

УДК 621.01

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА САХАРА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И ОРГАНИЗАЦИЯХ ОТРАСЛИ

Елена Владимировна Мищенко

кандидат технических наук, доцент

art_lena@inbox.ru

Лада Владимировна Стащук

студент

lstlaaa@mail.ru

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина

г. Орел, Россия

Аннотация. В материалах статьи рассмотрены проблемы, связанные с образующимися отходами в процессе производства сахара, и их влияние на окружающую среду. Выяснено, что, являясь ценным исходным материалом для изготовления других продуктов, отходы сахарного производства большинством предприятий сахарной промышленности России рассматриваются как «проблемные», служащие источником загрязнения окружающей среды. Они практически не утилизируются, а многотоннажно накапливаются, неконтролируемо разлагаются, образуя токсичные продукты, загрязняя почву, грунтовые и поверхностные воды и воздух. Проанализировано и изучен вопрос утилизации отходов, уменьшения объемов образующихся сточных вод, сокращения размеров земельных площадей, занятых под очистные сооружения, организации системы водного хозяйства.

Ключевые слова: экология, сахарный завод, меласса, фильтрационные осадки, свекловичный жом, пектин.

Решение экологических проблем современного общества и состояние природной среды из года в год становятся одним из важных факторов общественного развития. 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. Уровень дигестии сахарного производства колеблется в пределах 15-18 %. Такое же количество уходит 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 [9].

На ряде объектов уровень вредных выбросов в атмосферу (диоксид серы, аммиак, оксиды углерода, оксиды азота) превышает установленные ПДК, а сточные воды содержат значительное количество органических веществ [4, 14]. Также сахарные заводы являются крупнейшими в пищевой промышленности потребителями воды питьевого качества (на 1 т продукции приходится 10,5 м³ сточных вод). При этом отбросы от сахарной промышленности (дымовые газы, газовые и пылевые выбросы) пока еще не могут использоваться в народном хозяйстве, или, в большинстве своем, их использование считается экономически нецелесообразным.

Газопылевые выбросы котельной, образующиеся при сжигании топлива при производстве сахара, являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха. Их состав зависит от вида используемого топлива. Так, например, при сжигании 1 кг мазута образуется 15,5 м³ дымовых газов. А при сжигании твердого топлива и мазута вместе с диоксидом углерода, парами воды и азотом в атмосферу выбрасываются окислы серы, азота, углерода, сажи и т.д.

Основным отходом при производстве сахара является жом, меласса и фильтрационный осадок (дефекат) [12]. 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.

Ежегодно предприятиями сахарной промышленности используется лишь 70 % дефеката, а для складирования его от переработки свеклы от одного завода мощностью 3 тыс. тонн в сутки требуется до 5 га земли. Образующийся фильтрационный осадок 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 [2, 3]. 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.

За многие годы производственного процесса на российских сахарных заводах накопились немалые запасы фильтрационного осадка, так как его масса составляет около 10 % к массе свёклы [10]. Его, в свою очередь, можно было бы использовать в целях получения извести и углекислого газа путём обжига в печах с возвратом углекислого газа в завод. Качество получаемой извести достаточно хорошее, но этот способ всегда считался нерентабельным. В современных условиях такому варианту необходимо было бы уделить внимание с учетом цен на известковый камень.

Неиспользованный дефекат сбрасывается в отвалы, что приводит к уменьшению площади сельскохозяйственных угодий, засорению почвы и подпочвенных вод. Кроме того, отвалы дефеката является источником неприятного запаха, где также происходит размножение возбудителей парши свеклы.

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 [6, 7, 15, 16]. Сегодня разрабатываются технологии по использованию жома как биотоплива.

Методом вермикюльтивирования можно извлечь из свекловичного жома экологически безопасное и высокоэффективное удобрение – биогумус [11]. Данный биохимический процесс очень сложный, состоящий из двух стадий: ресинтеза и синтеза. Под действием ферментов микроорганизмов происходит разрушение анатомического строения свеклы, сложные органические соединения распадаются на простые – промежуточные продукты превращения – белки расщепляются до аминокислот, полисахариды до моносахаридов, лигнин до фенолов и др. Утилизируя сахарные отходы с применением современной биотехнологии (вермикюльтивирования) можно решить сразу несколько проблем: улучшить экологическую ситуацию, а также получить значительное количество эффективного органического удобрения. Внесение данного удобрения в почву способствует одновременному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, восстановлению и поддержанию на высоком уровне плодородия почвы.

Но самое выгодное – это получение из свекловичного жома пектина, ведь его запасы в России не ограничены [5, 8]. Выход при производстве его составляет 180 кг из 1 т жома. Однако, полученный из жома пектин по современной технологии не может использоваться в медицине, а может удовлетворить только требованиям пищевой промышленности в связи с его низким показателем чистоты. Для целесообразности и сокращения расходов по производству сахара необходима разработка научных методов и форм получения высокоочищенного пектина для медицинских целей. До настоящего момента кондитерские и фармацевтические предприятия за счет импорта частично удовлетворяли свои потребности в пектине, и в России нет ни одного завода, производящего его.

Процесс получения пектина из свекловичного жома включает следующие стадии:

– измельчение высушенного свекловичного жома до 1,5-2,0 мм, что необходимо для интенсификации процессов извлечения пектиновых веществ;

- гидролиз-экстрагирование жома двадцатикратным количеством 1,3 % H_2SO_4 в течении 2 часов при $pH=0,6-0,8$ и температуре 75 °С. Далее полученная смесь поступает в фильтр-прессы с целью дальнейшего проведения грубой и тонкой очистки экстракта. Прогидролизированный жом после нейтрализации аммиачной водой направляется на корм скоту.

Удаление из экстракта катионов металлов, красящих веществ, свекловичного привкуса происходит путем фильтрации через катионитно-анионитный фильтр. Далее он поступает в отстойник для осаждения пектина 94 % этиловым спиртом в соотношении экстракта к спирту 1:2. Из осадка удаляется лишняя влага, и он измельчается. Следующий этап – очистка измельченного пектина от спирторастворимых веществ: промывка 70 % этиловым спиртом и обезвоживание 96 % спиртом. В дальнейшем производится обработка в вальцовой сушилке до достижения влажности 12 %.

При всем этом следует 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.

Целесообразно было бы использовать всю мелассу, которая содержит около 50 % ценного питательного вещества – сахарозы, если процесс получения не будет слишком дорог и трудоемок.

В настоящее время существует несколько таких способов:

- выделение сахара из мелассы методом известковой сепарации;
- стронциевый метод обессахаривания мелассы;
- баритовый метод обессахаривания мелассы;
- осаждение сахара уксусной кислотой.

Метод получения сахара из мелассы известковой сепарацией основан на реакции взаимодействия сахарозы с СаО в определенных условиях с образованием труднорастворимого трехкальциевого сахара. Однако, при известковой сепарации наряду с сахарозой осаждаются также содержащаяся в мелассе раффиноза, что является существенным недостатком данного метода, так как периодически (один раз в месяц) на предприятиях приходится делать перерыв в работе цеха или брать мелассу с завода, где нет известковой сепарации. Кроме известковой сепарации обессахаривание мелассы проводится баритовым и стронциевым методами, которые также основаны на способности сахарозы при определенных условиях образовывать нерастворимые сахара. Но при известковой сепарации затраты на производство и переработка значительно ниже в отличие от вышеуказанных, так как не требуются дорогостоящие реагенты [13].

В целях защиты окружающей среды и для соблюдения современных требований природоохранного законодательства необходимо проводить техническое перевооружение технологических участков производства на постоянной основе. Проведение данной работы связано не только с определенными техническими сложностями, но и требует больших материальных и финансовых затрат. Как показывает практика и проводимые технико-экономические расчеты, стоимость природоохранных мероприятий при строительстве новых сахарных заводов составляет 14-16 % от общей стоимости строительства, при этом доля мероприятий по охране водных ресурсов – 58-60 %.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что, сахарное производства является трудоемким и материалоемким процессом с большим количеством побочной продукции при низком выходе конечного продукта. Решив вопросы производственных потерь сахара, а также внедрив технологии по переработке побочных продуктов свеклосахарного производства, делая акцент на экологичности производства, можно добиться существенного повышения рентабельности предприятия по переработке сахарной свеклы в целом, понизив

его себестоимость. 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. Что очень кстати 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.

Список литературы:

1. Донченко Л.В., Ковалева С.Е., Демина Н.В. Возможность использования вторичных сырьевых ресурсов свеклосахарного производства для дальнейшей переработки // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 21. С. 438-446.

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

3. Зелепукин Ю.И. Удобрение с применением обессахаренного фильтрационного осадка // Сахар. 2011. № 11. С. 33-34.

4. Калыгин В.Г, Промышленная экология [Текст]: Курс лекций, изд. МНЭПУ, 2000. – 324 с.

5. Мищенко В.Я., Мищенко, Е.В. Вибрационное экстрагирование пектиновых веществ из свекловичного жома // LAP Lambert Academic Publishing. – ISBN 978-3-659-69411-0. 2015. – 92 с.

6. Мищенко Е.В. Вибрационное экстрагирование – инновационная технология получения пектиновых веществ // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Орел: Орловский ГАУ имени Н.В.Парахина, 2017. – С. 173-177.

7. Мищенко Е.В., Мищенко В.Я. Экологические проблемы, возникающие при хранении свекловичного жома на сахарных заводах // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы IV международной научно-практической конференции. Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. С. 139-143.

8. Мищенко Е.В. Применение пектинового концентрата из свекловичного жома как один из факторов повышения качества жизни населения // Продовольственная безопасность как фактор повышения качества жизни: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, 29 сентября 2021 года. Орел: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2021. С. 354-357.

9. Пузанова Л.Н., Рыжкова Е.П. Аспекты обращения побочных продуктов и отходов свеклосахарного производства // Сахар. 2013. № 9. С. 26-28.

10. Рациональное использование фильтрационного осадка / Ю.И. Зелепукин, И.И. Бирюков, Н.И. Бирюкова, С.Ю. Зелепукин // Сахарная свёкла. 2011. № 6. С. 31-33.
11. Ручин, А. Б. Применение метода вермикультивирования для биодegradации твердых отходов // Молодой ученый. 2013. № 3. С. 168-171.
12. Савостина, О.А., Крицкая, Е.Б. Отходы сахарного производства // Успехи современного естествознания. 2008. №7. С. 68.
13. Текутьева Л.А., Сон О.М., Яценко А.С. Проблемы использования свекловичной мелассы в российском кормопроизводстве // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 2. С. 31.
14. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: справочник. – М.: Протектир, 2001. – 304 с.
15. Яцун С.Ф., Мищенко В.Я., Мищенко Е.В. Использование вибрационного воздействия в процессах массообмена // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. №5. 2008. С. 99-101.
16. Яцун С.Ф., Мищенко В.Я., Мищенко Е.В. Влияние вибрационного воздействия на процесс экстракции в пищевой промышленности // Известия вузов. Пищевая технология. № 4. 2009. – С. 70-72.

UDC 621.01

**ECOLOGICAL ASPECTS OF SUGAR PRODUCTION AT
ENTERPRISES AND ORGANIZATIONS OF THE INDUSTRY**

Elena V. Mishchenko

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

art_lena@inbox.ru

Lada V. Staschuk

student

lstlaaa@mail.ru

Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin

Orel, Russia

Abstract. The materials of the article consider the problems associated with the waste generated in the process of sugar production, and their impact on the environment. It was found that the majority of sugar industry enterprises in Russia consider sugar production waste, which is a valuable source material for the manufacture of other products as "problematic", serving as a source of environmental pollution. They are practically not utilized, but accumulate largely, decompose uncontrollably, forming toxic products, polluting the soil, ground and surface waters and air. The issue of waste disposal, reduction of the volume of generated wastewater, reduction of the land area occupied by treatment facilities, organization of the water management system was analyzed and studied.

Key words: ecology, sugar factory, molasses, filtration sediments, beet pulp, pectin.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 11.04.2022; принята к публикации 12.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 11.04.2022; accepted for publication 12.05.2022.