

УДК 502/504

¹З.М. Бияшева, ²Н.А. Ибрагимова, ¹Н.А. Кенжебаев*¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы²Казахстанско-немецкий университет, Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: nursultan.kenzhebaev.90@inbox.ru

Перспективы создания биотоплива на основе хлореллы обыкновенной

В настоящей работе экспериментально обосновывается использование хлореллы обыкновенной для очистки сточных вод и получение на ее основе биодизеля.

Ключевые слова: микроводоросли, *Chlorella vulgaris*, биодизель, сточные воды, липиды, «зеленая экономика».

З.М. Бияшева, Н.А. Ибрагимова, Н.А. Кенжебаев
Хлорелла арқылы биоотын жасау перспективалары

Осы жұмыста хлорелланың ағынды суды тазалау үшін және ол арқылы биодизель дайындау үшін қолданылатыны негізделді.

Түйін сөздер: микробалдырлар, *Chlorella vulgaris*, биодизель, ағынды су, липидтер, «жасыл экономика».

Z. Biyasheva, N. I Ibragimova, N. Kenzhebayev
Prospects of biofuels production on the basis of chlorella vulgaris

The use of *Chlorella vulgaris* for sewage treatment and obtaining biodiesel based on it experimentally justified in the present work.

Keywords: micro-algae, *Chlorella vulgaris*, biodiesel, sewage, lipids, “green economy”.

Растительные организмы характеризуются высоким содержанием масел, что позволяет их использовать в качестве альтернативных источников энергии, среди которых экономически перспективными выступают микроводоросли – группы микроорганизмов, которые растут, используя солнечный свет в качестве единственного источника энергии и диоксид углерода как основного поставщика углерода. Микроводоросли не требуют больших посевных площадей, могут быть использованы для очистки воды от различных загрязнителей и для получения экологически чистого топлива – биодизеля, что особенно важно в условиях перехода к «зеленой экономике».

Биомасса микроводорослей в качестве сырья для производства биотоплива является перспективной альтернативой использования высших растений в данной области. Тем не менее на сегодняшний день выращивание микроводорослей

для производства энергии выступает экономически целесообразным.

Производство биодизеля на основе использования микроводорослей имеет ряд преимуществ: полный отказ от использования земель, достаточно высокий потенциал ускоренного роста и высокий выход липидов. Тем не менее экологическое и экономическое составляющие, особенно при высоких масштабах производства, будут зависеть от нескольких переменных, которые необходимо определить еще при экспериментальных исследованиях. Так, если не будут определены факторы, которые могут влиять на скорость накопления липидов и на их содержание, мы можем сделать ошибочную оценку масштабов технологии производства биодизеля из микроводорослей [1].

Известно, что липиды микроводорослей представлены преимущественно C₁₄-C₁₈ жирными кислотами, которые являются наиболее благоприятными для производства биодизеля [2].

Достаточно перспективным направлением в производстве биодизеля являются разработки, связанные с внесением дополнительных веществ в культуру клеток для активизации выхода липидов. Так, применение диметилкарбоната и новозима 435 усиливает переэтерификацию триглицеридов в хлорелле обыкновенной, где диметилкарбонат используется в качестве реакционной среды и акцептора ацетильной группы, а новозим 435 выступает как биокатализатор. Показано, что выход триглицеридов составляет 293.82 мг/г биомассы за 6 часов при температуре культивирования 60°C. Около 38,9% липидов было извлечено из высушенной биомассы микроводорослей при применении диметилкарбоната и метанола в соотношении 7:3 [3].

Кроме выбора и/или отбора наиболее перспективных видов водорослей, одной из наиболее важных и сложных задач является подбор условий культивирования, при которых будет достигаться наибольший выход липидов. Так, разработана микрожидкостная система, представляющая собой микрокапсулы альгинат гидрогеля средним диаметром 26 мкм, каждый из которых способен инкапсулировать одну клетку микроводоросли. Были использованы три вида водорослей: *Chlorella vulgaris*, *Chlamydomonas* sp. и *Botryococcus braunii* [4].

При выращивании водорослей даже в стрессовых условиях, таких, как питательное голодание, высокая соленость, высокая температура и др., они накапливали значительные количества (до 60-65% сухого веса) липидов и углеводов, а также несколько вторичных метаболитов. Именно получение этих метаболитов может выступать экономическим обоснованием использования микроводорослей для получения биодизеля [5].

Заражение микроводорослей *Ankistrodesmus* sp. бактериями штамма *Rhizobium* 10П приводит к увеличению накопления липидов до 112 мг/г сухой массы. Кроме того, полученная биомасса содержит значительные уровни Ω -3-жирных кислот, в том числе стеарионовую кислоту, которая является перспективным источником для получения биодизеля [6].

Внедрение принципов перехода республики к «зеленой экономике» позволит сохранить невозобновляемые ресурсы для будущего поколения, а внедрение чистых технологий позволит сократить исторические загрязнения, доставшиеся в наследство от советской эпохи, также по-

зволит уменьшить эмиссию парниковых газов от энергетической промышленности.

Увеличивающиеся темпы применения в быту разнообразных химических соединений сопровождаются их поступлением со сточными водами в водоемы. Как известно, химические соединения могут вступать в трансформационные процессы, и в том числе с образованием токсичных соединений.

Объектом исследования явилась микроводоросль хлорелла (*Chlorella vulgaris*), материалом – сточная вода, полученная в результате стирки и мытья посуды в быту.

Экспериментальную модель создавали путем приготовления бытовой сточной воды и ее совместного культивирования с хлореллой в течении 5 суток. В качестве контроля использовали водопроводную воду. Гидрохимические исследования проводили по стандартной методике.

Показано, что добавление микроводоросли в сточные воды способно достоверно увеличивать биологическое потребление кислорода, количество растворенного кислорода, электропроводимость воды. При этом отмечается снижение концентрации сульфатов, нитратов и общего фосфора, по сравнению с показателями в сточной воде. Вероятно, что хлорелла способна использовать растворенные в воде вещества для увеличения собственной биомассы. Известно, что для производства 1 кг биодизеля требуется около 4000 л воды, 0,3 кг азота и 0,7 кг фосфатов. С другой стороны, накопление азота и фосфора в воде приводит к эвтрофикации водоема, а микроводоросли особенно эффективно их используют в качестве питательных веществ [7].

Установлено, что культивирование водоросли в сточной воде сопровождается достоверным возрастанием содержания липидов, по сравнению с уровнем жира в воде с хлореллой без добавления сточной воды. Кроме того, использование сточной воды для производства биотоплива полностью исключает использование чистой воды.

Полученные результаты обладают особой актуальностью в связи с тем, что 30 мая 2013 года Указом Президента Республики Казахстан одобрена Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике», согласно которой основными приоритетными задачами, стоящими перед страной является повышение качества окружающей среды через рентабельные пути смягчения давления на окружающую среду и повышения эффективности водопользования [8].

Литература

- 1 Torres C.M., Ríos S.D., Torras C., Salvadó J., Mateo-Sanz J.M., Jiménez L. Microalgae-based biodiesel: A multicriteria analysis of the production process using realistic scenarios // *Bioresour Technol.* – 2013. - 6; 147. - P. 7-16.
- 2 Daroch M., Shao C., Liu Y., Geng S., Cheng J.J. Induction of lipids and resultant FAME profiles of microalgae from coastal waters of Pearl River Delta // *Bioresour Technol.* - 2013. - 19; 146. – P.192-199.
- 3 Lee O.K., Kim Y.H., Na J.G., Oh Y.K., Lee E.Y. Highly efficient extraction and lipase-catalyzed transesterification of triglycerides from *Chlorella* sp. KR-1 for production of biodiesel // *Bioresour Technol.* – 2013. - 14; 147. - P. 240-245.
- 4 Lee D.H., Bae C.Y., Han J.I., Park J.K. In Situ Analysis of Heterogeneity in the Lipid Content of Single Green Microalgae in Alginate Hydrogel Microcapsules // *Anal Chem.* – 2013.
- 5 Markou G., Nerantzis E. Microalgae for high-value compounds and biofuels production: A review with focus on cultivation under stress conditions // *Biotechnol Adv.* - 2013.
- 6 Do Nascimento M., Dublan M.D., Ortiz-Marquez J.C., Curatti L. High lipid productivity of an *Ankistrodesmus-Rhizobium* artificial consortium // *Bioresour Technol.* – 2013. - Jul 26; 146. - P. 400-407.
- 7 Batten D., Beer T., Freischmidt G., Grant T., Liffman K., Paterson D., Priestley T., Rye L., Threlfall G. Using wastewater and high-rate algal ponds for nutrient removal and the production of bioenergy and biofuels // *Water Sci. Technol.* - 2013. - №4. – P.915-924.
- 8 <http://www.eco.gov.kz/files/koncepciya.htm>.

References

- 1 Torres C.M., Ríos S.D., Torras C., Salvadó J., Mateo-Sanz J.M., Jiménez L. Microalgae-based biodiesel: A multicriteria analysis of the production process using realistic scenarios // *Bioresour Technol.* – 2013. - 6; 147. - P. 7-16.
- 2 Daroch M., Shao C., Liu Y., Geng S., Cheng J.J. Induction of lipids and resultant FAME profiles of microalgae from coastal waters of Pearl River Delta // *Bioresour Technol.* - 2013. - 19; 146. – P.192-199.
- 3 Lee O.K., Kim Y.H., Na J.G., Oh Y.K., Lee E.Y. Highly efficient extraction and lipase-catalyzed transesterification of triglycerides from *Chlorella* sp. KR-1 for production of biodiesel // *Bioresour Technol.* – 2013. - 14; 147. - P. 240-245.
- 4 Lee D.H., Bae C.Y., Han J.I., Park J.K. In Situ Analysis of Heterogeneity in the Lipid Content of Single Green Microalgae in Alginate Hydrogel Microcapsules // *Anal Chem.* – 2013.
- 5 Markou G., Nerantzis E. Microalgae for high-value compounds and biofuels production: A review with focus on cultivation under stress conditions // *Biotechnol Adv.* - 2013.
- 6 Do Nascimento M., Dublan M.D., Ortiz-Marquez J.C., Curatti L. High lipid productivity of an *Ankistrodesmus-Rhizobium* artificial consortium // *Bioresour Technol.* – 2013. - Jul 26; 146. - P. 400-407.
- 7 Batten D., Beer T., Freischmidt G., Grant T., Liffman K., Paterson D., Priestley T., Rye L., Threlfall G. Using wastewater and high-rate algal ponds for nutrient removal and the production of bioenergy and biofuels // *Water Sci. Technol.* - 2013. - №4. – P.915-924.
- 8 <http://www.eco.gov.kz/files/koncepciya.htm>.