

М. М. Алимухамедова, магистрант
М. С. Мамаджанова, магистрант
Д. Т. Мирзарахметова, проф., д-р техн.наук
(ТМУК, г. Ташкент)

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИНОКУЛЯТА МИКРОВОДОРОСЛИ *DUNALIELLA SALINA*

Культивирование микроводорослей в современном мире приобретает все бóльший интерес. В качестве объекта массового культивирования используют зеленые микроводоросли (*Dunaliella*), которые стали наиболее популярными в прикладных исследованиях. В настоящее время производится все больше продукции из водорослей. Несмотря на это, вопрос продуктивности биомассы остается актуальным.

Продуктивность микроводорослей зависит от следующих факторов: конструкции фотобиореактора, питательной среды, концентрации углекислого газа, pH, температуры, освещенности [1]. Оптимальное сочетание все этих параметров позволит получить максимальный выход биомассы. Имеется достаточно много литературы по её культивированию, получению из неё биологически активных веществ и изучению их свойств [2].

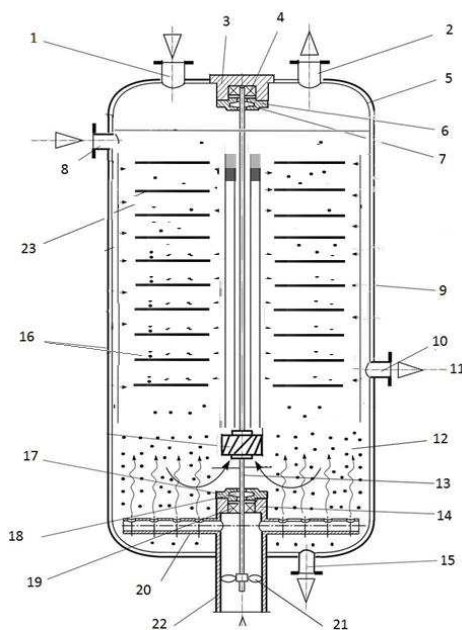
Для интенсивного накопления биомассы микроводорослей, современные предприятия широко используют биореакторы пленочного типа [3-4]. Однако существующие конструкции пленочных биореакторов не предусматривают наличие пластин для увеличения поверхности, на которой развиваются и размножаются микроводоросли. Это сказывается на замедлении процесса их культивирования и получении недостаточного количества их биомассы. Вместе с этим в подобных аппаратах в процессе их работы нерационально распределяется поток газо-воздушной смеси, что приводит к излишне высоким удельным энергетическим затратам.

Поэтому целью данной работы являлось совершенствование технологии культивирования микроводорослей для увеличения титра клеток, улучшения качества, обеспечения пищевой безопасности.

Объектом исследования были микроводоросли *Dunaliella salina*, выделенной из озера Арал. Для культивирования *Dunaliella salina* использовали следующую среду: NaCl - 116 г/л, $M_2SO_4 \cdot 7H_2O$ - 50 г/л, KNO_3 - 2,5 г/л, K_2HPO_4 - 0,2 г/л и 1 мл раствора микроэлементов [5]. Культивирование проводили в стеклянном сосуде вместимостью 600 мл высотой 16,5 см и диаметром 7,0 см, содержащей 500 мл питательной среды (высота 9 см), освещённость 1000 лк, с барботированием воздуха, периодичность света и темноты: 16 часов

света и 8 часов темноты. Температура среды поддерживалась 22-27°C. Способ культивирования заключался в следующем: при выходе инокулята на стационарный уровень и достижении на 5 сутки при количестве клеток 1,00 млн/мл. Соотношение инокулята и питательной среды составило 1:5.

Предварительная оценка прироста клеток осуществляли методом прямого подсчета клеток в камере Горяева. При выращивании культуры в режиме периодического освещения и барботирования среды воздухом выход на стационарную фазу роста с максимальной плотностью культуры происходил на 5 сутки. На 6 сутки происходило уменьшение плотности культуры за счёт агрегации клеток и выпадения их в осадок. Анализ осадка под микроскопом показал, что в нём проходит процесс размножения микроводорослей. Этот осадок собирали и оставляли стоять при умеренном освещении 1000 лк. Через неделю из осадка начинали появляться мелкие зелёные микроводоросли. При внесении их в биореактор в качестве инокулята, титр культуры увеличивался. Сконструированный пленочный фотобиореактор представлен на рис. 1.



- 1—корпус фотобиореактора, 2—зеркальные поверхности, 3—лампа накаливания, 4—барботажное устройство, 5—патрубок, 6—вал, 7-8— подшипники, 9—корпус подшипника, 10-12—крышка подшипника, 12-13— сальники, 14—крыльчатка, 15—внутренняя поверхность (культуральная жидкость), 16—пластинки, 17—штуцер для ввода культуральной жидкости (суспензии микроводорослей), 18—штуцер для вывода культуральной жидкости (готовой биомассы), 19—штуцер для ввода охлаждающего воздуха, 20—штуцер для вывода охлаждающего воздуха, 21—штуцер для вывода отработанной смеси углекислого газа с воздухом, 22—роторный нагнетатель

Рисунок 1 – Разработанная конструкция фотобиореактора

Конструкция этого биореактора предусматривает наличие прозрачных горизонтальных пластин. Высокая удельная производительность установки достигается благодаря использованию поверхности пластин при одновременном воздействии на пленку культуральной жидкости световой энергии и углекислого газа. Наличие регулятора давления газовой смеси в секции ввода суспензии способствует рациональному расходу CO_2 в аппарате.

Для увеличения поверхности для выпадающих в осадок клеток были помещены в биореактор 10 прозрачных полиуретановых пластинок радиусом 7 см и отступом 1 см.

В результате культивирования микроводорослей в предлагаемом фотобиореакторе удалось увеличить титр клеток микроводорослей от 400 тыс клеток/мл до 1,6 млн клеток/мл за 7 суток по сравнению с контролем (1,2 млн клеток/мл за 8 суток), что позволило соответственно увеличить выход биомассы микроводорослей. Полученные результаты показали, что при выращивании микроводорослей с использованием 10 пластин титр клеток в объеме среды (500 мл) культивирования увеличился в 2 раза.

Таким образом, предложенный фотобиореактор пленочного типа для культивирования микроводорослей позволяет:

- увеличить выход готовой биомассы, поскольку предусмотрено использование пластинок, увеличивающих поверхности контакта в пленочном биореакторе и обеспечивающей условия для развития и размножения микроводорослей;

- повысить качество получаемой биомассы в связи с тем, что созданы условия для более равномерного освещения культуральной жидкости при ее рециркуляции посредством коаксиального размещения лампы;

- уменьшить габаритные размеры аппарата и упростить его конструкцию за счет перехода от многоступенчатого аппарата к одноступенчатому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Meshcheryakova Yu.V., Nagornov S.A. Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo, 2012, no. 12, P. 33–36.
2. Gonzalez M.A., Gymez P.I., Polle J.E.W. Taxonomy and Phylogeny of the Genus *Dunaliella*. In: The Alga *Dunaliella*. Biodiversity, Physiology, Genomics and Biotechnology. Eds. Ami Ben-Amotz, Jürgen E.W. Polle, D.V. Subba Rao. Science Publishers. Enfield, New Hampshire USA. 2009. P.15–44.
3. Шевцов А.А., А.В. Дранников, А.В. Пономарев, Е.А. Шабунина, Д.В. Коптев. Способ управления процессом

культивирования фотоавтотрофных микроорганизмов. Патент РФ № 2622081. 2017.

4. Шабунина Е.А. Научное обоснование режимов массообмена при автотрофном биосинтезе Дуналиеллы и ее применение в технологии мучных кондитерских изделий. Автореферат диссертация на соискание ученой степени канд.технич.наук. г.Воронеж. – 2018 г.

5. Али-заде Г.И., Зейналова Н.М., Магеррамова Х.Х., Алиева Ф.К. Функциональная устойчивость клеток *Dunaliella* при сопряженном действии уф-в излучения и высокой температуры // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 11–2. – С. 399–401.

УДК 336.717.6

Е. В. Синдеева, ст. препод.,
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля», г. Луганск, РФ)

ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫЧИСЛЕНИЕ ФОНДООТДАЧИ

В последние десятилетия в Российской Федерации происходит устойчивый рост машиностроительного, в том числе станкостроительного, производства. Он сопровождается увеличением станочного парка и его обновлением, ростом доли металлорежущих станков с расширенными технологическими возможностями. Учитывая высокую стоимость такого оборудования, проблема их рационального использования становится все более актуальной [3].

Для оценки эффективности использования основных фондов предприятия, а также для сравнительной оценки эффективности использования основных фондов на предприятиях одной отрасли используется комплексный показатель фондоотдачи [1, 3].

В настоящее время существуют различные подходы к расчету фондоотдачи. Одним из основных подходов при расчёте фондоотдачи является экономический подход, в котором вычисление производится по формуле (1.1),

$$f_{отд} = \frac{Q_{prod}}{\Phi_{ПП}} = \frac{\Phi_{рм}}{\Phi_{ПП}} \cdot \frac{M}{\Phi_{рм}} \cdot \frac{N}{M} \cdot \frac{F_{маш-ч}}{N} \cdot \frac{Q_{prod}}{F_{маш-ч}}, \quad (1.1)$$

где $f_{отд}$ – фондоотдача промышленно-производственных фондов, руб.; Q_{prod} – выручка от продажи продукции (работ, услуг), руб.; $\Phi_{ПП}$ – среднегодовая стоимость промышленно-производственных фондов, руб.; $\Phi_{рм}$ – среднегодовая стоимость машин и оборудования, руб.;