

Технічні науки

УДК 628.543

Косова Віра Петрівна

*асистент кафедри біотехніки та інженерії,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Косова Вера Петровна

*ассистент кафедры биотехники и инженерии,
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Kosova Vira

*Assistant Department of Bioengineering and Biotechnics
National technical university of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

Войцеховський Сергій Олександрович

*студент
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Войцеховский Сергей Александрович

*студент,
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Voitsekhovskyi Serhii

*Student of the Department of Bioengineering and Biotechnics
National technical university of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ
ЛАБОРАТОРНОГО ФОТОБІОРЕАКТОРА
ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РАЗРАБОТАННОЙ
КОНСТРУКЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО ФОТОБІОРЕАКТОРА
PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE DEVELOPED DESIGN OF
THE LABORATORY PHOTOBIOREACTOR**

***Анотація.** Запропонована оптимізована конструкція лабораторного фотобіореактора для дослідження процесу культивування мікробіодоростей для забезпечення технічних умов процесу. Корпус лабораторного фотобіореактора виконаний з гофрованого полімеру, армованого сталлюю пружиною, який освітлюється лампами денного світла з віддзеркалювальними екранами*

***Ключові слова:** лабораторний фотобіореактор, метаболічні процеси, мікробіодорості, біосинтез, фотосистема, екран, гофра, барботер*

***Аннотация.** Предложенная оптимизированная конструкция лабораторного фотобиореактора для исследования процесса культивирования микроводорослей для обеспечения технических условий процесса. Корпус лабораторного фотобиореактора выполнен из гофрированного полимера, армированного стальной пружиной, который освещается лампами дневного света с отражательными экранами*

***Ключевые слова:** лабораторный фотобиореактор, метаболические процессы, микроводоросли, биосинтез, фотосистема, экран, гофра, барботер.*

***Summary.** An optimized design of a laboratory photobioreactor for the study of the process of cultivation of microalgae to provide the technical conditions of the process is proposed. The housing of the laboratory*

photobioreactor is made of corrugated polymer, reinforced with a steel spring, which is illuminated by daylight lamps with reflecting screens.

Key words: *laboratory photobioreactor, metabolic processes, microalgae, biosynthesis, photosystem, screen, corrugation, bubbler.*

На сьогоднішній день у біотехнологічній промисловості широкого розповсюдження набули фотобіореактори, які відрізняються різноманітними конструкціями. Способів вирощування водоростей достатньо, наприклад, в штучних ставках або в фотобіореакторах. Спосіб вирощування в штучних ставках більш економічний, але дає менше врожаю. Крім того, при такому способі дуже важко контролювати чистоту штамів мікроорганізмів, тому для майбутнього розвитку цього напрямку доцільніше розглядати вирощування водоростей у біореакторах. Фотобіореактори забезпечують велику врожайність за короткий час та можуть використовуватись будь-де, незважаючи на екологічні та кліматичні умови. Крім того, вони дозволяють впливати на якість вирощуваної біомаси, а саме – на вміст масла у сировині. Бо, хоча водорості є високоефективними перетворювачами сонячної енергії у відновлювану біомасу, більшість відомих водоростей запасає сонячну енергію у вигляді цукрів, а не у вигляді необхідних масел (жирів або ліпідів), тобто триацилгліцеридів або фосфоліпідів [1].

У фотобіореакторах є можливість створити найбільш сприятливі умови для культивування у біомасі саме тих речовин, які потрібні в тому чи іншому випадку. Вони дозволяють забезпечити водорості необхідними поживними речовинами, вуглекислим газом, стабільним значенням рН середовища, підтримкою осмотичності середовища, однорідністю складу середовища, забезпечують контроль та регулювання температури середовища.

Для дослідження вирощування мікроводоростей кращим вибором буде лабораторний фотобіореактор. Серед усіх видів фотобіореакторів було розглянуто багато установок, що відрізняються своїми конструктивними особливостями.

Лабораторний фотобіореактор, що містить прозорий корпус, виготовлений із скла, та систему його освітлення денним або штучним світлом. Корпус безпосередньо лабораторного фотобіореактора оснащений мішалкою, яка приводиться в дію редукторним електродвигуном, встановленим співвісно з віссю мішалки. Реактор сполучений з додатковою ємністю трубкою, в розрив якої встановлений циркуляційний насос, та містить пристрій, що регулює температуру біосуспензії.

Недоліком цього рішення є те, що, в процесі вирощування мікроводоростей, вони вкривають скляну стінку лабораторного фотобіореактора та заважають проникненню світла у середину об'єму.

Фотобіореактор трубчатого типу установки для культивування мікроводоростей з системою ерліфт, системою подачі барботажної суміші, вуглекислого газу та повітря, та системою освітлення, що контролюється за допомогою реле часу. Недоліком цього рішення є те, що в ньому відсутня можливість примусової циркуляції біосуспензії і, відповідно її барботування, бо перемішування біосуспензії здійснюється повільно тільки за рахунок аерліфту, а також відсутня вбудована система насичення біосуспензії вуглекислою. Крім того, як і в попередньому випадку, можливе заростання прозорого корпусу мікроводоростями, що погіршує освітленість всього об'єму.

В результаті для дослідження було обрано лабораторний фотобіореактор, корпус якого виконаний з гофрованого полімеру, армованого сталлюю пружиною та який освітлюється лампами денного світла з віддзеркалювальними екранами. Даний лабораторний фотобіореактор шляхом перемішування середовища потоком вуглекислого

газу, що подається через барботер, закріплений на днищі, і зворотно-поступальним рухом корпусу, за рахунок стиснення і розтягування гофри, попереджає обростання стінок шаром мікроводоростей та надає можливість рівномірного надходження світлової енергії від встановлених ламп з віддзеркалювальним екраном до клітин культури, що, також, покращує тепломасообмін.

Для проектування даного лабораторного фотобіореактора (Рис. 1) було обрано гофрований корпус з полімеру, армованого сталлюю пружиною, тому що він є прозорим та дає змогу струшувати мікроводорості, що закріпились, зі стінок шляхом примусового зворотно-поступального руху. У корпусі закріплені кришка та днище за допомогою різьбових хомутів, що надають надійне та герметичне з'єднання з корпусом.

Штуцер необхідний для підведення барботажної суміші, що подається компресором; штуцер – для відведення відпрацьованої барботажної суміші. Вибір ламп з віддзеркалювальним екраном надає нам необхідне освітлення для рівномірного росту мікроводоростей по усьому об'єму лабораторного фотобіореактора.

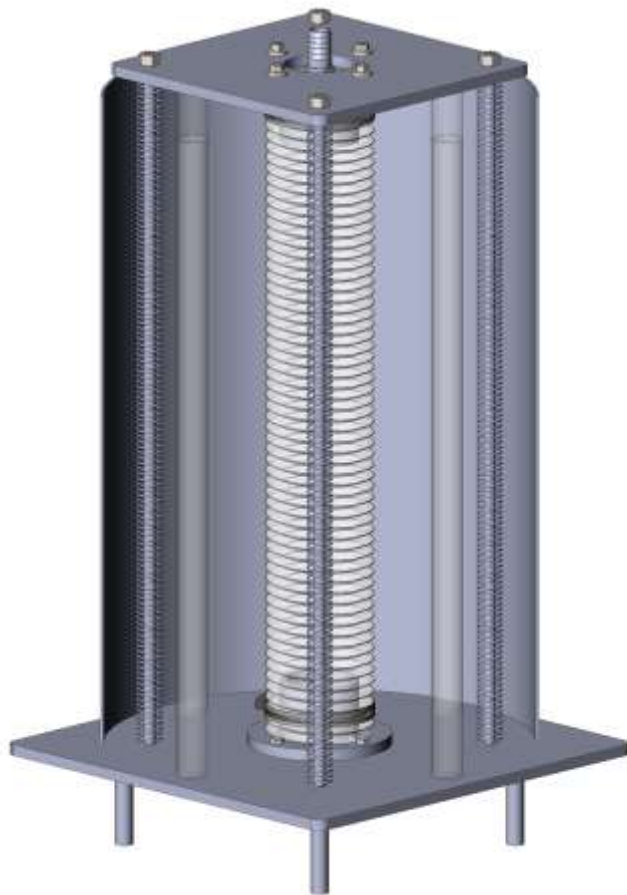


Рис. 1. Спроектований лабораторний фотобіореактор

Лабораторний фотобіореактор належить до області біотехнології, зокрема до дослідження вирощування мікроводоростей в закритій ємності з штучним світлом.

Відомий лабораторний фотобіореактор містить прозорий корпус, виготовлений із скла, та систему його освітлення денним або штучним світлом. Корпус безпосередньо лабораторного фотобіореактора оснащений мішалкою, яка приводиться в дію редукторним електродвигуном, встановленим співвісно з віссю мішалки. Реактор сполучений з додатковою ємністю трубкою, в розрив якої встановлений циркуляційний насос, та містить пристрій, що регулює температуру біосуспензії. Недоліком цього рішення є те, що, в процесі вирощування мікроводоростей, вони вкривають скляну стінку лабораторного фотобіореактора та заважають проникненню світла у середину об'єму [2].

Найбільш близьким за технічною суттю до заявленої корисної моделі є фотобіореактор трубчатого типу установки для культивування мікроводоростей з системою ерліфт, системою подачі барботажної суміші, вуглекислого газу та повітря, та системою освітлення, що контролюється за допомогою реле часу. Недоліком цього рішення є те, що в ньому відсутня можливість примусової циркуляції біосуспензії і, відповідно її барботування, бо перемішування біосуспензії здійснюється повільно тільки за рахунок аерліфту, а також відсутня вбудована система насичення біосуспензії вуглекислотою. Крім того, як і в попередньому випадку, можливе заростання прозорого корпусу мікроводоростями, що погіршує освітленість всього об'єму [3].

В основу конструкції поставлена задача удосконалення лабораторного фотобіореактора шляхом перемішування середовища потоком вуглекислого газу, що подається через барботер, закріпленому на днищі і зворотно-поступальним рухом корпусу, за рахунок стиснення і розтягування гофри, тобто попередження обростання стінок шаром

мікробіодоростей, рівномірне надходження світлової енергії від встановлених ламп з віддзеркалювальним екраном до клітин культури та покращення тепломасообміну. Новим є те, що корпус лабораторного фотобіореактора виконаний з гофрованого полімеру, армованого сталлюю пружиною та освітлюється лампами денного світла, які встановлені з віддзеркалювальними екранами. Сутність апарату пояснюється кресленням, на якому наведено схему лабораторного фотобіореактора (Рис. 2).

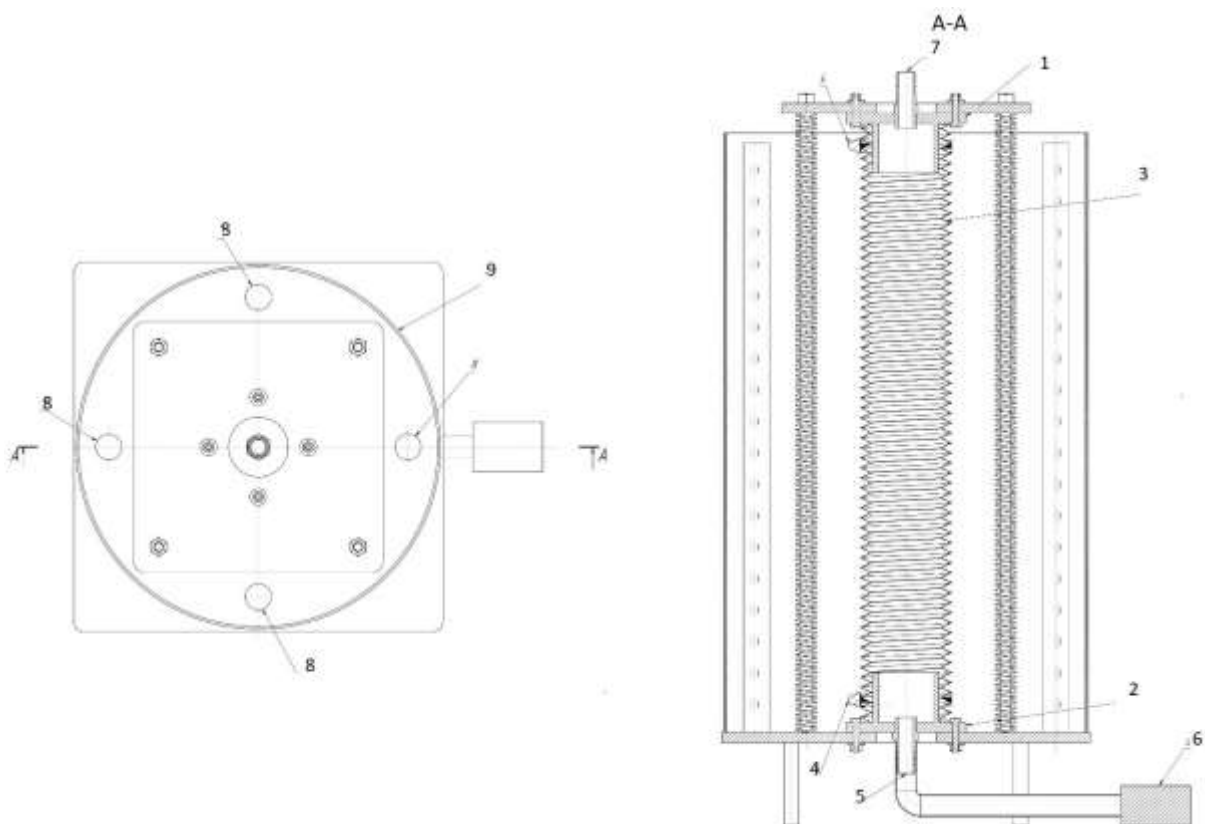


Рис. 2. Схема лабораторного фотобіореактора

1 – кришка; 2 – днище; 3 – корпус; 4 – різьбові хомути; 5 – штуцер для підведення барботажної суміші; 6 – компресор; 7 – штуцер для відведення відпрацьованої барботажної суміші; 8 – лампи; 9 – віддзеркалювальний екран

Лабораторний фотобіореактор складається з: кришки 1, днища 2, які закріплені у гофрованому, армованому сталлюю пружинами, корпусі 3 за допомогою різьбових хомутів 4. В днищі 2 закріплений штуцер 5 для подачі барботажної суміші (вуглекислого газу та повітря) за допомогою

компресора 6, а на кришці 3 встановлений штуцер 7 для відведення відпрацьованої барботажної суміші. Навколо корпусу 3 встановлені лампи 8 денного світла з віддзеркалювальним екраном 9.

Лабораторний фотобіореактор працює наступним чином: В лабораторний фотобіореактор, при знятій кришці 1, заливають живильне середовище та посівний матеріал. Кришка 1 закріплюється в корпусі 3 за допомогою різьбового хомута 4. Через нижній штуцер 5 подається барботажна суміш компресором 6 для забезпечення водоростей необхідною кількістю вуглекислого газу та повітря. Відпрацьована барботажна суміш виводиться через штуцер 7, що встановлений у кришці 1. В процесі вирощування мікрководоростей корпус 3 лабораторного фотобіореактора періодично стискується та розтягується для перемішування суміші та струшування зі стінок корпусу лабораторного фотобіореактора мікрководоростей, які закріпились. Освітлення здійснюється лампами 8 денного світла, встановлених з віддзеркалювальним екраном 9, що забезпечує більш ефективне освітлення.

Література

1. URL: <http://tech-life.org/technologies/273-algae-industry>
2. Патент № 102777 (UA), С12М 1/00, 1/04. Лабораторний фотобіореактор / Кравченко І.П., Дідківська Г.Г., Карпенко В.І.; Заявка № u201502888; 30.03.2015. Опубл. 25.11.2015. Бюл. №22.
3. Патент № 98655 (UA), А01G 33/00, С12М 3/02. Установа для культивування мікрководоростей / Голуб Н.Б., Левтун І.І., Хворостина О.В.; Заявка № u201407870; 14.07.2014. Опубл. 12.05.2015. Бюл. №9.