

Инновационная пищевая свекловичная меласса. Новый горизонт рентабельности и экологичности сахарного производства

А.Д. ШЕРДАНИ, магистр техники и технологии (e-mail: alansherdani@gmail.com)
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

1. Введение

В статье проведён обзор актуальных проблем сахарной промышленности России, сделан сравнительный анализ эффективности современных технологий утилизации мелассы свекловичной и анонсирован инновационный продукт её переработки — меласса свекловичная пищевая, — имеющий крайнюю актуальность и высокую практическую ценность для кондитерской индустрии, производства безалкогольных напитков и значительно повышающий рентабельность непосредственно свеклосахарного производства. Научно-исследовательская работа по созданию высокоэффективной технологии производства этой инновации проводится в настоящее время под руководством автора статьи, магистра техники и технологии А.Д. Шердани на базе кафедры мембранной технологии Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. Образцы мелассы свекловичной пищевой и проработанную технологию её производства планируется представить на Международной конференции технологов свеклосахарной промышленности, которую Союз сахаропроизводителей России проведёт в мае 2021 г.

2. Актуальные проблемы современной сахарной промышленности

Для современной российской свеклосахарной промышленности, в основе которой лежит технология инженера Я.С. Есипова, претерпевшая незначительные изменения со времён её разработки в 1801 г. и базирующаяся на процессе очистки свекловичного сока известью, характерен ряд системных проблем. Эти проблемы носят как технологический, так и экономический характер. Кроме того, в контексте XXI в. следует принимать во внимание и экологический аспект: проблематику антропогенного выделения углеродсодержащих газовых компонентов в атмосферу, интенсификацию «парникового» эффекта и изменения климата на нашей планете.

1. Низкий выход основного продукта

Современный уровень дигестии сахарного производства колеблется в пределах 15–18 %, т. е. столько сахара удаётся извлекать посредством технологии Есипова из сахарной свёклы и ещё примерно столько же сахара уходит в побочные продукты.

2. Низкая рентабельность переработки побочных продуктов

Производство свекловичного сахара сопровождается выделением значительного количества (82–85 % от массы входящей сахарной свёклы) побочных продуктов в виде мелассы и жома, дальнейшая переработка которых связана с высокой капиталоемкостью технологического оборудования и, соответственно, с высокими сроками окупаемости ввиду относительно низкой рыночной цены продуктов переработки (сахара, биоэтанола и дрожжей — из мелассы, и комбикорма — из жома). Сравнительный анализ экономической эффективности современных технологий переработки свекловичной мелассы и инновационной технологии супербарботажTM по производству пищевой мелассы, предлагаемой автором статьи, представлен в табл. 3. Здесь также следует выделить показательный кейс по внедрению технологической линии дешугаризации мелассы хроматографическим методом на основе применения ионообменных смол на Ольховатском сахарном комбинате стоимостью 50 млн евро и проектной мощностью переработки мелассы 300 т/сутки [5].

3. Экологический аспект производства

Экологический аспект свеклосахарного производства связан прежде всего с высоким энерго-, газо- и водопотреблением, приводящими как к парниковым выбросам в атмосферу с заводских энергетических установок, образованию требующих очистки вод, так и к объективно высоким накладным расходам ввиду применения тепловых и других энергозатратных процессов.

Все обозначенные системные проблемы современного свеклосахарного производства взаимосвязаны

и оказывают прямое негативное воздействие на эффективность российского сахарного бизнеса в целом. Ситуация усугубляется на фоне колебаний рыночной цены на сахар в России и мире и невозможности полноценного конкурирования отечественных производителей со странами-производителями тростникового сахара, где себестоимость сахара существенно ниже. В итоге количество сахарных заводов в стране стабильно сокращается, и этот негативный тренд сохраняется на протяжении последних нескольких десятилетий.

Таким образом, во-первых, решив вопросы производственных потерь сахара на стадиях технологической цепи и внедрив циклический принцип производства вместо классического последовательного, удастся повысить дигестию (предмет отдельной НИОКР автора); во-вторых, сменив фокус на более маржинальную продукцию при переработке побочных продуктов свеклосахарного производства, например на мелассу свекловичную пищевую — из мелассы свекловичной технической (предмет этой статьи) и на детское питание — из жома, удастся добиться существенного повышения рентабельности сахарного завода в целом; и в-третьих, сделав акцент на «зелёных» подходах (энергосбережение, вторичное использование побочных продуктов производства и вторичного сырья и др.) в разработке первого и второго указанных аспектов, удастся нивелировать проблему экологичности свеклосахарного производства (также предмет отдельной НИОКР автора).

3. Сравнительный анализ эффективности современных технологий переработки мелассы свекловичной

Технические требования к мелассе свекловичной и норматив по её химическому составу устанавливает ГОСТ 30561-2017 [1] (табл. 1).

Комплексный анализ образцов мелассы, проведённый в лабораториях Ростеста, частных сертифицированных лабораториях, а также в химико-аналитической лаборатории РХТУ им. Д.И. Менделеева,

Таблица 1. Требования ГОСТ 30561-2017 к соответствию физико-химических показателей мелассы свекловичной

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	75,0
Массовая доля сахарозы по прямой поляризации, %, не менее	43,0*
Массовая доля редуцирующих веществ, %, не более	1,0**
Водородный показатель pH	6,5–8,5***
* В Республике Беларусь: не менее 35 %	
** Для Республики Беларусь: не применяется	
*** В Республике Беларусь: 6,0–9,5	

показал помимо регулярных 60 % сахарозы и рафинозы и 20 % воды существенное содержание ценных и полезных для здоровья человека аминокислот бетаина и аланина (до 2,5 %), некоторых витаминов и микроэлементов. Помимо этого было установлено содержание нежелательных компонентов (табл. 2).

Таким образом, был сделан вывод, что устранение нежелательных примесей, указанных в табл. 2, из мелассы свекловичной с сохранением полезных компонентов позволит получить ценный продукт для кондитерского рынка, аналогичный тростниковой и кленовой мелассам, популярным в странах Северной Америки (раздел 5) и превосходящий по своим потребительским свойствам кондитерские спреды типа «нутеллы» (раздел 4).

Предварительные лабораторные исследования кинетики процессов коагуляции твёрдых частиц нежелательных примесей с последующими механической фильтрацией и тонким барботированием мелассы специализированной газовой смесью (супербарботажTM), проведённые под руководством автора статьи на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева, показали реальные технологические возможности очистки мелассы. В данной НИОКР упор был сделан на применении некапиталоёмких и неэнергоёмких технологических процессов, не требующих больших затрат на расходные материалы, что в итоге позволяет добиться качественно более высокого результата по выходу конечного продукта при минимальных накладных расходах и предварительно оценить базовые параметры технологии superbарботажаTM с наиболее эффективными современными технологиями дешугаризации мелассы и биотехнологии получения биоэтанола.

Отдельно следует указать лимитирующий фактор производства биоэтанола из свекловичной мелассы, заключающийся в том, что производственные площадки сахара и спирта являются разными объектами, поэтому здесь должна быть предусмотрена необходи-

Таблица 2. Содержание нежелательных веществ в составе мелассы свекловичной

Компонент	Массовая доля, %	Комментарии
Меланоидины	1,00	Комплекс из около 40 соединений по Р. Тресселу с неприятным гнилостным запахом (триметиламин) как продуктов взаимодействия редуцированных сахаров (пиразина и фурана) с аминокислотами (бетаин)
Зола	8,50	Непищевой агент
Сапонины	0,30	Растительные гликозиды бронхолитического действия
Серный ангидрид	0,05	Вредный для здоровья человека компонент, яд
Нитраты	14,8	Следы химических азотсодержащих удобрений для сахарной свёклы

мость длительного хранения мелассы и последующая транспортировка на производственную площадку спирта, т. е. важно учесть временные и логистические затраты. При этом возможность длительного хранения мелассы обеспечивается вводом специальных консервантов, препятствующих разложению сахарозы, вспениванию и спонтанным «взрывам» мелассы [3].

Также следует отметить, что технические условия по мелассе свекловичной пищевой ГОСТом не определены, так как этот продукт является абсолютной инновацией. Соответственно, после уточнения технических и физико-химических требований к мелассе свекловичной со стороны производителей кондитерской индустрии будет предложена редакция ГОСТа и сделаны уточнения в табл. 3 в сторону улучшения параметров.

4. Обзор российского рынка кондитерских спредов

За последние пять лет категория кондитерских, в том числе шоколадно-ореховых, спредов российского кондитерского рынка демонстрирует наилучшую динамику по сравнению с остальными категориями кондитерского рынка и прирастает на 15–20 % ежегодно. По данным аналитического центра Nielsen, ёмкость категории в натуральном отношении составляет порядка 30 тыс. т/год, а лидером рынка здесь является бренд Nutella с долей около 50 %. В эту категорию за последние несколько лет вышли одни из лидеров отечественного рынка сладостей КДВ и «Славянка», а под брендом Nutella появилось несколько интересных новинок. Кроме того, в данной категории интенсивно развиваются СТМ с долей до 40 % и разного рода производители крафтовых органических урбечей, кранчей, паст и спредов. Производители мёда, ощущающие косвенную конкуренцию и давление рынка, реагируют на растущий кондитер-

ский тренд в этой категории выпуском различных видов медовой патоки — пастообразного непрозрачного мёда с разными фруктовыми, цветочными и травяными вкусами.

Важно отметить, что в 1946 г., после войны, в эпоху тотального дефицита шоколада Пьетро Ферреро создал пасту из фундука и свекловичной мелассы [4], интерпретировав тем самым классический пьемонтский рецепт сладости джандуйя, что стало началом становления и активного развития компании Ferrero. Впоследствии рецептура пасты претерпела изменения, впрочем, как и изменилось само название продукта, который сегодня широко известен на рынке как Nutella.

Учитывая современный тренд рынка на здоровые продукты, крафтовое производство, правильное питание и велнес, а также тот факт, что свекловичная меласса применялась в качестве одного из основных ингредиентов сладкой крафтовой пасты на заре бренда Nutella, можно сделать вывод, что очищенная свекловичная меласса имеет солидный коммерческий потенциал как в B2B-, так и в B2C-сегментах рынка кондитерских изделий.

5. Бенчмаркинг мирового рынка

Как известно, в мире существует три основных вида сахара в зависимости от исходного сырья для производства: тростниковый, свекловичный и кленовый. Особенности производства тростникового и кленового видов сахара таковы, что побочным продуктом в этих случаях является тростниковая и кленовая меласса, не содержащая такого количества нежелательных примесей, как свекловичная. Кроме того, тростниковая меласса сертифицируется Министерствами сельского хозяйства США, Канады и Евросоюза как органическая (см. рис.).

Таблица 3. Сравнительный анализ экономической эффективности современных технологий переработки свекловичной мелассы и инновационной технологии супербарботажTM по производству пищевой мелассы

Параметры	Технология			
	Ионообменная хроматография [5]	Электромембранная технология [5]	Биотехнология [2]	Супербарботаж TM
Целевой продукт	Сахар	Сахар	Биоэтанол	Меласса пищевая
Доля выхода продукта от исходной массы мелассы, %	50 %	50–60 %	27,6 %	80 %
Доля безвозвратных потерь сахара от массы сахара в исходной мелассе, %	20 %	0–10 %	—	0 %
Капиталоёмкость оборудования на 300 т/сутки, млн евро	50 млн евро	1 млн евро	—	0,2 млн евро
Накладные расходы (оценка)	Высокие	Низкие	Низкие	Низкие
Относительная стоимость целевого продукта по цене сахара на месте (оценка)	1	1	0,5 Меласса модифицированная для хранения и транспортировки	2 Меласса пищевая для кондитерского производства
Экологичность (оценка)	Средняя	Средняя	Низкая	Высокая



Некоторые образцы тростниковой мелассы с маркировкой «органический продукт» от министерств сельского хозяйства США, Канады и Евросоюза

Культура потребления тростниковой и кленовой мелассы имеет давние традиции и очень распространена в странах Северной Америки и Западной Европы, кроме того, отдельные импортные позиции появляются и на российском рынке.

6. Заключение

Диверсификация свеклосахарных производств от технической мелассы в сторону пищевой посредством внедрения технологии супербарботажа™ имеет солидный потенциал по выходу на более высокие уровни рентабельности производства, что способствует нивелированию комплекса системных проблем сахарного бизнеса, а также учитывает современные тренды российского кондитерского рынка, связанные со здоровым питанием, и реалии самой динамично развивающейся категории кондитерских спредов. Этот вывод подтверждается бенчмаркингом мирового рынка тростниковой и кленовой мелассы, которая имеет богатую культуру потребления в странах Северной Америки и Западной Европы и сертифицируется как органический продукт.

Термины и сокращения

Меласса — побочный продукт свеклосахарного производства, используемый в качестве сырья для производства хлебопекарных и кормовых дрожжей, пищевых кислот и этилового спирта, в биотехнологии, химической, фармацевтической и комбикормовой промышленности как добавка в корм сельскохозяйственных животных и для технических целей [1]

НИОКР — научно-исследовательская опытно-конструкторская работа

СТМ — собственная торговая марка торговой сети

B2B (англ. business to business) — оптовый сегмент рынка, в котором производители взаимодействуют

с другими производителями либо со своими оптовыми клиентами

B2C (англ. business to consumer) — розничный сегмент рынка, в котором производители взаимодействуют с конечными потребителями их продукции

FMCG (англ. fast moving consumer goods) — товары народного потребления

Список литературы

- ГОСТ 30561-2017. Меласса свекловичная. Технические условия
- Азрилевич, М.Я. Сахарная энциклопедия / М.Я. Азрилевич. — URL: sugar.ru, 2004 (дата обращения 05.07.2020).
- Кривовоз, Б.Г. Совершенствование технологии длительного хранения свекловичной мелассы с минимальными потерями сахара / Б.Г. Кривовоз / Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — М., 2009.
- Падовани, Дж. Nutella. Как создать обожаемый бренд / Дж. Падовани, — М.: Бомбора, 2018.
- Корпоративный сайт JSC Membranines Technologies LT. URL: www.mtl.lt (дата обращения 17.06.2020).

Аннотация. В статье анонсировано создание инновационной технологии супербарботажа™ по переработке мелассы свекловичной технической в пищевую свекловичную мелассу как ценного ингредиента для кондитерской промышленности и индустрии сладких безалкогольных напитков. Проведён сравнительный анализ предлагаемой технологии с современными технологиями утилизации мелассы, описаны предпосылки для внедрения новой технологии: комплекс системных проблем современного сахарного бизнеса, актуальные тренды российского кондитерского рынка и бенчмаркинг с тростниковой и кленовой мелассой на мировом рынке.

Ключевые слова: меласса, сахар, супербарботажа, свёкла, производство, рентабельность, переработка, дешугаризация, биоэтанол, мембранная, технология, промышленность, диверсификация, бизнес, экономика, экология, климат, парниковый, эффект, рынок, кондитерский, спред, сироп, патока, нутелла, тростник, клён, инновация.

Summary. The article announces the creation of an innovative superbarbotage™ technology for the processing of technical beet molasses into edible beet molasses as a valuable ingredient for the confectionery industry and the industry of sweet soft beverages. A comparative analysis of the proposed technology with modern molasses utilization technologies is carried out, prerequisites for the introduction of new technology are described, such as a complex of system problems of the modern sugar business, current trends of the Russian confectionery market and benchmarking of cane and maple molasses in the world market.

Keywords: molasses, blackstrap, sugar, superbarbotage, beet, producing, production, profitability, processing, desugarization, bioethanol, membrane, technology, industry, diversification, business, economy, ecology, climate, greenhouse, effect, market, confectionary, spread, syrup, treacle, nutella, cane, maple, innovation.