



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

A01G 33/00 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022124494, 14.09.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.09.2022

Дата регистрации:  
16.03.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.09.2022

(45) Опубликовано: 16.03.2023 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2,  
директору Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Федеральный  
исследовательский центр "Институт биологии  
южных морей имени А.О. Ковалевского РАН",  
д.г.н. Р.В. Горбунову

(72) Автор(ы):

Гулин Алексей Сергеевич (RU),  
Тренкеншу Рудольф Павлович (RU),  
Чекушкин Анатолий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Федеральный  
исследовательский центр "Институт  
биологии южных морей имени А.О.  
Ковалевского РАН" (ФИЦ ИнБЮМ)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 132310 U1, 20.09.2013. RU 198017  
U1, 15.06.2020. RU 2315805 C2, 27.01.2008. US  
3768200 A1, 30.10.1973.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

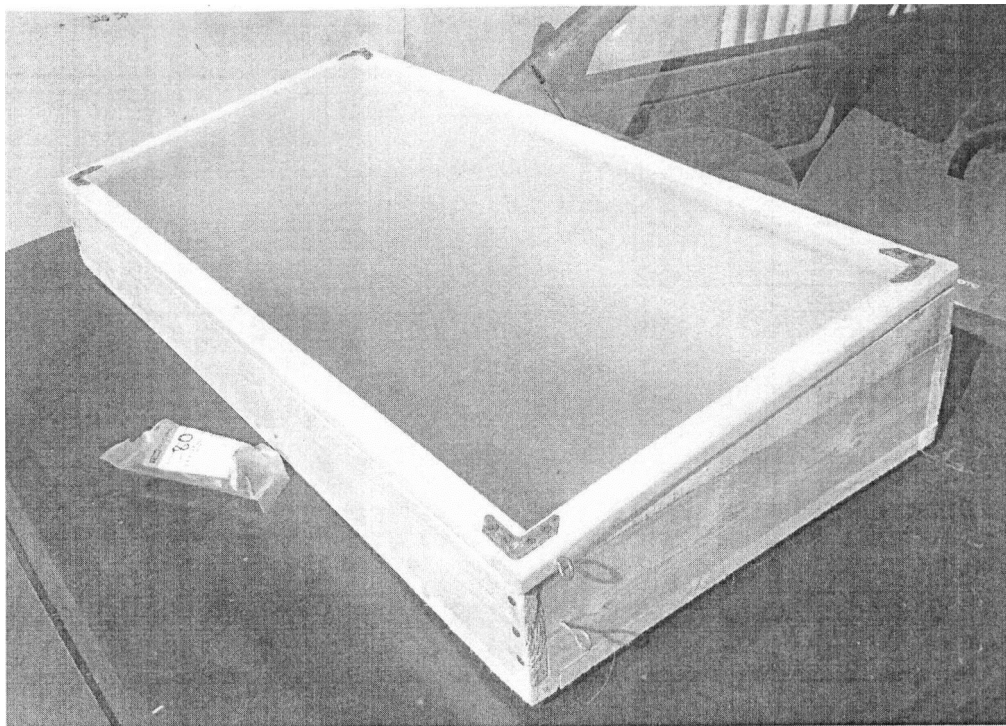
(57) Реферат:

Полезная модель для культивирования микроводорослей в естественных условиях относится к биотехнологии микроводорослей и предназначена для выделения новых перспективных видов микроводорослей, обладающих высокой скоростью роста, для получения биологически ценных веществ, а также относится к оборудованию для культивирования микроводорослей и может быть использована в биотехнологии и в исследовательской практике для изучения новых перспективных видов микроводорослей, обладающих высокой скоростью роста, для получения биологически ценных веществ. Задачей полезной модели является разработка конструкции, эффективной в работе и удобной для использования. Поставленная задача достигается тем, что в устройстве, состоящем из корпуса с фильтрующей сеткой внутри корпуса, корпус, имеющий форму

параллелепипеда, выполняют из дерева и дополняют съемной крышкой из прозрачного материала, например, полиэтилена. Полезная модель представляет собой гибридную конструкцию открытого пруда и закрытого фотобиореактора, совмещающего в себе преимущества указанных систем. Использование дерева в конструкции позволяет обеспечить поддержание положительной плавучести конструкции, без применения дополнительной поплавковой системы, а также существенно снизить производственные затраты. В нижней части устройства установлена сетка из мельничного газа с ячейками, имеющими размер 0,1-100,0 мкр, выбираемым в зависимости от вида культивируемых водорослей. Сетка обеспечивает беспрепятственное попадание воды из водоема внутрь культиватора. А благодаря тому, что размер ее ячейки меньше размеров клетки

микроводорослей, она удерживает микроводоросли внутри устройства. Для защиты технологического объема контейнера от попадания брызг и мусора, с водной поверхности, по периметру устройства закреплен каркас с защитным тентом. В качестве тента используется прозрачный полиэтилен, характеризующийся высокой светопропускающей способностью. В результате осуществления заявленной полезной

модели получаем Устройство для культивирования микроводорослей в естественных условиях, применение которого обеспечивает выращивание в открытом водоеме микроводорослей в естественных условиях, с возможностью выделения новых перспективных видов микроводорослей, обладающих высокой скоростью роста при минимальных затратах. 2 ил.



Общий вид заявляемого устройства

Фиг. 1

RU 217112 U1

RU 217112 U1

Предлагаемая полезная модель относится к биотехнологии микроводорослей и предназначена для выделения новых перспективных видов микроводорослей, обладающих высокой скоростью роста, для получения биологически ценных веществ.

Полезная модель относится к оборудованию для культивирования микроводорослей и может быть использована в биотехнологии и в исследовательской практике для изучения новых перспективных видов микроводорослей, обладающих высокой скоростью роста, для получения биологически ценных веществ.

Микроводоросли обладают большим потенциалом для эффективного производства больших объемов биомассы при изготовлении продуктов питания, кормов, топлива и химикатов, а также для очистки сточных вод [1, 2]. Однако широкое применение этих технологий для массовых товаров требует значительного снижения затрат на производство биомассы микроводорослей.

Производство биомассы микроводорослей заключается в синтезе ими белков, углеводов, липидов, витаминов и других соединений из углекислого газа, соды, воды и минеральных солей, находящихся в питательной среде, с помощью энергии света [3].

Одной из широко распространенных технологий культивирования биомассы водорослей являются фотобиореакторы. В этих закрытых системах существует возможность достижения высокой производительности по биомассе, а также создания стерильных условий для выращивания монокультуры водорослей.

Проблемы фототрофного культивирования полностью отличаются от проблем гетеротрофных процессов, потому что эффективность фототрофного культивирования ограничена плотностью энергии поступающего солнечного света и поступлением неорганического углерода.

Таким образом, разработка технологий культивирования микроводорослей с низкими производственными и эксплуатационными затратами является ключом к решению этой проблемы, а плавучие фотобиореакторы являются многообещающим решением. Плавающие фотобиореакторы размещаются на поверхности воды без каких-либо требований к почве, а энергия волн обеспечивает бесплатную энергию перемешивания. Кроме того, окружающая вода может использоваться для контроля температуры культуры и снабжения питательными веществами для роста микроводорослей.

При производстве биомассы микроводорослей процесс культивирования составляет наиболее значительную часть производственных затрат [4]. Другие производственные затраты связаны со сбором биомассы, ее обезвоживанием, сушкой и последующей переработкой.

В процессе культивирования микроводорослей обычно используют две системы культивирования: открытые пруды и закрытые фотобиореакторы (ЗБР). В настоящее время открытые пруды широко используются для производства биомассы микроводорослей из-за низких производственных и эксплуатационных затрат, но эта система также имеет недостатки, связанные с большим использованием воды и земли, а также низкой плотностью клеток [5].

Основным недостатком является низкая продуктивность ( $<10,0 \text{ г/м}^2$  в день). Например, спирулина имеет самый большой объем производства среди коммерческих видов микроводорослей, но ее продуктивность в открытых водоемах колеблется от 8,73 до 14,2 т/га год. Таким образом, открытые пруды не позволяют реализовать преимущества высокой продуктивности микроводорослей.

Закрытые биореакторы (ЗБР) обычно имеют гораздо более высокую производительность ( $>20,0 \text{ г/м}^2$  день) и плотность клеток ( $>2 \text{ г/л}$ ), чем открытые пруды, но затраты на изготовление, эксплуатацию и техническое обслуживание ЗБР слишком

высоки [6].

Плавающие фотобиореакторы (ФБР) обладают большим потенциалом при производстве биомассы микроводорослей при гораздо меньших затратах, чем традиционные системы культивирования, поскольку имеют низкие затраты на изготовление, эксплуатацию и техническое обслуживание. Энергия волн позволяет обеспечить равномерное поступление и перемешивание питательных веществ, а температура может регулироваться окружающей водой.

Известен Способ очистки водоема от водорослей и устройство для его осуществления (Пат. 2068053, РФ, МПК6 E02B 15/00, C1, 20/10, 1996).

Устройство предназначено для сбора сине-зеленых водорослей из водоемов с последующей их утилизацией. Оно позволяет производить забор смеси воды с водорослями в специальную емкость с последующим охлаждением посредством радиатора. После осаждения водорослей из нижней части емкости осуществляется их транспортировка на утилизацию.

Основным недостатком устройства является отсутствие возможности культивирования микроводорослей, так как конструкция позволяет производить только их сбор, а также невозможен сбор диатомовых микроводорослей.

Наиболее близким техническим решением является понтонное устройство для гидропонного выращивания водорослей в открытом водоеме (Пат. 132310, РФ, МПК A01G 33/00, U1, 20/09, 2013), которое представляет собой понтон с вегетационным контейнером и герметичной поплавковой системой. Контейнер выполнен из упругого материала, внутри него размещена съемная фильтрующая сетка с ячейками, имеющими размер 0,1-100,0 мкм. Также предусмотрена возможность подачи воды, сжатого воздуха и углекислого газа. Устройство снабжено, по меньшей мере, одним приспособлением для перемешивания жидкости в его технологическом объеме, выполненного либо по схеме поплавкового коромыслового механизма, либо в виде вибрационной лопастной мешалки с инерционным грузом, соединенным посредством пружин с каркасом контейнера. Вегетационный объем контейнера изолирован от воды водоема. Для поддержания Ph в питательной среде используется дополнительная подача углекислого газа.

Однако данное устройство имеет некоторые ограничения для использования в промышленных масштабах. Наиболее важными из них являются:

а) значительные материальные затраты на изготовление, связанные со сложностью конструкции, а также затраты на круглосуточный контроль и поддержание оптимальной питательной среды в культиваторе.

б) сложный процесс транспортировки и разгрузки культиватора, связанный с высокой массой устройства из-за сложности конструкции.

Задачей полезной модели Устройство для культивирования микроводорослей в естественных условиях является разработка конструкции, эффективной в работе и удобной для использования.

Техническим результатом изобретения является выращивание в открытом водоеме микроводорослей в естественных условиях, с возможностью выделения новых перспективных видов микроводорослей, обладающих высокой скоростью роста при минимальных затратах.

Поставленная задача и заявленный технический результат достигаются тем, что в устройстве, Устройство для культивирования микроводорослей в естественных условиях, состоящем из корпуса с фильтрующей сеткой внутри корпуса, корпус, имеющий форму параллелепипеда, выполняют из дерева и дополняют съемной крышкой из прозрачного

материала, например, полиэтилена.

Полезная модель поясняется фотографиями. На Фиг. 1 - общий вид заявляемого устройства. Фиг. 2 - выращенные диатомовые микроводоросли в устройстве для культивирования.

5 Устройство для культивирования микроводорослей в естественных условиях, представляет собой гибридную конструкцию открытого пруда и закрытого фотобиореактора, совмещающего в себе преимущества указанных систем. Использование дерева в конструкции позволяет обеспечить поддержание положительной плавучести конструкции, без применения дополнительной поплавковой системы, а  
10 также существенно снизить производственные затраты. В нижней части устройства установлена сетка из мельничного газа с ячейками, имеющими размер 0,1-100,0 мкр, выбираемым в зависимости от вида культивируемых водорослей. Сетка обеспечивает беспрепятственное попадание воды из водоема внутрь культиватора. А благодаря тому, что размер ее ячейки меньше размеров клетки микроводорослей она удерживает  
15 микроводоросли внутри устройства.

Для защиты технологического объема контейнера от попадания брызг и мусора, с водной поверхности, по периметру устройства закреплен каркас с защитным тентом. В качестве тента используется прозрачный полиэтилен, характеризующийся высокой светопропускающей способностью.

20 Одним из наиболее важных факторов, влияющих на рост микроводорослей, является перемешивание жидкости в технологическом объеме [7]. Данный процесс выполняет следующие очень важные функции в культивировании микроводорослей:

- Равномерное распределение клеток микроводорослей в культиваторе;
- усиление газообмена;
- 25 - постоянное поступление питательных веществ из воды водоема;
- охлаждение и поддержание постоянного температурного режима в культиваторе;
- быстрое перемещение клеток водорослей между темными и светлыми зонами на пути света, что может значительно увеличить продуктивность биомассы.

30 Продуктивность роста микроводорослей можно повысить за счет увеличения интенсивности перемешивания, если это не вызывает связанного с этим повреждения клеток водорослей.

В предлагаемой полезной модели, для снижения стоимости изготовления и эксплуатации, а также в целях отказа от использования электрического оборудования в процессе культивирования, в качестве системы перемешивания используется энергия  
35 волн.

Для работы устройства его устанавливают на поверхность водоема в прибрежной зоне морской акватории.

В культиватор помещают культуру выращиваемых микроводорослей. Крышка защитного тента закрывается и фиксируется посредством пластиковых стяжек. Под  
40 действием силы тяжести устройство погружается в воду, до рабочего уровня, после чего глубина слоя жидкости над дном достигает 80-90 мм.

По завершении цикла выращивания микроводорослей, устройство транспортируется на берег, для последующей разгрузки. При извлечении устройства из воды, жидкость выливается через сетку, а биомасса водорослей остается в корпусе культиватора. После  
45 открытия крышки с защитным тентом, биомасса извлекается и отправляется на дальнейшую переработку.

Перед повторным использованием производится очистка и дефектовка устройства. Разработанное Устройство для культивирования микроводорослей в естественных

условиях, имеет большие преимущества по сравнению с закрытыми фотобиореакторами и открытыми прудами, включая низкие производственные затраты, низкие эксплуатационные расходы и отсутствие требований к земле.

Применение в устройстве не герметичного дна из мельничного газа позволяет эксплуатировать фотобиореактор без дополнительных систем аэрации или перемешивания, а использование для этих целей энергии волн, значительно снижает эксплуатационные расходы и расходы на техническое обслуживание.

Выращивание микроводорослей в акватории моря - многообещающее решение для недорогостоящего и эффективного производства биомассы.

Пример эксплуатации полезной модели Устройство для культивирования микроводорослей в естественных условиях.

Культиватор эффективной площадью 0,5 м<sup>2</sup>, с размером ячейки сетки 0,26 мм, был установлен на поверхность водоема в прибрежной зоне Черного моря. После заполнения морской водой, в культиватор была помещена культура диатомовых микроводорослей. Для проведения эксперимента использовались культуры *Striatella unipunctata*, *Licmophora abbreviata*, *Cylindrotheca closterium*.

Цикл выращивания микроводорослей продолжался 30 суток в осенний период. В процессе эксперимента проводили ежедневный контроль температуры морской воды и измерение уровня освещенности.

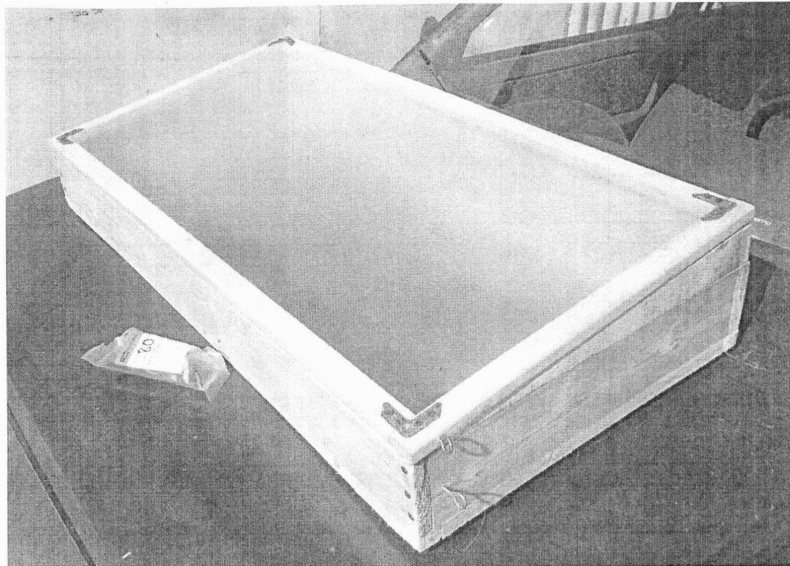
После завершения цикла выращивания и извлечения устройства из воды, было получено 510 г сырой биомассы диатомовых микроводорослей. После высушивания было получено 42 г сухой биомассы.

Источники информации, принятые во внимание

1. Курс низших растений. - М.: Высшая школа, 1981. - 520 с.
2. Одноклеточные водоросли как возобновляемый биологический ресурс: обзор / Г.С. Минюк, И.В. Дробецкая, И.Н. Чубчикова, Н.В. Терентьева // МЭЖ. -2008. -№2. - С. 5-23.
3. Водоросли: Справочник. - Киев, 1989. - С. 608.
4. Kim J. Methods of downstream processing for the production of biodiesel from microalgae // Biotechnology Advances. - 2013. - Vol. 31, - P. 862-876.
5. Kumar K. Recent trends in the mass cultivation of algae in raceway ponds / S.K. Mishra, A. Shrivastav, M.S. Park, J-W. Yang // Renewable Sustainable Energy Reviews. -2015. -Vol. 51, - P. 875-885.
6. Acien F.G. Production cost of a real microalgae production plant and strategies to reduce it / J.M. Fernandez, J.J. Magan, E. Molina // Biotechnology Advances - 2012. - Vol. 30, - P. 1344-1353.
7. Лелеков А.С. Простейшие модели роста микроводорослей. 4. Экспоненциальная и линейная фазы роста / А.С. Лелеков, Р.П. Тренкеншу // Экология моря. - 2007. - №74. - С. 47 - 49.

#### (57) Формула полезной модели

Устройство для культивирования микроводорослей в естественных условиях, состоящее из корпуса с фильтрующей сеткой внутри корпуса в его нижней части, имеющей ячейки размером 0,1-100,0 мкр, отличающееся тем, что корпус, имеющий форму параллелепипеда, выполнен из дерева и дополнен съемной крышкой из полиэтилена, при этом сетка выполнена из мельничного газа.



Фиг. 1 - Общий вид заявляемого устройства



Фиг. 2 - Выращенные диатомовые микроводоросли в устройстве для культивирования