

К 2020 году установленная мощность солнечных электростанций в мире уверенно достигнет 600 ГВт, а в рамках оптимистичного сценария возможно и 700 ГВт.

#### Список использованных источников

1. Использование энергии Солнца [Электронный ресурс]. URL: [http://www.gigavat.com/ses\\_energy.php](http://www.gigavat.com/ses_energy.php) (дата обращения 20.11.2016).
2. Голицын М. В., Голицын А. М., Пронина Н. М. Альтернативные энергоносители. М. : Наука, 2004. 158 с.
3. Круглосуточная солнечная электростанция Gemasolar [Электронный ресурс]. URL: <http://solarsoul.net/category/solar-energy> (дата обращения 20.11.2016).
4. Солнечная энергетика. Тренды и перспективы [Электронный ресурс]. URL: <http://institut.livejournal.com/37912.html> (дата обращения 20.11.2016).

УДК 663.534

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭТАНОЛА

## WHEAT GRAIN BIOTECHNOLOGICAL PROCESSING IN ORDER TO GET BIOETHANOL

Багно Е. Д., Селезнёва И. С.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, [elena\\_bagno@mail.ru](mailto:elena_bagno@mail.ru)

Bagno E. D., Selezneva I. S.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** Работа посвящена проблемам современной энергетики и развитию биоэнергетики. В ней исследуется биотехнологическая переработка зерна пшеницы с целью получения биоэтанола. В результате анализа выявляются положительные и отрицательные стороны биоэтанола с точки зрения энергетики. В работе также детально рассматривается каждый этап процесса синтеза биоэтанола путем биотехнологической переработки зерна пшеницы.

**Abstract:** This article is devoted to modern energy and bioenergy problems. In this paper we investigate the wheat grain biotechnological processing in order to produce bioethanol. The analysis identifies positive and negative aspects of bioethanol in terms of energy. The paper also examines each step of the bioethanol synthesis by wheat grain biotechnological processing in detail.

**Ключевые слова:** биоэнергетика; биоэтанол; целлюлозосодержащее сырье; ферментативный гидролиз.

**Key words:** bioenergy; bioethanol; cellulose-containing resources; enzymic hydrolysis.

В настоящее время в мире очень бурно обсуждаются проблемы современной энергетики, в том числе те, которые касаются поиска альтернативных источников энергии. Это связано, прежде всего, с тем, что по прогнозам уже к середине 21-го века могут быть исчерпаны все доступные запасы нефти и газа. Другой же важной причиной поиска альтернативных источников энергии является экологическая ситуация, обусловленная ростом концентрации в атмосфере парниковых газов. Очевидным является то, что развитие биоэнергетики приобретет в скором времени приоритетный статус, в том числе и для нашей страны [1].

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы, по мнению автора [2] является производство биотоплива из целлюлозосодержащего сырья. Однако, к сожалению, темпы роста производства альтернативного вида топлива намного отстают от темпов роста потребности в нем. Причинами незначительных объемов производства биотоплива являются отсутствие дешевого сырья и недостаточное финансирование.

В настоящее время в биотопливной отрасли на долю производства биоэтанола приходится около 82 % от производимого во всем мире топлива из биологического сырья. Биоэтанол представляет собой бесцветную жидкость, химически идентичную синтетическому этиловому спирту, биodeградируемую и малотоксичную [3]. Причинами популярности биоэтанола являются:

- экономическая эффективность его производства;
- пары этанола рассеиваются значительно быстрее, чем пары бензина;
- вязкость биоэтанола выше, чем у бензина, что обуславливает отсутствие проблем при работе двигателя на холоде;
- обеспечение существенно меньшего количества вредных выбросов при использовании биоэтанола в смеси с бензином.

Общая технологическая схема получения биоэтанола путем биотехнологической переработки зерна пшеницы состоит из нескольких этапов [3]:

#### 1. Предварительная подготовка сырья

Зерно пшеницы погружают в теплую воду, что помогает разрушать белки, высвободить крахмал и размягчать зерно перед осуществлением помола. Зерно перемалывают, получая волокна и крахмал.

#### 2. Осахаривание сырья

Крахмальная фракция расщепляется до сбраживаемых сахаров путем воздействия на нее амилолитическими ферментами. Чаще всего для получения амилаз используют проросшее зерно (солод). При прорастании в определенных

условиях в зернах образуются различные ферменты, в том числе  $\alpha$ -амилаза,  $\beta$ -амилаза и протеолитические ферменты.

### 3. Сбраживание сахара

Брожение – это процесс распада углеводов под действием ферментных систем микроорганизмов. Для запуска процесса брожения необходимо к сладкому затору, предварительно охлажденному до 30 °С, добавить дрожжевой затор в количестве 5 % от массы сладкого затора.

Процесс брожения ведется в анаэробных условиях при 29-32 °С, рН среды 4,5–5,2. При достижении концентрации этилового спирта около 12 % брожение прекращается. Процесс брожения в среднем занимает 7-12 суток.

### 4. Перегонка (дистилляция) спирта

Перегонка спирта – технологическая операция выделения этилового спирта путем нагрева перебродившей браги до температуры кипения спиртосодержащей смеси с последующей конденсацией паров спирта. Точка кипения этанола составляет 78,3 °С.

В связи с тем, что этанол образует с водой азеотроп, то получить этиловый спирт в чистом виде не представляется возможным. Однако по техническим требованиям для получения смесей с повышенным содержанием биоэтанола в моторном топливе необходимо использовать полностью обезвоженный спирт, поэтому в промышленности в качестве метода полной дегидратации этанола используется азеотропная дистилляция.

### 5. Азеотропная дистилляция биоэтанола с бензолом

В производстве биоэтанола используется метод укороченной дистилляции в двух ректификационных колоннах, при этом в конечном продукте содержатся метанол и сивушные масла, таким образом конечным продуктом данной стадии, является технический биоэтанол.

После азеотропной дистилляции биоэтанола с бензолом крепость полученного продукта составляет около 99,2 %. Такой биоэтанол становится пригодным для использования в топливной промышленности. Что касается выхода продукта, то следует отметить, что выход биоэтанола из 7,2 т пшеницы, полученной с 1 га, составляет примерно 2700 л.

Основное направление использования биоэтанола, как было отмечено ранее, – это получение топливных смесей (этанол + бензин), обладающих достаточно высоким энергосодержанием. Однако следует отметить, что теплота сгорания этанольного топлива, безусловно, уступает нефтяному топливу. Например, теплотворная способность автомобильного бензина составляет 32,48 МДж/л, биоэтанола всего лишь 21,06 МДж/л, а полученных топливных смесей Е 100 и Е 85 – 23,5 МДж/л и 25,2 МДж/л, соответственно [4].

Также серьезным недостатком биоэтанола является то, что при сгорании этанола образуются альдегиды, наносящие не меньший ущерб, чем ароматические углеводороды. В настоящее время ведутся исследовательские работы по решению вышеизложенных проблем.

Таким образом, в ходе проведенного анализа был сделан вывод о том, что биоэтанол является действительно хорошим альтернативным источником энергии. Однако, необходимо понимать, что пока имеется ряд экономических и экологических недостатков производства данного топливного ресурса.

#### Список использованных источников

1. Кундас С. П., Позняк С. С., Родыгин О. И., Санникович В. В. Использование древесной биомассы в энергетических целях: научный обзор / С. П. Кундас [и др.]. Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2008. 9 с.
2. Федченко И. А., Соловцова А. С., Лукьянов А. Н. Основные тенденции развития рынка топлива в мире и России за период 2000–2012 г.: аналитический отчет / И. А. Федченко [и др.]. Белгород : ОАО Корпорация «Развитие», 2013. 33 с.
3. Васильев Р. Г. Перспективы развития производства биотоплива в России. Сообщение 2: биоэтанол // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2007. № 2. С. 50–60.
4. Вильданов Ф. Ш., Латыпова Ф. Н., Чанышев Р. Р., Николаева С. В. Современные методы получения биоэтанола // Башкирский химический журнал. 2011. № 2. С. 128–133.

УДК 621.4

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В «МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ» РОССИИ

### SOLAR ENERGY USING PERSPECTIVES IN SMALL-SCALE POWER GENERATION OF RUSSIA

Борисова О. В., Бабенко И. А., Вальцева А. И.  
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, cielo10@yandex.ru

Borisova O. V., Babenko I. V., Valtseva A. I.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** Солнечная энергетика пока не в силах полностью взять на себя нагрузку в вечерние пиковые часы энергопотребления, однако, солнечная энергетика может взять на себя часть этой нагрузки. В данной статье рассматриваются перспективные регионы России с точки зрения эксплуатации гелиоустановок и возможные варианты их размещения.

**Abstract:** Solar energy is not yet able to fully take over the load in the evening peak energy, however, solar energy can take some of this burden. This article discusses