

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫХОДА ОСНОВНОЙ И ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ АО «УЛЬЯНОВСКИЙ САХАРНЫЙ ЗАВОД»

Мударисов Ф.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Игнатова Т.Д., кандидат биологических наук, доцент,
Игнатов А.Л., кандидат биологических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-16, e-mail: fail_76@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** сахарный завод, сахарная свекла, экология, свекловичный жом, меласса, фильтрационные осадки*

Работа посвящена анализу проблем, связанных с образующимися отходами в процессе производства сахара, и их влияние на окружающую среду. Являясь ценным исходным материалом для изготовления других продуктов, отходы сахарного производства рассматриваются как «проблемные», служащие источником загрязнения окружающей среды.

Сахарное производство занимает значительное место в структуре агропромышленного комплекса России [1]. При этом производственная деятельность предприятий по переработке сахарной свеклы в конечный продукт оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Содержание сахара в корнеплодах составляет в среднем 15-18% в зависимости от погодно-климатических условий и агротехники. Но 2,5-3% сахарозы теряется при переработке на заводе, 0,2-0,3% сахара остается в свекломоечной воде. Остальные потери переходят в побочные продукты производства: мелассу, фильтрационный осадок сока I сатурации и свекловичный жом, дальнейшая переработка которых связана с высокой капиталоемкостью технологического оборудования, а также высокими сроками окупаемости [2].

При переработке корнеплодов сахарной свеклы в условиях АО «Ульяновский сахарный завод» производят основную продукцию –

сахар белый, который широко используется в пищевой промышленности для увеличения сладости продукции, энергетической ценности пищевых продуктов, для питания микроорганизмов, вызывающих различные виды брожения в полуфабрикатах пищевых продуктов [3].

Основными отходами при производстве сахара является жом, меласса и фильтрационный осадок (дефекат). Все они могут служить ценным сырьем для производства химических продуктов: спирта, бетаина, ацетона, глицерина, поташа, дрожжевой промышленности, и, кроме того, применяться в качестве кормовых ресурсов для животноводства [4].

В условиях АО «Ульяновский сахарный завод» жом, после выхода из диффузионной батареи прессуют, т.к. в свежем жоме содержание сухих веществ всего 8%, а в прессованном содержание сухих веществ достигает 15%. При прессовании жома выделяется жомпрессовая вода, которая обратно возвращается в производство, так как, примерно, половина сахаров из жома переходит в нее. Таким образом, снижаются потери сахара с побочной продукцией. Из-за отсутствия на АО «Ульяновский сахарный завод» оборудования для сушки и гранулирования жома, срок хранения жома сокращается в несколько раз. Жом хорошо хранится только при отрицательной температуре воздуха, то есть срок хранения отжатого жома ограничивается, в основном, только зимними месяцами. Мерзлый жом, из-за медленного оттаивания весной, можно скармливать до апреля, мая месяца, так как вредная микрофлора поражает только немерзлый жом, в основном, при температуре выше +4°C [5,6,7].

«Меласса – это густая жидкость темно-коричневого цвета со специфическим запахом и вкусом, Сухих веществ в мелассе около 76-85%, чистота 56-68%, pH 6-8. Выход мелассы составляет 4,5-5,5% к массе переработанной свеклы. Меласса используется в сельском хозяйстве на корм скоту, в качестве добавок и в пищевой промышленности: является сырьем для получения спирта, дрожжей, молочной и лимонной кислот» [8].

В таблице 1 показан выход основной продукции сахарного завода - белого сахара и побочной продукции – жома и кормовой патоки, которые используются на корм скоту населением Цильнинского

и ближайших районов Ульяновской области, Республики Татарстан и Чувашии.

Таблица 1 – Выход основной и побочной продукции при переработке сахарной свеклы на 100 кг корнеплодов

Показатель	Годы исследований			
	2019 сентябрь	2020 сентябрь	2021 сентябрь	Средний показатель
Сахаристость, %	16,75	18,09	17,24	17,36
Основная продукция				
Сахар белый, кг	14,98	15,62	15,7	15,4
Побочная продукция				
Прессованный жом, кг	33	30,6	29,6	31,1
Кормовая патока (меласса), кг	3,23	3,76	2,93	3,31

По данным таблицы 1 самый высокий выход сахара наблюдался в сентябре 2021 года (15,7 кг на 100 кг свеклы), так как в данном году наблюдался наименьший выход побочной продукции (жом, меласса). Самый низкий выход сахара наблюдался в 2019 году - 14,98 кг. Это связано, в первую очередь, с минимальной сахаристостью свеклы, высоким выходом жома и более высокими потерями сахара в транспортно-моечной воде из-за высокой загрязненности корнеплодов.

В среднем за три года исследований выход сахара составил 15,4%, отжатого (прессованного) жома 31,1%, кормовой патоки 3.31%.

Сахароза - органическое вещество с кристаллической решеткой. Другое название - сахар. Это дисахарид, образованный остатками двух моносахаридов - фруктозы и глюкозы [8,9,12].

Качественные показатели полученного на предприятии белого сахара во все годы исследований, несмотря на различные погодные условия, соответствовали ГОСТ 33 222-2015 (табл. 2).

Из данных таблицы следует, что в АО «Ульяновский сахарный завод» производят тщательную очистку диффузионного сока, утфелей, что остатки диоксида серы в продукте ниже допустимых значений в 10 раз.

Исходя из вышеизложенного, сахар белый, выработанный на АО «Ульяновский сахарный завод» соответствует категории ТС2, а по

содержанию сахарозы категории Экстра во все годы исследований, независимо от условий увлажнения и погодного режима.

Самым объемным отходом сахарного производства является свекловичный жом, который имеет свойство быстро портиться и поэтому нуждается в просушке. Он используется для корма скота, а также его применяется в качестве пищевых волокон, которые способны нормализовать обмен холестерина, оказывая антиоксидантный эффект. Кроме того, его используют при производстве пектина и выращивании почвенных микроорганизмов [7,9]. Сегодня разрабатываются технологии по использованию жома как биотоплива.

Таблица 2 - Результаты анализа кристаллического сахара, выработанного в АО «Ульяновский сахарный завод»

Наименование продукции	Показатели						Заключение
	Массовая доля влаги, %, не более	Массовая доля ферропримесей, %, не более	Массовая доля золы (в пересчете на сухое вещество), %, не более	Массовая доля редуцирующих сахаров (в пересчете на сухое вещество), %, не более	Массовая доля сахарозы, %, не менее	Массовая доля диоксида серы, мг/кг сахара, не более	
Сахар белый (категория ТС2)	0,12	0,0003	0,036	0,04	99,7	1,5	ГОСТ 33 222-2015
Сахар белый 2019год	0,12	0,0003	0,036	0,04	99,8	1,5	Соответствует ГОСТ 33 222-2015
Сахар белый 2020год	0,12	0,0003	0,036	0,04	99,8	1,5	Соответствует ГОСТ 33 222-2015
Сахар белый 2021год	0,12	0,0003	0,036	0,04	99,8	1,5	Соответствует ГОСТ 33 222-2015

В 100 кг свежего жома 12 кормовых единиц и 0,6 кг переваримого белка, сушёного – соответственно 8,4 и 3,8, кислого – 8,7 и 0,8. Крупному рогатому скоту на откорме дают в сутки 50-60 кг

свежего или кислого жома, молочному – не более 40 кг. Сушёного жома дают молочным коровам до 4 кг; при больших дозах ухудшается качество молока и масла. Также жом используется как исходное сырьё для биогазовых установок» [7].

Качественные показатели жома, полученного на АО «Ульяновский сахарный завод» показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристика отжатого кормового жома

Показатель	Годы исследований			
	2019	2020	2021	Средний показатель
Сахароза, %	0,58	0,59	0,21	0,46
Остальные сухие вещества, %	18,42	14,41	17,79	16,87
Вода, %	81,00	85,00	82,00	82,67

Как видно из данных таблицы 3, влажные условия к концу вегетации в 2019-2020 годах увеличивают содержание сахара в отжатом жоме. Аномально жаркая и сухая погода в августе в 2021 года снизила переход сахарозы в прессованный (отжатый) жом в 2,8 раза, содержание сахарозы снизилось до 0,21%.

Необходимо отметить, что свежий жом безопасен для окружающей среды, но, если его хранить более трех суток в естественных условиях, он имеет свойство скисать, образуя неприятный запах и жомовую воду, которая, в свою очередь, загнивая, образует ядовитый сапонин, что пагубно влияет на окружающую среду.

Меласса – это высокоэнергетическое и высоко усваиваемое кормовое сырьё. Содержание сухого вещества в мелассе колеблется от 60 до 80%, а обычно составляет около 65%. Химический состав мелассы – это растворимые сахараиды – преимущественно сахароза, а также в небольшом количестве глюкоза, фруктоза и рафиноза, минеральные вещества (около 10% сырой золы) и небелковые азотные соединения. Меласса содержит около 35-45% сахара. Сахаридаы, содержащиеся в ней, усваиваются жвачными животными и свиньями более чем на 90%. Количество энергии зависит от количества сахара. Содержание сырой золы в мелассе составляет от 8% (очень низкое) до 13% (очень высокое). Поскольку меласса имеет жидкую консистенцию, её использование и хранение усложнено. Хранение мелассы происходит в ёмкостях для

жидкостей. Если сырье хранится в большой ёмкости, например 1000-тонной, то на её дне собираются более плотные частицы (первые 50-200 тонн из этой бочки будут более густыми), но это не означает, что сахара на дне будет больше – содержание сахара при этом остаётся одинаковым. Для хранения мелассы в таких больших ёмкостях в ней должно содержаться 44–49% сахара [8].

На АО «Ульяновский сахарный завод» кормовой патокой (мелассой) называют оттек 3-го утфеля (кристаллы сахара и межкристалльная жидкость) в центрифуге. Данный оттек уже не идет на повторную очистку и выпаривание с целью получения следующего 4-го утфеля, т.к. это уже не рентабельно для предприятия из-за низкого дополнительного выхода сахара.

Данные по качественной характеристике мелассы (кормовой патоки), выработанной АО «Ульяновский сахарный завод» показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика кормовой патоки (мелассы)

Показатель	Годы исследований			
	2019	2020	2021	Средний показатель
Сахароза, %	46,6	48,4	47,2	47,4
Остальные сухие вещества, %	34,0	34,0	36,8	34,9
Вода, %	19,4	17,6	16,0	17,7

По данным таблицы 4 нет четкой связи между погодными условиями в конце вегетации опытной культуры и содержанием сахарозы в мелассе. Но содержание остальных сухих веществ (общего азота, бетаина, редуцирующих веществ, органических кислот, золы) выше на 2,8% в экстремальном 2021 году. Влажность кормовой патоки более низкая в самом засушливом 2021 году.

Таким образом, сахар белый содержит сахарозу не менее 99,8%, отжатым жом - в среднем 0,46%, кормовая патока – в среднем 47,4%. Образующийся фильтрационный осадок (дефекат) при взаимодействии несахаров диффузионного сока с известью и диоксидом углерода в основном утилизируется путем внесения в почву для нейтрализации и улучшения ее структуры, для производства извести и цемента, а также производства строительных материалов и асфальтобетонных

материалов [10,11]. Из-за дороговизны ГСМ вывоз дефеката для мелиорации кислых почв за 25-30 км от завода становится нерентабельным. Совмещение в себе безвредной утилизации дефеката и получения экологически чистого бетона, является высокоэффективным проектом как в плане производства, так и в плане сохранности окружающей среды. Его сроки окупаемости являются рекордно низкими за счет низкой стоимости сырья. Данная переработка уже используется в ряде стран. Наиболее перспективным направлением рационального и полного использования свекловичного жома является биотехнология переработки жома с помощью метода вермикюльтивирования, позволяющая извлечь из данного отхода экологически чистое удобрение – биогумус. Кроме того, промышленное производство пектина также способно повысить рентабельность производства и решить экологическую проблему, связанную с утилизацией жома. Дефекат можно использовать в качестве минеральных подкормок для сельскохозяйственных животных, а также в производстве извести и цемента. Меласса может служить сырьем для получения лимонной и молочной кислот, сахара, дрожжей, получения витамина В12, который используется при изготовлении комбинированных кормов.

Таким образом, в настоящее время необходим поиск современных методов утилизации отходов сахарного производства. Это может в дальнейшем обеспечить нашу страну ценными элементами для ряда отраслей, снизить зависимость от импортных продуктов таких, например, как пектин. Это очень важно сейчас в условиях вводимых санкций против Российской Федерации.

При рациональном использовании отходов сахарного производства, опираясь на ресурсосберегающие технологии, можно повысить конкурентоспособность и эффективность производственного процесса, а также уменьшить неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Однако, на сегодняшний момент вопрос вредного воздействия сахарного производства на экологию остается мало разработанным и требует системного подхода, основанного на принципах развития передовых технологий переработки свеклы с учетом экономических подходов.

Библиографический список:

1. Донченко, Л.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки / Л.В.Донченко, С.Е.Ковалева, Н.В.Демина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. –2006. – № 21. – С. 438-446.
2. Пузанова, Л.Н. Аспекты обращения побочных продуктов и отходов свеклосахарного производства / Л.Н.Пузанова, Е.П.Рыжкова // Сахар. – 2013. – № 9. – С. 26-28.
3. Костин, В.И. Резервы повышения эффективности производства сахара на ОАО «Ульяновский сахарный завод» / В.И.Костин, Ф.А.Мударисов, А.Л.Игнатов, С.Н.Сергаченко // Сахарная свекла. –2017. –№ 10. – С. 30-35.
4. Савостина, О.А. Отходы сахарного производства / О.А. Савостина, Е.Б. Крицкая // Успехи современного естествознания. –2008. – №7. – С. 68.
5. Мищенко, Е.В. Экологические проблемы, возникающие при хранении свекловичного жома на сахарных заводах / В.Я.Мищенко, Е.В. Мищенко // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV международной научно-практической конференции. Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, – 2018. – С. 139-143.
6. Мударисов Ф.А. Аналитическая зависимость урожайности и качества корнеплодов сахарной свеклы от погодных условий / Ф.А. Мударисов, Ю.М Исаев, Т.Д.Игнатова // Сахарная свекла. - 2022.- № 6.- С. 32-35.
7. Мищенко, В.Я. Вибрационное экстрагирование пектиновых веществ из свекловичного жома / В.Я.Мищенко, Е.В. Мищенко // LAP Lambert Academic Publishing. – ISBN 978-3-659-69411-0. 2015. – 92 с.
8. Текутьева, Л.А. Проблемы использования свекловичной мелассы в российском кормопроизводстве / Л.А.Текутьева, О.М.Сон, А.С. Ященко // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. –№ 2. –С. 31.
9. Костин, В.И. Сравнительная оценка технологии переработки замороженных и свежееубранных корнеплодов / В.И.Костин, Ф.А.Мударисов, Т.Д.Игнатова, Н.В.Смирнова // Сахарная свекла. –

2017. –№ 6. –С. 18-21.

10. Зелепукин, Ю.И. Утилизация фильтрационного осадка /Ю.И.Зелепукин, И.И.Бирюков, Н.И.Бирюкова, С.Ю.Зелепукин // Сахар. –2011. –№ 6.–С. 41.

11. Зелепукин, Ю.И. Рациональное использование фильтрационного осадка / Ю.И.Зелепукин, И.И. Бирюков, Н.И. Бирюкова, С.Ю. Зелепукин // Сахарная свёкла. – 2011. – № 6. – С. 31-33.

12. ГОСТ Р 52647 - 2006 «Свекла сахарная. Технические условия».

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE MAIN AND BY- PRODUCTS IN THE CONDITIONS OF ULYANOVSK SUGAR FACTORY JSC

Mudarisov F.A., Ignatova T.D., Ignatov A.L.

Keywords: *sugar factory, sugar beet, ecology, beet pulp, molasses, filtration precipitation*

The work is devoted to the analysis of problems related to waste generated in the sugar production process and their impact on the environment. Being a valuable source material for the manufacture of other products, sugar production waste is considered as "problematic", serving as a source of environmental pollution.