



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011118843/10, 10.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.05.2011

(45) Опубликовано: 27.10.2012 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2318736 C2, 10.03.2008. **ШАРАПОВА И.Э. Микробиологическая активность нефтезагрязненных почвенных субстратов при очистке с применением комплексных биосорбентов. Известия Самарского научного центра РАН, 2010, т.12, №1 (5), с.1245-1249. UA 8134 A1, 26.12.1995. SU 1000420 A1, 28.02.1983. RU 2120418 C1, 20.10.1998.**

Адрес для переписки:

167982, г.Сыктывкар, ул.
Коммунистическая, 24, Коми НЦ УрО РАН,
патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

**Шарапова Ирина Эдмундовна (RU),
Маркарова Мария Юрьевна (RU),
Гарабаджиу Александр Васильевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Учреждение Российской академии наук
Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения РАН (RU)**

(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области биотехнологии. Предложен способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов. Осуществляют последовательное распыление на загрязненную водную поверхность нефтяного гидрофобного сорбента на основе торфа, затем биопрепарата. Биопрепарат представляет собой консорциум культур микроорганизмов бактерий *Rhodococcus equi* P-72-00, зеленых микроводорослей *Chlorella*

vulgaris Beijer, а также дрожжевого гриба *Rhodotorula glutinis* 2-4 М и/или мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* F-98, взятых в эффективном количестве. Способ позволяет снижать содержание нефтеуглеводородов за 90 суток на 56-91% в воде и на 25-49% в сорбенте при загрязнении нефтью, а также на 70-74% в воде и на 91-95% в сорбенте при загрязнении водорастворимыми токсичными нефтеуглеводородами. 3 табл., 4 пр.

RU 2 465 216 C1

RU 2 465 216 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 465 216** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C02F 3/32 (2006.01)
C12N 1/26 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011118843/10, 10.05.2011**

(24) Effective date for property rights:
10.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: **10.05.2011**

(45) Date of publication: **27.10.2012 Bull. 30**

Mail address:

**167982, g.Syktyvkar, ul. Kommunisticheskaja, 24,
Komi NTs UrO RAN, patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Sharapova Irina Ehdmundovna (RU),
Markarova Marija Jur'evna (RU),
Garabadzhiu Aleksandr Vasil'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut
biologii Komi nauchnogo tsentra Ural'skogo
otdelenija RAN (RU)**

(54) **METHOD OF CLEANING AQUATIC MEDIA FROM OIL AND OIL PRODUCTS**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to biotechnology.

A method of cleaning aquatic media from oil and oil products is disclosed. A peat-based hydrophobic oil sorbent is successively sprayed onto the surface of the contaminated water surface, followed by a biopreparation. The biopreparation is a consortium of cultures of bacteria *Rhodococcus equi* P-72-00, green microalgae *Chlorella vulgaris* Beijer, as well as

yeast fungus *Rhodotorula glutinis* 2-4 M and/or micellar fungus *Trichoderma lignorum* F-98, taken in an effective amount.

EFFECT: method enables to reduce content of petroleum hydrocarbons, in 90 days, by 56-91% in water and by 25-49% in a sorbent contaminated with oil, as well as 70-74% in water and by 91-95% in a sorbent contaminated with water-soluble toxic petroleum hydrocarbons.

3 tbl, 4 ex

RU 2 465 216 C1

RU 2 465 216 C1

Изобретение относится к нефтяной промышленности и экологии и может быть использовано при ликвидации нефтяных загрязнений в местах разливов нефти и нефтепродуктов при добыче, транспортировке и хранении, а также в труднодоступных и заболоченных районах Севера.

Известен способ очистки водоемов от нефти органоминеральным нефтяным сорбентом "СОРБОНАФТ" (ТУ 0392-001-55763877-2003). Сорбент получен способом, описанным в патенте RU 2214859. Основным недостатком этого способа является неполная очистка вод - очищается только поверхность водоемов, но практически не очищается толща воды от растворенных углеводородов и не производится очистка донных отложений, т.к. сорбент, насыщенный нефтью, теряет гидрофобность. Кроме того, существует необходимость утилизации адсорбированной нефти и нефтепродуктов, что приводит к накоплению отходов.

Наиболее близким является способ очистки водоемов биосорбентом (патент RU 2318736), состоящим из гидрофобного сорбента на основе торфа и иммобилизованного в сорбент бактериально-дрожжевого консорциума штаммов микроорганизмов бактерий *Rhodococcus erythropolis* НК-16, и/или *Arthrobacter sp.* НК-15, и/или дрожжевого гриба *Candida lipolytica* КБП-3308, и/или *Candida guilliermondii* КБП-3175, и/или *Pichia guilliermondii* КБП-3205. Недостатком данного способа является недостаточная эффективность (утилизация сорбированной нефти на 30-41% при исходном содержании нефтезагрязнения 46%) и снижение гидрофобных свойств сорбента, т.к. из-за обогащения сорбента микроорганизмами общая площадь поверхности контакта сорбента с поллютантом и поглощательная способность снижены.

Техническим результатом настоящего изобретения является повышение эффективности способа очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов, в котором наиболее полно использованы поглощательные свойства сорбента и биологическая очистка микроорганизмами. Предлагаемый способ позволяет производить очистку водных сред как от нефти, локализованной на водной поверхности, так и растворенных в воде и осевших на дно нефтяных углеводородов.

Технический результат достигается тем, что способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов включает последовательное распыление на загрязненную водную поверхность нефтяного гидрофобного сорбента на основе торфа, затем биопрепарата представляющего собой консорциум штаммов микроорганизмов бактерий *Rhodococcus equi* P-72-00, микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer, а также дрожжевого гриба *Rhodotorula glutinis* 2-4 М и/или мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* F98, взятых в эффективном качестве и количестве.

Способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов с применением комплексного биопрепарата в присутствии гидрофобного сорбента на основе торфа отличается от ближайшего аналога составом консорциума микроорганизмов применяемого биопрепарата, а также отсутствием перед применением процесса иммобилизации. Сорбционные свойства применяемого гидрофобного сорбента на основе торфа, не загруженного предварительной иммобилизацией микроорганизмов и не изменившего в процессе дополнительной обработки свои характеристики (нефтеемкость и плавучесть), оказываются выше, чем в биосорбенте-аналоге, по нефтеемкости, гидрофобным свойствам и содержанию поглощенных нефтеуглеводородов.

Способ очистки с применением микроорганизмов, получение биомассы которых пригодно в крупномасштабном производстве, и гидрофобного сорбента на основе

торфа может осуществляться как на промышленных, так и на природных объектах в загрязненных труднодоступных и заболоченных районах Крайнего Севера.

Используемые культуры микроорганизмов: бактериальная - штамм *Rhodococcus equi* P-72-00, депонированный в ФГУН ГНЦ ВБ «ВЕКТОР» под регистрационным номером В-1117 (справка о депонировании №2705 от 18.11.2005); дрожжевая - штамм дрожжевого гриба *Rhodotorula glutinis* 2-4 М, депонированный в ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор» под регистрационным номером У-1112 (справка о депонировании №2205 от 18.11.2005); грибная культура - штамм мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* (синоним *Trichoderma viride*) ВКПМ F98 с паспортом, зарегистрированным в Всероссийской Коллекции Промышленных Микроорганизмов; культура зеленых микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer находится в лаборатории Радиоэкологии Института биологии Коми научного центра УрО РАН. Микроорганизмы, входящие в биопрепарат, и их консорциумы характеризуются как экологически нетоксичные.

Используемые культуры бактерий *Rhodococcus equi* и дрожжей *Rhodotorula glutinis* избирательны в отношении биодegradации углеводов разных классов (Маганов, Маркарова, Муляк и др., 2006: Природоохранные работы на предприятиях нефтегазового комплекса. Часть 1. Рекультивация загрязненных нефтью земель в Усинском районе Республики Коми. - Сыктывкар, 2006. - 208 с.). Бактерии *Rhodococcus equi* относятся к липофильным микроорганизмам, которые за счет выработки биосурфактантов (поверхностно-активных веществ) способны развиваться непосредственно в нефтяной пленке. Дрожжевой гриб *Rhodotorula glutinis* имеет отличный от бактериального путь ферментативной биодegradации углеводов, поэтому в сочетании с бактериальной культурой более полно разлагает нефтяные углеводороды. Штамм *Trichoderma lignorum* (синоним *Trichoderma viride*) F98 относится к целлюлозолитическим микромицетам, но при абсорбционном способе питания именно в сочетании с бактериальной культурой проявляет нефтеструктурную активность, являясь матрицей для бактериальных клеток. Термофильная культура одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer отличается очень высокой экологической пластичностью к антропогенным факторам (перепадам pH, температуры и содержанию минеральных солей в воде), выполняет функцию ассимиляции кислорода в зону окисления углеводов, применяется в ассоциации микроорганизмов, т.к. культура наиболее адаптирована к стрессовым условиям водного загрязнения. Концентрация жизнеспособных аэробных нефтеокисляющих микроорганизмов в биопрепарате не менее $5 \cdot 10^{7-9}$ кл/мл достаточна для его эффективного применения.

Культуральные, морфологические и физиолого-биохимические характеристики микроорганизмов обоснованы паспортными и идентификационными данными.

Пример 1. Получение биопрепарата.

Монокультуры аэробных нефтеокисляющих микроорганизмов накапливали глубинным культивированием на индивидуальной питательной среде при контроле и соблюдении оптимальных параметров культивирования.

Среда Чапека (*Rhodococcus equi* P-72-00): 10,0 г сахарозы; KH_2PO_4 - 1,0; NaNO_3 - 3,0; KCl - 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,5; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,01; 0,05% ДТ.

Среда Ридер (*Rhodotorula glutinis* 2-4 М): 10,0 г сахарозы; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 3,0 г; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,7 г; NaCl - 0,5 г; KH_2PO_4 - 1,0 г; K_2HPO_4 - 0,1 г; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - 0,4 г; 0,05% ДТ.

Среда Кнопа (*Trichoderma lignorum* F98): 10,0 г сахарозы, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 1,44; KNO_3 - 0,25; KCl - 0,12; KH_2PO_4 - 0,25; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,51; 0,05% ДТ

Среда Тамия (*Chlorella vulgaris* Beijer) г/л: KNO₃ - 5,0; MgSO₄×7H₂O - 2,5; KH₂PO₄×3H₂O - 1,25; FeSO₄ - 0,003 (при естественном освещении).

Накопительные культуры штаммов микроорганизмов после глубинного культивирования содержат монокультуры бактерий, дрожжевого и мицелиального грибов в концентрации не менее 1·10⁹⁻¹⁰ КОЕ/мл или биомассу микроорганизмов 3-6 г/л. Накопительную культуру зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* Beijer после культивирования концентрировали центрифугированием при 2000 об/мин с показателями по биомассе не менее 3 г/л. Препараты хранятся при температуре не выше 6°С в течение 1,5 месяца либо в замороженном виде. Перед применением штаммы микроорганизмов смешивают в консорциум в зависимости от условий и загрязняющих факторов. Расход смешанного биопрепарата - не менее 10 л на тонну очищаемой воды при нефтезагрязнении сорбента до 75%, а также 1% водорастворимых нефтяных углеводородов (нефтепродуктов) от объема воды.

Пример 2. Очистку воды от нефтеуглеводородов (НУГВ) в присутствии гидрофобного сорбента на основе торфа осуществляли тремя составами комплексного биопрепарата. Биопрепарат 1 представляет собой консорциум культур микроорганизмов бактерий *Rhodococcus equi* P-72-00, дрожжевого гриба *Rhodotorula glutinis* 2-4 М и микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer при соотношении биомасс 1:1:1. Биопрепарат 2 - консорциум культур микроорганизмов бактерий *Rhodococcus equi* P-72-00, мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* F98 и микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer при соотношении биомасс 1:1:1. Биопрепарат 3 - консорциум культур микроорганизмов бактерий *Rhodococcus equi* P-72-00, дрожжевого гриба *Rhodotorula glutinis* 2-4 М, мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* F98 и микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer при соотношении биомасс 1:1:1:1. Для получения микробной массы штаммы культур бактерий и грибов отбирали на ранней стационарной фазе с титром: бактерии - 1,2·10¹⁰, дрожжи - 1·10⁹, мицелиальный гриб с биомассой 5,6 г/л, водоросли - с биомассой 3,5 г/л. В качестве гидрофобного нефтяного сорбента на основе торфа использовали сорбент с торговым названием «Сорбонафт».

В емкости с водной минеральной средой (состав г/л: NaH₂PO₄ - 10; K₂HPO₄ - 10; MgSO₄×7H₂O - 0,7; FeSO₄×7H₂O - 0,013, ZnSO₄ - 0,012; MnSO₄×7H₂O - 0,012) добавляют нефть (1% от объема), в опыте использовалась тяжелая нефть Воейского месторождения Усинского района Республики Коми с высоким содержанием тяжелых парафинов и смолисто-асфальтовых веществ. В загрязненную водную среду вносят сорбент «Сорбонафт» в соотношении к загрязнителю 1 мл нефти: 2 г сорбента, что соответствует содержанию нефтеуглеродов в сорбенте 38%, далее на водную поверхность распыляют Биопрепарат 1 или Биопрепарат 2 или Биопрепарат 3 в количестве 1% от общего объема. Опыт длился 90 суток при комнатной температуре и естественном освещении. Далее определили остаточное содержание нефтепродуктов (ОСНП) в воде после фильтрования и в сорбенте. Результаты очистки приведены в таблице 1.

Пример 3. В емкости с водной минеральной средой добавляют нефть (2% от объема воды). Очистку воды от нефтеуглеводородов осуществляли по примеру 2. Соотношение внесенного сорбента «Сорбонафт» к нефти - 2 г сорбента: 2 мл нефти, что соответствует содержанию нефтеуглеродов в сорбенте 75%. Результаты очистки воды приведены в таблице 2.

Таблица 1

| 5 10 15 20 25 | Наименование варианта опыта | Загрязнитель - нефть 1 мл (1%); сорбент – 2г (исх. нефтезагрязнение сорбента 38%) | | | | | | | |
|---------------------------|--|--|------------------------------------|---|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| | | Водная среда (отфильтр.) | | | | Сорбент (воздушно-сухой) | | | |
| | | остаточное содерж. НУГВ, мг/л | титр микроорганизмов, КОЕ/мл | сумма каротиноидов микроводрослей, мг/л | убыль НУГВ, % | остаточное содерж. НУГВ, мг/г | титр микроорганизмов, КОЕ/г | дегидрогезная активность, мг ТФФ/1г сорб. час | убыль НУГВ, % |
| | Водная среда + нефть + сорбент | 22±6 | | | | 330± 120 | | | |
| | Водная среда + нефть + сорбент + Биопрепарат1 (<i>Rhodococcus eqvi</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1) | 9,7±2,4 | 3,2*10 ⁶ | 4,23± 0,2 | 55,9 | 170± 60 | 7,7*10 ⁵ | 0,015± 0,0008 | 48,5 |
| | Водная среда + нефть + сорбент + Биопрепарат2 (<i>Rhodococcus eqvi</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1) | 4,2±1,1 | 8,2*10 ⁶ | 3,45 | 91,1 | 430± 110 | 9,6*10 ⁵ | 0,013 | 38,8 |
| | Водная среда + нефть + сорбент + Биопрепарат3 (<i>Rhodococcus eqvi</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1:1) | 13±3 | 5*10 ⁶ | 5,39± 0,25 | 41 | 230± 80 | 6,4*10 ⁵ | 0,020± 0,001 | 30,3 |

Таблица 2

| 30 35 40 45 50 | Наименование варианта опыта | Загрязнитель - нефть 2 мл (2%); сорбент – 2г (исх. нефтезагрязнение сорбента 71%) | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|------------------------------------|---|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| | | Водная среда (отфильтр.) | | | | Сорбент (воздушно-сухой) | | | |
| | | остаточное содерж. НУГВ, мг/л | титр микроорганизмов, КОЕ/мл | сумма каротиноидов микроводрослей, мг/л | убыль НУГВ, % | остаточное содерж. НУГВ, мг/г | титр микроорганизмов, КОЕ/г | дегидрогезная активность, мг ТФФ/1г сорб. час | убыль НУГВ, % |
| | Водная среда + нефть + сорбент | 37± 12 | | | | 650± 230 | | | 13 |
| | Водная среда + нефть + сорбент + Биопрепарат1 (<i>Rhodococcus eqvi</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1) | 8,3± 2,1 | 7*10 ⁷ | 1,32± 0,07 | 77,6 | 540± 190 | 5,4*10 ⁵ | 0,013± 0,0006 | 30,9 |
| | Водная среда + нефть + сорбент + Биопрепарат2 (<i>Rhodococcus eqvi</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1) | 14,1± 4 | 4,1*10 ⁷ | 3,75 | 62,1 | 560± 190 | 6,1*10 ⁵ | 0,008 | 25,3 |
| | Водная среда + нефть + сорбент + Биопрепарат3 (<i>Rhodococcus eqvi</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1:1) | 14±3 | 6,4*10 ⁷ | 2,71± 0,14 | 62,2 | 470± 160 | 7,6*10 ⁵ | 0,018± 0,0004 | 37,3 |

Пример 4. В емкости с водной минеральной средой добавляют дизельное топливо

(ГОСТ Р 52368-2005 (ЕН 590:2004) 1% от объема. Очистку воды от нефтеуглеводородов (НУГВ) осуществляли по примеру 2. Результаты очистки приведены в таблице 3.

Таблица 3

| 5 10 15 20 25 30 | Наименование варианта опыта | Загрязнитель – дизельное топливо (Дт) 1 мл (1 об. %), сорбент – 2г | | | | | | | |
|---------------------------------|---|--|------------------------------------|---|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|---------------|
| | | Водная среда (отфильтр.) | | | | Сорбент (воздушно-сухой) | | | |
| | | остаточное содерж. НУГВ, мг/л | титр микроорганизмов, КОЕ/мл | сумма каротиноидов микроводрослей, мг/л | убыль НУГВ, % | остаточное содерж. НУГВ, мг/г | титр микроорганизмов, КОЕ/г | дегидрогезная активность, мг ТФФ/1г сорб. час | убыль НУГВ, % |
| | Водная среда + Дт + сорбент | 74±24 | | | | 94±24 | | | 6,9 |
| | Водная среда + Дт + сорбент + Биопрепарат1 (<i>Rhodococcus equi</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1) | 21±5 | 6,2*10 ⁵ | 8,23± 0,4 | 71,6 | 11,5± 4,0 | 1,6*10 ⁶ | 0,009± 0,0005 | 94,6 |
| | Водная среда + Дт + сорбент + Биопрепарат2 (<i>Rhodococcus equi</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1) | 22±5 | 7,2*10 ⁶ | 5,55 | 70,2 | 9,5±3,3 | 2,4*10 ⁶ | 0,006 | 91,3 |
| | Водная среда + Дт + сорбент + Биопрепарат3 (<i>Rhodococcus equi</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> , <i>Chlorella</i>) (1:1:1:1) | 19±5 | 5,1*10 ⁵ | 6,57± 0,3 | 74,3 | 7,2±2,5 | 4,1*10 ⁵ | 0,005± 0,003 | 93,3 |

Из примеров видно, что способ очистки водных сред с помощью биопрепарата в присутствии сорбента на основе торфа может эффективно осуществлять и совмещать в одном материале процесс сорбции и процесс разложения нефтеуглеводородов в водной толще и в массе сорбента за счет процессов сорбции - десорбции - диффузии нефтяных углеводородов в порах сорбента, сохраняющего при этом положительную плавучесть. Гидрофобный сорбент на основе торфа одновременно обеспечивает сорбцию нефтеуглеводородов (НУГВ) и стимулирует микробный метаболизм за счет свободных клеток микроорганизмов в приповерхностном слое воды. В процессе жизнедеятельности микроорганизмы оседают-прикрепляются (иммобилизируются) на сорбенте, который является «базой» - матрицей для них, активность их в присутствии сорбента возрастает, тем самым повышается эффективность способа очистки. Способ эффективен при загрязнении водной среды 1% - 2 об.% нефтью и нефтепродуктами с их содержанием от 35% и более 75% в массе сорбента. Способ позволяет снижать содержание нефтеуглеводородов за 90 суток на 56-91% в воде и на 25-49% в сорбенте при загрязнении нефтью, а также на 70-74% в воде и на 91-95% в сорбенте при загрязнении водорастворимыми токсичными нефтеуглеводородами дизтоплива (Таблицы 1-3). Новый способ имеет большую скорость и полноту биодеградации наиболее токсичных для гидробионтов нефти и нефтепродуктов по сравнению с прототипом (биосорбентом) за счет совместного применения гидрофобного сорбента на основе торфа и нового консорциума культур микроорганизмов.

Формула изобретения

Способ очистки водных сред от нефти и нефтепродуктов, включающий
последовательное распыление на загрязненную водную поверхность нефтяного
5 гидрофобного сорбента на основе торфа, затем биопрепарата, представляющего
собой консорциум культур микроорганизмов бактерий *Rhodococcus equi* P-72-00,
микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer, а также дрожжевого гриба *Rhodotorula*
glutinis 2-4 М и/или мицелиального гриба *Trichoderma lignorum* ВКПМ F-98, взятых в
10 эффективном количестве.

15

20

25

30

35

40

45

50