

М.С. Темнов*

РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ CHLORELLA VULGARIS ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Chlorella vulgaris это одноклеточная зеленая микроводоросль, которая имеет сферическую форму около 2...10 мкм в диаметре, клетки культуры имеют хлоропласты содержащие хлорофилл, который обеспечивают усвоение фотосинтетической энергии. Хлорелла – это перспективный источник липидов. Для ее выращивания необходимы: оптимальный состав питательных веществ, pH = 6,8...7,2; температура 28...32 °С, свет, подача углекислого газа. При использовании стандартной среды Тамия липиды составляют примерно 20% от веса сухой массы *Chlorella vulgaris*. При использовании среды Тамия обедненной азотом или серой содержание липидов может превышать 80% от веса сухой биомассы [1].

Хлореллу можно выращивать в открытых бассейнах на юге России или в специальных фотореакторах в областях с неблагоприятным для роста микроводоросли климатом. Схематично фотореактор представлен на рис. 1. Аппарат имеет цилиндрическую форму с эллиптическими крышкой и днищем; для поддержания температуры культивирования аппарат снабжен змеевиком 1, находящимся внутри аппарата;

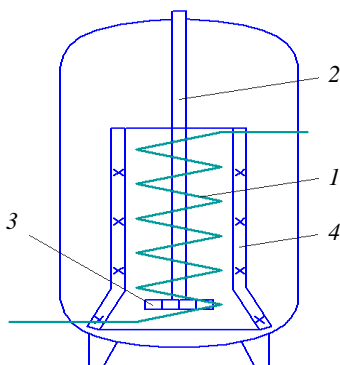


Рис. 1. Схема фотобиореактора:

1 – змеевик; 2 – аэрирующее устройство; 3 – розетка; 4 – диффузор

* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента, ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Д.С. Дворецкого.

в него подается вода для создания оптимальной температуры культивирования. В аппарате имеется пневматическое аэрирующее устройство, выполненное в виде трубы 2, которая расположена по центру аппарата. На нижнем конце трубы установлена розетка 3 для тангенциального струйного ввода углекислого газа в среду. Газ под давлением вводится в центральную трубу и через розетку поступает в фотореактор таким образом, что образуется газожидкостная эмульсия, которая циркулирует в аппарате и при этом поднимается по поверхности диффузора 4, перетекает через его верхние кромки, поступает в кольцевое пространство между диффузором и стенкой аппарата и затем вновь попадает в раструб диффузора. Так как для роста культуры необходимо наличие света, то диффузор фотореактора прозрачный и снабжен светодиодными лампами (светодиоды почти не нагреваются в процессе эксплуатации).

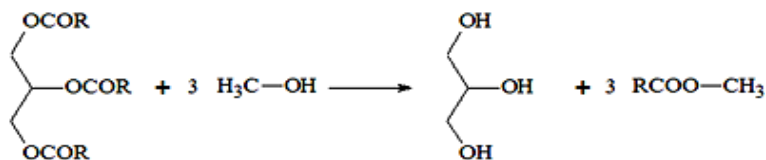
Данная реакция протекает в течение нескольких секунд, выход готовых метиловых эфиров жирных кислот составляет 98,5%. В аппарат поступают липиды, смесь метилового спирта и щелочного катализатора (едкий калий).

Каждые сутки из фотореактора удаляется половина суспензии микроводорослей. Извлеченная из фотореактора часть микроводорослей подвергается центрифугированию, причем фугат возвращается в фотореактор, а влажная биомасса подвергается обработке в аппарате с вихревым слоем ферромагнитных частиц. В данном аппарате происходит дезинтеграция клеточных оболочек *Chlorella vulgaris* под действием электромагнитного поля и интенсивной кавитации, одновременно протекает экстракция липидов из разрушенных клеток, которая осуществляется поступающим в аппарат нефтяным растворителем С 2-70/85 [2] (возможно применение смеси хлороформа и метанола в соотношении 2:1 (метод Фолча)).

Полученную мисцеллу подвергают дистилляции на установке Лурги. Происходит разделение растворителя и извлеченных из клеток культуры липидов.

Полученные липиды подвергаются переэтерификации, которая осуществляется в аппарате с вихревым слоем ферромагнитных частиц.

Переэтерификация липидов метиловым спиртом осуществляется по формуле



На следующей стадии продукты синтеза подаются в сепаратор для отделения глицерина, количество которого обычно составляет порядка 10% реакционной смеси.

На стадии приготовления промывной воды осуществляется подкисление воды лимонной кислотой.

Далее смесь метиловых эфиров поступает в аппарат для промывки, где обрабатывается водой, которую предварительно подкисляют лимонной кислотой, захватывается отработанный катализатор и вымывается непрореагировавший избыток метанола.

На стадии удаления воды сепарацией промытая смесь метиловых эфиров жирных кислот подается в сепаратор, где происходит отделение связанной воды, а также мелкодисперсных механических примесей.

На выходе получаем очищенную смесь метиловых эфиров жирных кислот. Данная смесь обладает высоким цетановым числом (~51), т.е. хорошей воспламеняющей способностью, благодаря этому свойству метиловые эфиры жирных кислот используют в качестве биотоплива.

Высокая температура вспышки (150 °С) делает данное биотопливо более безопасным по сравнению с обычным дизелем. Смесь метиловых эфиров жирных кислот относится к экологическим видам топлива, а CO₂ в выхлопных газах выделяется столько же, сколько потребляется из атмосферы клетками культуры, из которых получается масло. Недостатками использования смеси метиловых эфиров в качестве топлива можно назвать агрессивное действие биодизеля на натуральные резины, маленькие сроки хранения не более 3 – 6 месяцев из-за частичного окисления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khan, S.A. Prospects of biodiesel production from microalgae in India. *Renew. Sustain. Energy Rev* / S.A. Khan, Rashmi Mir. Z. Husain // Prasad S and Banerjee UC. – 2009. – 13. – P. 2361 – 2372.

2. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова и др. // *Вопросы современной науки и практики*. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. – № 10 (24). – С. 55 – 60.

3. Биохимия липидов : учеб. пособие для студентов / сост. Н.М. Орел. – Минск : БГУ, 2007. – 35 с.

*Кафедра «Технологии продовольственных продуктов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*