

Продукты диверсификации в свеклосахарной промышленности России

М.И. ЕГОРОВА, канд. техн. наук, зав. лабораторией (e-mail: rniisp@gmail.com)

Л.Н. ПУЗАНОВА, канд. с/х наук, зав. сектором

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»

Введение

В текущем году свеклосахарная отрасль России отмечает 220 лет. Эту дату она встречает лидером в ряду сахаропроизводящих стран, являясь мощным кластером по выпуску свекловичного белого сахара в ежегодных объёмах 5,7–7,2 млн т.

Состояние и траектории развития сахарной промышленности на мировом и национальном уровнях обусловлены влиянием общемировых преобразований и определяются экономическими целями отдельных стран [1]. В 2015 г. ООН приняла резолюцию «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», которой установлены 17 целей устойчивого развития. При этом исследование Международной организации по сахару отмечает, что сахарный сектор может оказать положительное влияние на ряд ключевых целей устойчивого развития в мире, отражая при этом собственные приоритеты государств [2]. Среди обозначенных целей для России приоритетными с учётом вклада свеклосахарной отрасли в их достижение могут считаться: цель 9 – «Индустриализация, инновации и инфраструктура»; цель 12 – «Ответственное потребление и произ-

водство». Для достижения цели 9 предусмотрено решение следующих задач: формирование устойчивости промышленных предприятий за счёт повышения эффективности использования ресурсов и более широкого применения чистых и экологически безопасных технологий, диверсификация промышленности и увеличение добавленной стоимости продукции. Для достижения цели 12 предусмотрено сокращение послеуборочных потерь продукции, уменьшение объёмов отходов путём их переработки и вторичного использования. Данные задачи хорошо коррелируют с задачами развития свеклосахарного подкомплекса страны, направленными на достижение национальных целей развития и изложенными в Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Более того, в России формирование устойчивости свеклосахарной отрасли имеет большое значение для социально-экономического развития регионов благодаря рациональному отношению к природным, материальным и трудовым ресурсам [3].

В настоящее время в свеклосахарной отрасли мира одним из глобальных трендов является

диверсификация производства в области выпуска продукции с более высокой добавленной стоимостью. Как стратегия диверсификация применяется для снижения рисков, повышения устойчивости предприятия, поскольку одновременное присутствие на разных рынках снижает риск потерь от неблагоприятного изменения конъюнктуры на одном из них. Причём в свеклосахарной отрасли перспективным может считаться связанный тип диверсификации, т. е. имеющий отношение к существующей деятельности [4]. Связано это с тем, что стоимость побочных продуктов свеклосахарного производства намного превышает стоимость целевого компонента – сахара, что гарантирует при диверсификации производства получение большей прибыли [5].

Представляет интерес анализ объектов диверсификации и конкретных её направлений для свеклосахарной отрасли в мире и России, а также изменений в «корзине» продуктов переработки сахарной свёклы.

Основная часть

На сегодняшний день «корзина» продуктов переработки сахарной свёклы включает в себя в первую очередь основной целе-

вой продукт — белый сахар четырёх категорий по ГОСТ 33222-2014 «Сахар белый. Технические условия» — «Экстра», ТС1, ТС2, ТС3. На основе кристаллического белого сахара многие заводы по собственным техническим условиям (ТУ) вырабатывают кусковой сахар, отличающийся категорией используемого кристаллического, внешним видом и размерами кусочка, вариантами и материалами упаковки. Новым целевым продуктом является свекловичный сахар-сырец по СТО 45379563-002-2020 «Сахар-сырец свекловичный. Технические условия», появившийся как ответ на изменившуюся конъюнктуру рынка стран ЕАЭС и ряда стран ближнего зарубежья. Как продукт он аналогичен тростниковому сахару-сырцу, который составляет подавляющую часть вырабатываемого из сахарного тростника, но отличается по некоторым органолептическим и физико-химическим показателям.

В «корзину» продуктов переработки сахарной свёклы входят и основные крупнотоннажные побочные продукты — меласса и свекловичный жом. Меласса представляет собой межкристалльный раствор, отделяемый при центрифугировании утфеля последней ступени кристаллизации, из которого дальнейшей кристаллизацией уже невозможно извлечь сахарозу. По внешнему виду это густая непрозрачная сиропоподобная жидкость от коричневого до тёмно-бурого цвета с высокой вязкостью и специфическим запахом карамели и меланоидинов, обусловленным присутствием триметиламина и диметилсульфида. Выход мелассы составляет 3,5–4,5 % к массе переработанной сахарной свёклы. По своему совокупному составу меласса в нативном виде ценна тем, что наряду с высоким содержанием сахара в ней присутствуют

все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности грибных микроорганизмов; в дополнение к этому она обладает антиокислительным действием. Эти свойства в основном и определяют направления использования мелассы. Благодаря наличию в составе большого количества сбраживаемых углеводов, во многом сбалансированному составу минеральных, азотистых веществ и витаминов она традиционно применяется в кормлении животных и производстве комбикормов, является сырьём для изготовления этилового спирта, хлебопекарных дрожжей, лимонной, молочной кислот, витамина В12, лизина; в химической промышленности меласса находит применение при производстве пластмасс, красок, моющих средств, глицерина, бутанола, ацетона и пр. Как крупный переработчик сахарной свёклы Россия до середины 1990-х гг. осуществляла экспорт мелассы в объёмах до 200 тыс. т в год, будучи на девятом месте среди стран-экспортёров. Позднее произошёл спад вплоть до полной остановки экспорта, возобновившийся к середине нулевых до прежних объёмов. С 2012 г. экспорт мелассы уже превышает 300 тыс. т в год, а в 2018 г. Россия вышла на первое место в мире, отгрузив 793 тыс. т. В последующие годы объёмы экспорта составляют 500–750 тыс. т мелассы.

Несмотря на то что меласса всегда была востребованным продуктом, впервые нормативный документ на неё в ранге национального стандарта был разработан лишь в 2005 г. — ГОСТ Р 52304-2005 «Меласса свекловичная. Технические условия». Данный документ был плодом консенсуса между потребителями мелассы и её производителями. Он предусматривал такие специфические показатели, как сумма сбражива-

емых сахаров, содержание редуцирующих веществ, содержание солей кальция, значимые при использовании этого продукта в биотехнологических процессах. Позднее российский национальный стандарт лёг в основу межгосударственного стандарта ГОСТ 30561-2013 «Меласса свекловичная. Технические условия» путём замены обложки. Лишь в 2017 г. этот стандарт был пересмотрен, актуализирован с точки зрения построения и наполнения текста, дополнен терминами и определениями. В качестве технических требований к мелассе оставлены только те, которые формируются в технологическом потоке производства сахара и могут отличаться у разных партий мелассы в зависимости от качества перерабатываемой сахарной свёклы, особенностей локальных технологий и технического оснащения кристаллизационного отделения. Отмечено, что требования, отличные от указанных в стандарте или дополнительные, определяются в контракте с приобретателем мелассы. В данном стандарте впервые для мелассы некоторые показатели дифференцированы по странам ЕАЭС.

Жом — обессахаренная свекловичная стружка, образовавшаяся после извлечения из неё сахарозы экстрагированием. По внешнему виду это рассыпная стружка серого цвета со специфическим запахом с содержанием воды около 92 %. Выход жома составляет 80–83 % к массе переработанной сахарной свёклы. Жом — скоропортящийся продукт, в нативном виде он закидает в течение трёх суток. Поэтому длительное время в СССР возможность его сохранения могла быть решена силосованием молочно-кислым сбраживанием или высушиванием, причём предпочтение отдавалось высушиванию. Следует отметить, что впервые технологию

сушки жома применили в России в 1898 г. в Курской губернии на Рыльском свеклосахарном заводе. До революции 1917 г. сушёный жом находил сбыт на иностранных рынках, так, в 1913 г. его было экспортировано около 48 тыс. т. После революции и гражданской войны по мере восстановления и развития свеклосахарной промышленности жомосушение приобретает всё большее значение. В СССР в 1937 г. было выработано 62,1 тыс. т сушёного жома. В послевоенные годы наблюдается рост числа жомосушильных цехов: если в 1937 г. работали 24 цеха, то в 1960 г. — уже 67, а в 1968 г. — 120 (в РСФСР — 54), за производственный сезон было выработано 341,2 тыс. т сушёного жома (в РСФСР — 147,9 тыс. т) [6].

Для обеспечения поставок жома за рубеж в этот период был разработан ГОСТ 13456-68 «Жом свекловичный сушёный для экспорта. Технические условия», позднее он был пересмотрен и в виде ГОСТ 13456-82 «Жом сушёный для экспорта. Технические условия» действует в России по настоящее время. В 70-е гг. в СССР выпускались различные виды жома с добавками: амидный, амидоминеральный, бардяной, мелассированный, требования к которому отражались в разработанных в этот период отраслевых стандартах (ОСТ). Выпуск такого продукта практически прекратился к 90-м гг., а в 90-е значительно снизилось общее производство сушёного жома и экспорт сократился до 15 тыс. т. Действие отраслевых стандартов на жом было прекращено после реформирования системы технического регулирования в 2002 г.

Лишь с середины 2000-х гг. начало расти производство сушёного жома. Экспорт превысил 100 тыс. т в год, и Россия заняла место в конце первой десятки экспортёров.

К 2011 г. вывоз достиг 450 тыс. т и страна вышла на третье место в мире; с 2012 г. Россия стала лидером среди экспортёров сушёного жома, а с 2016 г. объёмы экспорта стабильно превышают 1 млн т.

В этот период был разработан национальный ГОСТ Р 54901-2012 «Жом сушёный. Технические условия». Он построен в соответствии с требованиями к документам национальной стандартизации и может использоваться в целях декларирования соответствия продукции. Текст стандарта содержит термины и определения, которые конкретизируют отдельные виды жома и его характеристики; технические требования; правила приёмки и методы испытаний; требования к транспортированию и хранению. Ассортимент предусматривает сушёный жом без добавок и обогащённый, в зависимости от внешнего вида различают сушёный жом в рассыпном виде и в гранулах. Указанные виды сушёного жома на тот момент покрывали всю ассортиментную линейку данного продукта.

Сушёный гранулированный жом применяется в основном при кормлении жвачных животных из-за высокого содержания клетчатки, но также может быть применён в производстве высокобелковых кормов за счёт его ферментации. По сравнению с нативным жомом в ферментированном содержании клетчатки снижается на 18 %, происходит рост протеина на 125 %, увеличивается содержание витаминов в 2–20 раз [7]. Свекловичный жом — источник получения пищевых волокон, порошкообразных полуфабрикатов для пищевой промышленности [8, 9].

Сырой жом, при том что он использовался все 220 лет работы свеклосахарной промышленности России в качестве корма для крупного рогатого скота как полноценный продукт, имеющий норматив-

ную документацию, вышел на рынок лишь в 2019 г. Тогда был разработан СТО 45379563-001-2019 «Жом свекловичный сырой. Технические условия». В данном документе приведены термины, определяющие виды сырого жома, требования к нему, правила приёмки и методы контроля. Так, сырой жом подразделяется на свежий — выгруженный из диффузионного аппарата и (или) обезвоженный путём прессования и кислый — выгруженный из диффузионного аппарата, неотжатый или обезвоженный путём прессования, направленный в жомохранилище и подвергнувшийся процессам естественного брожения. В зависимости от степени отжатыя жом подразделяют: на неотжатый (с содержанием сухих веществ 6–8 %), с низкой и средней степенью обезвоживания (с содержанием сухих веществ 14–20 %), с глубокой степенью обезвоживания (с содержанием сухих веществ 25–35 %). Соответственно приведены требования по органолептическим и физико-химическим показателям для разных видов жома, впервые представлены методы определения внешнего вида, цвета, запаха, pH. Указанный СТО действует с августа 2019 г. и может быть использован любым свеклосахарным заводом России для выхода с ним на рынок.

Направления диверсификации по-разному реализуются в национальных интересах стран, имеющих свеклосахарную промышленность. В качестве объектов диверсификации в мире чаще всего выступают побочные продукты свеклосахарного производства — меласса и жом. Там, где развита свеклосахарная промышленность, но имеется дефицит собственных энергоресурсов, активно ведутся научные разработки в области выработки энергоресурсов для

собственного и внешнего потребления — биоэтанола и биогаза из отходов переработки [10–13] с последующей реализацией. В России проблема получения энергии из возобновляемых источников представляется не столь острой [14], поэтому производство биоэтанола в свеклосахарной отрасли имеет отдалённую перспективу, в то время как выработка биогаза уже получила распространение [15, 16].

Что касается получения новых продуктов, как правило, кормового и непищевого значения, то в России на трёх свеклосахарных заводах реализована технология обессахаривания мелассы методом фракционной хроматографии с имитацией движущегося слоя ионообменной смолы [17]. Инженерные решения установок обессахаривания мелассы могут иметь различные варианты и модификации, но обеспечивают получение следующих продуктов [18]: бетаинной фракции, экстракта, рафината. Бетаинная фракция (бетаиновая меласса) — это густая тёмноокрашенная сиропообразная жидкость с содержанием сухих веществ 62–64 %, сахарозы до 5 %, бетаина 52–58 %. Ценным составляющим веществом этой фракции является бетаин — триметильное соединение аминокислоты глицина. Бетаин применяется в качестве лекарственного средства, пищевой добавки, при производстве косметики, премиксов и комбикормов для сельскохозяйственных животных, рыб. Экстракт — обогащённый сахарозой концентрированный раствор с содержанием сухих веществ 65–68 % и чистотой около 93–95 %. Он направляется в технологическую линию производства сахара и может быть переработан по разным вариантам исходя из достижения качества белого сахара и избегания накопления несахаров в потоке кри-

сталлизационного отделения. При его переработке образуется так называемая вторичная меласса, имеющая более высокую чистоту и отличающаяся по содержанию некоторых несахаров. Рафинат — побочный продукт селективного разделения мелассы, из которого удалена сахароза. Он представляет собой тёмноокрашенный раствор и содержит сухих веществ 65–70 %, сахарозы 9–15 %, нативные несахара мелассы и продукты их превращений. Рафинат — обеднённая меласса — имеет более низкую экономическую ценность, чем сама меласса, и может служить в качестве удобрения, питательной добавки к кормам животным, сырья для биогазовых станций, однако рассматривается возможность применения его как субстрата для производства полигидроксикарбоновых кислот [19, 20] — основы биоразлагаемых пластиков, а также обогащённого мелассой сушёного свекловичного жома [21].

Многие свеклосахарные заводы оказались заинтересованы в такой новации, поэтому Союз сахаропроизводителей России выступил инициатором разработки соответствующего стандарта организации. Данный документ разработан ФГБНУ «Курский ФАНЦ» в соответствии с требованиями к документам национальной стандартизации. Он включает в себя определения таких понятий, как свекловичный жом с добавкой мелассы, новых продуктов на рынке — обессахаренной мелассы (рафината), вторичной мелассы, которые могут служить в качестве добавок к свекловичному жому. Представлены характеристики нового продукта: жом с добавкой мелассы подразделяется на слабомелассированный — с содержанием сахарозы 7,0–9,9 %; мелассированный — с содержанием сахарозы более 10 %. Он может

выпускаться как россыпью, так и в виде гранул диаметром не более 20 мм и длиной не менее 1 диаметра. В документе приведены требования по органолептическим и физико-химическим показателям для разных видов жома с добавкой мелассы: содержанию влаги, сахарозы, сырого протеина; к показателям безопасности — содержанию инородных и металломагнитных примесей, токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов. Предусмотрена возможность упаковки свекловичного жома с добавкой мелассы в мешки массой нетто 15 кг (для рассыпного), от 25 до 50 кг (в гранулах), в мягкие специализированные контейнеры до 1 т. Стандарт содержит правила приёмки, в которых детализированы контролируемые показатели и объёмы выборки, периодичность контроля. В нём подробно описаны методы отбора и подготовки проб, методы испытаний, представлены требования к условиям хранения свекловичного жома с добавкой мелассы, впервые оговорены сроки хранения при отклонении температурного режима, указан рекомендуемый срок хранения — 12 месяцев с даты отгрузки (при отгрузке насыпью) или упаковки (при отгрузке в транспортной упаковке). СТО 45379563-003-2022 «Жом свекловичный с добавкой мелассы. Технические условия» действует с июля 2022 г. и может быть использован любым свеклосахарным заводом России для выхода на внутренний и внешний рынки, поскольку указанная продукция имеет коды ОКПД 2: 10.81.20.119 — жом свекловичный прочий, 10.91.10 — корма готовые для сельскохозяйственных животных.

Таким образом, продукты диверсификации дополнили «корзину» продуктов переработки сахарной свёклы, которая выглядит следу-

ющим образом (см. рис.). В ней нашли место ассортиментные линейки сахара, мелассы, жома и полученного из мелассы бетаина. Как видно, количество продуктов диверсификации уже превышает количество традиционных продуктов.

Выводы

В свеклосахарной отрасли мира развивается диверсификация производства, объектами которой чаще всего выступают побочные продукты меласса и жом. Поскольку в большинстве сахаропроизводящих стран ощущается дефицит собственных энергоресурсов, преимущественным направлением использования продуктов переработки сахарной свёклы является выработка энергоресурсов для собственного и внешнего потребления. Среди других направлений диверсификации, получивших реализацию и в России, развивается выработка новых продуктов кормового и непищевого значения. На основе технологии обессахаривания мелассы хроматографией на ионите получают новые продукты — бетаин, обессахаренную мелассу, вторичную мелассу;

новые виды мелассы способствовали расширению линейки сушёного свекловичного жома. «Корзина» продуктов переработки сахарной свёклы расширяется в ходе диверсификации производства.

Список литературы

1. Лосева, В.А. Мировая сахарная промышленность: состояние, тенденции, перспективы / А.В. Лосева, И.Ю. Степаненко // Менеджмент в АПК. — 2021. — № 4. — С. 22–31. doi: 10.35244/2782-3776-2021-1-1-22-31.
2. Sugar and Sustainable Development Goals [Электронный ресурс]. URL: [http://www.isosugar.org/publication/135/sugar-and-sustainable-development-goals-mecas\(18\)17](http://www.isosugar.org/publication/135/sugar-and-sustainable-development-goals-mecas(18)17) (дата обращения 20.09.2022).
3. Чаплыгина, О.Г. Особенности развития сахарной промышленности в России / О.Г. Чаплыгина // Экономика устойчивого развития. — 2018. — № 3 (35). — С. 193–197.
4. Сафрончук, М.В. Стратегия выживания: диверсификация производства, дифференциация продукта и их последствия / М.В. Сафрончук // Экономика и управление: проблемы и решения. — 2017. — Т. 1. — № 5. — С. 73–78.
5. Субоч, Ф. Инновационное обеспечение национальной продовольственной конкурентоустойчивости

в аспекте формирования интеграционных структур, включая кластеры / Ф. Субоч // Аграрная экономика. — 2020. — № 7. — С. 3–29.

6. Ткаченко, Н.М. Повысить эффективность жомосушильных установок / Н.М. Ткаченко // Сахарная промышленность. — 1971. — № 9. — С. 30–32.

7. Леснов, А.П. Переработка свекловичного жома в высокобелковые корма / А.П. Леснов // Сахар. — 2010. — № 8. — С. 2–5.

8. Тамова, Н.Ю. Современные технологии получения пищевых волокон из вторичных продуктов переработки растительного сырья / Н.Ю. Тамова [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. — 2018. — № 5–6. — С. 9–13.

9. Современные исследования в области получения пищевых волокон из свекловичного жома / С.О. Семенихин, В.О. Городецкий, М.В. Лукьяненко, Н.М. Даишева // Новые технологии. — 2020. — Вып. 1(51). — С. 48–57. doi: 10.24411/2072-0920-2020-10105.

10. Duraisam, R. Production of Beet Sugar and Bio-ethanol from Sugar beet and it Bagasse: A Review / R. Duraisam [et al.] // IJETT. — 2017. — Vol. 43. — No. 4. — P. 222–233. doi: 10.14445/22315381/IJETT-V43P237.

11. Muir, B.M. Development and Diversification of Sugar Beet in Europe / B.M. Muir, A.R. Anderson // Sugar Tech. — 2021. Published online: 15 October 2021. — P. 1–18. doi: 10.1007/s12355-021-01036-9.

12. Mall, A.K. Sugar Beet Cultivation in India: Prospects for Bio-Ethanol Production and Value-Added Co-Products / A.K. Mall [et al.] // Sugar Tech. — 2021. — No. 23 (6). — P. 1218–1234. doi: 10.1007/s12355-021-061007-0.

13. Shirali, J. Overview of Biofuel as an Alternate Energy Source: Current Status and Future Prospects / J. Shirali // SOCAR Proceeding. — 2020. — No. 3. — P. 165–173. doi: 10.5510/OGP20200300458.

14. Семенихин, С.О. Анализ способов микробиологической обработки мелассы для получения альтернативных видов топлива / С.О. Семенихин

САХАР БЕЛЫЙ «Экстра», ТС1, ТС2, ТС3 ГОСТ 33222	САХАР КУСКОВОЙ ТУ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	САХАР-СЫРЕЦ СВЕКЛОВИЧНЫЙ СТО 45379563-002-2020
МЕЛАССА СВЕКЛОВИЧНАЯ ГОСТ 30561	ЖОМ СУШЁНЫЙ ГОСТ Р 54901	ЖОМ СВЕКЛОВИЧНЫЙ СЫРОЙ СТО 45379563-001-2019
МЕЛАССА ОБЕДНЁННАЯ, МЕЛАССА ВТОРИЧНАЯ ТУ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	БЕТАИН ТУ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ	ЖОМ СВЕКЛОВИЧНЫЙ С ДОБАВКОЙ МЕЛАССЫ СТО 45379563-003-2022

□ — традиционные продукты ■ — новые продукты

«Корзина» продуктов переработки сахарной свёклы

Форум и выставка по глубокой переработке зерна и промышленной биотехнологии «Грэйнтек»

Грэйнтек

Форум и экспо по глубокой переработке зерна и биозащитной

+7 (495) 585-5167 | info@graintek.ru | www.graintek.ru

Форум является уникальным специализированным событием отрасли в России и СНГ и пройдет 16-17 ноября 2022 года в отеле Холидей Инн Лесная Москва

В фокусе Форума – практические аспекты глубокой переработки зерна для производства как продуктов питания и кормов, так и биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Темы Форума: производство и рынок нативных и модифицированных крахмалов, клейковины, сиропов, органических кислот, аминокислот (лизин, треонин, триптофан и т. д.), сахарозаменителей (сорбит, ксилит, маннит) и других химических веществ.

18 ноября 2022 года пройдет семинар «ГрэйнЭксперт», посвященный практическим вопросам запуска и эксплуатации завода глубокой переработки зерна. Семинар проводится для технических специалистов, которые отвечают за производственный процесс и высокое качество конечной продукции.

[и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. — 2019. — № 5–6. — С. 6–9. doi: 10.26297/0579-3009.2019.5-6.1.

15. Сидак, М.В. Мировой опыт и неизбежность выработки биогаза из отходов производства в России / М.В. Сидак // Сахар. — 2017. — № 1. — С. 44–45.

16. Мансуров, Р.Е. Перспективы развития свеклосахарного подкомплекса Республики Башкортостан за счёт модернизации сахарного производства с применением биогазовых установок / Р.Е. Мансуров, А.А. Заседова // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. — 2019. — № 1. — С. 279–295. doi: 10.15593/2224-9354/2019.1.23.

17. Johnson, E. Molasses desugaring in the US Beet Sugar Industry: Recept Update / E. Johnson [et al.] // International Sugar Journal. — 2019. — Vol. 121 (1499). — P. 668–681.

18. Обоснование способа получения сахара при глубокой пере-

работке свекловичной мелассы / Н.Г. Кульнева, П.Ю. Сури, В.А. Федорук, Н.А. Матвиенко // Вестник ВГУИТ. — 2022. — Т. 84. — № 1. — С. 58–65. doi: 10.20914/2310-1202-2022-1-58-65.

19. Schmid, M.T. Utilization of desugared sugar beet molasses for the production of poly(3-hydroxybutyrate) by halophilic *Bacillus megaterium* uyni S29 / M.T. Schmid [et al.] // Process Biochemistry. — 2019. —

Vol. 86. — P. 9–15. doi: 10.1016/j.procbio.2019.08.001.

20. Kiselev, E.G. Sugar Beet Molasses as a Potential C-Substrate for PHA Production by *Cupriavidus necator* / E.G. Kiselev [et al.] // Bioengineering. — 2022. — Vol. 9. — No. 4. — 154. doi: 10.3390/bioengineering9040154.

21. Круглик, С.В. О способе использования обеднённой мелассы / С.В. Круглик // Сахар. — 2020. — № 1. — С. 14–18.

Аннотация. Рассмотрены объекты и направления диверсификации в свеклосахарной отрасли мира и России. Показано, что основными объектами диверсификации являются побочные продукты меласса и жом, даны их характеристики, направления использования. Представлена «корзина» продуктов переработки сахарной свёклы, проанализированы нормативные документы на них. **Ключевые слова:** свеклосахарная промышленность, диверсификация, меласса, жом, ассортимент, меласса обеднённая, меласса вторичная, жом слабомелассированный.

Summary. The objects and directions of diversification in the sugar beet industry of the world and Russia are considered. It is shown that the main objects of diversification are molasses and pulp by-products, their characteristics and directions of use are given. A «basket» of sugar beet processing products is presented, regulatory documents for them are analyzed.

Keywords: sugar beet industry, diversification, molasses, beet pulp, assortment, depleted molasses, second molasses, low-molasses beet pulp.