

УДК 663.549

*С. Х. Рашид, Е. К. Богатырева**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
БИОЭТАНОЛА ИЗ ФИНИКОВ**

Согласно экспертным исследованиям, перспективной признана переработка растительного сырья по технологии, позволяющей получить биоэтанол. В отличие от бензина, который производится из невозобновляемых природных ресурсов естественных месторождений, спирт – возобновляемое топливо, производимое из углеводов определенных видов растений. Пока этиловый спирт является неполной заменой бензину и используется чаще всего в виде 5...10%-ных добавок к углеводородам, в Бразилии к моторному топливу добавляют до 20% биоэтанола [1].

Главным источником сахара для выработки биоэтанола служит сырье из пшеницы, кукурузы, маиса, тапиоки, сорго, сахарного тростника, сахарной свеклы и т.д. Кроме того, могут использоваться отходы сельскохозяйственного производства и деревообрабатывающей промышленности (солома, трава, древесина, опилки и др.), твердые бытовые отходы (рис. 1).

Выход биотоплива на гектар для различных сельскохозяйственных культур широко варьируется в зависимости от вида сырья, страны и системы производства. Такие колебания показателей объясняются разницей в урожайности культур на гектар, зависящей от самих культур и стран, а также неравноценной эффективностью переработки различных культур. Это означает, что потребности в земельных площадях для расширяющегося производства биотоплива будут резко различаться в зависимости от культуры и места выращивания.

В настоящее время производство этанола из сахарного тростника и сахарной свеклы дает самые высокие показатели, причем на первом месте по выходу биотоплива на гектар стоит производство на основе сахарного тростника в Бразилии, от которой лишь незначительно отстает Индия [1].

* Работа выполнена под руководством канд. пед. наук, доцента ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Е. И. Муратовой и канд. техн. наук, ст. преподавателя кафедры «ТОПХП» П. М. Смолихиной.



Рис. 1. Преобразование сельскохозяйственного сырья в жидкое биотопливо

Исходя из вышесказанного, для арабских стран перспективным сырьем для получения биоэтанола могут стать плоды финиковых пальм. На улучшенных сортах и плантациях с повышенной плотностью посадки финиковых пальм возможны урожаи 100...150 кг с дерева при валовом сборе 11...17 т/га. Учитывая, что финиковая пальма приносит высокие урожаи в течение 60 – 80 лет, финики являются одним из самых доступных видов сырьевых источников для получения биоэтанола. Для переработки в биоэтанол можно использовать свежие и сушеные плоды фиников, а также пасты и сиропы из фиников.

Финики содержат большое количество простых углеводов, представленных в форме сахаров, в сушеных плодах содержится самый высокий процент сахаров по сравнению со всеми другими фруктами. Химический состав фиников приведен в табл. 1 [2].

Целью исследования является разработка ресурсосберегающей технологии получения биоэтанола из фиников. В общем виде технология получения биоэтанола состоит из следующих стадий:

1. Приготовление углеводных растворов.
2. Получение бражки сбраживанием углеводных растворов под действием дрожжей.
3. Выделение спирта из бражки и его очистка.

1. Химический состав фиников

Наименование показателя	Значение, г/ 100 г
Вода	20,53
Жиры	0,39
Белки	2,45
Углеводы	67,03
Пищевые волокна	8,0
Витамины (А, В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₅ , В ₆ , В ₉ , С, D, К)	0,003
Зола	1,6

Целью исследования является разработка ресурсосберегающей технологии получения биоэтанола из фиников. В общем виде технология получения биоэтанола состоит из следующих стадий:

4. Приготовление углеводных растворов.

5. Получение бражки сбраживанием углеводных растворов под действием дрожжей.

6. Выделение спирта из бражки и его очистка.

Каждая из перечисленных стадий имеет свои особенности, обусловленные типом перерабатываемого сырья, расами дрожжей, применяемых для сбраживания сула, способами и режимами дистилляции, аппаратным оформлением технологических процессов.

Первоочередной задачей при подготовке питательной среды для организации спиртового брожения является максимальное извлечение углеводов как целевого компонента сырья.

Производство сула из фиников осуществляли двумя способами: мацерацией и развариванием фиников.

По первому варианту финики освобождали от косточек, измельчали, добавляли воду, нагревали при различных температурах и продолжительности настаивания (табл. 2).

Извлечение экстрактивных веществ осуществляется только за счет экстрактивности растворителя, поэтому процесс внутренней диффузии и проникновение растворителя внутрь клеток протекает медленно, причем недостаточно эффективна и внешняя диффузия, что ухудшает выравнивание концентраций между сырьем и водно-спиртовой смесью. В связи с этим процесс мацерации осуществляется в течение длительного времени.

2. Содержание экстрактивных веществ в водных экстрактах фиников при различных температурах

Продолжительность настаивания	Температура, °С		
	40	60	80
10 мин	6,5	16,0	23,5
60 мин	7,3	19,2	25,8
90 мин	9,0	21,5	27,5
120 мин	24,4	27,2	29,4
180 мин	27,5	30,0	31,0

При сравнении содержания экстрактивных веществ отмечено, что наилучший результат наблюдали при мацерации в течение 180 мин при 60 и 80 °С.

Результаты экспериментальных исследований показали, что наиболее значимым фактором, влияющим на степень извлечения экстрактивных веществ из фиников при мацерации, является продолжительность настаивания. Температурный режим и гидромодуль суспензии наиболее заметно влияют на процесс экстрагирования на его начальных этапах (до 90 мин). При низкотемпературной экстракции возможны риски, связанные с возможностью заражения углеводсодержащих растворов контаминантами.

Для интенсификации процесса экстрагирования растительного и плодово-ягодного сырья, увеличения степени извлечения экстрактивных веществ необходима дополнительная обработка сырья (ферментативная, СВЧ-обработка и др.) и использование органических кислот.

Разваривание фиников с последующим прессованием и концентрированием сиропа путем его нагревания до температуры 80...85 °С в течение одного часа позволяет увеличить концентрацию сахаров в сиропе до 70%. Такие сиропы после стерилизации имеют продолжительный срок хранения, однако процесс их приготовления более энергозатратен по сравнению с получением углеводсодержащих сред мацерацией.

На основании проведенных экспериментальных исследований и математического моделирования были выбраны оптимальные технологические параметры процесса приготовления сула с максимальным содержанием экстрактивных веществ из фиников.

Следующим этапом исследований является определение основных технологических свойств среды для производства спирта, которыми являются: степень сбраживания сахаров; наличие трудносбражи-

ваемых сахаров и декстринов; содержание летучих примесей и их влияние на процесс сбраживания; содержание нелетучих примесей и их влияние на процесс сбраживания; содержание взвесей; степень инфицирования исходной среды контаминантами и ее устойчивость к развитию посторонней микрофлоры в процессе сбраживания.

Список литературы

1. *Анализ* мирового рынка биоэтанола: 2005 – 2014 гг. [Электронный ресурс] / Бизнес Статистика. Готовые обзоры рынков. – Режим доступа : <http://businessstat.ru>.

2. *Химический* состав пищевых продуктов. Кн. 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. проф., д-ра техн. наук И. М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ВО «Агропромиздат», 1987. – С. 70–71. – 224 с.

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