

Научная статья
УДК 620.9

ПОЛУЧЕНИЕ БИОДИЗЕЛЯ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ ИЗ *CHLORELLA VULGARIS*

Дарья Андреевна Филиппова

Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

filippda73@yandex.ru

Аннотация. В работе представлена методика выделения биодизеля из зеленых водорослей. Приведены экспериментальные данные выделения топлива из *Chlorella Vulgaris*, произведен расчет стоимости данного метода.

Ключевые слова: биодизель, водоросль, биореактор, *Chlorella Vulgaris*, энергообеспечение, биотопливо

Благодарности: выражаю особую благодарность дирекции Химико-технологического института УрФУ за предоставление оборудования и лаборатории для проведения экспериментов и студенту группы ХМ-200030 Климову Константину Константиновичу за помощь в исследовании.

Для цитирования: Филиппова Д. А. Получение биодизеля третьего поколения из *Chlorella Vulgaris* // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2021 = Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021 : сборник научных трудов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. С. 459–463.

Original article

PRODUCTION OF 3RD GENERATION BIODIESEL FROM *CHLORELLA VULGARIS*

Daria A. Filippova

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

filippda73@yandex.ru

© Филиппова Д. А., 2023

Abstract. The paper presents a technique for extracting biodiesel from green algae. Experimental data on the release of *Chlorella Vulgaris* fuel are indicated, the cost of this method is calculated.

Keywords: Biodiesel, algae, bioreactor, *Chlorella Vulgaris*, energy supply, biofuels

Acknowledgments: i would like to express my special gratitude to the Directorate of the Chemical-Technological Institute of UrFU for providing equipment and a laboratory for conducting experiments and to the student of the XM-200030 group Klimov Konstantin Konstantinovich for his help in the research.

For citation: Filippova D. A. (2023). Poluchenie biodizelya 3go pokolenya iz *Chlorella Vulgaris* [Production of 3rd Generation Biodiesel from *Chlorella Vulgaris*]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vozobnovly-aemye istochniki ehnergii. Atomnaya ehnergetika. Danilovskie chteniya — 2021* [Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021]. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2023. P. 459–463. (In Russ).

Все большее внимание человечества привлекает проблема истощения традиционных источников энергии. Весьма интересен в плане получения топлива нестандартными методами биоэнергетический потенциал фотосинтезирующих микроводорослей. Производство биодизельного топлива 3-го поколения из водорослей актуально в связи с тем, что для их выращивания можно использовать непригодные для сельского хозяйства территории; они поглощают до 90 % углекислого газа с выделением кислорода в процессе роста; содержание липидов в некоторых видах при оптимальных условиях достигает 80 %, а урожайность их по маслу превышает урожайность наземных растений; водоросли растут круглый год; при сжигании биодизельного топлива из водорослей в атмосферу выделяется на 79 % меньше углекислого газа, на 98 % меньше серосодержащих соединений. Получение топлива таким способом позволило бы человечеству решить проблему энергетического обеспечения на многие годы вперед и нивелировать пагубное влияние на окружающую среду [1].

Перед началом практического этапа работы был произведен анализ содержания и производительности жиров различных водорослей, в результате которого в качестве опытного образца была взята *Chlorella Vulgaris* как наиболее распространенная разновидность, обладающая оптимальным выходом по липидам и рядом необходимых свойств:

планктонность — возможность свободного парения в воде; равномерное распределение клеток в культуральной среде; отсутствие склеивания и выпадения в осадок из однородной взвеси клеток [2].

На первом этапе работы — культивирования, продуктивность микроводоросли зависит от некоторых условий: температуры, питательной среды, степени освещенности. Для нашего опыта была взята питательная среда Тамия. После 10 дней культивирования в биореакторе при температуре 30 °С осуществили пересев культуры в модифицированную среду Тамия, не содержащую азот, также произвели расчет клеток с помощью спектрофотометра, среднее значение клеток составило $8,4 \cdot 10^8$ клеток на мл биомассы. Затем на 3 дня отправили колбы с водорослями в лабораторный шейкер при постоянной температуре 30 °С. Через некоторое время недостаток азота замедляет деление и останавливает развитие. В результате клетка увеличивается в размерах, накапливает органические вещества и увеличивает свой вес, происходит полное подавление синтеза белка, клетки начинают накапливать липиды. Через два дня нахождения колб в шейкере повторно произвели расчет клеток, среднее значение составило — $9,1 \cdot 10^8$ клеток на мл, еще через два дня — $12,2 \cdot 10^8$. Для улучшения роста биомасса была переставлена в более освещенное место и спустя два дня среднее количество клеток на мл составило — $18,4 \cdot 10^8$.

На втором этапе работы — концентрировании — произвели отделение биомассы от культуральной среды методом центрифугирования, установив образцы на 10 мин при скорости 5000 оборотов/мин.

Использование методов дезинтеграции — сушки и измельчения — на третьем этапе работы позволило разрушить плотную трехслойную клеточную оболочку хлореллы [3]. Выход сухой биомассы составил 0,0420 г.

Четвертый этап работы представляет собой качественное определение липидов в клетках путем окрашивания раствором судана (III). Через микроскоп проведено сравнение клеток *Chlorella Vulgaris* на стандартной среде Тамия с полученными нами клетками. В ходе опыта липиды окрашивались в желтоватый цвет. В результате анализа можно сделать вывод, что содержание липидов в полученных нами клетках (рис. 1) намного превышает количество липидов в клетках из стандартной среды (рис. 2). Дальнейшее извлечение липидов производят методом экстракции, используя в качестве растворителя гексан [4].

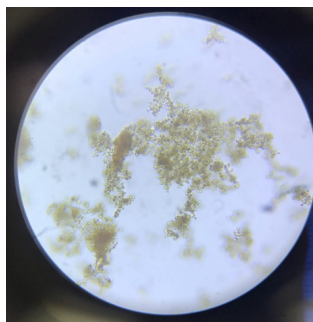


Рис. 1. Снимок клеток *Chlorella Vulgaris* на среде с дефицитом азота

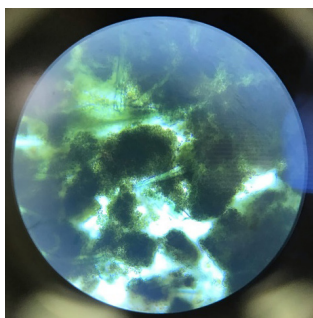


Рис. 2. Снимок клеток *Chlorella Vulgaris* на среде с избытком азота

Также были рассчитаны финансовые затраты на производство биодизеля из водорослей. Большую часть трат составляет техника, но в условиях лаборатории эта проблема отпадет. В таком случае единственные затраты на выращивание и выделение топлива в лаборатории: компоненты для питательной среды, которые примерно составляют 20 руб. за литр. Если рассматривать промышленный масштаб производства, то можно использовать различные методы уменьшения финансовых затрат [2].

Список источников

1. Биомасса как источник энергии / Н. И. Чернова, Т. П. Коробкова, С. В. Киселева // Вестник Российской академии естественных наук. 2010. Т. 10, № 1. С. 54–60.

2. Массовое культивирование и переработка микроводорослей в Болгарии / Хр. Дилов, Д. Георгиев, С. Фурнаджиева [и др.] // Физиология растений. 1987. Т. 34, № 5. С. 1030–1035.

3. Техника и технологии производства и переработки растительных масел : учебное пособие / С. А. Нагорнов, Д. С. Дворецкий, С. В. Романцова, В. П. Таров. Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. 95 с.

4. Получение моторных топлив из растительного сырья : научно-образовательный курс / В. А. Сальников, П. А. Никульшин, А. А. Пимерзин. Самара : СамГТУ, 2014. 28 с.

References

1. Biomass as an energy source / N. I. Chernova, T. P. Korobkova, S. V. Kiseleva // Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. 2010. Vol. 10, No. 1. P. 54–60.

2. Mass cultivation and processing of microalgae in Bulgaria / Hr. Dilov, D. Georgiev, S. Furnadzhieva [et al.] // Plant Physiology. 1987. Vol. 34, No. 5. P. 1030–1035.

3. Technique and technology of production and processing of vegetable oils : textbook / S. A. Nagornov, D. S. Dvoretzky, S. V. Romantsova, V. P. Tarov. Tambov : Publishing house of GOU VPO TSTU, 2010. 95 p.

4. Obtaining motor fuels from vegetable raw materials: a scientific and educational course / V. A. Salnikov, P. A. Nikulshin, A. A. Pimerzin. Samara : SamSTU, 2014. 28 p.

Информация об авторах

Дарья Андреевна Филиппова — студентка второго курса Химико-технологического института Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), filippda73@yandex.ru

Information about the authors

Daria A. Filippova — 2nd year Student of Chemical Technology Institute of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), filippda73@yandex.ru