

УДК 504.06:662.754:620.92(045)

БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА

*С. М. Гарасимчук; А. А. Азаренкова; М. С. Бойченко,
М. Н. Барановський, д-р техн. наук, проф.*

Национальный авиационный университет

sgarasymchuk@mail.ru

anya-azar@mail.ru

Проведен анализ биохимического метода, используемого для получения этилового спирта. Приведен обзор видового состава сырья.

Ключевые слова: биохимический метод; химический метод; этиловый спирт; сырьё; зерновые культуры.

Analysis of biochemical method used to produce ethanol. Review of the species composition of raw materials.

Keywords: biochemical method; chemical method; ethyl alcohol; raw materials; grain.

Вступление

Одним из наиболее массово производимых алифатических спиртов является этиловый спирт (этанол, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$).

Сегодня этиловый спирт широко используется в химической, электротехнической, парфюмерной, пищевой промышленности, медицине. Также применяется в качестве топлива, в лабораторных исследованиях как антифриз, других сферах экономики.

Спирты применяются во многих сферах деятельности и приблизительно в 50 отраслях производства. Из них производят множество разновидностей продукции, в том числе этиловый спирт используют как добавку к бензинам, поскольку он экологически чистый, обеспечивает полноту сгорания и не образует токсичных продуктов сгорания. Поэтому, постоянное и всестороннее изучение спиртов и методы их получения является важной темой сегодняшнего дня.

Постановка задачи

Цель — анализ и обзор литературы о получении этилового спирта биохимическим методом путем сбраживания сахаров под действием ферментов дрожжей.

Объект исследования — сырьё, которое используется для получения этилового спирта биохимическим методом.

Предмет — технологический процесс получения спирта биохимическим методом.

Гипотеза — изучение технологического процесса получения спирта биохимическим методом поможет разработать более эффективные способы по утилизации и сделать производство спирта безотходным, экологически и экономически оправданным.

Задачи

1. Обзор видового состава сырья, используемого для получения этилового спирта.

2. Анализ биохимического метода путём сбраживания сахаров под действием ферментов дрожжей.

Анализ исследований и публикаций

По современной номенклатуре технология спирта относится к биотехнологии. Основные процессы получения спирта — превращение крахмала в сахар и сахара в этиловый спирт под действием биологических катализаторов (ферментов). Так как ферменты для гидролиза крахмала до сахаров вырабатываются плесневыми грибами и бактериями, а для превращения сахаров в спирт — дрожжами, технология спирта неразрывно связана с технической микробиологией.

Фундаментальные работы по теории строения и физико-химическим свойствам водно-спиртовых растворов, отгонке спирта из бражки и ректификации спирта были выполнены в России еще в дореволюционное время учёными Д. И. Менделеевым, А. Г. Дорошевым, Д. П. Коноваловым, М. С. Вревским, Е. Сорель и Э. Барбе (во Франции заложили основы теории и метода очистки спирта от примесей).

Следовательно, типоразмеры мощностей должны быть расширены и включать в себя малые аппараты, ёмкости, арматуру, приборы автоматизации для мини-спиртзаводов с ограниченным количеством квалифицированного обслуживающего персонала. Излишки мощностей подлежат переориентации на выработку смежной продукции, в которой заинтересовано население местного или смежного региона. Большие мощности заводов в данных условиях оправданы только экономическим эффектом — получение прибыли.

Получение спирта биохимическим методом

Получение спиртов осуществляется с помощью биохимических и химических способов. Многие из них являются массовыми продуктами

нефтехимического синтеза. Химический синтез из углеводов является относительно недорогим производственным способом. Также одним из самых важных методов является получение спиртов с помощью гидратации олефинов. Так получают изопропиловый, трет- и втор-бутиловый и этиловый спирты. Получение метилового спирта (метанола) основывается на сухой перегонке древесины. В пищевой промышленности этиловый спирт получают из зерновых культур, картофеля, свеклы и мелассы (рис. 1).

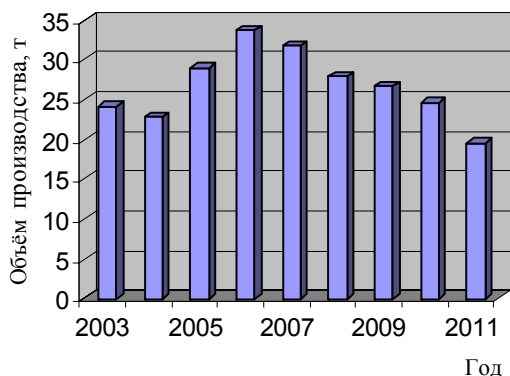


Рис. 1. Производство этилового спирта заводами Украины за период 2003–2011 гг.

В других отраслях промышленности спирт вырабатывают из отходов сульфитно-целлюлозного производства и продуктов гидролиза

древесины, а также синтезируют из попутных газов, содержащих этилен, получаемых при переработке нефти.

Сегодня известны два метода получения спирта:

- биохимический (микробиологический) — сбраживанием сахаров под действием ферментов дрожжей;

- химический или синтетический — путём присоединения к этилену воды в присутствии катализаторов.

Для производства спирта биохимическим методом используют сырьё трёх видов:

- сахаросодержащее (отходы сахарного производства, свекла, фрукты, ягоды, виноград);

- крахмалсодержащее (картофель, рожь, овёс, ячмень, кукуруза, пшеница);

- содержащее клетчатку (древесина, щеп, сульфитные щелоки, солома, пленки злаковых культур и другие отходы растений).

Процесс производства спирта (независимо от вида сырья), как любой биотехнологический процесс, включает в себя три основные стадии: подготовка сырья к сбраживанию, брожение, выделение спирта из полученной бражки.

На рис. 2 показано, что высокого уровня производства этилового спирта заводами Украины было достигнуто в 2006 г.

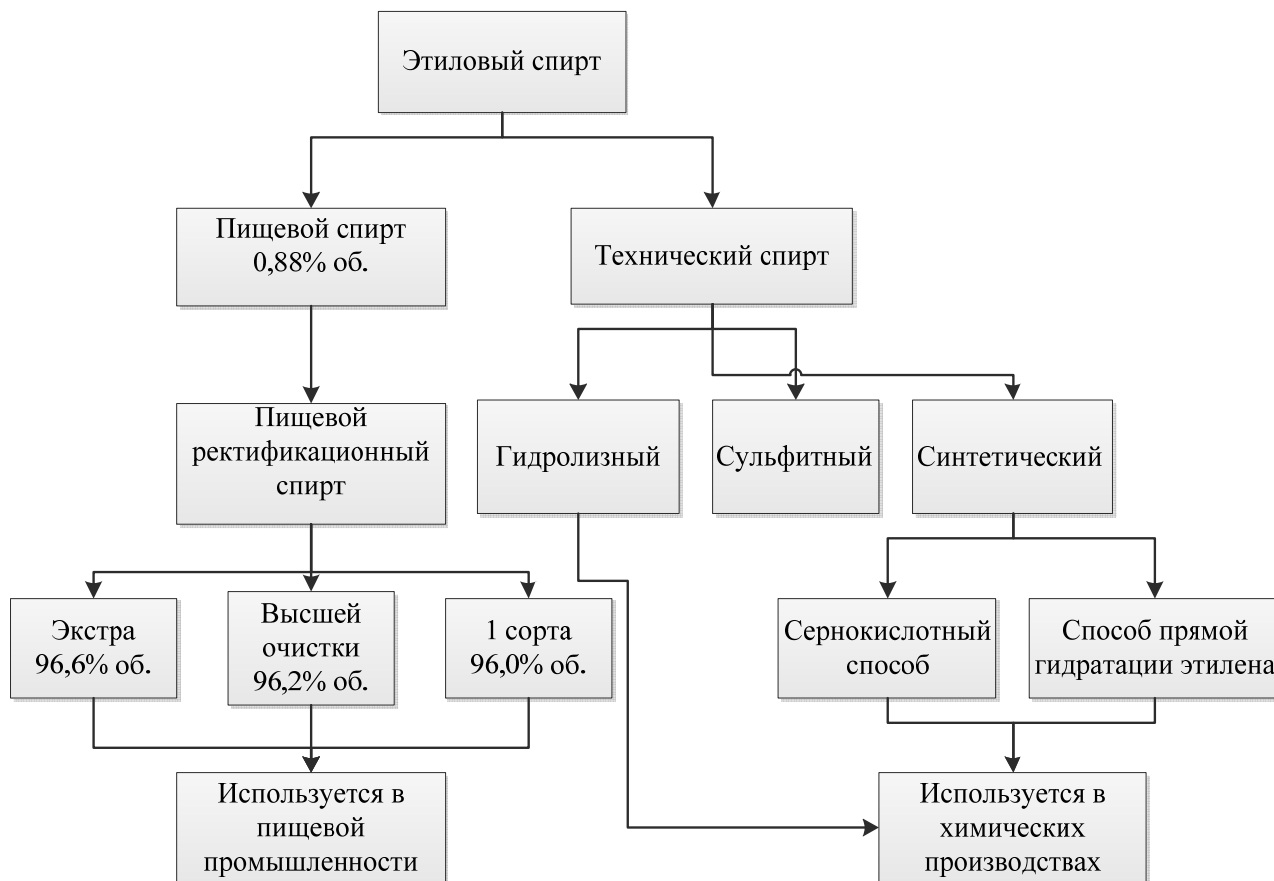


Рис. 2. Блок-схема получения этанола

Подготовка сырья к сбраживанию. Наиболее простая подготовительная стадия при переработке на спирт сахаросодержащего сырья. Например, мелассу разбавляют водой до концентрации 21–22 % сухих веществ, подкисляют соляной или серной кислотой, добавляют питательные вещества, содержащие азот и фосфор, необходимые для питания дрожжей, и субстрат готов к сбраживанию.

Основным видом сырья в производстве пищевого спирта является растительное сырье, богатое крахмалом (зерновые культуры, картофель), сахаром (меласса, сахарная свекла) и клетчаткой (древесина).

Блок-схему производства спирта-сырца можно представить следующим образом:

- выбор исходного сырья и компонентов, способствующих брожению (дрожжей, белкового корма, воды);
- подготовка сырья (мойка, очистка, дробление, разваривание, соложение);

- спиртовое брожение жидкости, содержащей углеводы в условиях, исключающих попадание воздуха;
- очистка, часто многократная (ректификация) полученного спирта-сырца;
- очистка воды для разбавления спирта-сырца;
- разбавление спирта-сырца и внесение вкусообразующих веществ с целью придания напитку определенного состава и органолептических показателей;
- созревание полученных крепких напитков;
- фасовка, укупорка.

Картофель — лучший вид сырья для производства спирта. С единицы посевной площади из картофеля можно получить в среднем в три раза больше крахмала, чем из зерновых культур, а, следовательно, и больше спирта. Кроме того, картофельный крахмал дает более высокий выход спирта (рис. 3).

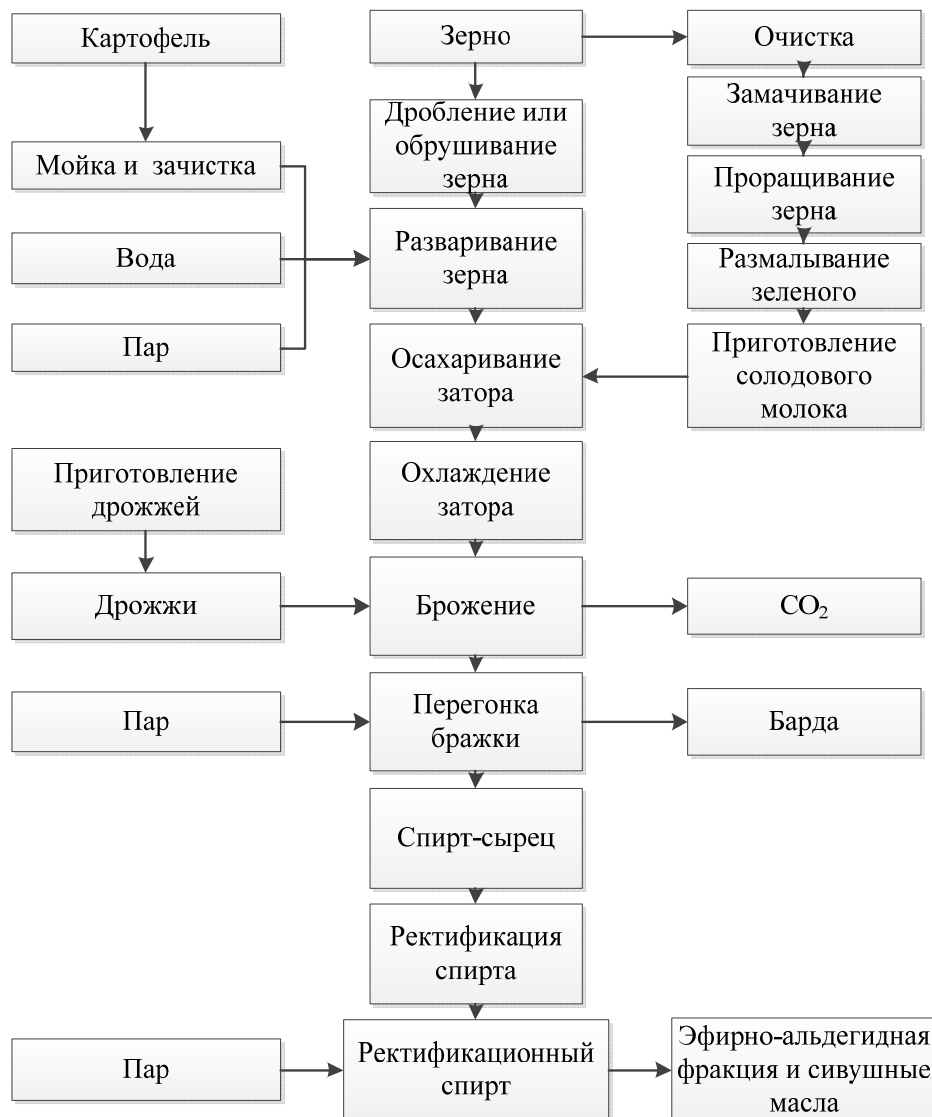


Рис. 3. Схема производства спирта-сырца

На спиртовых заводах перерабатывают технические сорта картофеля, удовлетворяющие следующим требованиям: высокая крахмалистость, высокая урожайность, стойкость к заболеваниям, устойчивость при хранении. К основным сортам, перерабатываемым на спирт, относятся Лохвицкий, Немешаевский юбилейный, Остботе, Вольтман и др.

Зерновые культуры используются в спиртовом производстве, во-первых, для получения солода, необходимого для осахаривания крахмала, и во-вторых, непосредственно перерабатываются на спирт.

Для приготовления солода используют ячмень, овес, просо, рожь, удовлетворяющие целому ряду требований (влажность, содержание сора и зерновой примеси, способность и энергия прорастания). Качество зерна, поступающего на непосредственное получение спирта, не регламентируется, но желательно, чтобы оно имело высокую крахмалистость. Для получения спирта используются рожь, пшеница, ячмень, кукуруза, овес и просо.

Химический состав зерновых злаков зависит от их сорта, почвенно-климатических условий выращивания и других факторов.

В среднем зерно злаков содержит 14–15 % воды и 85–86 % сухого вещества. Содержание крахмала в зерне пшеницы может изменяться в пределах 49–73 %, ржи — 55–73 %, ячменя — 45–68 %, овса — 24–64 %, кукурузы — 61–83 %, проса — 51–70 %, риса — 48–68 %. Общее содержание сахаров в зрелом зерне 2–5 %.

Как сырье для производства спирта, хлебопекарных дрожжей и других продуктов бродильных производств используется меласса, являющаяся побочным продуктом свеклосахарного производства. Она представляет собой темно-коричневую вязкую жидкость.

Химический состав мелассы зависит от качества свеклы и условий ее переработки на сахарных заводах.

Средний химический состав мелассы следующий: вода — 18–25 %; сахароза — 45–50 %; инвертный сахар — 0,5 %; рафиноза — 2 %; несбраживаемые вещества (несахара) — 35–40 %.

Особого внимания заслуживает изменение использования мелассной барды – следует резко сократить выбросы её на поля фильтрации, сделать производство спирта из мелассы безотходным, экологически и экономически оправданным.

Задача по утилизации мелассной барды сложная, но должна быть доведена до успешного решения. К сожалению, в зарубежной теории и практике также нет целесообразного решения по утилизации мелассной барды как в производстве

спирта, так и дрожжей и пищевых кислот. Было бы правильным объединение финансовых и материальных ресурсов в этой области ряда перерабатываемых стран.

Дальнейшая замена солода комплексными ферментными препаратами, все непрерывные процессы, в том числе непрерывное культивирование микроорганизмов (дрожжей, бактерий и грибов), мембранная ультрафильтрация, адсорбция и обратный осмос в обработке воды, спирта, разных полупродуктов и других продуктов, остаются обоснованными ориентирами в производстве качественного спирта из всех видов перерабатываемого сырья.

Выводы

Спирты применяются во многих сферах деятельности и приблизительно в 50 отраслях производства. Из них производят множество разновидностей продукции, в том числе этиловый спирт используют как добавку к бензинам, поскольку он экологически чистый, обеспечивает полноту сгорания и не образует токсичных продуктов сгорания. Поэтому, постоянное и всестороннее изучение спиртов и методы их получения является важной темой сегодняшнего дня.

Получение спиртов осуществляется с помощью биохимических и химических способов. Многие из них являются массовыми продуктами нефтехимического синтеза.

Химический синтез из углеводов является относительно недорогим производственным способом.

Биохимический (микробиологический) — сбраживанием сахаров под действием ферментов дрожжей.

В пищевой промышленности этиловый спирт получают из зерновых культур, картофеля, свеклы и мелассы.

В других отраслях промышленности спирт вырабатывают из отходов сульфитно-целлюлозного производства и продуктов гидролиза древесины, а также синтезируют из попутных газов, содержащих этилен, получаемых при переработке нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекер М. Е. Биотехнология / М. Е. Бекер, Г. К. Лиепиньш, Е. П. Райпулис. — М. : ВО Агропромиздат, 1990.
2. Егорова Н. С. Биотехнология в 8-ми томах: учеб. пособие для вузов. — М.: Высш. шк., 1987–1988.
3. Хиггинс И. Биотехнология: принципы и применение / И. Хиггинс, Д. Бест, Дж. Джонс. — М. : Мир, 1988.

4. *Варфоломеев С. Д.* Биотехнология. Кинетические основы микробиологических процессов / С. Д. Варфоломеев, С. В. Калужный. — М. : Высш. шк., 1990.
5. *Воробьева Л. И.* Промышленная микробиология / Л. И. Воробьева. — М. : МГУ, 1989.
6. *Блинов Н. П.* Химическая микробиология / Н. П. Блинов. — М. : Высш. шк., 1989.
7. *Востриков С. В.* Исследование влияния энергии, затрачиваемой на дробление зернового сырья, на выход спирта / С. В. Востриков, Г. Г. Губрий, Е. А. Горшков // НТП в спиртовой и ликероводочной отрасли: доклады III Межд научн.-практ. конф. — М., 2001. — С. 94–98.
8. *Грачева И. М.* Технология ферментных препаратов / И. М. Грачева. — М. : Высш. шк., 1988. — 80 с.
9. *Кадиева А. Т.* Разработка интенсивной технологии этанола на основе целенаправленного применения мультэнзимных систем и новых рас спиртовых дрожжей: автореф. дисс. техн. наук / А. Т. Кадиева. — М., 2003. — 29 с.
10. *Кичакова Н. А.* Очистка и идентификация амилолитических ферментов *Bacillus licheniformis* / Н. А. Кичакова, И. Н. Павлова, И. Я. Захарова // Прикладная биохимия и микробиология. — 1998. — Т. 34. — № 5. — С. 503–507.

Стаття надійшла до редакції 04.02.2014