



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C12N 1/12 (2020.02); C12M 1/00 (2020.02); C12M 3/02 (2020.02); A01G 33/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019130022, 17.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.10.2019

Дата регистрации:
08.04.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.10.2019

(45) Опубликовано: 08.04.2020 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

170005, Тверская обл., г. Тверь, ул. Е.
Фарафоновой, 42, корп. а, кв. 27, Калиниченко
Е.А.

(72) Автор(ы):

Грабарник Владимир Ефимович (RU),
Карелин Николай Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Грабарник Владимир Ефимович (RU),
Карелин Николай Викторович (RU)

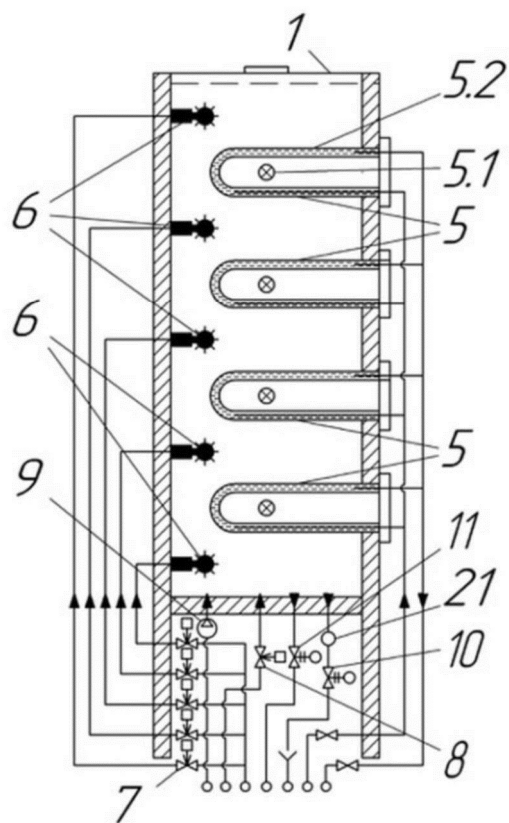
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2540011 C1, 27.01.2015. RU
2662974 C2, 31.07.2018. RU 2571939 C1,
27.12.2015. RU 2176667 C1, 10.12.2001. WO
2010053394 A1, 14.05.2010.

(54) Способ выращивания биомассы микроводорослей и установка для его осуществления

(57) Реферат:

Изобретения относятся к биотехнологии, а именно к технологии и аппаратурному оформлению процесса выращивания и получения биомассы микроводорослей, преимущественно планктонных. Сущность группы изобретений заключается в том, что выращивание биомассы микроводорослей осуществляют в одиночной камере биореактора, выполненной в виде вертикально ориентированного параллелепипеда, освещение культуральной смеси осуществляют источниками искусственного света, установленными на внутренней стороне одной из широких стенок камеры биореактора горизонтально ориентированными рядами по высоте камеры биореактора, а моющие головки

установлены на внутренней стороне противоположной стенки камеры биореактора таким образом, что вокруг каждого источника искусственного света симметрично размещены 4 моющие головки. Освещение культуральной смеси осуществляют циклично, при этом в начале каждого светового цикла в культуральную смесь, значение pH которой на протяжении всех циклов поддерживают в диапазоне 8,5-9,5 посредством добавления в культуральную смесь в начале каждого светового цикла раствора с молочнокислыми бактериями, значение pH которого выбирают в диапазоне 4,0-5,0, в количестве 1-3 мл на 1 л культуральной смеси. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 3 ил., 1 пр.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C12N 1/12 (2006.01)*C12M 1/00* (2006.01)*C12M 3/02* (2006.01)*A01G 33/00* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C12N 1/12 (2020.02); C12M 1/00 (2020.02); C12M 3/02 (2020.02); A01G 33/00 (2020.02)(21)(22) Application: **2019130022, 17.10.2019**(24) Effective date for property rights:
17.10.2019Registration date:
08.04.2020

Priority:

(22) Date of filing: **17.10.2019**(45) Date of publication: **08.04.2020** Bull. № 10

Mail address:

**170005, Tverskaya obl., g. Tver, ul. E. Farafonovoj,
42, korp. a, kv. 27, Kalinichenko E.A.**

(72) Inventor(s):

**Grabarnik Vladimir Efimovich (RU),
Karelin Nikolai Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Grabarnik Vladimir Efimovich (RU),
Karelin Nikolai Viktorovich (RU)**(54) **METHOD OF GROWING MICROALGAE BIOMASS AND APPARATUS FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: biotechnology.

SUBSTANCE: inventions relate to biotechnology, namely to technology and instrumentation of the process of growing and obtaining biomass of microalgae, mainly plankton. Substance of the group of inventions consists in the fact that microalgae biomass growth is carried out in a single chamber of a bioreactor made in form of a vertically oriented parallelepiped, illumination of cultural mixture is carried out with artificial light sources installed on inner side of one of wide walls of bioreactor chamber by horizontally oriented rows by height of bioreactor chamber, and detergent heads are installed on inner side of opposite wall of bioreactor

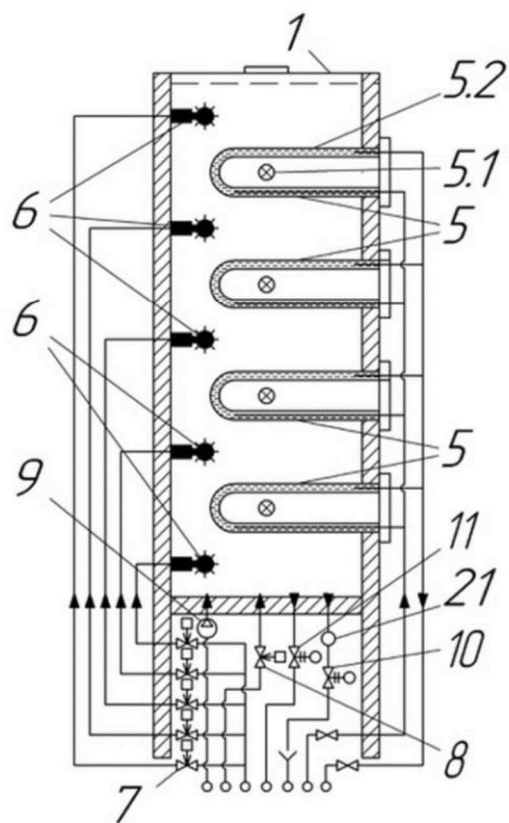
chamber so that around each source of artificial light are symmetrically arranged 4 washing heads. Cultural mixture is illuminated cyclically, at the beginning of each light cycle into cultural mixture, which pH value throughout all cycles is maintained in range of 8.5–9.5 by adding to the cultural mixture at the beginning of each light cycle a solution with lactic acid bacteria, the pH value of which is selected in range of 4.0–5.0, in amount 1–3 ml per 1 l of cultural mixture.

EFFECT: disclosed is a method of growing microalgae biomass.

6 cl, 3 dwg, 1 ex

RU
2 718 515
C1

RU
2 718 515
C1



Фиг. 2

Область техники

Группа изобретений относится к биотехнологии, а именно к технологии и аппаратурному оформлению процесса культивирования биомассы микроводорослей, преимущественно планктонных, например, хлореллы, и может быть использовано на

Уровень техники

Биотехнология микроводорослей возникла из исследований, связанных с тремя разными областями: космосом, подводными лодками и бомбоубежищами. Эти исследования были нацелены на разработку систем жизнеобеспечения закрытого типа.

Такие системы могут применяться в условиях, где нет выхода углекислоте, которая образовалась вследствие жизнедеятельности человека, а также там, где требуются источники пищи в виде белка, углеводов и липидов. В биотехнологиях микроводорослей используется фундаментальное свойство растений - способность фотосинтезирующих клеток фиксировать CO_2 из атмосферы и преобразовывать его в разнообразные

вещества (биомассу) с выделением в атмосферу кислорода. Поскольку микроводоросли содержат полный набор микро- и макроэлементов, включая все незаменимые аминокислоты, витамины B_1 , B_2 , B_6 , и B_{12} , магний, железо, цинк, полезные жиры и витамин А (бета-каротин), их использование позволяет поддерживать жизнедеятельность живых существ на молекулярном уровне.

Известен способ получения биомассы микроводорослей, в частности, суспензии хлореллы, в котором осуществляют розлив питательной среды и исходной культуры штаммов хлореллы в биореактор в виде емкости из прозрачного материала, освещение культуральной жидкости при помощи источника искусственного света при поддержании необходимой температуры культуральной жидкости в биореакторе, отведение биомассы хлореллы в качестве целевого продукта (патент на изобретение RU 2176667, МПК C12N 1/12, C12M 3/00, опубл. 10.12.2001).

Описанный способ реализуют в установке, представляющей собой емкости, выполненные из прозрачного материала, которые освещают источником искусственного света. Емкости размещены на расстоянии друг от друга на поддоне каркаса вокруг источника света, причем источник света установлен на каркасе с возможностью вертикального перемещения к поддону.

В первый день выращивания хлореллы источник света помещен в крайнее верхнее положение, на второй день его опускают на расстояние $2/3$ от поддона и на третий день на $1/3$ от поддона, причем в таком же положении источник света остается до окончания процесса выращивания, что позволяет обеспечить в течение всего процесса оптимальную освещенность и температуру суспензии. Длительность ежесуточного освещения в процессе культивирования микроводорослей составляет от 20 до 22 часов.

Основными недостаткам известного способа, реализуемого в известном устройстве, являются низкая производительность и невысокое качество готового продукта, что не позволяет использовать эти способ и устройство в пищевой промышленности.

Известен способ непрерывного получения планктонных водорослей, преимущественно пищевой хлореллы, включающий подготовку минеральной питательной среды, добавление исходной культуры штамма микроводорослей, розлив полученной культуральной смеси в биореакторы, выполненные в виде камер из светопропускающего материала, освещение культуральной смеси при помощи вертикально установленных источников искусственного света, отвод полученной суспензии в емкость для сбора, отвод полученной осажденной биомассы в качестве целевого продукта (патент на изобретение RU 2571939, МПК C12M 1/00, C12M 3/02,

C12N 1/12, 3/02, A01G 33/00, опубл. 27.12.2015). Известный способ может быть осуществлен в установке, содержащей расположенные на каркасе две камеры для суспензии, светильники, емкости для приготовления питательного раствора и для сбора и хранения готовой суспензии, соединенные с камерами трубопроводами. Обе камеры для суспензии микроводорослей установлены на каркасе с возможностью изменения расстояния между ними и соединены между собой в нижней части вертикальных стенок трубопроводом для уравнивания объема суспензии в обеих камерах. Каждая камера для суспензии имеет два сливных отверстия, одно из них выполнено в нижней части боковой стенки для слива готовой суспензии хлореллы и ее отвода по трубопроводу в емкость для сбора и хранения суспензии, а второе отверстие выполнено в нижней плоскости. Одна из камер для суспензии выполнена с возможностью выращивания маточной культуры и обеспечением единого биотехнологического процесса. Светильники в каждой камере расположены эксцентрично по отношению к продольной оси ее. Светильник, размещенный между камерами, закреплен на отдельной раме независимо от каркаса и камер с возможностью свободного перемещения и съема при переходе на солнечное освещение. Емкость для питательного раствора размещена по уровню выше камер и имеет выполненные в вертикальной боковой стенке два отверстия, первое из которых расположено на уровне 0,5 объема, а второе - в придонном слое с возможностью присоединения к ним трубопроводов для слива питательного раствора в аквариумы.

К недостаткам известного способа непрерывного получения планктонных микроводорослей и установки для его осуществления также можно отнести невысокое качество готового продукта и низкую удельную производительность, что не позволяет использовать известные способ и устройство в пищевой промышленности.

Известен способ получения биомассы микроводорослей, в частности, суспензии пищевой хлореллы, включающий выращивание хлореллы в автоматическом биореакторе из прозрачного материала при освещении культуральной смеси при помощи источников искусственного света в течение 4-х световых циклов, каждый из которых включает 10 часов освещения и последующие 2 часа отсутствия освещения, в период освещения температуру культуральной смеси поддерживают в диапазоне 26-30°C, а в период отсутствия освещения - в диапазоне 24-26°C, отвод полученной суспензии в емкость для естественного осаждения в течение 30 суток (патент на изобретение RU 2662974, МПК C12N 1/12, C12M 3/00, C12M 1/00, 3/02, C12R 1/89, опубл. 31.07.2018).

Несмотря на то, что реализация известного способа позволяет повысить качество готового продукта по сравнению с вышеописанными способами, известными из предшествующего уровня техники, на практике не удается достичь таких показателей удельной производительности, которые могли бы обеспечить эффективное использования этого способа в пищевой промышленности.

Наиболее близким аналогом к заявляемой группе изобретений является изобретение, раскрытое в патенте RU 2540011 (МПК C12M 1/00, C12M 3/02, A01G 33/00, опубл. 27.01.2015).

Из указанного патента известна установка для выращивания хлореллы, содержащая систему биореакторов хлореллы, выполненных в виде снабженных средствами перемешивания горизонтально ориентированных камер из прозрачного материала, связанных линией отвода готовой суспензии с емкостью готовой суспензии, биореактор раствора углекислого газа, связанный на выходе с биореакторами хлореллы, станцию подготовки питательного раствора, связанную на выходе с биореакторами хлореллы и биореактором раствора углекислого газа, насосы и запорно-регулирующие устройства.

Светильники, выполненные в виде электроламп, снабжены системой охлаждения и установлены внутри корпусов биореакторов хлореллы. Также внутри корпусов биореакторов хлореллы размещены стационарные моющие головки, связанные на входах с системой подготовки моющей жидкости. Устройства, обеспечивающие процессы

5 перемешивания, регулирования, мойки и дренажа, размещены и подключены под биореакторами хлореллы, при этом биореакторы снабжены линиями отвода моющей жидкости в дренаж и связаны на входе с емкостью готовой суспензии.

Способ выращивания микроводорослей реализуется следующим образом. Предварительно производится очистка воды от нежелательных примесей. Далее

10 очищенная и подогретая вода поступает на станцию подготовки питательного раствора, который используется в процессе культивирования микроводорослей в биореакторах хлореллы, а также в процессе производства углекислого газа в биореакторе молочно-кислых бактерий. Питательный раствор для биореактора молочно-кислых бактерий подается при помощи насоса и регулируется расходомером и контроллером.

15 Питательный раствор для производства суспензии водоросли в биореакторах хлореллы подается по напорной магистрали также при помощи насоса через электромагнитный клапан, управляемый контроллером. Подача маточной культуры водорослей производится из емкости готовой суспензии при помощи насоса через соответствующий электромагнитный клапан. Дозировка подачи раствора углекислого газа производится

20 при помощи насоса подачи раствора углекислого газа из биореактора молочно-кислых бактерий в биореакторы хлореллы через электромагнитный клапан залива раствора молочно-кислых бактерий в биореактор хлореллы и регулируется расходомером и контроллером. Освещение камер биореакторов хлореллы обеспечивается источниками искусственного освещения, установленными вертикально внутри корпусов камер.

25 Время и цикличность освещения регулируется контроллером. При помощи светильников происходит одновременно освещение и поддержание микроклимата в суспензии водоросли. После получения готового продукта опорожнение биореакторов хлореллы производится через кран слива готового продукта при помощи насоса в емкость готовой суспензии, после чего производится мойка камер биореакторов при помощи системы

30 моющих головок. Питание моющих головок осуществляют с помощью насосной станции с системой подготовки моющей жидкости для биореакторов хлореллы, дренаж камер биореакторов производится через шаровой кран.

Известные из патента RU 2540011 установка и способ выращивания хлореллы также обладают рядом недостатков. В частности, реализация группы изобретений по

35 указанному патенту не позволяет обеспечить достижение высоких показателей удельной производительности, обусловленное главным образом тем, что установка занимает значительные производственные площади вследствие выполнения камер биореакторов горизонтально ориентированными, а также длительными перерывами между циклами выращивания хлореллы и неудобством обслуживания.

40 Описанные известные способы получения пищевой хлореллы и установки для реализации обладают определенными преимуществами по сравнению со способами и установками, основанными на использовании поверхностного освещения исходного раствора. Однако все известные способы получения микроводорослей и устройства для их осуществления, в том числе, и наиболее близкие аналоги, обладают

45 существенными недостатками. В первую очередь к ним можно отнести недостаточную эффективность протекания процессов в камере биореактора, значительные занимаемые площади и высокие финансовые затраты на единицу готового продукта, а также ограничение производительности установки, обусловленное необходимостью перерывов

в работе для очистки ламп, используемых в качестве источников света, и неудобством обслуживания.

Раскрытие изобретения

Технической проблемой, решаемой заявляемыми изобретениями группы, является создание такого способа и устройства для осуществления этого способа, которые позволили бы получать суспензию микроводорослей высокого качества при обеспечении высокой удельной производительности.

В заявленной группе изобретений поставленная задача в отличие от технических решений, известных из аналогов, решается путем организации оптимального режима протекания процесса с точки зрения увеличения удельной производительности установки, уменьшения занимаемых производственных площадей и повышения удобства обслуживания. Такой режим при осуществлении заявляемой группы изобретений достигается как в результате создания эффективного процесса культивирования микроводорослей, так и за счет разработки принципиально нового аппаратного оформления установки.

Заявленные технические решения (способ и устройство) направлены на решение поставленной задачи и достижение технического результата, состоящего в повышении качества готового продукта и удельной производительности, а также в снижении материалоемкости.

В части способа заявленный технический результат достигается за счет того, что в способе получения микроводорослей, в частности, суспензии пищевой хлореллы, в котором осуществляют розлив питательной среды, включающей элементы N, P, Fe, Cu, Co, и исходной культуры штаммов хлореллы в биореактор, выполненный в виде емкости из прозрачного материала, освещение культуральной жидкости при помощи источника искусственного света культуральной жидкости при поддержании необходимой температуры жидкости в биореакторе и использовании в качестве углеродного питания углекислого газа, получаемого органическим способом за счет процесса метаболизма молочно-кислых бактерий, отвод биомассы хлореллы в качестве целевого продукта, используют подготовленную минеральную питательную среду следующего состава:

аммиачная селитра (34% раствор)	0,14 мл
аммофос (15% раствор)	0,10 мл
хлорид железа (1% раствор)	0,15 мл
кобальт азотнокислый (0,1% раствор)	0,10 мл
медь сернокислая (0,1% раствор)	0,10 мл
вода питьевая	1000 мл;

- выращивание биомассы осуществляют в одиночной камере, выполненной в виде вертикально ориентированного параллелепипеда,
 - освещение культуральной смеси осуществляют источниками искусственного света, установленными на внутренней стороне одной из широких стенок камеры биореактора горизонтально ориентированными рядами по высоте камеры биореактора,
 - освещение культуральной смеси осуществляют циклично,
 - на протяжении всех циклов выращивания микроводорослей значение pH культуральной смеси поддерживают в диапазоне 8,5-9,5 посредством добавления в культуральную смесь в начале каждого светового цикла раствора с молочно-кислыми бактериями, значение pH которого выбирают в диапазоне 4,0-5,0, в количестве 1-3 мл на 1 л культуральной смеси.

Заявленный технический результат достигается за счет всей совокупности существенных признаков, приведенных в независимом пункте 1 формулы изобретения,

характеризующей объект «способ».

Использование для выращивания микроводорослей минеральной питательной среды заданного состава, содержащей в 1000 мл очищенной питьевой воды 0,14 мл аммиачной селитры (34% раствор), 0,10 мл аммофоса (15% раствор), 0,15 мл хлорида железа (1% раствор), 0,10 мл кобальта азотнокислого (0,1% раствор), 0,10 мл меди сернокислой (0,1% раствор), в сочетании с циклическим освещением культуральной смеси, значение рН которой на протяжении всех циклов выращивания микроводорослей поддерживают в диапазоне 8,5-9,5 посредством добавления в культуральную смесь в начале каждого светового цикла раствора с молочно-кислыми бактериями, значение рН которого выбирают в диапазоне 4,0-5,0, в количестве 1-3 мл на 1 л культуральной смеси, позволяет обеспечить наиболее благоприятные условия для роста микроводорослей и тем самым повысить качественные характеристики готового продукта и удельную производительность.

Указанная совокупность существенных признаков позволяет получать на основе штамма *Chlorella vulgaris* готовый продукт высокого качества, в частности, напиток с живой хлореллой Detox Urban Drink, в состав которого входят только живые клетки хлореллы штамма *Chlorella Vulgaris* GKO, не подвергавшиеся термической обработке, питательный раствор, в котором они росли, состоящий из молочно-кислых бактерий (*Lactobacillus*), метаболитов хлореллы (полезных веществ, которые хлорелла производит по мере роста) и чистой артезианской воды, прошедшей специальную многоступенчатую подготовку.

Согласно проведенным лабораторией «Wessling» исследованиям состава напитка с живой хлореллой Detox Urban Drink, производимого на основе штамма *Chlorella vulgaris* GKO, выявлено наличие 13 жизненно-важных для организма человека витаминов, 12 различных минералов. Аминокислотный состав напитка содержит 18 компонентов, жирно-кислотный состав - 12. Большое количество элементов, содержащихся в напитке, одновременно являются антиоксидантами.

В напитке Detox Urban Drink присутствуют следующие жирные кислоты: арахидоновая (омега-6), линолевая (омега-6), докозагексаеновая (омега-3), альфа-линоленовая (омега-3), линолевая, пальмитиновая, олеиновая (омега-9), пальмитолеиновая, стеариновая, миристиновая, пентадекановая и эруковая.

В составе Detox Urban Drink присутствуют антиоксиданты группы каротиноидов (бета-каротин), полифенолов - лютеин, катехин, эпикатехин, галлат эпигалокатехина, квертицин, витаминов А, Е и С, а также минералов-антиоксидантов - селен, медь, цинк, марганец.

Поддержание в процессе культивирования микроводорослей заявленных значений рН культуральной смеси и раствора с молочно-кислыми бактериями (*Lactobacillus*) обеспечивает жизнеспособность клеток микроводорослей и сохранение их полезных свойств. Нарушение режимов выращивания приводит к вырождению монокультуры водоросли или засорение ее сорными бактериями, что напрямую ведет к потере функциональных свойств готового продукта.

Замкнутый процесс выращивания микроводорослей исключает вероятность попадания в биореакторы загрязнений и патогенов. Однако даже кратковременный сбой параметров в процессе производственного цикла может привести к серьезной проблеме, поскольку каждая клетка хлореллы, делящаяся дважды в течение суток, подвержена естественным мутациям, а ее среда является питательной для целого ряда сорных бактерий.

Заявленный способ по зависимому пункту 2 формулы изобретения может быть

дополнен тем, что освещение культуральной жидкости осуществляют в автоматическом биореакторе в течение четырех последовательных циклов, каждый из которых включает в себя 10 часов освещения, затем 2 часа перерыва в освещении при выключенных источниках искусственного света, причем в период освещения в биореакторе поддерживается температура 26-30°C, а в период отсутствия освещения - 24-26°C. Освещение культуральной смеси в указанном режиме позволяет создать наиболее оптимальные условия для интенсивного роста и размножения клеток микроводорослей. При осуществлении такого режима оптическая плотность раствора культуры микроводорослей достигает значений (1,4-1,8) D440 нм (нормативной оптической плотности). При этом весь процесс осуществляется при соблюдении требований санитарных условий, которые должны обеспечиваться при производстве продуктов питания.

Смещение температурного режима в ту или иную сторону приводит к мутационным процессам клеток микроводорослей и, как следствие, к снижению качества готового продукта и удельной производительности.

Освещение культуральной жидкости в течение четырех последовательных циклов по зависимому пункту 2 формулы изобретения оказывает дополнительное влияние на повышение качества получаемой суспензии микроводорослей и удельной производительности. Такой режим освещения применялся нами ранее (патент RU 2662974). Однако использование такого режима в сочетании с приемами заявленного способа позволяет создать наиболее оптимальные условия для процесса культивирования микроводорослей, что в свою очередь обеспечивает более высокие показатели реализуемого процесса.

Заявленный способ по пункту 3 формулы изобретения может быть дополнен тем, что розлив культуральной смеси в камеру биореактора осуществляют выше уровня любого горизонтального ряда источников света на величину, равную половине их межосевого расстояния по высоте.

Возможность реализации изобретения по зависимому пункту 3 формулы изобретения позволяет варьировать заполняемость камеры биореактора в случае необходимости получения заданных количеств готового продукта. Розлив культуральной смеси в камеру биореактора выше уровня любого горизонтального ряда источников света на величину, равную половине их межосевого расстояния по высоте, позволяет варьировать рабочий объем камеры биореактора для получения готового продукта в требуемом количестве при обеспечении высокой удельной производительности установки и высокого качества продукта.

В части устройства заявленный технический результат достигается за счет того, что в установке для выращивания биомассы микроводорослей, содержащей последовательно размещенные биореакторы, выполненные в виде горизонтальных камер из прозрачного материала, снабженные средствами перемешивания, связанные линией отвода с емкостью готовой биомассы микроводорослей, биореактор раствора молочно-кислых бактерий, связанный на выходе с биореакторами микроводорослей, узел подготовки питательной среды, связанный на выходе с биореакторами микроводорослей и биореактором раствора молочно-кислых бактерий, источники искусственного света в виде электроламп, снабженных системой охлаждения, моющие головки, соединенные с системой подготовки моющей жидкости, насосы и запорно-регулирующие устройства, камера биореактора микроводорослей выполнена в виде вертикально ориентированного параллелепипеда из прозрачного материала, источники искусственного света установлены с внутренней стороны одной из широких стенок камеры перпендикулярно

к ней горизонтально ориентированными рядами по высоте камеры, моющие головки установлены на внутренней стороне противоположной стенки камеры биореактора таким образом, что вокруг каждого источника искусственного света симметрично размещены 4 моющие головки.

5 Заявленный технический результат достигается за счет всей совокупности существенных признаков, приведенных в независимом пункте 4 формулы изобретения, характеризующей объект «устройство».

Выполнение камеры биореактора в виде одиночного вертикально ориентированного параллелепипеда с источниками искусственного света, установленными с внутренней
10 стороны одной из широких сторон камеры горизонтально ориентированными рядами по высоте камеры, а также размещение моющих головок на внутренней стороне противоположной стенки камеры биореактора таким образом, что вокруг каждого источника искусственного света симметрично размещены 4 моющие головки, позволяет оптимизировать конструктивное выполнение самой установки таким образом, что это
15 в свою очередь приводит к созданию оптимальной организации протекающих процессов культивирования микроводорослей, обеспечивающих получение готовой продукции высокого качества с высокой удельной производительностью при минимизации материалоемкости, занимаемой площади и повышении удобства обслуживания. Выполнение камеры в виде вертикально ориентированного параллелепипеда, на одной
20 из широких стен которой размещены несколько горизонтальных рядов источников искусственного света, позволяет не только минимизировать занимаемую установкой площадь, т.е., в конечном счете, повысить удельную производительность, но и дает возможность производить в одной и той же камере в зависимости от уровня ее заполнения различные заданное количество готового продукта.

25 Заявленное изобретение по зависимому пункту 5 формулы изобретения может быть дополнено тем, что установка снабжена программируемой автоматической системой контроля и управления заданными параметрами температуры, объема, дозировки, загрузки, выгрузки раствора и готового продукта.

Установка для реализации заявленного способа по зависимому пункту 6 формулы
30 изобретения может содержать два и более биореакторов. Такая компоновка установки позволяет кратно увеличить объем готового продукта высокого качества, по сравнению с известными решениями.

В целом заявленная группа изобретений позволяет повысить производительность и качество готового продукта, а также удобство эксплуатации, безопасность работы,
35 эффективность системы охлаждения светильников путем эффективного аппаратного оформления установки, позволяющего обеспечить процесс производства суспензии микроводоросли в автоматическом режиме при практическом исключении необходимости ручного труда для обеспечения работоспособности установки.

Краткое описание чертежей

40 Сущность заявленной группы изобретений поясняется чертежами (фиг. 1 - фиг. 3). На фиг. 1 представлен продольный разрез общего вида установки, на фиг. 2 - поперечный разрез камеры биореактора, на фиг. 3 - разрез камеры биореактора в плане.

В соответствии с представленными чертежами (фиг. 1 - фиг. 3) установка содержит:

- 1 - камеру биореактора,
- 45 2 - биореактор раствора с молочно-кислыми бактериями,
- 3 - щит КИПиА,
- 4 - управляющий контроллер,
- 5 - погружной светильник, где

- 5.1 - электролампа,
- 5.2 - кожух лампы с проточным каналом,
- 6 - моющие головки,
- 7 - электромагнитные клапаны управления моющими головками,
- 5 8 - электромагнитный клапан подачи маточной культуры/питательной среды,
- 9 - перистальтический насос-дозатор подачи раствора молочно-кислых бактерий,
- 10 - моторизованный кран слива в дренаж,
- 11 - моторизованный кран слива готового продукта,
- 12 - насос подготовленной исходной воды,
- 10 13 - насосную станцию с системой подготовки моющей жидкости,
- 14 - насос маточной культуры,
- 15 - насос готового продукта,
- 16 - насос циркуляции системы охлаждения светильников,
- 17 - проточный водонагреватель,
- 15 18 - расходомер-счетчик питательной среды,
- 19 - станцию подготовки питательного раствора,
- 20 - емкость готового продукта,
- 21 - преобразователь уровня в биореакторе,
- 22 - трехходовой моторизованный регулирующий клапан контура охлаждения
- 20 светильников,
- 23 - теплообменник контура охлаждения светильников.

Осуществление изобретения

Разработанный способ реализуется в установке заявленной конструкции.

Установка работает следующим образом.

- 25 Установка размещается в светопрозрачном помещении, что обеспечивает дополнительную подсветку или полный переход на солнечное освещение суспензии водоросли, в котором применяется система кондиционирования воздуха без подмешивания атмосферного воздуха. Устройства, обеспечивающие такие процессы, как дозирование, освещение, перемешивание, измерение, регулирование, мойку, дренаж
- 30 и опорожнение, размещены в отдельном щите 3 КИПиА.

- Питательная вода, прошедшая предварительную очистку от нежелательных примесей, насосом 12 подается на прямоточный водонагреватель 17, затем - на станцию подготовки питательного раствора 19. В процессе перечисленных этапов приготавливается питательный раствор, который разделяется на две производственные линии и
- 35 используется в процессе культивирования в биореакторе суспензии микроводоросли, а также в процессе производства раствора с молочно-кислыми бактериями в биореакторе раствора с молочно-кислыми бактериями 2.

- Питательный раствор для биореактора раствора с молочно-кислыми бактериями 2 подается при помощи насоса 12 и регулируется расходомером 18 и контроллером 4.
- 40 Питательный раствор для производства суспензии водоросли в биореакторе подается по напорной магистрали также при помощи насоса 12 через электромагнитный клапан 8, управляемый контроллером 4. Регулирование уровня залива питательной среды в биореакторе производится с помощью преобразователя уровня 21 и контроллера 4, установленного в щите 3. Подача маточной культуры микроводоросли производится
- 45 из емкости готовой суспензии 20 при помощи насоса 14 через электромагнитный клапан залива маточной культуры 8 и регулируется по принципу подачи питательной среды. Дозировка подачи раствора с молочно-кислыми бактериями производится при помощи насоса-дозатора 9 с фиксированной производительностью из биореактора с молочно-

кислыми бактериями 2 в биореактор 1 и регулируется по времени дозирования контроллером 4, установленным в щите 3. Освещение биореактора 1 обеспечивается установленными внутри корпусов светильниками 5 с рубашкой жидкостного охлаждения. Каждый светильник выполнен в виде электролампы 5.1, снабженной

5 дополнительным кожухом 5.2 из прозрачного материала, огибающего корпус электролампы 5.1 с образованием проточного канала, вход и выход которого связаны между собой через теплообменник системы охлаждения 23, линией подвода и линией отвода охлаждающей жидкости. Циркуляция охлаждающей жидкости осуществляется насосом 16 и регулируется трехходовым моторизованным клапаном-регулятором 22.

10 Длительность и цикличность освещения питательной среды регулируется контроллером 4, установленным в щите 3. При помощи светильников 5 происходит одновременно освещение и поддержание микроклимата в суспензии микроводоросли. После получения готового продукта опорожнение биореактора 1 производится через моторизованный шаровой кран слива готового продукта 11 при помощи насоса 15 в емкость готовой

15 суспензии 20, после чего производится мойка секций при помощи системы моющих головок 6. Питание головок происходит с помощью насосной станции 13 с системой подготовки моющей жидкости для биореакторов хлореллы, дренаж камеры биореактора производится через моторизованный шаровой кран 10.

Установка системы стационарных моющих головок, связанных на входах с системой

20 подготовки моющей жидкости, внутри камеры биореактора и снабжение биореактора линией отвода моющей жидкости в дренаж, позволяет отмыть и удалить загрязнения камеры биореактора и светильников в автоматическом режиме без привлечения ручного труда. Размещение моющих головок на внутренней стороне стенки камеры биореактора, противоположной стенке, на которой установлены источники света, таким образом,

25 что вокруг каждого источника света симметрично размещены 4 моющие головки, позволяет обеспечить возможность омывания поверхности источников света практически полностью. В результате такого размещения моющих головок и организации оптимального алгоритма мойки зон биореактора 1 за счет электромагнитных клапанов 7 не только сокращается время, затрачиваемое на мойку

30 источников света, но и исключить возможность инфицирования камеры биореактора нежелательными бактериями.

Указанные решения позволяют повысить производительность установки и качество целевого продукта за счет исключения инфицирования культуры спорами других водорослей.

35 Наилучший пример осуществления способа

Заявленный способ получения суспензии микроводорослей, в частности, пищевой хлореллы осуществляется следующим образом.

Предварительно готовится питательная среда, для приготовления которой используются насосы-дозаторы с программным управлением. Питательная среда

40 включает следующие элементы N, P, Fe, Cu, Co, в расчете на 1000 мл воды содержит 0,14 мл аммиачной селитры (34% раствор), 0,10 мл аммофоса (15% раствор), 0,15 мл хлорида железа (1% раствор), 0,10 мл кобальта азотнокислого (0,1% раствор), 0,10 мл меди сернокислой (0,1% раствор).

Затем камеру биореактора заполняют исходной суспензией хлореллы до

45 необходимого объема и добавляют необходимый объем питательной среды указанного выше состава. Освещение культуральной жидкости осуществляют в автоматическом биореакторе в течение четырех последовательных циклов, каждый из которых включает в себя 10 часов освещения, затем 2 часа перерыва в освещении при выключенных

источниках искусственного света, при этом в период освещения в биореакторе поддерживается температура 26-30°C, а в период отсутствия освещения - 24-26°C, что соответствуют биологии развития и способствует интенсивному росту и размножению клеток хлореллы. При данном культивировании культура достигает оптической

5 плотности 1,4-1,8 D (440 нм) (нормативной оптической плотности). При этом культивирование осуществляется при соблюдении строгих требований санитарных условий для продуктов питания.

Полученную суспензию переливают из биореактора в емкость готовой суспензии, в которой осуществляют естественное осаждение хлореллы в течение 30 суток с

10 использованием естественного рассеянного света, то есть при обычном освещении без использования источников искусственного освещения.

После завершения циклов выращивания микроводорослей осуществляют мойку источников света, отводят моющую жидкость в дренаж.

Все процессы мойки, дренажа обмывочной жидкости, наполнение камеры

15 биореактора маточной культурой, питательной средой, управление циклами освещения, соблюдение температурного режима, дозирование раствора молочно-кислых бактерий, циклического перемешивания осуществляют автоматическими устройствами под управлением программируемого контроллера.

Полученную суспензию переливают из биореактора в емкость для естественного

20 осаждения пищевой хлореллы с корпусом из прозрачного материала и осуществляют естественное осаждение хлореллы в течение 30 суток с использованием естественного рассеянного света, то есть при обычном освещении без использования источников искусственного освещения.

Реализация заявленной группы изобретений в наилучшем варианте осуществления

25 способа позволяет при обеспечении оптической плотности освещения в диапазоне (1,4-1,8) D440 нм за 48 часов получить готовый продукт, в 1 литре которого содержится от 7 до 10 граммов сырой массы микроводорослей, что обеспечивает высокое качество готового продукта. Известные способы культивирования микроводорослей позволяют получить 3-5 г/л.

Заявленный способ культивирования биомассы микроводорослей позволяет получить

30 в заявленном устройстве высококачественный готовый продукт, который возможно использовать в пищевой, микробиологической и фармацевтической промышленности.

(57) Формула изобретения

1. Способ выращивания биомассы микроводорослей, включающий подготовку

35 минеральной питательной среды, добавление исходной культуры штамма микроводорослей, розлив полученной культуральной смеси в систему последовательно расположенных биореакторов, выполненных в виде горизонтально ориентированных камер из светопропускающего материала, освещение культуральной смеси при помощи

40 вертикально установленных источников искусственного света, отвод полученной суспензии в емкость для естественного осаждения и последующий отвод полученной осажденной биомассы в качестве целевого продукта, отличающийся тем, что

- подготовленная минеральная питательная среда имеет следующий состав:

аммиачная селитра (34% раствор)	0,14 мл
аммофос (15% раствор)	0,10 мл
хлорид железа (1% раствор)	0,15 мл
кобальт азотнокислый (0,1% раствор)	0,10 мл
медь сернокислая (0,1% раствор)	0,10 мл
вода питьевая	1000 мл,

- выращивание биомассы осуществляют в одиночной камере биореактора, выполненной в виде вертикально ориентированного параллелепипеда,
 - освещение культуральной смеси осуществляют источниками искусственного света, установленными на внутренней стороне одной из широких стенок камеры биореактора
 5 горизонтально ориентированными рядами по высоте камеры биореактора,
 - освещение культуральной смеси осуществляют циклично,
 - на протяжении всех циклов выращивания микроводорослей значение pH культуральной смеси поддерживают в диапазоне 8,5-9,5 посредством добавления в культуральную смесь в начале каждого светового цикла раствора с молочно-кислыми
 10 бактериями, значение pH которого выбирают в диапазоне 4,0-5,0, в количестве 1-3 мл на 1 л культуральной смеси.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что освещение культуральной смеси осуществляют в течение 4-х световых циклов, каждый из которых включает 10 часов
 15 освещения и последующие 2 часа отсутствия освещения, в период освещения температуру культуральной смеси поддерживают в диапазоне 26-30°C, а в период отсутствия освещения - в диапазоне 24-26°C.

3. Способ по пп. 1, 2, отличающийся тем, что розлив культуральной смеси в камеру биореактора осуществляют выше уровня любого горизонтального ряда источников
 света на величину, равную половине их межосевого расстояния по высоте.

4. Установка для выращивания биомассы микроводорослей, содержащая
 20 последовательно размещенные биореакторы, выполненные в виде горизонтальных камер из прозрачного материала, снабженные средствами перемешивания, связанные линией отвода с емкостью готовой биомассы микроводорослей, биореактор раствора с молочно-кислыми бактериями, связанный на выходе с биореакторами
 25 микроводорослей, узел подготовки питательной среды, связанный на выходе с биореакторами микроводорослей и биореактором раствора с молочно-кислыми бактериями, источники искусственного света в виде электроламп, снабженных системой охлаждения, моющие головки, соединенные с системой подготовки моющей жидкости,
 насосы и запорно-регулирующие устройства, отличающаяся тем, что

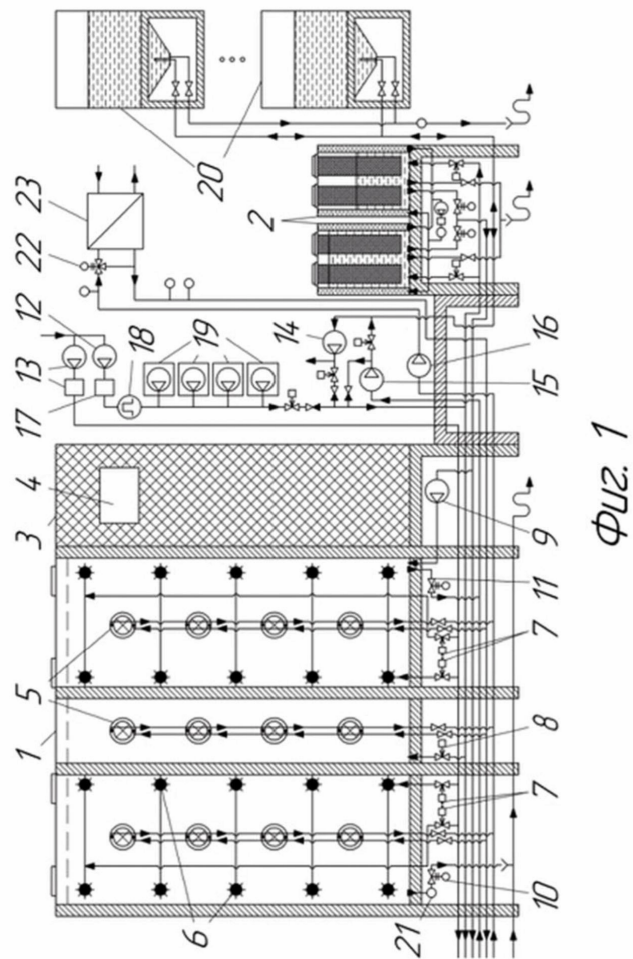
30 - камера биореактора микроводорослей выполнена в виде вертикально ориентированного параллелепипеда из прозрачного материала,
 - источники искусственного света установлены с внутренней стороны одной из широких стенок камеры перпендикулярно к ней горизонтально ориентированными
 рядами по высоте камеры,

35 - моющие головки установлены на внутренней стороне противоположной стенки камеры биореактора таким образом, что вокруг каждого источника искусственного света симметрично размещены 4 моющие головки.

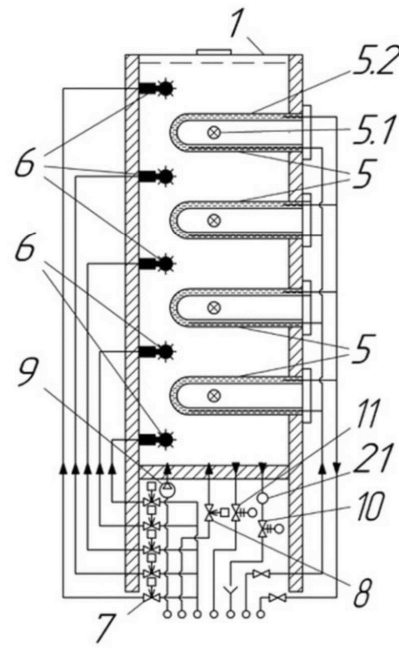
5. Установка по п. 4, отличающаяся тем, что снабжена программируемой автоматической системой контроля и управления заданными параметрами температуры,
 40 объема, дозировки, загрузки, выгрузки раствора и готового продукта.

6. Установка по п. 4, отличающаяся тем, что содержит два или более биореакторов.

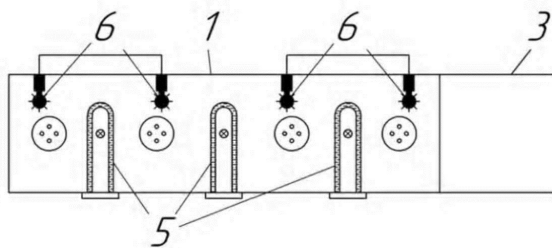
1



2



Фиг. 2



Фиг. 3