

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ХЛОРЕЛЛЫ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

М. Оразбердиева, М. Аннаев, К. Гурдов, Дж. Анныев

*Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары*

Одним из основных причин изменения климата является выброс в атмосферу в больших количествах вредных углекислых газов. Это происходит за счет увеличения с каждым годом потребностей населения в электрической энергии, роста количества населения, увеличения количества производственных и промышленных предприятий. В результате выбросов в атмосфере накапливаются парниковые газы, что вредно для жизнедеятельности человека, флоры и фауны и экологии в целом. С целью устранения или уменьшения этих негативных влияний возникает необходимость внедрения в производство перерабатывающих безотходных технологий.

Целью данной научной работы является культивирование штамма одноклеточной водоросли *Chlorella vulgaris* IFR № C-111 (далее – хлорелла) в трубчатом фотобиореакторе, а также изучение влияния на плотность хлореллы температуры окружающей среды и питание углекислым газом в периоде ее выращивания.

Очень велика роль одноклеточной водоросли хлореллы в уменьшении парниковых газов, выброшенных в атмосферу. Она во время своего роста потребляет углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), а выделяет кислород ( $\text{O}_2$ ). Хлорелла при впитывании 1 кг углекислого газа выделяет 727,3 г кислорода. Значит, используя углекислый газ, являющийся одним из вреднейших газов, выбрасываемых в воздух, она создает возможность получить экологически чистый и безотходный продукт.

Хлорелла – это микроскопическое водное растение, представитель зеленых водорослей. Используя суспензию хлореллы в рационе кормов сельскохозяйственных животных, можно добиться увеличения их веса на 35–40 % и сохранности поголовья до 99 %. Основной причиной такого результата можно назвать то, что хлорелла является уникальным биологическим продуктом. Ни одно из других растений, растущих в воде и на земле, не имеет свойство содержать в своем составе такое большое количество полезных компонентов.

В Туркменистане изучать *Chlorella vulgaris* начали еще в Институте Солнца Академии наук Туркменистана, где основным направлением работы стало их быстрое размножение в условиях Туркменистана, а объектом исследования был *Chlorella vulgaris* штамма ЛАРГ-3. Результаты работ опубликованы в книге под редакцией Л. Е. Рыбаковой «Использование солнечной энергии» в 1985 г.

Для нормального роста, созревания хлореллы и получения хорошего плода в основном достаточно света, тепла и углекислого газа. Поэтому очень выгодно выращивать хлореллу. Она в отличие от других наземных растений нетребовательна к почве и минеральным удобрениям. Так в отличие как хлореллу можно вырастить в аквариумах водохранилищ или специальных фотобиореакторах, то для нее подходят и необработанные земли или непригодные в сельском хозяйстве земли [1].

При недостатке углекислого газа процесса фотосинтеза не происходит, уменьшается количество и хлорофилла, и клеток хлореллы, и запасных пищевых веществ, в основном сокращается количество углерода на 1,5 раз. В то же время при обогащении состава подаваемого воздуха углекислым газом до 1,5–2 % его продуктивность еще больше увеличивается.

Получение энергоносителей из микроводорослей окажет гораздо меньшее воздействие на окружающую среду и продовольственную безопасность, чем из зерновых культур. Биомасса микроводорослей имеет высокую калорийность, низкую вяз-

кость и низкую плотность, повышенное содержание топливопригодных липидов в биомассе [2].

Главные преимущества микроводорослей [3]–[4]:

- высокая конверсионная эффективность фотонов (приблизительно 3–8 % против 0,5 % для наземных растений), которая дает возможность получать более высокие урожаи биомассы на гектар), и высокий рост клеток микроводорослей;

- высокая емкость поглощения углекислого газа;

- нетребовательны к качеству воды для роста, поэтому для их культивирования можно использовать сточные, загрязненные, соленые и другие воды;

- могут использовать в процессе жизнедеятельности азот и фосфор из различных источников сточных вод (например, сельскохозяйственные стоки, промышленные и муниципальные сточные воды), обеспечивая дополнительную выгоду биологической очистки сточных вод;

- для выращивания микроводорослей можно использовать пахотно непригодные, пустынные и засоленные земли, не подходящие для сельскохозяйственного производства пищевой продукции;

- производство несезонное, и сырье можно получать партиями почти круглый год;

- можно культивировать без использования удобрений и пестицидов;

- могут являться сырьем для широкого спектра продуктов (например, белки, полисахариды, пигменты, биополимеры, корма, удобрения и др.);

- организация производства биомассы микроводорослей не требует сложного оборудования и высокого уровня автоматизации производства.

В данной научной работе рассматриваются возможности выращивания путем использования возобновляемых источников энергии экологически чистой водоросли «Хлорелла вульгарис», ускоряющей рост животных, рыб и птиц, также растений в сельском хозяйстве и служащей полноценным пищевым веществом, способствующим повышению их устойчивости к болезням. Изучается влияние на ее плотность температуры окружающей среды и количества подаваемого углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ).

Культивирование *Chlorella vulgaris* IFR № С-111 в трубчатом фотобиореакторе представлено на рис. 1.



Рис. 1. Культивирование *Chlorella vulgaris* IFR № С-111 в трубчатом фотобиореакторе

Выполненная научно-исследовательская работа по выращиванию хлореллы была проведена на экспериментальной площадке научно-производственного центра «Возобновляемые источники энергии». Для этого использовался фотобиореактор в виде трубы с объемом 250 л, на этом оборудовании была выполнена работа с беспрерывным движением хлореллы в течение – 12 ч при подпитывании ее углекислым газом, проводились измерительные работы по измерению температуры окружающей среды и хлореллы. В работе использовался штамм *Chlorella vulgaris* IFR № C-111, являющийся одноклеточной водорослью. Для выращивания хлореллы была создана питательная среда «Тамия».

Таким образом, для нормального роста, созревания хлореллы и получения хорошего плода в основном достаточно света, тепла и углекислого газа. И так как она нетребовательна к почве и минеральным удобрениям, то хлореллу можно вырастить в водохранилищах, аквариумах или специальных фотобиореакторах, а также на необработанных землях или непригодных в сельском хозяйстве землях.

Влияние количества углекислого газа на плотность суспензии хлореллы показано на рис. 2.

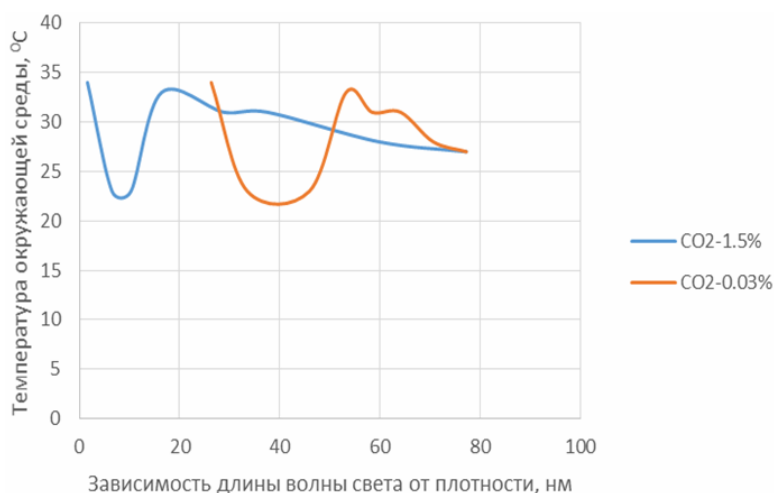


Рис. 2. Влияние количества углекислого газа на плотность суспензии хлореллы

В ходе научно-исследовательской работы во время развития *Chlorella vulgaris* (в течение восьми суток) при установлении температуры, выше 25 °C и подачи углекислого газа в составе воздуха до 1,5 % плотность хлореллы увеличилась до 1,6 нм, а в исследуемом образце (CO<sub>2</sub> – 0,03 %) этот показатель был равен 26,3 нм. В результате этого было установлено, что с повышением количества углекислого газа плотность хлореллы повышается, доказывая свою густоту, питательность, наличие клеток, т. е. высокую урожайность.

#### Литература

1. Held, P. Determination of Algal Cell Lipids Using Nile Red – Using Microplates to Monitor Neutral lipids in *Chlorella Vulgaris* / P. Held. – Режим доступа: <http://www.biotek.com/resources/articles/nile-red-dye-algal.html>. – Дата доступа: 15.04.2020.
2. Технология получения липидов из микроводорослей / Д. С. Дворецкий [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015.
3. Животноводство. Корм «суспензия хлореллы» для животноводства. – Режим доступа: <http://www.algobiotechnology.com/>.

4. Видоспецифические особенности роста зеленых водорослей при дополнительном углеродном питании. Сообщение 1. Скорость роста зеленых водорослей при максимальном насыщении среды CO<sub>2</sub> в открытой культивационной системе / В. Д. Романенко [и др.] // Гидробиолог. журн. – 2010. – Т. 46, № 1.

## DESIGN OF THE HEAT PIPE HELIUM GREENHOUSE

**A. Matyakubov, J. Batmanov, A. Agajanov**

*State Energy Institute of Turkmenistan, c. Mary*

This scientific work presents the results of scientific research on the use and accumulation of solar energy for heat supply of a solar greenhouse.

For a real assessment of the problem, the following information can be cited as an example: in a greenhouse with a total area of 234 m<sup>2</sup> covered with polyethylene film must be installed, on the average, with 6–8 furnaces to provide a certain amount of warm air. One furnace consumes about 2448 m<sup>3</sup>/h of natural gas for four months, and during this time 8.6 kg of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is emitted from one furnace. As a result, taking into account the payment for the consumption of natural gas, the problem of the cost of the obtained products, energy conservation, and also environmental protection is very urgent.

To solve this problem, a solar greenhouse with an additional heating chamber was constructed at the research site of the State Energy Institute of Turkmenistan. In this structure, excess of solar and heat energy of the soil was accumulated in mountain stones, and carbon dioxide that emits soil (horse manure was used as a soil) was used to feed the *Chlorella vulgaris* suspension grown in the photobioreactor, which in its turn had a beneficial effect on its cultivation. To transfer heated air from the additional heating chamber to the solar greenhouse and the accumulated thermal energy of the soil, polyethylene pipes with holes were used.

Due to the use of the heat capacity of the materials (rock stones), a two-layer coating of the structure, compaction of the northern side with wool and accumulated heat energy, it was possible to achieve a positive temperature in the solar greenhouse in the minus environmental values.

The technologies and processes considered in this research are mainly renewable energies and technical (chemical reactions) solutions such as photovoltaic (PV) modules, phase exchange material (PCM), underground heat storage technologies, energy efficient heat pumps and facade materials for the better heat insulation.

In order to investigate the possibility of heating the greenhouse through heat pipelines, a helium greenhouse with an area of 24 m<sup>2</sup>, and a volume of 54,4 m<sup>3</sup> and an additional heat source with an inclination angle of 36° degrees covered with glass cover with an area of 7.5 m<sup>2</sup>, with a volume of 7.5 m<sup>3</sup> were installed in the State Energy Institute of Turkmenistan. The drawing of the helium greenhouse is shown in Figure 1 below.