



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60066 (13) A

(51) 7 A01G31/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ФОТОРЕАКТОР ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

1

2

(21) 2003010486

(22) 20 01 2003

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Адаменко Іван Олексійович, Адаменко
Олексій Іванович

(73) Адаменко Іван Олексійович

(57) Фотореактор для вирощування мікробіодорості
у закритому нерухомому об'ємі, що містить щільні
світловоди з відбивними поверхнями, утвореними
самопливними шарами суспензії, підтримуваними
на світлопрозорих поверхнях, вільні поверхні шарів
прикриті газом, що подається механічною
системою вентиляції з кондиціонером, який

відрізняється тим, що кондиціонер виконаний як
світильник з лампами ультрафіолетового ви-
промінювання і двома світлопропускними поверх-
нями, між якими утворено включену у замкнений
контур вентиляції фотореактора камеру обеззара-
ження газу і зв'язування кисню за допомогою
тліючого активованого вугілля, розміщеного у кон-
тейнері, а лампи ізольовані від камери за допомо-
гою першої світлопропускної поверхні, при цьому
фотореактор захищений від ультрафіолету другою
світлопропускною поверхню, яка є фільтром і
перетворювачем короткохвильового світла у види-
ме, а температура газу стабілізується за допомо-
гою теплообмінника

Винахід відноситься до сільського господарст-
ва і може бути використаний для вирощування у
закритому режимі мікробіодоростей, призначених
для вживання як харчових добавок, сировини для
ліків, наприклад, спіруліни, та накопичення і
зберігання сонячної енергії, наприклад, браунії
батріококкос

Відомі способи та фотореактори для вирощу-
вання мікробіодоростей спіруліни у закритому ре-
жимі [1, 2, 3, 4]. Аналогами винаходу є панельний
фотореактор О Пульца [1] з нерухомим
освітлюваним об'ємом та фотореактор з оберто-
вим освітлюваним об'ємом [3], які призначаються
для вирощування мікробіодорості у закритому
об'ємі. Недоліками аналогів являються

– наявність відкритого буферного об'єму, в
якому здійснюється газообмін суспензії і навко-
лишнього середовища (фотореактор О Пульца),

– необхідність обертального руху освітлюваного
робочого об'єму, малі робочі об'єми і періодичність
процесів газообміну у другому фотореакторі-
аналогі [3].

Ці недоліки не дозволяють виростити культуру
мікробіодорості у закритому режимі.

Прототипом даного винаходу служить фото-
реактор, описаний у заявці [4].

Прототип має закритий освітлений об'єм з
розвинутими поверхнями для газообміну і введен-
ня в суспензію світлової енергії через щільні світ-

ловоди і систему механічної вентиляції з кондиціо-
нуванням в камерах фільтрації газової суміші,
зв'язування кисню, приготування необхідного
складу газу, температурної стабілізації, обеззара-
ження та механічної подачі. Прототип
орієнтований на використання метану чи біогазу
для зв'язування кисню і збагачення газу двоокис-
лом вуглецю. Біогаз та метан є доступними дже-
релами вуглеводів, але їх використання потребує
контролю вмісту метану у газовій суміші і за-
побігання можливості утворення критичних пара-
метрів і місцевих спалахів. Сам кондиціонер по-
требує значних затрат на створення камер, а
використовуване джерело ультрафіолетового світла
має значну частину світлової енергії у видимому
спектрі, яку доцільно використати як додаткове
джерело світла. Отже, виникає необхідність
підвищити економічні показники і безпечність фо-
тореактора-прототипа.

Це досягнуто тим, що фотореактор для ви-
рощування мікробіодорості у закритому нерухомому
об'ємі, що має щільні світловоди з відбиваючими
шарами суспензії, підтримуваними на світлопро-
зорих поверхнях, при цьому вільні поверхні шарів
прикриті газом, що подається механічною систе-
мою вентиляції з кондиціонером, відрізняється
тим, що кондиціонер виконано як світильник з ла-
мпами ультрафіолетового випромінювання і двома
світлопропускними поверхнями, між якими утворе-

(13) A

(11) 60066

(19) UA

но включену у замкнутий контур вентиляції фотореактора камеру обеззараження газу і зв'язування кисню за допомогою тліючого активованого вугілля, розміщеного у контейнері, при цьому лампи ізольовані від камери за допомогою першої світлопропускної поверхні, а фотореактор захищено від ультрафіолету другою світлопропускною поверхнею, яка служить фільтром і перетворювачем короткохвильового світла у видиме, а температура газу стабілізується за допомогою теплообмінника.

Приведені креслення розкривають суть винаходу.

При цьому Фіг. 1 – схема фотореактора, Фіг. 2 – схема газопідведення до фотореактора.

Фотореактор має нижню збірну ємкість 1, фіг. 1, захисні світлопрозорі поверхні 2, що обмежують робочий об'єм і захищають від довкілля, щільні світловоди, виконані у формі барабана з електроприводом для обертання, пристрій для розшарування потоку суспензії на шари 4, побудник подачі 5, кондиціонер 6, що є світильником і генератором газу, має камеру 8 приготування газової суміші з контейнером активованого вугілля 9, в якому підтримується процес тління за допомогою електроспіралі, що обігривається струмом, камера 7 відгороджена від фотореактора склом 8, що має флуоресцююче покриття для перетворення жорсткого випромінювання у більш м'яке, видимого спектру, і водяним екраном 10 для теплової ізоляції.

Камера газоприготування має світлопрозору для ультрафіолетового, видимого і інфрачервоного випромінювання перегородку 11, яка механічно відділяє від камери 7 лампи 12 ультрафіолетового випромінювання з дзеркальним рефлектором 13.

Камера приготування газу 7 має газопідвід 14 для подачі газу у робочий об'єм фотореактора за допомогою вентилятора 15. На газопідводі установлено трубчатий рідинний стабілізатор температури 16, а кут нахилу забезпечує стікання конденсату безпосередньо у збірну ємкість 1.

Витяжний газопідвід 17 також обладнано вентилятором 18. Він приєднаний до камери 7 з протилежного боку, де установлено фільтр 19, через який здійснюється початкове заповнювання фотореактора газом і вирівнювання атмосферних тисків. Камера 7 має дверці 20 для поповнення активованого вугілля у контейнері 9.

Фотореактор працює так. Нижня збірна ємкість 1 заповнюється суспензією мікрободорості. Побудником подачі 5 суспензія подається для розшарування на тонкі шари у пристрій 4, через який зрошується барабан 3. Барабан приводиться в рух, а суспензія стікає по підтримуючих поверхнях у нижню збірну ємкість. Включаються радіатор 16 і наповнюється водою екран 10. Включаються вентилятори 15 і 18 і спіраль контейнера 9, яка підтримує тління активованого вугілля. Включаються лампи 12, які випромінюють жорстке ультрафіолетове проміння. Ультрафіолет освітлює камеру 7 і на поверхні 8 перетворюється у видимий спектр а також затримується в екрані 10. Видимий спектр є додатковим освітленням фотореактора. Основним джерелом світла є природне світло і економічні, надійні, зовнішні світильники, які на малюнках не показані. В камеру 7 вкла-

дається по потребі сухий під, можливо також вводити балонний вуглекислий газ.

Інтенсивність окислювання вуглецю, виведення із фотореактора кисню і наповнення його сумішшю газів із азоту і двоокису вуглецю регулюється включенням бактерицидних ламп і підігрівного графітного елемента у контейнері тліючого активованого вугілля, огонь "жевріє" без полум'я, при малій інтенсивності. У середовищі нейтрального кисню самозапалювання вуглецю починається при 650°C. В середовищі озону ця температура зменшується до 300°C. Загальна кількість тепла становить 9400 ккал на кілограм зв'язаного вуглецю і 1,2 кг вирощеної спіруліни. Регулювати процес зв'язування кисню можна за допомогою величини струму, що пропускається через графітовий стрижень, розміщений у активованому вугіллі. Використання графіту для зв'язування кисню є безпечним у кондиціонері і фотореакторі не може накопичитися небезпечна газова суміш, а випромінюване вуглецем при горінні світло має червоний колір, який сприятливе діє на фотосинтез. Бактерицидні лампи мають велику долю ультрафіолетового випромінювання, яке глибоко діє на бактерії. Через звичайне віконне скло ультрафіолетове випромінювання не проходить. Виконавши передню стінку 8 кондиціонера 7 із скла 3-5 мм, маємо додаткове джерело світла у вигляді кондиціонера-світильника - генератора газу для підживлення і захисту спіруліни. У кондиціонері-світильнику виділяється теплова енергія від бактерицидних ламп, електронагрівання графіту, горіння графіту. Для стабілізації температури (охолодження і інколи нагрівання) газу в кондиціонері передбачено радіатор з рідиною-теплоносієм (поз. 16), звичайно це водяний радіатор. Напрямо передачі тепла - від кондиціонера назовні. Газ, що контактує з відкритими поверхнями суспензії мікрободорості, виконує дві функції: відведення фотосинтетичного кисню і підживлення двоокисом вуглецю. Газ подається вентиляторами 15 і 18 через газопідводи 14 і 17 і рухається по замкнутому колу. Це має велике значення для підведення енергії світлової і теплової.

Спіруліна вирощується на живильному середовищі Заррука, що має високий вміст соди NaHCO_3 , яка служить джерелом розчиненого у воді двоокису вуглецю на 3/4 всього зв'язаного вуглецю. Зв'язуваний вуглець виводиться із кругообігу разом з вирощеною біомасою. Для підтримання балансу використовуються щоденні поповнення живильного розчину у нижній збірній ємкості і активованого вугілля у контейнері 9. Лампи ультрафіолетового жорсткого випромінювання наповнюються газом з домашніми ртуті. Скло ламп може бути пошкодженим, при цьому можливе забруднення вирощуваної мікрободорості. Щоб уникнути цього лампи 12 і камера 7 робочого газу розділені перетинкою 11, виконаною із кварцового скла чи пластмаси, які пропускають всі спектри світла.

Додатковий захід по підтриманню чистоти вирощуваної продукції полягає у застосуванні вугільного стрижня у контейнері 9 для підігрівання активованого вугілля. Вугільна нитка, що

розігривається струмом, не дає емісії іонів металу і не забруднює робочу газову суміш металами

Чистота вирощуваної культури забезпечується стерильністю маточної культури і недопущенням розмноження бактерій гниття. Це досягнуто вилученням фотосинтетичного кисню із газу, що прикриває суспензію. Вилучення кисню можливе із середовища азоту, а також із середовища вуглекислого газу, якщо буде застосовуватись режим 100% CO_2 з метою не допустити росту азотфіксуючих мікрободоростей-співжителів. Цей процес повністю регульований і безпечний.

Переваги запропонованих рішень такі:

- швидкий ріст чистої культури забезпечується введенням світла на всю товщину барабана, наявністю двохстороннього газообміну між суспензією і газом, виведенням фотосинтетичного кисню із газу, вирощуванням у середовищі газу, вміст якого регулюється на всьому протязі вирощування, обеззараженням газу,

- безпечне вирощування забезпечується введенням активованого вугілля як джерела вуглецю замість метану і біогазу,

- робочий об'єм – нерухомий, рухаються газ, суспензія і підстилаючі поверхні,

- буферний об'єм відсутній, об'єм неосвітлюваної суспензії регульований,

- всі конструктивні елементи допускають оброблення дезінфікуючими газами (озоном, озон є постійною складовою робочого процесу обеззараження і зменшення температури газу) і розчинами,

- допускається можливість використання газових сумішей з аміаком, без азоту і з малим вмістом кисню

Фотореактор є універсальним вирішенням, що забезпечує можливість культивування різних форм мікрободоростей.

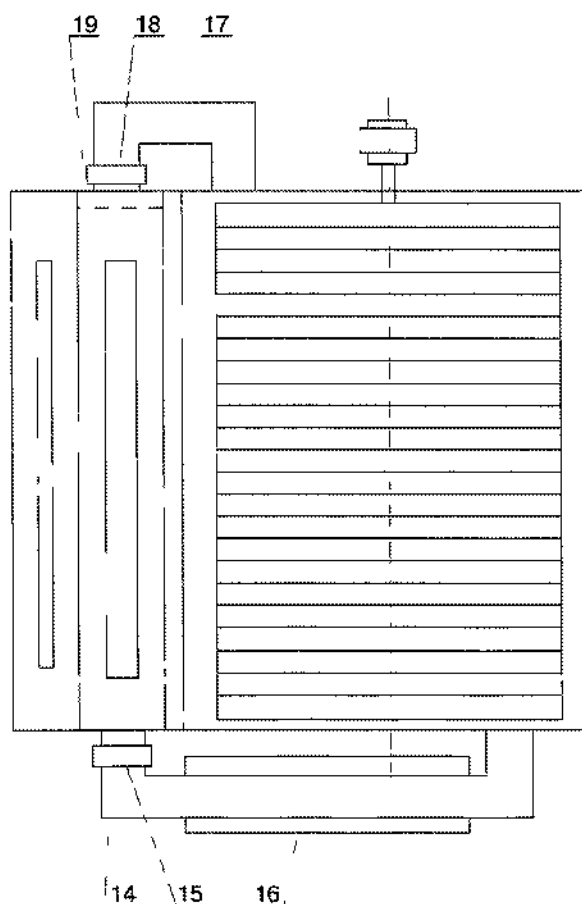
Література

1 О Пульц Плоскостной фотореактор закрытого типа для продукции биомассы микроводорослей. Физиология растений 1994, том 41, № 2, стр 292-298

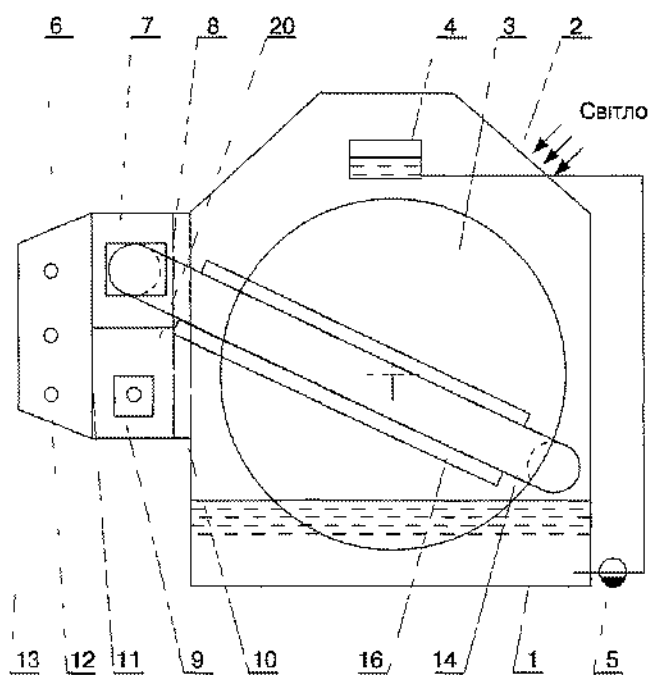
2 А Я Болсуновский, С В Косиненко, Е Б Хромичек Исследование кислородного режима культуры микроводоросли Биотехнология 1997, № 7-8, стр 60-68

3 Л Н Цоглин, Б В Габель, Т Н Фалькович, В Е Семенов Фотобиореакторы закрытого типа для культивирования микроводорослей. Физиология растений, 1996, том 43, № 1, стр 149-153

4 І О Адаменко Спосіб та фотореактори для вирощування мікрободоростей. Заявка на патент України № 2002042798 від 8 квітня 2002 р



Фиг 1



ФІГ 2