

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ**

**Первая Всероссийская
молодежная научная конференция, посвященная
125-летию биологических исследований
в Томском государственном
университете**

(Томск, 6–9 октября 2010 г.)



Издательство Томского университета

2010

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОБУТАНОЛА ИЗ ГИДРОЛИЗАТОВ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ

Т.С. Морозова, С.Ю. Семёнов

Рассмотрены перспективы производства биобутанола из растительного непищевого сырья. Приводится обзор основных подходов в совершенствовании биотехнологий производства бутанола и снижению его себестоимости. В качестве источника ростовых веществ при сбраживании гидролизатов целлюлозы предлагается использовать отходы производства пива. Важным направлением в получении высокоэффективных биоагентов технологии может быть использование метода управляемой автоселекции в непрерывной культуре микроорганизмов.

PROSPECTS OF TECHNOLOGY BIOBUTANOL FROM THE HYDROLYZATE LIGNOCELLULOSE RAW

The prospects for the production of biobutanol from nonfood plant raw materials. Provides an overview of basic approaches to improve biotechnology butanol production and reduce its cost. As a source of growth substances during fermentation of cellulose digest are encouraged to use waste beer. Important aspect in the manufacture of high technology biological agents can be controlled using the method avtoselection in continuous culture of microorganisms.

Запасы углеводородов в недрах земли ограничены. Затраты на добычу и транспортировку нефти постоянно возрастают, и, кроме того, при сохранении существующих темпов потребления ее разведанных запасов, по ряду прогнозов, их хватит на 40–50 лет [1].

Сырая нефть часто имеет низкое качество и требует больших энергетических затрат для переработки. Серьезные проблемы связаны и с рядом экологических аспектов использования нефти. В связи с этим возникает важная стратегическая задача – сокращение использования нефти и продуктов на ее основе, а также другого ископаемого сырья путем привлечения альтернативных сырьевых источников [2].

Биобутанол является перспективным моторным топливом, получаемым из возобновляемых сырьевых ресурсов, в том числе из отходов растениеводства.

Бутанол применяется во многих отраслях народного хозяйства: в качестве растворителей, в производстве синтетической резины, шелка, при экстрагировании фармацевтических препаратов и других отраслях. Используются также в качестве сырья для синтеза ряда органических продуктов, а также в виде жидкого биотоплива [3].

Бутанол как компонент моторных топлив имеет значительные технические преимущества в сравнении с этанолом, но отстает от него по экономическим параметрам [4].

Получение повышенного выхода бутанола при наименьших затратах было предметом многочисленных исследований и в настоящее время является одной из важных задач ацетонобутилового производства.

Начало производства биобутанола методом брожения относится к 1913 г., в качестве биоагента являлась культура бактерий *Clostridium acetobutylicum*, выделенная Вейцманном (Haim Weizmann) [5, 6]. В качестве сырья в процессе использовалась кукуруза.

Результаты исследований отечественных ученых [5] позволили перевести ацетонобутиловое производство на смешанное сырье – муку и мелассу, как новый способ, предусматривающий снижение расхода пищевого сырья – муки и замену на непищевое сырье – мелассу. Отечественные работы по использованию иных видов сырья, в частности древесных гидролизатов, получаемых кислотным гидролизом, были частью основного направления исследований и касались разработки способа непрерывного ацетонобутилового брожения, с использованием производственного штамма бактерий *Clostridium acetobutylicum* ВКПМ В 4361 [7, 8].

Действующими и находящимися в опытно-промышленной разработке технологиями производства биобутанола в настоящее время являются АБЭ-ферментация на основе *Clostridium acetobutylicum* [5], двухреакторная система производства (*Clostridium tyrobutyricum* и *Clostridium acetobutylicum*) [6], сбраживание и ферментативный гидролиз целлюлозы в одном реакторе с концентрациями бутанола до 3,7 об% (*Clostridium beijerinckii* P206). Перечисленные технологии обычно реализуются в варианте экстрактивной ферментации на основе первапорации.

При использовании в качестве сырья гидролизатов целлюлозы стоимость биобутанола становится на 20–30% ниже стоимости бензина. Сырьем в таком варианте являются такие отходы, как опилки, солома, шелуха и др. [9].

Сбраживание гидролизатов требует добавления в питательную среду ряда ростовых веществ. В качестве добавки, содержащей необходимые ростовые вещества при сбраживании гидролизатов целлюлозы, перспективны отходы пивоварения – пивная дробина и дрожжи.

В настоящее время наиболее многочисленными являются исследования по поиску микроорганизмов и конструированию штаммов, накапливающих максимальное количество бутанола при переработке воспроизводимых непищевых источников сырья.

Исследования ведутся в направлении повышения толерантности биоагентов к высоким концентрациям бутанола, разработки методов иммобилизации микроорганизмов, полунепрерывных и непрерывных технологий сбраживания.

Основным направлением исследований по интенсификации и удешевлению производства н-бутилового спирта является замена пищевого сырья непищевым с одновременной адаптацией культуры *Cl. acetobutylicum*, выделенной еще в 30-е годы, а также конструирование новых штаммов ацетонобутиловых бактерий и других микроорганизмов методами индуцированного мутагенеза и генетической инженерии, разработка новых технологических приемов по выделению конечных целевых продуктов. Удивительно, но высокоэффективные биоагенты все еще могут быть выделены из природных сообществ.

Во всех методах получения высокоэффективных штаммов бактерий используется классический отбор на селективных средах [10]. Методы с использованием управляемой автоселекции в проточной культуре в литературе не представлены, между тем именно указанный метод позволяет полностью реализовать потенциал исходной культуры, причем селекция может быть проведена по устойчивости к высоким концентрациям бутанола, по скорости роста (сбраживания) и по глубине переработки субстрата.

Литература

1. *Сценарии и прогнозы* [Электрон. ресурс]: Запасов нефти в России хватит на 50 лет. 2007. Режим доступа: <http://www.finam.ru/analysis/forecasts00904/default.asp> - свободный.
2. *Волков В.В., Фадеев А.Г., Хотимский В.С. и др.* Экологически чистое топливо из биомассы // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2003. Т. XLVII, № 6. С. 71–72.
3. *Патент* Российской Федерации № 2080382 от 27.05.1997.
4. *Патент* Российской Федерации № 2375454 от 28.08.2008.
5. *Логоткин И.С.* Технологии ацетона-бутилового производства. М.: Пищепромиздат, 1958. 254 с.
6. *Patent USA* № 5753474 from may 19, 1998.
7. *Яровенко В.Л.* Непрерывное брожение в ацетонобутиловом производстве, Нальчик, 1962. 327 с.