



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013148037/13, 29.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.10.2013

(45) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5518726 A1, 21.05.1996. JP 4210989
A, 03.08.1992. RU 2058787 C1, 27.04.1996. . . .
. . .

Адрес для переписки:

119991, Москва, ГСП-1, В-296, Ленинский пр-кт,
65, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, отдел
защиты интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Бескоровайный Александр Васильевич (RU),
Бескоровайная Дарья Андреевна (RU),
Новиков Андрей Александрович (RU),
Антонов Илья Алексеевич (RU),
Котелев Михаил Сергеевич (RU),
Гущин Павел Александрович (RU),
Иванов Евгений Владимирович (RU),
Винокуров Владимир Арнольдович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Российский
государственный университет нефти и газа
имени И.М. Губкина" (RU)**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЭМУЛЬГАТОРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к биотехнологии. Биоэмульгатор получают путем разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий, добавления к полученному продукту последовательно хлороформа, метанола, водного раствора сульфата аммония с поочередным перемешиванием смесей, образующихся после каждого добавления. Полученный продукт смешивают с хлороформом и водным раствором сульфата аммония, образовавшую смесь выдерживают при одновременном

перемешивании, затем продолжают выдержку без перемешивания. Хлороформный слой отделяют и подвергают центрифугированию с получением очищенного хлороформного слоя. Из последнего выделяют биоэмульгатор. Изобретение позволяет создать способ, характеризующийся несложной технологией и позволяющий получить биоэмульгатор, имеющий повышенные эксплуатационные характеристики, в частности повышенную эмульгирующую способность, повысить его выход. 4 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013148037/13, 29.10.2013**(24) Effective date for property rights:
29.10.2013

Priority:

(22) Date of filing: **29.10.2013**(45) Date of publication: **10.04.2015** Bull. № 10

Mail address:

119991, Moskva, GSP-1, V-296, Leninskij pr-kt, 65,
RGU нефти i gaza imeni I.M. Gubkina, otdel
zashchity intellektual'noj sobstvennosti

(72) Inventor(s):

**Beskorovajnyj Aleksandr Vasil'evich (RU),
Beskorovajnaja Dar'ja Andreevna (RU),
Novikov Andrej Aleksandrovich (RU),
Antonov Il'ja Alekseevich (RU),
Kotelev Mikhail Sergeevich (RU),
Gushchin Pavel Aleksandrovich (RU),
Ivanov Evgenij Vladimirovich (RU),
Vinokurov Vladimir Arnol'dovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Rossijskij
gosudarstvennyj universitet нефти i gaza imeni
I.M. Gubkina" (RU)**

(54) **METHOD FOR OBTAINING BIOEMULSIFIER**

(57) Abstract:

FIELD: biotechnologies.

SUBSTANCE: bioemulsifier is obtained by destruction of cell walls of a biomass of cyanobacteria, series addition to the obtained product of chloroform, methanol, a water solution of ammonia sulphate with alternating mixing of mixtures formed after each addition. The obtained product is mixed with chloroform and the water solution of ammonium sulphate; the formed mixture is exposed at simultaneous mixing; then, exposure without any mixing is continued.

A chloroform layer is separated and subject to centrifugation so that a clean chloroform layer is obtained. A bioemulsifier is separated from the latter.

EFFECT: invention allows creating a method characterised by a simple technology and obtaining a bioemulsifier having improved operating characteristics, namely an improved emulsifying ability, as well as increasing its yield.

4 ex

Изобретение относится к способам получения эмульгаторов из микроорганизмов, в частности из цианобактерий. Биоэмульгатор может использоваться в качестве компонента моющих и косметических средств, компонента пищевых продуктов, в том числе аналогично лецитину, получаемому из яичных желтков или сои.

5 Биоэмульгатор представляет собой смесь различных полярных липидов и проявляет поверхностно-активные свойства за счет того, что молекулы химических веществ, входящих в состав биоэмульгатора, содержат как неполярные фрагменты (остатки жирных кислот), так и полярные фрагменты (замещенный глицерин, фосфатные группы, остатки сахаров, остатки аминокислот, остаток этаноламина, остатки четвертичных аммониевых солей).

Известен способ получения биоэмульгатора - порошка лецитина из яичных желтков, описанный в JPH04210989, 1992, заключающийся в экстракции лецитина из яичных желтков, растворении полученного продукта в спирте, содержащем не менее трех атомов углерода, и гидрогенизации лецитина на палладиевом катализаторе при 15 температуре от 50 до 90°C. Недостатки способа заключаются в его высокой себестоимости, обусловленной необходимостью использования сравнительно дорогого сырья - яичных желтков, взрывоопасного газа - водорода, и катализатора, содержащего драгоценный металл, а также в сложной технологии, обусловленной необходимостью отделения катализатора от получаемого продукта и обеспечения взрывобезопасности 20 производства.

Известен способ получения биоэмульгатора - соевого лецитина, описанный в JPH03143356, 1991, заключающийся в культивировании генетически модифицированной сои, не производящей ферменты липоксигеназы, и получении из нее лецитина. При этом получаемый лецитин является более стабильным по сравнению с лецитином, 25 производимым из генетически немодифицированной сои, поскольку получаемый лецитин не содержит ферменты липоксигеназы и его окисляемость кислородом воздуха существенно снижена. Недостатки способа заключаются в его высокой себестоимости, обусловленной необходимостью использования плодородных земель и высокими затратами на культивирование растений, а также сложностью технологии вследствие 30 проведения гомогенизации волокнистых структур и удаления свободных жирных кислот и триглицеридов. Кроме того, лецитин, полученный таким способом, обладает сложным составом, в который входят молекулы различной полярности, что существенно сужает сферу его использования.

Наиболее близким к изобретению является способ получения композиции для 35 эмульгирования углеводов, описанный в US 5518726, 1996.

Согласно указанному способу проводят культивирование микроорганизмов рода *Flavobacterium*, которое осуществляют в присутствии 1000 мл водно-солевой среды и 1 мл керосина в конической колбе объемом 5000 мл в течение 5 дней при температуре 30°C и перемешивании со скоростью 100 об/мин. После культивирования клетки 40 микроорганизмов отделяют путем центрифугирования, супернатант охлаждают до температуры 4°C и добавляют к нему предварительно охлажденный ацетон в количестве 3000 мл. Смесь перемешивают и оставляют на 2-3 дня. После этого выделившийся осадок отделяют центрифугированием и используют в качестве биоэмульгатора. Полученный таким образом биоэмульгатор содержит 18,4% белка, 18,8% углеводов и 45 28,6% липидов.

Недостатки указанного способа заключаются в том, что получаемый в результате его проведения биоэмульгатор вследствие низкого содержания липидов имеет ограниченное применение и обладает недостаточной эмульгирующей способностью.

Кроме того, используемые при получении биоэмульгатора микроорганизмы сохраняют жизнеспособность только при искусственном поддержании таких условий, как температура, соленость и pH среды. Известный способ также не обеспечивает достаточно высокого выхода биоэмульгатора вследствие того, что получение эмульгатора проводят

лишь из внеклеточных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Таким образом, описываемый способ недостаточно эффективен.

Задача описываемого способа получения биоэмульгатора заключается в повышении его эффективности.

Поставленная задача решается описываемым способом получения биоэмульгатора путем разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий, добавления к полученному продукту последовательно хлороформа, метанола, водного раствора сульфата аммония с поочередным перемешиванием смесей, образующихся после каждого добавления, после чего смешивают полученный продукт с хлороформом и водным раствором сульфата аммония, образованную смесь выдерживают при одновременном перемешивании, затем продолжают выдержку без перемешивания, отделяют хлороформный слой и подвергают его центрифугированию с получением очищенного хлороформного слоя, после чего выделяют из последнего целевой биоэмульгатор.

Достижимый технический результат заключается в создании способа, характеризующегося несложной технологией и позволяющего получить биоэмульгатор, имеющий повышенные эксплуатационные характеристики, в частности повышенную эмульгирующую способность, повышенный его выход.

При проведении указанного способа в качестве цианобактерий могут быть использованы, например, цианобактерии, относящиеся к порядку Ностоковые (Nostocales), в частности относящиеся к семейству Ностоковые (Nostocaceae), в частности относящиеся к роду *Anabaena*, в частности относящиеся к виду *Anabaena variabilis*. В качестве цианобактерий также могут, например, использоваться цианобактерии, относящиеся к порядку Stigonematales, в частности относящиеся к роду *Mastigocladus*, в частности относящиеся к виду *Mastigocladus laminosus*. В качестве цианобактерий также могут, например, использоваться цианобактерии, относящиеся к порядку Oscillatoriales, в частности относящиеся к роду *Spirulina*, в частности относящиеся к виду *Spirulina platensis*.

Описываемый способ проводят следующим образом.

Для получения биомассы цианобактерий проводят культивирование используемых цианобактерий.

Культивирование возможно проводить различным образом, например, в открытых системах (пруды, каналы и другие водоемы), с использованием промышленного или лабораторного оборудования, например, в фотобиореакторе.

Так, культивирование цианобактерий в фотобиореакторе проводят при освещении белым светом не менее 60 Вт/м^2 , длине светового дня 12 ч, при перемешивании со скоростью 120-180 об/мин. Оптимальная температура культивирования составляет 30-45°C, среда для культивирования сине-зеленых водорослей - BG11 или JM. Через фотобиореактор осуществляют барботаж воздуха с добавкой углекислого газа. После наработки биомассы (через 96-120 ч) культуральную среду отделяют центрифугированием при 5000 g.

Проводят разрушение клеточных стенок биомассы цианобактерий. При этом разрушение клеточных стенок биомассы цианобактерий возможно осуществлять различными путями, в частности путем обработки ультразвуком, путем замораживания с последующим лиофильным высушиванием под вакуумом, путем обработки

микроволновым излучением, путем продавливания через френч-пресс с мелкоячеистым ситом под давлением.

К продукту, полученному при разрушении клеточных стенок биомассы цианобактерий, добавляют хлороформ и перемешивают образованную смесь, добавляют к последней метанол с последующим перемешиванием полученной смеси. Затем к последней добавляют водный раствор сульфата аммония и перемешивают образованную смесь. Полученный продукт смешивают с хлороформом и водным раствором сульфата аммония, выдерживают его при одновременном перемешивании, затем продолжают выдержку без перемешивания с последующим отделением хлороформного слоя.

Хлороформный слой направляют на центрифугирование с получением очищенного хлороформного слоя. Из последнего выделяют целевой биоэмульгатор.

Выделение биоэмульгатора возможно осуществлять, в частности, упариванием очищенного хлороформного слоя досуха. Возможно также, при необходимости получения биоэмульгатора, используемого, например, в целях изготовления гепатопротекторных препаратов, полученный очищенный хлороформный слой подвергнуть фракционированию, а именно провести его разделение на препаративной хроматографической колонке с силикагелем. При этом через колонку пропускают последовательно хлороформ, ацетон и метанол, собирая каждую фракцию отдельно. Полученные метанольные и ацетоновые фракции упаривают на роторном испарителе, получая биоэмульгатор, содержащий гликолипиды и биоэмульгатор, содержащий фосфолипиды, соответственно.

При проведении описываемого способа перемешивание возможно проводить, в частности, с использованием мешалок различной конструкции, с использованием ультразвуковой обработки. В последнем случае используют предпочтительно следующий режим: частота ультразвука 20 кГц-40 кГц, мощность 30-100 Вт, время обработки 1-10 мин.

Ниже приведены примеры, иллюстрирующие описываемый способ, но не ограничивающие его.

Пример 1

Для получения биомассы используемых цианобактерий проводят культивирование цианобактерий в фотобиореакторе при освещении белым светом не менее 60 Вт/м², длине светового дня 12 ч при перемешивании со скоростью 180 об/мин. Оптимальная температура культивирования для цианобактерий вида *Anabaena variabilis* составляет 3-35°C, среда для культивирования сине-зеленых водорослей - BG11 (NaNO₃ 15,0 г/л, K₂HPO₄ 0,4 г/л, MgSO₄×7H₂O 0,75 г/л, CaCl₂×2H₂O 0,32 г/л, лимонная кислота 0,06 г/л, цитрат натрия и аммония 0,06 г/л, трилон Б 0,010 г/л, Na₂CO₃ 0,2 г/л, H₃BO₃ 0,03 г/л, MnCl₂×4H₂O 0,02 г/л, ZnSO₄×7H₂O 0,002 г/л, Na₂MoO₄×2H₂O 0,004 г/л, CuSO₄×5H₂O 0,001 г/л, Co(NO₃)₂×6H₂O 0,001 г/л). Через фотобиореактор осуществляют барботаж воздуха со скоростью 1 л/мин с добавкой углекислого газа со скоростью 5 мл/мин. После наработки биомассы (через 96-120 ч) культуральную среду отделяют центрифугированием при 5000 g.

Проводят процесс разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий. Для этого влажную биомассу цианобактерий вида *Anabaena variabilis* обрабатывают ультразвуком с частотой 40 кГц, мощностью 100 Вт в течение 10 минут. К гомогенизированной биомассе добавляют хлороформ в расчете 50 частей хлороформа на 1 часть биомассы и полученную смесь перемешивают с использованием обработки ультразвуком (УЗ) (40 кГц, 100 Вт) в течение 10 мин, затем добавляют 100 частей

метанола и смесь вновь перемешивают с использованием обработки ультразвуком (40 кГц, 100 Вт) в течение 1 мин. После этого к полученной смеси добавляют 50 частей 10% водного раствора сульфата аммония и перемешивают с использованием обработки ультразвуком в том же режиме в течение 10 мин. Для образования двухфазной системы к получаемому продукту добавляют 50 частей метанола и 50 частей 10% водного раствора сульфата аммония, после чего смесь выдерживают при перемешивании с частотой вращения мешалки 120 об/мин в течение 5 мин. По окончании перемешивания полученный продукт выдерживают в течение 20 мин без перемешивания для более полного разделения фаз. Хлороформный (нижний) слой подвергают центрифугированию в течение 5 мин при 1000 g для удаления остатков воды и элементов клеточной стенки. Для получения готового продукта очищенный хлороформный слой упаривают на ротаторном испарителе досуха. Полученный биоэмульгатор имеет следующий состав, % масс.: полярные липиды 81, из которых гликолипиды 70, фосфолипиды 11, остальное - триацилглицериды, свободные жирные кислоты. Выход биоэмульгатора составляет 23% масс. по отношению к используемой биомассе. Выход биоэмульгатора, получаемого известным способом, значительно меньше (не более 10% масс.) вследствие использования при получении последнего лишь внеклеточных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

Для оценки эмульгирующей способности готового продукта проводят получение эмульсии трибутирина. К 40 мл водного раствора полученного биоэмульгатора концентрацией 1% масс. добавляют 10 мл трибутирина и обрабатывают ультразвуком при мощности 85 Вт и частоте 20 кГц в течение 1 мин. Получают эмульсию, сохраняющую стабильность (не расслаивающуюся) в течение 7 дней. Для получения эмульсии аналогичной стабильности с использованием известного биоэмульгатора последний необходимо использовать в количестве, большем в 2-3 раза.

Пример 2

Для получения биомассы используемых цианобактерий проводят культивирование цианобактерий. Культивирование проводят в фотобиореакторе при освещении белым светом не менее 60 Вт/м², длине светового дня 12 ч, при перемешивании со скоростью 120 об/мин. Оптимальная температура культивирования для цианобактерий вида *Mastigocladus laminosus* составляет 40-45°C, среда для культивирования - Яворский JM (Ca(NO₃)₂×4H₂O 4,0 г/л, MgSO₄×7H₂O 10,0 г/л, KН₂РO₄ 2,48 г/л, NaHCO₃ 3,18 г/л, ЭДТА, соль железа и натрия 0,45 г/л, ЭДТА, динатриевая соль 0,45 г/л, MnCl₂×4H₂O 0,278 г/л, Н₃ВO₃ 0,496 г/л, цианокобаламин 0,008 г/л, гидрохлорид тиамина 0,008 г/л, (NH₄)₆Мо₇О₂₄×4H₂O 0,20 г/л, биотин 0,008 г/л, NaNO₃ 16,0 г/л, Na₂НРO₄×12H₂O 7,2 г/л). Через фотобиореактор осуществляют барботаж воздуха со скоростью 1 л/мин с добавкой углекислого газа со скоростью 5 мл/мин. После наработки биомассы (через 96-120 ч) культуральную среду отделяют центрифугированием при 5000 g.

Проводят процесс разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий. Для этого биомассу подвергают замораживанию, затем лиофильно сушат при остаточном вакууме не более 1,0 мбар.

К лиофильно-высушенной биомассе цианобактерий вида *Mastigocladus laminosus* добавляют хлороформ в расчете 10 частей хлороформа на 1 часть биомассы и смесь перемешивают с частотой вращения мешалки 120 об/мин в течение 5 мин, затем добавляют к ней 20 частей метанола и вновь перемешивают с частотой вращения 120 об/мин в течение 10 мин. После этого к образованной смеси добавляют 10 частей 10% водного раствора сульфата аммония и перемешивают с частотой вращения 120 об/мин

в течение 5 мин. Для образования двухфазной системы к полученной смеси добавляют 10 частей метанола и 10 частей 10% водного раствора сульфата аммония, после чего выдерживают при перемешивании с частотой вращения мешалки 120 об/мин в течение 10 мин. По окончании перемешивания полученный продукт выдерживают в течение 20 мин без перемешивания для более полного разделения фаз. Хлороформный (нижний) слой отделяют и подвергают центрифугированию в течение 5 мин при 1000 g для очистки от остатков воды и элементов клеточной стенки. Для выделения готового продукта образованный очищенный хлороформный слой упаривают на ротаторном испарителе досуха. Полученный биоэмульгатор имеет следующий состав, % масс.: полярные липиды 77, из которых гликолипиды 63, фосфолипиды 14, остальное триацилглицериды, свободные жирные кислоты. Выход биоэмульгатора составляет 24% масс. по отношению к используемой биомассе. Выход биоэмульгатора, получаемого известным способом, составляет не более 10% масс.

К 40 мл водного раствора полученного биоэмульгатора концентрацией 1% масс. добавляют 10 мл подсолнечного масла и обрабатывают ультразвуком при мощности 100 Вт и частоте 20 кГц в течение 1 мин, затем, через одну минуту, обработку ультразвуком проводят повторно. Получают эмульсию, сохраняющую стабильность (не расслаивающуюся) в течение 6,3 суток. Для получения эмульсии аналогичной стабильности с использованием известного биоэмульгатора последний необходимо использовать в количестве, большем в 2-3 раза.

Пример 3

Для получения биомассы цианобактерий проводят культивирование используемых цианобактерий. Культивирование проводят в фотобиореакторе при освещении белым светом не менее 60 Вт/м², длине светового дня 12 ч, при перемешивании со скоростью 120 об/мин. Оптимальная температура культивирования для цианобактерий вида *Spirulina platensis* составляет 30-35°C, среда для культивирования - Яворский JM (Ca (NO₃)₂×4H₂O 4,0 г/л, MgSO₄×7H₂O 10,0 г/л, KН₂РO₄ 2,48 г/л, NaHCO₃ 3,18 г/л, ЭДТА, соль железа и натрия 0,45 г/л, ЭДТА, динатриевая соль 0,45 г/л, MnCl₂×4H₂O 0,278 г/л, H₃BO₃ 0,496 г/л, цианокобаламин 0,008 г/л, гидрохлорид тиамина 0,008 г/л, (NH₄)₆Mo₇O₂₄×4H₂O 0,20 г/л, биотин 0,008 г/л, NaNO₃ 16,0 г/л, Na₂HPO₄×12H₂O 7,2 г/л). Через фотобиореактор осуществляют барботаж воздуха со скоростью 1 л/мин с добавкой углекислого газа со скоростью 5 мл/мин. После наработки биомассы (через 96-120 ч) культуральную среду отделяют центрифугированием при 5000 g.

Проводят процесс разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий. Для этого влажную биомассу цианобактерий вида *Spirulina platensis* обрабатывают микроволновым излучением с частотой 2450 МГц, 5 мин. К полученному продукту - гомогенизированной биомассе - добавляют хлороформ в расчете: 50 частей хлороформа на 1 часть биомассы, смесь перемешивают обработкой ультразвуком (20 кГц, 30 Вт) в течение 1 мин, затем добавляют 100 частей метанола и вновь обрабатывают ультразвуком (20 кГц, 30 Вт) в течение 1 мин. После этого к образованной смеси добавляют 50 частей 10% водного раствора сульфата аммония и обрабатывают ультразвуком в течение 2 мин. К полученной смеси для образования двухфазной системы добавляют 50 частей метанола и 50 частей 10% водного раствора сульфата аммония, после чего полученный продукт перемешивают с частотой вращения мешалки 120 об/мин в течение 5 мин. По окончании перемешивания экстрагируемую смесь выдерживают в течение 20 мин без перемешивания для более полного разделения фаз. Хлороформный (нижний) слой подвергают центрифугированию в течение 5 мин при 1000 g для удаления

остатков воды и элементов клеточной стенки. Полученный очищенный хлороформный слой отделяют, упаривают на роторном испарителе до конечного объема и наносят на препаративную хроматографическую колонку с силикагелем. Затем через колонку пропускают 5 объемов хлороформа, 5 объемов ацетона и 10 объемов метанола, собирая

каждую фракцию отдельно. Полученные метанольные и ацетоновые фракции упаривают на роторном испарителе.

В результате получают биоэмульгатор, содержащий 96% масс. гликолипидов и биоэмульгатор, содержащий 82% масс. фосфолипидов, которые возможно использовать в фармакологической промышленности.

Суммарный выход биоэмульгаторов составляет 23,5% масс. по отношению к используемой биомассе. Выход биоэмульгатора, получаемого известным способом, составляет не более 10% масс.

Пример 4

Культивирование цианобактерий вида *Anabaena variabilis* проводят аналогично примеру 1.

Проводят процесс разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий. Для этого влажную биомассу цианобактерий вида *Anabaena variabilis* продавливают через френч-пресс (1000 атм, сито менее 1 мкм). К полученному продукту - гомогенизированной биомассе - добавляют хлороформ в расчете 30 частей хлороформа на 1 часть биомассы, смесь перемешивают обработкой ультразвуком (20 кГц, 100 Вт) в течение 1 мин. Затем к полученной смеси добавляют 60 частей метанола и вновь обрабатывают ультразвуком (20 кГц, 100 Вт) в течение 1 мин. После этого к смеси добавляют 30 частей 10% водного раствора хлорида натрия и обрабатывают ультразвуком в течение 2 минут. Для образования двухфазной системы к полученной смеси добавляют 30 частей метанола и 30 частей 10% водного раствора сульфата аммония, после чего полученный продукт перемешивают с частотой вращения 120 об/мин в течение 5 мин. По окончании перемешивания экстрагируемую смесь выдерживают в течение 20 мин без перемешивания для более полного разделения фаз. Затем хлороформный (нижний) слой отделяют и центрифугируют в течение 5 мин при 1000 g для удаления остатков воды и элементов клеточной стенки. Для выделения целевого биоэмульгатора полученный очищенный хлороформный слой упаривают на роторном испарителе досуха.

Полученный биоэмульгатор имеет следующий состав: содержание полярных липидов, % масс.: полярные липиды 79, из которых гликолипиды 69, фосфолипиды 10, остальное - триацилглицериды, свободные жирные кислоты. Выход биоэмульгатора составляет 24,5% масс. по отношению к используемой биомассе. Выход биоэмульгатора, получаемого известным способом, составляет не более 10% масс.

К 40 мл водного раствора полученного биоэмульгатора концентрацией 1% масс. добавляют 10 мл подсолнечного масла и обрабатывают ультразвуком при мощности 100 Вт и частоте 20 кГц в течение 1 мин, затем, через одну минуту, обработку ультразвуком проводят повторно. Получают эмульсию, сохраняющую стабильность (не расслаивающуюся) в течение 6,9 суток. Для получения эмульсии аналогичной стабильности с использованием известного биоэмульгатора последний необходимо использовать в количестве, большем в 2-3 раза.

Таким образом, описываемый способ позволяет с использованием несложной технологии получать высококачественный биоэмульгатор, имеющий широкое применение.

Формула изобретения

Способ получения биоэмульгатора путем разрушения клеточных стенок биомассы цианобактерий, добавления к полученному продукту последовательно хлороформа, метанола, водного раствора сульфата аммония с поочередным перемешиванием смесей, образующихся после каждого добавления, после чего смешивают полученный продукт с хлороформом и водным раствором сульфата аммония, образованную смесь выдерживают при одновременном перемешивании, затем продолжают выдержку без перемешивания, отделяют хлороформный слой и подвергают его центрифугированию с получением очищенного хлороформного слоя, после чего выделяют из последнего целевой биоэмульгатор.

15

20

25

30

35

40

45