

2. Шипилов В. М., Гнездов Е. Н. Планирование теплофизического эксперимента. Иваново: ИВГУ, 1981. 76 с.

УДК 577.115.083:582.26

БИОТОПЛИВО ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ

BIOFUELS THIRD GENERATION

Коршунова Н. А., Селезнева И. С.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, korchunova95@mail.ru

Korshunova N. A., Selezneva I. S.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрены основные аспекты применения микроводорослей в производстве топлива. Приведены недостатки существующих способов производства биотоплива. Отмечена необходимость разработки новых оптимальных, экономически обоснованных технологий культивирования микроводорослей.

Annotation: The paper describes the main aspects of microalgae usage in fuel production. The shortcomings of existing methods of biofuel production are shown. There is a need to develop new optimal economically justified microalgae cultivation technologies.

Ключевые слова: микроводоросли; биомасса; биотехнология; биотопливо; биодизель.

Key words: microalgae; biomass; biotechnology; biofuel; biodiesel.

Развитие науки и техники, рост мировой экономики в XX веке были обеспечены широким использованием легкодоступной и дешевой энергии ископаемого топлива. Так называемые традиционные виды топлива – уголь, нефть, газ и ядерное топливо – стали основой современной системы общества.

Ископаемое топливо – невозобновляемый ресурс, его запасы при нарастающих потребностях человечества быстро исчерпываются. Многие эксперты и специалисты-энергетики отмечают, что при современных темпах потребления запасов нефти хватит не более чем на 40 лет, природного газа – на 60, угля – на 170 лет и урана-235 – на 10 лет [1]. Стоит отметить, что нефть является не только энергоресурсом, но и сырьем для нефтехимической промышленности. Она используется для получения широкого спектра продуктов, начиная от одноразовой посуды заканчивая корпусом авиалайнера.

В условиях непрерывного уменьшения запасов ископаемого топлива перед человечеством стоит задача поиска новых энергетических источников. Возможность избежать энергетической катастрофы, сохранить ресурсы и удовлетворить растущие человеческие потребности открывает использование нетрадиционных источников энергии.

Химики и микробиологи еще в XIX в. предложили использование в качестве альтернативного источника энергии микроводоросли. Согласно современной классификации видов биотоплива, представленной в работе Чернова Н. И., топливо, полученное с использованием микроводорослей, называется биотопливом третьего поколения. При этом в данной работе авторами указывается, что микроводоросли, используемые для получения биотоплива, не должны применяться для получения пищевого или кормового продукта, а также не должны являться отходом какого-либо производства [2].

По мнению ряда авторов [1–3], возможность использования водорослей как сырья для производства топлива определяется высоким содержанием в них липидов. Воробьев В. В. отмечает [1], что по составу липиды водорослей и растений масленых культур сходны, и содержат полиненасыщенные жирные кислоты. Воробьев В. В. и соавторы указывают, что содержание жирных кислот в микроводорослях, обитающих в природных условиях, составляет около 40 % общей массы, а в условиях культивирования может достигать 80 % [1].

Из богатых липидами водорослей изготавливают разные виды топлива – бионефть, биодизель и др. [1, 2, 8]. Наиболее распространенным является биодизельное топливо, способ получения которого рассмотрен Мещеряковой Ю. В. [8]: осуществляют реакцию переэтерификации липидов микроводорослей с метиловым спиртом в мягких условиях.

Авторы работ [1, 3, 5, 8] привели основные преимущества использования микроводорослей для получения биотоплива:

1. Микроводоросли обладают высокой скоростью роста. Удвоение клеток некоторых видов может происходить каждые 4 ч. Это свойство характерно для всех микроорганизмов и связано с малой величиной особи и с интенсивным взаимодействием клетки с окружающей средой. В работах Черновой Н. И. [3] был определен теоретический выход биомассы для южных регионов России, который оказался на порядок выше приведенных теоретических оценок урожая масленичных культур.

2. Высокая продуктивность по липидам. Макарова Е. И. и соавторы отмечают, что «микроводоросли по потенциальному энергетическому выходу в 8–25 раз превосходят пальмовое масло и в 40–120 раз – рапсовое...» [4].

3. Микроводоросли не требуют для своего выращивания высококачественных сельскохозяйственных земель, в отличие от различных видов растений, из которых производится биодизельное топливо [5].

Однако, по мнению Пилигаева А. В. с соавторами, осуществление крупномасштабных производств биотоплива третьего поколения «сдерживается

низкой экономической эффективностью из-за высоких издержек по сравнению с производством моторного топлива из традиционного сырья» [5].

Одну из причин низкой экономической эффективности Воробьев В. В. и соавторы видят в отсутствии у микроводорослей свойств, которые удовлетворяли бы критериям крупномасштабного производства [1].

К другим причинам низкой экономической эффективности относят отсутствие оптимальной экономически обоснованной технологии культивирования, позволяющей получать промышленно значимые объемы маслосодержащей биомассы микроводорослей и технологии переработки получаемого сырья [5, 6].

Для улучшения свойств микроводорослей возможно применение генетической и метаболической инженерии. С помощью этих методов авторам [1] удалось получить ряд микроводорослей с повышенным потенциалом образования липидов (таблица).

Микроводоросли с повышенным потенциалом образования липидов

Вид	Содержание липидов, % к сухой массе
<i>Ankistrodesmus braunii</i>	73
<i>Chlorella protothecoides</i>	58
<i>Neochloris oleoabundans</i>	54
<i>Pleurochrysis carterae</i>	50
<i>Nannochloropsis spp.</i>	41
<i>Arthrospira (Spirulina) platensis</i>	29
<i>Tetraselmis suecica</i>	25

По мнению авторов [1], в настоящее время рассмотренный путь решения проблемы недостаточно исследован, что осложняет развитие генетической и метаболической инженерии микроводорослей.

Для создания оптимальной экономически обоснованной технологии культивирования, позволяющей получать промышленно значимые объемы маслосодержащей биомассы микроводорослей, прибегают к различным способам культивирования.

Выделяют два основных способа выращивания биомассы водорослей: в открытых прудах и фотобиореакторах [1–3, 5–8]. Во многих работах рассмотрены преимущества и недостатки данных методов [1, 6, 7]. Но главным недостатком применения открытого или закрытого способа культивирования по мнению Черновой Н. И. с соавторами [3] являются высокие затраты энергии, которые связаны с такими стадиями производства биотоплива, как перемешивание, перемещение суспензии в реакторе, экстракция, очистка и др. Именно к разработке оптимальной технологии направлено внимание многих зарубежных компаний. Существует около 200 компаний во всем мире, которые сфокусированы на производство топлива из водорослей [7].

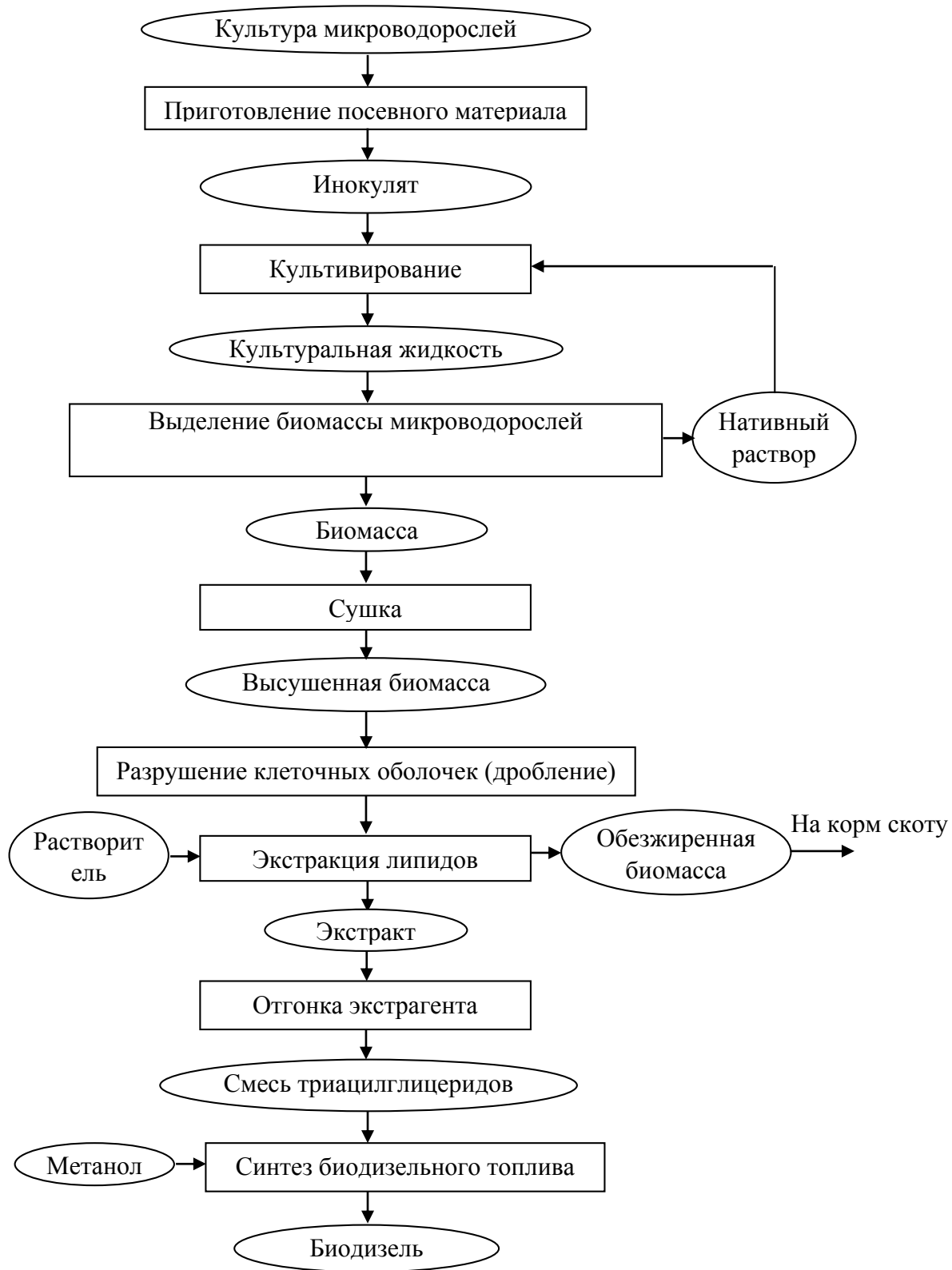


Схема получения биодизеля

Компании Algenol, Inventure и другие используют для сбора микроводорослей фильтрацию, центрифугирование и флокуляцию. Компания GreenStar ввела гибридную систему открытого водоема и закрытого биореактора, которая сочетает контролируемую среду закрытого фотобиореактора с недорогим строительством системы открытых прудов.

Микроводоросли можно получать, как отход очистки сточных вод. На основе такого подхода организовано получение биотоплива фирмой Aquaflo Bioptic в Новой Зеландии производительностью до 1000 т биодизельного топлива в год [7]. Основываясь на данных работ [2, 6, 7, 9], можно представить общую схему получения одного из самых распространенных видов биотоплива третьего поколения – биодизеля (рисунок).

Таким образом, проведенный нами анализ преимуществ и недостатков использования липидосодержащих микроводорослей, а также существующих технологий получения биотоплива подтверждает, что биотопливо третьего поколения имеет достаточный потенциал как альтернативный источник энергии. Для крупномасштабного производства данного вида биотоплива необходимо разрабатывать новые штаммы микроводорослей, отвечающие требованиям производства, усовершенствовать технологии, связанные с увеличением содержания липидов в биомассе микроводорослей и снижением затрат энергии на их культивирование. Следовательно, требуются дальнейшие исследования в области получения топлива с использованием микроводорослей.

Список использованных источников

1. Воробьев В. В., Кожевников Ю. А., Щекочихин Ю. М. Микроводоросли для производства энергетической биомассы и топлива // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 2. С. 235–243.
2. Чернова Н. И., Коробкова Т. П., Киселева С. В., Зайцев С. И. Биотопливо третьего поколения из микроводорослей: получение производственных штаммов и технологии выращивания // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. междунар. науч.-техн. конф. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2010. Т. 4. С. 307-312.
3. Чернова Н. И., Киселева С. В., Попель О. С. Эффективность производства биодизеля из микроводорослей // Теплоэнергетика. 2014. № 6. С. 14–21.
4. Макарова Е. И., Отурина И. П., Сидякин А. И. Прикладные аспекты применения микроводорослей – обитателей водных экосистем // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2009. Вып. 20. С. 120–133.
5. Пилигаев А. В., Самойлова Ю. В., Сорокина К. Н. Современное состояние и перспективы развития производства биотоплива из микроводорослей // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2014. № 8. С. 21–27.

6. Стребков Д. С., Щекочихин Ю. М., Росс М. Ю. Основные направления биотехнологического развития возобновляемой энергетики для производства альтернативных топлив из растительного сырья // Вестник ВИЭСХ. 2012. Т. 1. № 6. С. 43–50.

7. Кожевников Ю. А., Чирков В. Г., Щекочихин Ю. М. Культивирование и переработка микроводорослей // Вестник ВИЭСХ. 2015. № 1. С. 81–84.

8. Василенко А. П., Иванникова Е. М., Систер В. Г., Ямчук А. И. Микроводоросли – источник альтернативного топлива // Автогазозоправочный комплекс + альтернативное топливо. 2015. № 10. С. 36–37.

9. Мещерякова Ю. В. Технология получения биодизельного топлива из биомассы микроводоросли // Наука центральной России. 2013. № 3. С. 76–79.

УДК 62-67

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

THE ALGORITHM FOR CHOOSING EQUIPMENT POWERED BY ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Кудрявцева Е. А., Рахимова Ю. И.

Самарский государственный технический университет, г. Самара,
JuliyRahimova@yandex.ru

Kudryavtseva E. A., Rahimova J. I.

Samara state technical University, Samara,

Аннотация: Рассматривается алгоритм выбора источников альтернативной энергии. Авторы предполагают как можно наиболее выгодно и удачно подобрать источники альтернативной энергии.

Abstract: The algorithm of selection of alternative energy sources. The authors suggest as the safest and most profitable to choose the alternative energy sources.

Ключевые слова: ресурс; рынок; альтернативные источники энергии.

Key words: the resource; market; alternative sources of energy.

Алгоритм выбора оборудования, работающего на альтернативных источниках энергии [1], состоит из следующих действий.

1. Определение типа вырабатываемого ресурса и расчет потребности здания в нем.

2. Анализ строительного рынка оборудования с целью подбора вариантов.