

Urządzenie do hodowli mikroorganizmów fototropowych

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do hodowli mikroorganizmów fototropowych, zwłaszcza mikroalg, które wykazują zdolność do wysokiej produkcji biomasy.

Hodowla drobnoustrojów fototropowych, takich jak mikroalgi, bakterie cyjanowe i bakterie purpurowe, odbywa się w fotobioreaktorach, w których umożliwia się wzrost i rozmnażanie tych komórek lub intensyfikację produkcji różnych substancji za pomocą komórek fototropowych.

Proces produkcji biomasy z mikroalg wymaga dostarczenia CO₂, odpowiedniej dawki światła oraz doprowadzenia innych substancji odżywczych wspomagających hodowlę, jednocześnie przy jak najniższych kosztach eksploatacji. W tym celu są budowane na skalę przemysłową urządzenia z fotobioreaktorami, w których pod kontrolą licznych parametrów odbywa się proces namnażania biomasy.

Znany z publikacji US4952511 fotobioreaktor ma postać pionowego zbiornika z umieszczonymi wewnątrz pionowymi rurami wykonanymi z materiału przezroczystego. Rury od góry zaopatrzone są w lampy oświetlające a od dołu w lustra odbłaskowe. Fotobioreaktor posiada pompę mieszającą, system utrzymania stałej temperatury oraz króciec doprowadzenia CO₂.

Zgłoszenie US20110111490 przedstawia fotobioreaktor, który jako źródło światła może stosować światło słoneczne, przy czym dla uzyskania najkorzystniejszych dla hodowli długości fal świetlnych stosuje się opisane w zgłoszeniu przesuwniki długości fal.

Z polskiego opisu patentowego PL191853 znany jest fotobioreaktor, w którego objętości realizowane jest silne mieszanie wraz z dużą burzliwością, co powoduje równomierne rozprowadzanie światła, wymianę gazów i

wyrównywanie temperatury. Ponadto w fotobioreaktorze mogą znajdować się przesuwniki długości fal.

Znana jest również z japońskiego zgłoszenia patentowego JP2002315569 metoda hodowli alg wykorzystująca jako źródło światła diody LED emitujących światło monochromatyczne o zakresach długości fal 630÷690 nm i/lub 400÷460 nm, co pozwala na produkcję niezależną od naturalnych źródeł światła.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego urządzenia do przemysłowej hodowli biomasy z mikroalg, by proces hodowlany odbywał się w sposób ciągły i hermetyczny i był niezależny od zewnętrznych czynników atmosferycznych.

Istota urządzenia do hodowli mikroorganizmów fototropowych, zwłaszcza mikroalg, według wynalazku, polega na tym, że zawiera ono połączone ze sobą: zbiornik magazynowy wody technologicznej, zbiornik przejściowy, wymiennik w sekcji pasteryzacji, sekcji rekuperacji i sekcji chłodzenia, agregat wody lodowej, zbiornik wody grzewczej, fotobioreaktor, zbiornik rozmnażania i podgrzewania czystych kultur, zbiornik podgrzewania przygotowanej pożywki, zbiornik gazu CO₂, pompę mieszającą, wirówkę oraz zbiornik biomasy, tworząc funkcjonalną instalację i charakteryzuje się tym, że fotobioreaktor w swym przestrzennym, zamkniętym zbiorniku posiada umieszczony wewnątrz co najmniej jeden element świetlny utworzony z cylindrycznej, przezroczystej rury o pierścieniowym, kołowym przekroju poprzecznym i umieszczoną wewnątrz tej rury kolumnę z osadzonymi na jej ścianach diodami świetlnymi LED. Rura jest zamknięta od dołu dnem a jej górne krawędzie wychodzą ponad zamykającą zbiornik fotobioreaktora pokrywę. Kolumna utworzona jest z przelotowej rury, której górny wylot jest wyprofilowany i zawiera wentylator natomiast po zewnętrznej stronie przezroczystej rury i równoległe do jej pionowej osi znajdują się co najmniej dwa pionowe kolektory zasilane za pomocą pompy mieszającej, w których są osadzone dysze hydrauliczne z wylotami skierowanymi na zewnętrzną powierzchnię rury. Strumienie roztworu wypływające pod ciśnieniem z dysz

umieszczonych na kolektorach zmywają i ograniczają osadzanie się mikroorganizmów na zewnętrznych ściankach rury.

Korzystnie w urządzeniu zastosowane są diody świetlne LED emitujące fale świetlne o długościach fal 450 - 470 nm – światło niebieskie, 650 – 670 nm – światło pomarańczowe oraz 700 – 740 nm – światło czerwone. Zastosowanie fal świetlnych o wskazanych zakresach długości intensyfikuje fotosyntezę oraz absorpcję chlorofilu.

Korzystnie wewnętrzna strona ścian zbiornika fotobioreaktora zawiera powierzchnię odblaskową dla światła emitowanego, co zwiększa efektywność naświetlania.

Korzystnie ściany zbiornika fotobioreaktora stanowią płaszczyznę z zewnętrzną warstwą izolacyjną dla umożliwienia utrzymania stałej, optymalnej temperatury hodowli.

Korzystnie, w celu ograniczenia zjawiska osadzania się mikroorganizmów na wewnętrznych ściankach zbiornika fotobioreaktora oraz w celu ujednorodnienia stopnia oświetlenia hodowli, w jego ścianie bocznej, osadzone są dysze mieszające stanowiące wyloty z przewodów podłączonych do króćca tłoczego pompy mieszającej. Dysze mieszające zapewniają ciągłe burzliwe mieszanie roztworu hodowlanego.

W zbiorniku fotobioreaktora korzystnie umieszczony jest czujnik zmętnienia, który bada stopień namnożenia mikroalg. Przy ich odpowiednim stężeniu, za pomocą automatycznego sterowania następuje odpompowywanie części roztworu hodowlanego i uzupełnienie fotobioreaktora wodą technologiczną. Zastosowanie czujnika zmętnienia pozwala na utrzymanie sprawności procesu na efektywnym poziomie, który znacząco obniżyłby się ze względu na zacienienie światła wywołane ciągłym namnażaniem się mikroorganizmów.

Urządzenie według wynalazku pozwala w skali przemysłowej wykorzystać wytwarzane przez przemysł nadmierne ilości CO₂ i w efektywny sposób uzyskać

znaczną ilość biomasy. Zastosowany w zbiorniku fotobioreaktora element świetlny utworzony z cylindrycznej przezroczystej rury wystającej ponad pokrywę i umieszczonej wewnątrz tej rury kolumny wyposażonej w wentylator, umożliwia wentylację dużej ilości diod świetlnych LED osadzonych na jej ścianach. Zastosowanie oszczędnych diod świetlnych LED emitujących fale świetlne o różnych długościach pozwala na znaczne obniżenie kosztów jednostkowych wyprodukowanej biomasy. Wyposażenie elementu świetlnego w hydrauliczne dysze ciśnieniowe, z których wypływające pod ciśnieniem strumienie czyszczą jego zewnętrzną powierzchnię, zapobiega osadzaniu się mikroalg na tej powierzchni, dzięki czemu światło z diod LED dobrze przenika przez ścianę przezroczystej rury. Ponadto, wyposażenie wewnętrznej powierzchni ścian zbiornika w powierzchnię odblaskową, powoduje, że promienie świetlne odbijając się od tej powierzchni w pełni wnikają w roztwór w zbiorniku.

Podobnie, korzystnie dla prowadzonego w fotobioreaktorze procesu jest zastosowanie w zbiorniku płaszcza grzewczego i dysz mieszających, co umożliwia utrzymanie właściwej temperatury i jednorodności składu w całej objętości.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym:

Fig.1 przedstawia schematycznie urządzenie do hodowli mikroorganizmów fototropowych,

Fig.2 przedstawia schematycznie fotobioreaktor w przekroju wzdłużnym a

Fig.3 przedstawia przekrój poprzeczny przez zbiornik fotobioreaktora.

W przykładowym wykonaniu, przedstawionym niżej, wzajemne połączenie elementów tworzących funkcjonalną instalację urządzenia zawiera równocześnie objaśnienie etapów prowadzonego procesu i funkcji jaką te elementy w tym procesie spełniają.

W urządzeniu według wynalazku woda technologiczna potrzebna do hodowli mikroalg pobierana jest ze zbiornika magazynowego 1 wody technologicznej i zbiornika przejściowego 2 i jest pasteryzowana w sekcji pasteryzacji wymiennika 3, do którego jest doprowadzona para grzewcza zaworem regulacyjnym 4. W sekcji rekuperacji wymiennika 3 odzyskuje się część ciepła podczas częściowego chłodzenia wody technologicznej a następnie w sekcji chłodzenia wymiennika 3 woda technologiczna jest schładzana do temperatury optymalnej dla hodowli. Do ostatecznego schłodzenia wody technologicznej stosuje się wodę lodową z agregatu 5. Woda grzewcza ze zbiornika 6 jest podgrzana w sekcji rekuperacji wymiennika 3 do temperatury optymalnej dla prowadzenia hodowli i jest kierowana do fotobioreaktora 7 w celu przeponowego podgrzewania hodowli oraz do podgrzania zawartości zbiornika 8 rozmnażania czystych kultur a także do zbiornika 9 podgrzewania przygotowanej pożywki. Po napełnieniu fotobioreaktora 7 wodą technologiczną, do przestrzeni reakcyjnej 18 dozuje się zaszczep mikroalg, pozostałe substancje odżywcze oraz gaz CO₂ ze zbiornika 10 gazu zmagazynowanego jako produkt uboczny w procesie produkcji przemysłowej.

Roztwór hodowlany fotobioreaktora 7 naświetla się oraz poddaje burzliwemu mieszaniu za pomocą pompy mieszającej 11, przy stałej temperaturze. Wskutek sygnału od czujnika zmętnienia 47, w który wyposażony jest fotobioreaktor 7, następuje automatyczne odpompowanie części objętości roztworu hodowlanego do wirówki 12. Odwirowana biomasa jest gromadzona w zbiorniku magazynowym 13 i w zależności od sposobu dalszego wykorzystania jest przekazywana do fermentacji lub suszenia. Odciek jest kierowany do zbiornika przejściowego 2 i poprzez sekcję pasteryzacji wymiennika 3 zawracany do fotobioreaktora.

Fotobioreaktor 7 urządzenia jest zbudowany z pionowego zbiornika 14 fotobioreaktora z płaszczem grzewczym 15 i zewnętrzną warstwą termoizolacyjną 16. Zbiornik 14 fotobioreaktora posiada rozłączną, hermetyczną pokrywę 17.

W przestrzeni reakcyjnej 18 umieszczony jest element świetlny 19 utworzony z cylindrycznej, szklanej rury 20 o kołowym przekroju poprzecznym i umieszczonej wewnątrz tej rury 20 kolumny 22 z osadzonymi na jej ścianach diodami świetlnymi 25 LED. Diody świetlne 25 LED rozstawione są względem siebie na kolumnie 22 w poziomie i w pionie w taki sposób, że linie 48 wyznaczające stożek świetlny dwóch sąsiednich diod przecinają się wewnątrz rury 20. Zastosowane diody świetlne 25 LED emitują fale świetlne o długościach fal 450 - 470 nm – światło niebieskie, 650 – 670 nm – światło pomarańczowe oraz 700 – 740 nm – światło czerwone. Rura 20 jest zamknięta od dołu dnem 21 a jej górne krawędzie wychodzą ponad zamykającą zbiornik 14 fotobioreaktora pokrywą 17. Kolumna 22 utworzona jest z przelotowej metalowej rury o przekroju poprzecznym w kształcie wielokąta równobocznego, której górny wylot 23 jest wyprofilowany i zawiera wentylator 24. Wokół przezroczystej rury 20 w dwóch naprzeciwległych, pionowych kolektorach 26 znajdują się hydrauliczne dysze ciśnieniowe 27, z których wypływające pod ciśnieniem strumienie czyszczą zewnętrzną powierzchnię tej rury 20. Kolektory 26, w których są osadzone hydrauliczne dysze 27 są zasilane za pomocą pompy mieszającej 11 cieczą technologiczną pod ciśnieniem regulowanym zaworem 28 i kontrolowanym za pomocą manometru 29.

Wewnętrzna strona ścian zbiornika 14 fotobioreaktora stanowi powierzchnię odbłaskową 30 dla światła emitowanego.

W ścianie bocznej zbiornika 14 fotobioreaktora osadzone są dysze 31 mieszające stanowiące wyloty z przewodów podłączonych do króćca tłoczego pompy mieszającej 11, połączonej ze zbiornikiem 14 fotobioreaktora poprzez króciec ssący 32. Ponadto króciec tłoczny pompy jest zaopatrzony w zawór 33 dozowania CO₂ oraz zawór 34 podawania roztworu hodowlanego do odwirowania. Ponadto w ścianie bocznej zbiornika 14 fotobioreaktora znajduje się czujnik 35 poziomu wody zabezpieczający przed przelaniem oraz poniżej pokrywy 17 znajduje się króciec 36 doprowadzenia wody technologicznej, oraz

króciec 37 zawracający spasteryzowany odciek po operacji wirowania, oraz króciec 38 doprowadzenia zaszczepu mikroorganizmów, oraz króciec 39 doprowadzenia pożywki. W bocznej ścianie zbiornika 14 i poniżej lustra roztworu hodowlanego znajduje się czujnik temperatury 40. Ponadto płaszcz grzewczy 15 posiada króciec 41 dopływu oraz króciec 42 odpływu czynnika grzewczego. W dolnej części ściany bocznej zbiornika 14 fotobioreaktora znajduje się zawór probierczy 43 do pobierania próbek. Natomiast pokrywa 17 wyposażona jest dodatkowo w czujnik pH 44, sterylny zawór wentylacyjny 45 i czujnik tlenu 46 oraz czujnik zmętnienia 47.

PEŁNOMOCNIK
RZECZNIK PATENTOWY
Magdalena Tarała