшегося сахаросодержащего раствора, что позволяет сохранить внутри гранул свойства внесённых биологически активных веществ [15, 16].

Получение гранулированных сахаросодержащих продуктов включает в себя распределение сахаросодержащего раствора в виде тонкой плёнки на поверхности затравочных гранул с одновременной их сушкой в потоке горячего воздуха в грануляторе. На рис. 2 показан механизм роста гранул сахаросодержащего продукта.

Конструктивно гранулятор состоит из кольцевой рабочей камеры, ограниченной двумя цилиндрами с установленным в них перемешивающим устройством. Для обдува подогретым воздухом в днище установки предусмотрен ограниченный сетчатый участок. Боковая поверхность наружного цилиндра имеет отверстие, через которое продукт выгружают в приёмный сборник. В рабочей камере создаётся небольшое разрежение, что исключает попадание пыли из установки в помещение, а её корпус закрывается крышкой из оргстекла для наблюдения за процессом гранулирования сахарозы [4].

В качестве затравочных гранул используют кристаллы сахарозы. В процессе гранулирования сахароза из сиропа выкристаллизовывается на затравке, при этом происходит испарение влаги с поверхности гранул. По завершении процесса гранулирования, когда

гранулы достигнут определённого размера, они разрушаются под действием внешних сил, образуя при этом новые гранулы, на которых выкристаллизовывается свежая сахароза [4].

На сегодняшний день гранулированные сахаросодержащие продукты широко применяются в пищевой промышленности в качестве самостоятельного пищевого продукта, декоративной добавки к кондитерским изделиям или сырья для производства различных пищевых продуктов. В целях поддержания и улучшения пищевой ценности сахара в ходе исследования было рассмотрено направление на создание обогащённых гранулированных сахаросодержащих продуктов.

Результаты и обсуждение

Технологии обогащения пищевых продуктов биологически активными веществами могут быть использованы при производстве продукции как для массового потребления, так и для отдельных слоёв населения. Выявление закономерностей процесса гранулирования, а также принципы обогащения пищевых продуктов биологически активными веществами открывают возможность проектирования новых видов продукции, в состав которой могут входить незаменимые макро- и микронутриенты, в том числе для людей, занимающихся спортом.

Одним из факторов успеха в тренировочном процессе спортсмена является питание. В отличие от продуктов традиционных видов питания продукты, входящие в рацион спортсменов, должны без затруднений усваиваться, поскольку полученная от них энергия направляется непосредственно на физическое развитие организма. Углеводы являются главным элементом питания, обеспечивающим энергетическую ценность рациона как человека без специальной физической подготовки, так и спортсмена [11]. В связи с тем, что в тренировочном процессе человек испытывает физические нагрузки, связанные с аэробной выносливостью и силой, среди спортсменов особо актуально повышение работоспособности благодаря некоторым нутриентам. С целью удовлетворить их потребности в таких пищевых продуктах в ходе исследования был разработан способ производства сахаросодержащего продукта [10].

Способ предусматривает перемешивание массы сахара, состоящей из кристаллов размером 0,20–0,30 мм, с пищевыми добавками. В качестве последних были использованы креатин моногидрат в количестве 2,5 г/кг сахара и лейцин в количестве 35 мг/кг.

Креатин моногидрат – это одна из наиболее эффективных пищевых добавок, применяемая в производстве продуктов спортивного питания, а также употребляемая спортсменами непосредственно в пищу.

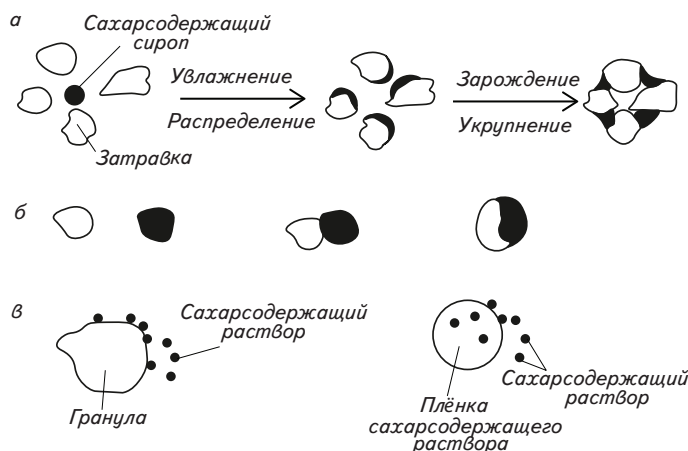
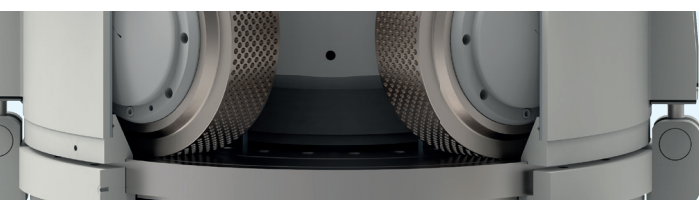


Рис. 2. Механизм образования и роста гранул сахаросодержащего продукта: а) образование агломерата частиц; б) рост агломерата за счёт срастания частиц друг с другом; в) образование гранулы и её наращивание сахаросодержащим раствором



Основное качество этой добавки – способность повышать выносливость атлета, а также увеличивать рост его мышечной массы во время тренировок. Употребление креатина моногидрата с комплексом углеводов показывает бóльшую эффективность по сравнению с употреблением креатина отдельно [11].

Кроме креатина моногидрата в состав гранулированного сахаросодержащего продукта входит аминокислота с разветвлённой углеродной цепью (ВСАА – branched-chain amino acids) – лейцин. При употреблении совместно с углеводами лейцин стимулирует биосинтез белка и его накопление в организме [12].

Полученную смесь перемешивают и гранулируют с использованием сахарного раствора с концентрацией сухих веществ 82–83 % при температуре 80–90 °С до размера гранул 2,0–3,0 мм. Подаваемый в установку сахаросодержащий раствор равномерно распределяется в виде плёнки на поверхности перемешиваемых затравочных гранул. Готовые гранулы высушивают при температуре 110–115 °С до влажности 0,12–0,22 %.

При производстве гранулированных сахаросодержащих продуктов важно контролировать скорость образования и роста гранул [3]. Критический размер гранул, после достижения которого они начинают разрушаться, зависит от массовой доли влаги, температуры, чистоты сиропа, величины нагрузки, действующей на них. Скорость образования гранул описывается эмпирической зависимостью, которая корректна для диапазона чистоты сахаросодержащего раствора 88–94 %:

$$\vartheta_{\text{гр}} = 130 \times (100 - \text{Ч})^{-2,217}, \quad (1)$$

где где $\vartheta_{\text{гр}}$ – скорость образования гранул; Ч – чистота раствора, %.

Удельное приращение приведённого радиуса гранулы рассчитывается согласно зависимости

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R} = \frac{(l^3 - R^3)\Delta c}{3R^3} \left[1 - \exp\left(-\frac{D\tau}{B}\right) \right], \quad (2)$$

где τ – длительность процесса наращивания, с; D – коэффициент диффузии сахарозы, м²/с; R – радиус гранулы; l – среднее расстояние между гранулами, $l = 2R$, м; $\Delta c = c_n - c_{\text{н}} > 0$ – концентрация пересыщения в начальный период времени; B – расчётный квадрат приведённого радиуса сферы, A – геометрический параметр;

$$B = (A(l - R) - (l^3/18)) / (l - R),$$

$$A = (R^3 + 2l^3) / (6R) [3].$$

Исходя из (2) можно определить период роста гранулы:

$$\tau = \frac{B}{D} \ln \left[1 - \frac{3R^3\varepsilon}{(l^3 - R^3)\Delta c} \right], \quad (3)$$

где r – радиус затравочной гранулы.

Количественный анализ обезвоживания гранулы проводили при следующих значениях параметров процесса: диаметр пробной гранулы $d = 3,0$ мм; расстояние между центрами двух гранул $2l = 1,05d$; перепад концентрации = 0,5; коэффициент диффузии $D = 10^{-10}$ м²/с; $\tau = 55$ с.

На рис. 3 показана зависимость диаметра гранулы от длительности процесса.

В табл. 1 представлены результаты качественной оценки полученного гранулированного сахаросодержащего продукта.

Гранулированный сахаросодержащий продукт обладает сыпучестью, малой слёживаемостью и комкучестью по сравнению с жидкими и сыпучими продуктами. По сроку годности он идентичен кристаллическому белому сахару. Таким образом, технология гранулирования позволяет обеспечить высокую эффективность продукта при длительном сроке хранения и транспортировании.

При введении в состав гранулированного сахара креатина моногидрата и лейцина удаётся получить продукт, богатый аминокислотами. Предпринятое технологическое решение позволяет внести вклад в развитие технологий производства продуктов для спортивного питания.

По направлению на расширение ассортимента сахаросодержащих продуктов для массового потребления был также разработан способ производства гранулированного сахаросодержащего продукта с добавками [5].

В качестве затравки был использован сахар с размерами кристаллов 0,4–1,8 мм. Для обогащения сахара биологически активными веществами были выбраны

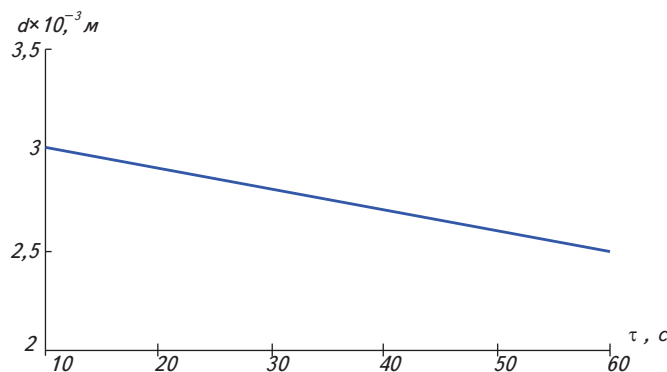


Рис. 3. Зависимость диаметра гранул $d \times 10^{-3}$, м, от длительности процесса τ , с

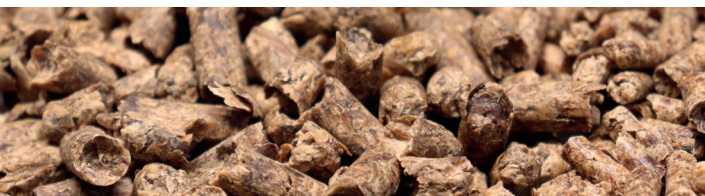


Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели качества сахаросодержащего продукта

Органолептические показатели качества	
Наименование показателя	Характеристика
Вкус, запах	Запах, свойственный сахару, без посторонних запахов; вкус сладкий, без посторонних привкусов
Внешний вид, консистенция	Продукт в виде гранул размером 2,0–3,0 мм. Допускается отклонение в размерах $\pm 0,3$ мм
Цвет	Белый
Посторонние примеси	Отсутствуют
Физико-химические показатели	
Массовая доля влаги, %	0,12–0,22
Массовая доля сухих веществ, %	99,78–99,88
Массовая доля креатина моногидрата, %	3,0–5,0
Массовая доля лейцина, %	0,10–0,12

плодовые экстракты шиповника, боярышника и цитрусовых в соотношении 2:2:1 в количестве 10–15 % от общего количества сахара. Внесение перечисленных натуральных плодовых экстрактов позволяет получить продукт с функциональными свойствами. В табл. 2 представлен химический состав экстрактов. Их отличительной особенностью является высокое содержание аскорбиновой кислоты (витамин С), которая представляет собой незаменимый антиоксидант, поступающий в организм человека исключительно с пищей. Влияние аскорбиновой кислоты на организм человека многогранно, она способна оказывать бактерицидное действие на ряд микроорганизмов [6]. Наиболее богат ею экстракт боярышника (3,36 мг/кг), который ценен также тем, что содержит флавоноиды – биологически активные вещества, обладающие Р-витаминной активностью, благодаря чему они способны укреплять стенки кровеносных капилляров. Помимо этого они усиливают действие аскорбиновой кислоты и обладают антиоксидантным действием [7].

Плодовые экстракты смешивают в соотношении (1–2):(3–4) с сахарным раствором при температуре

Таблица 2. Химический состав плодовых экстрактов

Наименование экстракта	Фенольные соединения, %	Содержание флавоноидов, мг/мл	Содержание оксикоричных кислот, мг/мл	Аскорбиновая кислота, мг/кг
Шиповник	3,47	18,5	13,4	1,24
Боярышник	2,85	19,4	8,3	3,36
Цитрусовые	4,5	6,33	11,3	0,21

35–40 °С. Полученный раствор тщательно перемешивают, вводят капельным способом в измельченный сахар при постоянном механическом перемешивании до получения однородной кристаллической массы.

Слой сахара представляет собой определенное количество монослоев, состоящих из отдельных частиц (кристаллов). При нанесении небольшого количества жидких добавок на неподвижный слой сахара они попадают непосредственно на верхний слой, так как более глубокое проникновение без перемешивания весьма затруднено. Поэтому для попадания необходимого количества жидких добавок на каждый отдельно взятый кристалл сахара целесообразно проводить процесс их внесения в динамических условиях, позволяющих обеспечить перемещение частиц из одного монослоя в другой.

Исследование закономерностей распределения жидких добавок по поверхности кристаллов сахара в динамических условиях проводили на лабораторной установке [8], которая представляет собой вибрационный конвейер с желобом открытого коробочного типа (рис. 4). Желоб конвейера установлен на упругих опорах, возбудитель колебаний – эксцентриковый с электроприводом через круглоремennую передачу. При контакте с вибрационным конвейером нижний монослой получает силовые импульсы, которые от него передаются вышележащим. Такое перемещение частиц ускоряет процесс нанесения добавок на сахар и улучшает качество готового продукта благодаря повышению равномерности распределения добавки.

Для распределения экстрактов на кристаллы заправки была использована экспериментальная установка [8], которая имеет центробежную форсунку, расположенную в головной её части таким образом, чтобы загружаемый сахар в движении встречался с потоком распыляемого раствора (рис. 5).

Готовые гранулы прессуют в кусочки и отправляют на сушку при температуре от 70–85 °С в течение 25–30 мин. На охлажденные до 25–30 °С кусочки дополнительно наносят функциональные пищевые

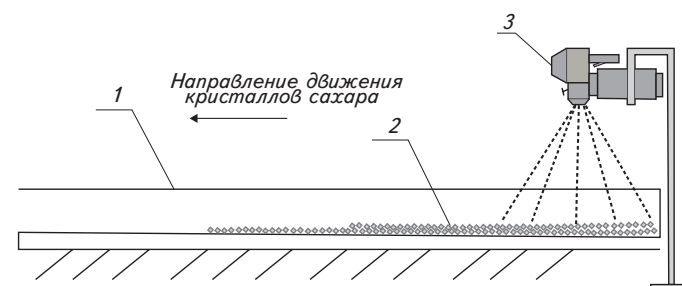
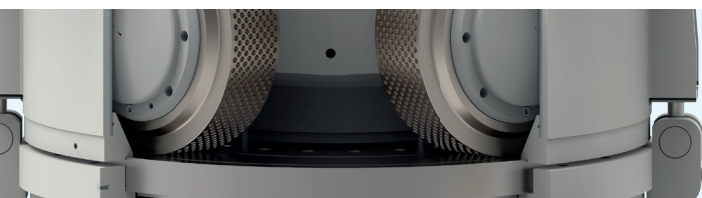


Рис. 4. Схема лабораторной установки для нанесения добавок на кристаллы сахара в динамическом режиме: 1 – желоб; 2 – слой сахара; 3 – форсунка для нанесения добавок



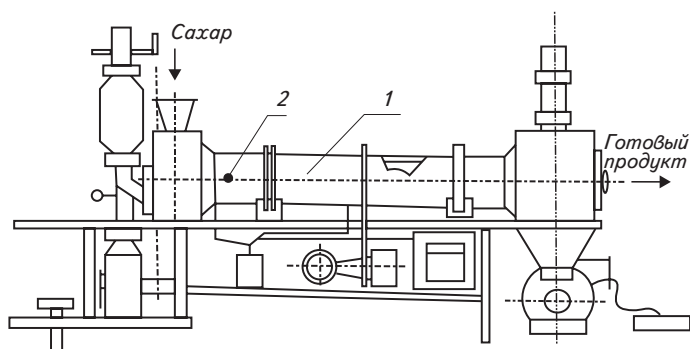


Рис. 5. Схема установки для получения обогащённого сахара:
1 – барабанная сушилка с канальной насадкой; 2 – форсунка

ингредиенты, а именно витамины D, K₂ и Ca. Далее прессованный сахар подвергается сушке при температуре 45–50 °С в течение 15–25 мин.

Для оценки качества полученного продукта были исследованы физико-химические показатели гранулированного сахара (табл. 3). Было выявлено, что по сравнению с кристаллическим белым сахаром гранулированный сахаросодержащий продукт имеет большую цветность. Цвет гранул определяется качеством исходного раствора, использованного при гранулировании. Вследствие внесения тёмноокрашенных экстрактов окраска гранул варьируется от желтоватого до светло-коричневых тонов. Что касается содержания сухих веществ – в гранулированном сахаре их больше на 0,1 %, чем в кристаллическом белом сахаре, за счёт его обогащения эссенциальными микронутриентами.

Выводы

На сегодняшний день особую важность приобретает здоровое питание, что приводит к необходимости

Таблица 3. Физико-химические показатели гранулированного сахаросодержащего продукта с добавками

Наименование добавки	СХ, %	Цветность, ед. опт. плотности	Мутность, ед. опт. плотности	РВ, %	рН
Экстракт шиповника	99,78	102,8	35,3	0,07	6,4
боярышника	99,78	128,5	25,8	0,06	5,8
цитрусовых	99,75	103,2	30,9	0,09	6,7
Сахар					
Гранулированный сахаросодержащий продукт	99,80	110,5	5,0	0,05	6,8
Норма по ГОСТ 33222-2015 (категория ТС2)	99,70	104,0	–	0,04	–

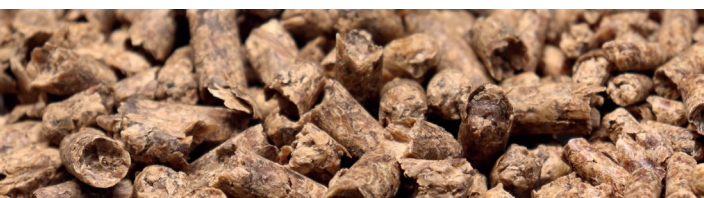
создания не только высококачественной пищевой продукции, удовлетворяющей потребность человека в энергии, но и новых видов продуктов питания функционального назначения.

Предлагаемая технология производства гранулированного сахаросодержащего продукта, обогащённого креатина моногидратом и лейцином – добавками, повышающими работоспособность, позволит расширить ассортимент продукции для спортивного питания. Гранулированные сахаросодержащие продукты можно использовать в рецептуре изделий, предназначенных не только для отдельных целевых групп, но и для массового потребителя. В связи с этим была разработана технология производства сахаросодержащего продукта с добавками, в качестве которых использованы экстракты шиповника, боярышника и цитрусовых, богатых аскорбиновой кислотой. Полученный продукт был дополнительно обогащён витаминами D, K₂ и Ca. В отличие от белого сахара изготовленный по данной технологии продукт обладает повышенной пищевой ценностью.

Созданные в ходе исследования гранулированные сахаросодержащие продукты расширят ассортимент сахарной промышленности при одновременном повышении пищевой ценности продукции благодаря внесению в состав сахаросодержащих продуктов биологически активных добавок.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2020. – № 4. – Ст. 345.
2. Коденцова, В.М. Анализ отечественного и международного опыта использования обогащённых витаминами пищевых продуктов / В.М. Коденцова, В.М. Вржесинская // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85. – № 2. – С. 31–50.
3. Исследование возможности применения гранулированного сахаросодержащего продукта с функциональными добавками при производстве жележных начинок / А.А. Славянский, В.А. Грибкова, Н.В. Николаева [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51. – № 4. – С. 859–868.
4. Воронова, Л.Ю. Получение поликомпонентных сахаристых продуктов в гранулированном виде / Л.Ю. Воронова, Н.Д. Лукин // Научный вклад молодых учёных в развитие пищевой и перерабатывающей промышленности АПК. – Сб. научн. тр. VII Конференции молодых учёных и специалистов научно-исследовательских институтов Отделения хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии. Москва, 8–9 октября 2013 г. / ГНУ ВНИИМ Россельхозакадемии. – М.: ВНИИ молоч-



ной промышленности Россельхозакадемии, 2013. — С. 68–71.

5. Патент № 2752142 С1 Российская Федерация, МПК С13В 50/00. Способ производства гранулированного сахаросодержащего продукта с добавками : № 2020125118 : заявл. 29.07.2020 : опубл. 23.07.2021 / Н.В. Разинкина, А.А. Славянский, Н.В. Николаева ; заявитель ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского».

6. Тимирханова, Г.А. Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия / Г.А. Тимирханова, Г.М. Абдулина, И.Г. Кулагина // Вятский медицинский вестник. — 2007. — № 4. — С. 158–161.

7. Спектрофотометрическое определение флавоноидов в растительном сырье / А.В. Булатов, М.Т. Фалькова, М.О. Пушина [и др.] // Аналитика и контроль. — 2012. — Т. 16. — № 4. — С. 358–362.

8. Беляева, Л.И. Научное обоснование и разработка технологии обогащённого сахара : специальность 05.18.05 «технология сахара и сахаристых продуктов, чая, табака и субтропических культур» : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Беляева Любовь Ивановна. — Воронеж, 2005. — 21 с.

9. Славянский, А.А. Пути повышения качества и выхода сахара-песка / А.А. Славянский, А.Р. Сапронов // Международный сельскохозяйственный журнал. — 1988. — № 6. — С. 75–80.

10. Патент № 2752141 С1 Российская Федерация, МПК С13В 50/00. Способ получения гранулированного сахаросодержащего продукта для спортивного питания : № 2020125129 : заявл. 29.07.2020 : опубл. 23.07.2021 / А.А. Иванова, А.А. Славянский, А.А. Коптева, Д.П. Митрошина ; заявитель ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского».

11. Кисломолочный продукт для спортивного питания / Л.М. Захарова, И.Н. Пушмина, В.В. Пушмина [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. — 2019. — Т. 19. — № S1. — С. 128–136.

12. Шейбак, В.М. Лейцин, изолейцин, валин: биохимические основы разработки новых лекарственных средств : монография / В.М. Шейбак. — Гродно : Гродненский государственный медицинский университет, 2014. — 242 с.

13. Славянский, А.А. Технологическое оборудование сахарных заводов: классификация, техническая характеристика, расчёты, компоновка : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 260203 «Технология сахаристых продуктов» / А.А. Славянский. — М. : ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 2006. — 120 с.

14. Каганов, И.Н. Гранулометрия сахара-песка / И.Н. Каганов, А.А. Славянский // Сахарная промышленность. — 1970. — № 12. — С. 6–10.

15. Slavyansky A.A., Nikolaeva N.V., Gribkova V.A., Lebedeva N.N. & Mitroshina, D.P. (2022). Improvement Of The Technology Of Separation Of Ufcl I Crystallization In Batch Centrifuges. In S.V. Beketov & I.A. Nikitin (Eds.), *Biotechnology, Ecology, Nature Management*, vol 1. European Proceedings of Life Sciences (pp. 309–318). European Publisher. <https://doi.org/10.15405/epl.22011.37> (дата обращения: 25.01.2022)

16. Lebedeva N.N., Slavyanskiy A.A., Gribkova V.A. & Nikolaev, N.V. (2022). Increasing The Efficiency Of Industrial Crystallization Of Sucrose. In S.V. Beketov & I.A. Nikitin (Eds.), *Biotechnology, Ecology, Nature Management*, vol 1. European Proceedings of Life Sciences (pp. 303–308). European Publisher. <https://doi.org/10.15405/epl.22011.36> (дата обращения: 25.01.2022)

Аннотация. В настоящее время производство белого сахара предусматривает глубокую очистку исходного растительного сырья, что позволяет получить продукт высокого технологического качества, но практически не содержащий полезных макро- и микронутриентов. На сегодняшний день во всём мире установилась тенденция к производству функциональных продуктов питания, поэтому получение сахаросодержащих продуктов, обогащённых различными макро- и микронутриентами, является актуальным направлением развития сахарного производства. С целью расширения ассортимента продукции сахарных предприятий в ходе исследования были разработаны технологии изготовления сахаросодержащих продуктов с использованием технологии гранулирования. Поскольку сахар и сахаросодержащие продукты являются продуктами ежедневного потребления, полученные результаты могут быть применены при создании новых видов продуктов на основе сахарозы как для населения в целом, так и для отдельных целевых групп.

Ключевые слова: гранулирование, сахаросодержащие продукты, функциональные продукты, белый сахар, биологически активные добавки.

Summary. At present, the production of white sugar involves deep purification of the initial vegetable raw materials, which makes it possible to obtain a product of high technological quality, but practically containing no useful macro- and micronutrients. To date, there is a worldwide trend towards the production of functional food products, therefore, the production of sugar-containing products enriched with various macro- and micronutrients is an urgent direction for the development of sugar production. In order to expand the range of products of sugar enterprises, in the course of the study, technologies for the production of sugar-containing products using granulation technology were developed. Since sugar and sugar-containing products are products of daily consumption, the results obtained can be applied to the development of new types of sucrose-based products for both the general population and individual target groups.

Keywords: granulation, sugar-containing products, functional products, white sugar, biologically active additives.

