

*О. В. Хрушова, М. А. Скопинцева**

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Одним из важнейших направлений современного производства является создание малоотходных и безотходных технологий, вовлечение в хозяйственный оборот вторичных сырьевых ресурсов. В Тамбовской области размешены три из шести сахарных заводов крупнейшего производителя сахара в России ООО «РУСАГРО-ЦЕНТР». ОАО «Сахарный завод» филиал «Никифоровский» является самым крупным, на данном предприятии перерабатывается 6800 т свеклы и 1200 т сахара сырца в сутки, при этом среди прочих образуются два отходящих потока: свекловичный жом (507 960 т в год) и меласса (10 000 т в год). В рамках выполнения выпускных квалификационных работ поставлены задачи проектирования технологических линий по переработке данных потоков.

При этом учтено, что к основным направлениям создания малоотходных и безотходных технологий сахарной промышленности относятся: получение из сушеного жома пищевых добавок и продуктов, в первую очередь пектина, клетчатки; также использование мелассы в качестве сырья для получения фруктозы, раффинозы, лизина и других продуктов.

Анализ литературно-патентных источников показал целесообразность переработки свекловичного жома для производства пектина.

Пектин является одним из принципиально важных продуктов рынка гидроколлоидов. Потребность пищевой промышленности стра-

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е. В. Хабаровой.

ны в пектине достигает 10 тыс. т в год, это без учета нормы его потребления в лечебно-профилактических целях. Учитывая минимальную профилактическую норму потребления пектина – 2 г в сутки, в экологически неблагоприятных районах, его количество при круглогодичном потреблении пектиносодержащих продуктов из расчета на 100 млн. человек составляет свыше 70 тыс. т.

В настоящее время в России нет ни одного завода или предприятия, вырабатывающего пектин. Свои потребности в пектине кондитерские и фармацевтические предприятия России удовлетворяют лишь частично, благодаря импорту данного продукта.

В то же время сахарные заводы продают сухой свекловичный жом частным хозяйствам по цене 6000 р. за т. Экономически выгоднее использовать этот жом для производства пектина, цена которого варьируется от 367 от 2000 р. за кг, а выход пектина из тонны жома составляет примерно 180 кг. Очевидно, что проблема производства отечественного пектина очень актуальна в настоящее время.

Технология получения пектина из свекловичного жома включает следующие стадии. Высушенный свекловичный жом, поступающий со склада, измельчают до 1,5...2,0 мм для интенсификации процессов извлечения пектиновых веществ. Далее жом подвергается гидролизу-экстрагированию двадцатикратным количеством 1,3%-ной соляной кислоты. Процесс протекает 2 часа, при $\text{pH} = 0,6...0,8$ и температуре 75 °С. Полученная смесь направляется в фильтр-прессы для проведения грубой и тонкой очистки экстракта. Прогидролизированный жом после нейтрализации аммиачной водой направляют на корм скоту. Экстракт тонкой фильтрации поступает в катионитно-анионитный фильтр, в котором происходит удаление из экстракта красящих веществ, специфического свекловичного привкуса, катионов металлов и происходит частичная нейтрализация. Фильтры заполнены ионообменными смолами: сильноосновный катионит КУ-2-8чС и слабоосновный анионит ЭДЭ-10П, которые периодически необходимо регенерировать. После очистки экстракт поступает в отстойник для осаждения пектина с помощью 94% этилового спирта, при соотношении экстракт к спирту – 1:2. Затем из осадка удаляют лишнюю влагу и измельчают. Измельченный пектин направляется на очистку от спирторастворимых веществ. На первой стадии пектин промывают 70% этиловым спиртом. Затем коагулят обезвоживают 96% спиртом. Далее очищенный пектин направляют в вальцовую сушилку для снижения влажности до 12%. Высушенный пектин измельчают и упаковывают [1].

Разработанная технологическая схема позволяет получить свекловичный пектин с чистотой 75...77% и комплексообразующей способностью 500...600 мг $\text{Pb}^{2+}/\text{г}$, который удовлетворяет требованиям, предъявляемым к пектинам пищевого и медицинского назначения.

Проведена оценка инвестиционной привлекательности проекта, которая показала, что при капитальных вложениях 214 млн. р. и норме дисконта 12% проект окупится за 1,5 года, при горизонте расчета – 4 года, при этом себестоимость продукции составит 1200 р. за кг.

Для переработки мелассы в качестве конечного продукта выбран лизин, который имеет широкое применение в медицинской промышленности, а также используется в питании спортсменов [2]. Объем российского рынка чистого лизина можно оценить в 8...8,5 тыс. т, из-за рубежа ежегодно импортируется 8 тыс. т чистого лизина, средняя цена которого составляет 3500 р. за кг, главными импортерами являются Япония, Германия и США. Сегодня на территории России не производится лизин кристаллической формы. Постройка завода по производству лизина позволит не только удовлетворять потребности в данном продукте, но и решить проблему утилизации мелассы на сахарном заводе.

Литературно-патентная проработка позволила составить технологическую схему производства чистого кристаллического лизина. Процесс требует строгих асептических условий. Выращивание производственной культуры продуцента осуществляется в ферментерах. Посевной материал в количестве 5...10% от объема питательной среды, поступает в ферментер, в качестве посевного материала используется штамм бактерий вида *Brevibacterium E-531*. Компонентами питательной среды являются: меласса, кукурузный экстракт, 4%-ный раствор соляной кислоты, 25%-ный водный раствор аммиака, мел, пеногаситель. Продуценты лизина являются биотинзависимыми, количество биотина в среде должно быть не менее 29 мкг/л.

Если снизить количество биотина, то биосинтез лизина замедляется. Источниками биотина является кукурузный экстракт и свекловичная меласса. В качестве источника углерода применяется меласса. Среди источников азота чаще всего используется кукурузный экстракт. Оптимальное соотношение углерода и азота в питательной среде составляет 11:1. Процесс биосинтеза происходит при подаче стерильного воздуха в течение 60 ч. Полученная после биосинтеза культуральная жидкость подвергается ультра- и микрофильтрации, где происходит отделение частиц с диаметром 10 Кд. Микрофильтрат с содержанием лизина 90 г/л подается в ионитный фильтр, загруженный смолой марки КУ-2-8 лизин сорбируется на смоле, затем водным раствором аммиака вымывается из нее. Элюат поступает в вакуум-выпарную установку, упаривается до концентрации лизина 600 г/л. Упаренный раствор направляется в кристаллизатор, где при температуре 10...12 °С происходит кристаллизация лизина. Суспензия подается в нутч-фильтр, где происходит отделение кристаллов от жидкости. Влажные кристаллы лизина направляются в барабанную сушилку, высушиваются до влагосодержания 2%. Кристаллы лизина отправляются

на фасовку. Данная технология позволяет получить лизин высокой очистки, который может использоваться в фармацевтических препаратах.

Рассчитаны показатели экономической эффективности проекта, которые показали, что при переработке всего 10% от общего объема мелассы, можно получить годовой объем производства лизина 299 650 кг, при этом себестоимость продукции составит 418 р. за кг. Требуемые для реализации проекта капиталовложения составят 150 млн. р. При минимальной норме дисконта 8,25% и горизонте расчета семь лет проект окупится за шесть лет.

Таким образом, можно выделить несколько социальных аспектов данных проектов:

- использование вторичных ресурсов сахарного производства выгодно как с экономической точки зрения, так и с точки зрения экологии региона;
- строительство завода позволит создать новые рабочие места непосредственно на самом предприятии;
- сырье после извлечения пектина по своим качественным показателям не ухудшается и может использоваться в качестве корма для животных и птицы;
- производство минимизирует, а впоследствии и снимет вовсе продовольственную зависимость в пектине и лизине России от Запада;
- создастся прецедент, который будет способствовать разработкам и использованию отечественного оборудования, ориентированного на производство пектина и лизина.

Разрабатываемые проекты имеют инвестиционную привлекательность, но требуют значительных капиталовложений. На данном этапе государство должно обеспечить экономическую заинтересованность предприятий в реализации таких проектов не только путем повышения размера платы за размещение отходов, но и путем льготного кредитования, установления налоговых и иных льгот при внедрении малоотходных и безотходных технологий.

Список литературы

1. *Донченко, Л. В.* Пектин основные свойства, производство и применение / Л. В. Донченко, Г. Г. Фирсов. – Москва : ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
2. *Лизин и ко* [Электронный ресурс] Биотехнология и бизнес. – URL : <http://www.rusbio.biz/ru/smi08.shtml>.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВПО «ТГТУ»