



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012118540/13, 04.05.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.05.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.05.2012

(45) Опубликовано: 27.09.2013 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2369586 C1, 10.10.2009. RU 2299872 C1,  
27.05.2007. RU 2392309 C1, 20.06.2010. RU  
69858 U1, 10.01.2008.

Адрес для переписки:

680021, Хабаровский край, г.Хабаровск, ул.  
Ленинградская, 44, Хабаровский ЦНТИ

(72) Автор(ы):

**Ганин Геннадий Николаевич (RU),  
Кириенко Ольга Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт водных и  
экологических проблем Дальневосточного  
отделения Российской академии наук  
(ИВЭП ДВО РАН) (RU),  
Общество с ограниченной  
ответственностью "Научно-технологический  
центр "БИОТЕХ" (RU)****(54) СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОМПоста ИЗ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ФОТОТРОФНЫХ БАКТЕРИЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к коммунальному хозяйству и экологической биотехнологии и может быть использовано для биоконверсии осадка сточных вод с низким содержанием тяжелых металлов в сочетании с отходами пивоваренного производства - пивной дробинкой в компост. Способ включает смешивание в определенном объемном соотношении обезвоженного осадка сточных вод с органическим компонентом в виде пивной дробинки и с целлюлозосодержащим компонентом в виде опилок, добавление компостной закваски в количестве не менее 15% от объема смеси и последующее аэробное компостирование смеси. По окончании высокотемпературной стадии компостирования естественное подсушивание смеси, размещенной слоем около одного метра,

осуществляют с одновременным внесением биоактиватора в виде жидкой культуры, содержащей  $10^9$ - $10^{10}$  клеток в одном мл суспензии аноксигенных пурпурных фототрофных бактерий *Rhodobacter capsulatus* в объемных соотношениях к смеси не менее 1:50 соответственно и с выдерживанием без обязательной аэрации в течение 25-30 суток с последующей стабилизацией смеси в буртах в течение 30-35 суток. Осуществление изобретения позволяет ускорить созревание и повысить качество компоста за счет активизации микробной сукцессии и усиления противогрибковых свойств компоста, улучшения санитарно-бактериологических и агрохимических показателей, снизить себестоимость готового продукта. 5 табл., 5 пр., 1 ил.

RU 2 494 083 C1

RU 2 494 083 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C05F 11/08* (2006.01)  
*C05F 7/00* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012118540/13, 04.05.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**04.05.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **04.05.2012**

(45) Date of publication: **27.09.2013 Bull. 27**

Mail address:

**680021, Khabarovskij kraj, g.Khabarovsk, ul.  
Leningradskaja, 44, Khabarovskij TsNTI**

(72) Inventor(s):

**Ganin Gennadij Nikolaevich (RU),  
Kirienko Ol'ga Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
uchrezhdenie nauki Institut vodnykh i  
ehkologicheskikh problem Dal'nevostochnogo  
otdelenija Rossijskoj akademii nauk (IVEhP DVO  
RAN) (RU),  
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Nauchno-tehnologicheskij tsentr "BIOTEKh"  
(RU)**

**(54) METHOD OF MAKING COMPOST FROM SEWAGE SLUDGE USING PHOTOTROPHIC BACTERIA**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to public utilities and environmental biotechnology and can be used for bioconversion of sewage sludge with low content of heavy metals combined with brewery wastes - spent grains - into compost. The method involves mixing in a defined volume ratio dry sewage sludge with an organic component in form of spent grains and with a cellulose-containing component in form of saw dust, adding a compost ferment in amount of at least 15% of the volume of the mixture and subsequent aerobic composting of the mixture. After the high-temperature composting step, natural drying of the mixture which is placed in a layer of about one

metre, is carried out while simultaneously adding a bioactivator in form of a liquid culture containing  $10^9$ - $10^{10}$  cells per ml of a suspension of anoxic purple phototrophic bacteria *Rhodobacter capsulatus* in volume ratio to the mixture of at least 1:50, respectively, and holding without compulsory aeration for 25-30 days, followed by stabilisation of the mixture in piles for 30-35 days.

EFFECT: inventions accelerates maturation and improves the quality of the compost by activating microbial succession and enhancing anti-fungal properties of the compost, improved sanitary-bacteriological and agrochemical properties, low cost of the end product.

5 tbl, 5 ex

Изобретение относится к коммунальному хозяйству и экологической биотехнологии и может быть использовано для биоконверсии осадка сточных вод (ОСВ) с низким содержанием тяжелых металлов в сочетании с отходами пивоваренного производства - пивной дробинкой в качественный компост с невысокой себестоимостью.

Известен способ приготовления биокомпоста путем перемешивания птичьего помета с добавлением торфа, опилок, лигнина, навоза КРС и биоактиватора в виде штамма микроорганизмов и аэробное компостирование полученной смеси [п., RU, №2057103, МПК-6 C05F 3/00, 11/08].

Недостатком известного способа является не высокое качество получаемого компоста, требующего повышенных норм его внесения.

Известен способ приготовления органического удобрения, включающий смешивание обезвоженного ОСВ с пивной дробинкой, опилками/торфом и компостирование полученной смеси с внесением биоактиватора в виде консорциума микроорганизмов с обязательным проведением механического аэрирования путем ворошения [п. RU, №2299872, МПК-7 C05F 7/00, C07F 11/08].

Недостатками известного способа являются несколько повышенная себестоимость производимого удобрения за счет привлечения тяжелой техники для ворошения и продолжительности процесса приготовления.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является способ приготовления илодробинного компоста, включающий смешивание обезвоженного ОСВ с пивной дробинкой, опилками и/или торфом в объемных соотношениях соответственно 0,5-0,6:0,3-0,4:0,1-0,2, внесение биоактиватора (компостной закваски) в количестве не менее 15% от объема смеси и аэробное компостирование посредством напорной аэрации в определенных режимах [п. RU, №2369586, МПК-8 C05F 7/00].

Недостатками известного способа являются отсутствие у получаемого компоста повышенных противогрибковых свойств, а также необходимость обустройства технологических площадок дополнительными инженерными конструкциями для периодического вентилирования смеси, что повышает себестоимость готового продукта.

Техническим результатом заявляемого технического решения является ускорение созревания и повышение качества компоста за счет активизации микробной сукцессии и усиления противогрибковых свойств компоста, улучшения санитарно-бактериологических и агрохимических показателей, снижения себестоимости готового продукта.

Технический результат достигается тем, что в предлагаемом способе приготовления компоста из осадка сточных с применением фототрофных бактерий, включающем смешивание обезвоженного осадка сточных вод с органическим компонентом в виде пивной дробинки, с целлюлозосодержащим компонентом в виде опилок при объемных соотношениях соответственно 0,5-0,6:0,3-0,4:0,1-0,2, с добавлением компостной закваски в количестве не менее 15% от объема смеси и последующее аэробное компостирование смеси, по окончании высокотемпературной стадии компостирования проведение естественного подсушивания смеси, размещенной слоем около одного метра осуществляют с одновременным внесением биоактиватора в виде жидкой культуры, содержащей  $10^9$ - $10^{10}$  клеток в одном мл суспензии аноксигенных пурпурных фототрофных бактерий *Rhodobacter capsalatus* (ФТБ), в объемных соотношениях к смеси не менее 1:50 соответственно и с выдерживанием без обязательной аэрации в течение 25-30 суток с последующей стабилизацией смеси в

буртах в течение 30-35 суток.

На фиг. 1 представлены чашки Петри с результатами опыта по угнетению грибков в компосте: - верхний ряд - с ФТБ; - нижний ряд - без ФТБ.

5 Внесение биоактиватора из ФТБ в упомянутую выше смесь из обезвоженного ОСВ, органического компонента в виде пивной дробины и целлюлозосодержащего компонента в виде опилок при их объемных соотношениях 0,5-0,6:0,3-0,4:0,1-0,2, с добавлением компостной закваски в количестве не менее 15% от объема смеси, по окончании высокотемпературной стадии компостирования обеспечивает при  
10 естественном подсушивании смеси в освещаемых и неаэрируемых условиях в течение 25-30 суток, активный рост этого биоактиватора за счет получения благоприятной питающей среды для их существования и фотосинтеза. Рост ФТБ в свою очередь оказывает положительное стимулирующее влияние на рост других агрономически полезных микробов (бацилл и актиномицетов) в смеси, процесс  
15 размножения которых начался после высокотемпературной стадии компостирования. Размножение актиномицетов и бацилл - антагонистов фитопатогенных грибков (микроспоров), вызывающих различные заболевания корневой системы растений, усиливает противогрибковые свойства компоста, повышая его качество.

20 С ростом количества ФТБ повышается количество выделенной ими внеклеточно АТФ, синтезированных витаминов, особенно В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, Е, amino- и нуклеиновых кислот. Этими выделениями ФТБ стимулируют микробную сукцессию, «приманивая» к себе другие микроорганизмы, в особенности т.н. органотрофы, способные в отличие  
25 от ФТБ окислять высокомолекулярные органические соединения. Вместе с комплексом симбиотических микробов ФТБ осуществляют деструкцию трудноразлагаемых веществ, загрязнителей, продуктов полураспада процесса компостирования, тем самым улучшая санитарно-бактериологические и агрохимические показатели, повышая качество компоста и снижая себестоимость  
30 готового продукта.

Способ приготовления компоста из осадка сточных вод с применением ФТБ осуществляется следующим образом.

35 Смешивают обезвоженный ОСВ с пивной дробиной с добавлением опилок при объемных соотношениях, известных по патенту 2369586, а именно 0,5-0,6:0,3-0,4:0,1-0,2, вносят компостную закваску в количестве не менее 15% от объема смеси, что вызывает в буртах быстрое повышение температуры компостируемой смеси до 50-55°C и санацию ОСВ. Для развития комплекса симбиотических органотрофных микроорганизмов в способе используется пивная дробина и целлюлозосодержащий  
40 влагопоглощающий компонент в виде опилок. Являясь отходом пивоварения, пивная дробина представляет собой полноценный источник питания для роста и размножения таких микробов и служит дополнительным источником агрохимически важных веществ (азот, фосфор, калий) для почвы. Опилки оптимизируют химический состав смеси (отношение углерода к азоту). Для ускорения компостирования и более  
45 глубокой биохимической трансформации смеси к ней добавляют компостную закваску. Смешивание закваски и компонентов в количественном соотношении, известном по патенту 2369586, приводит к интенсификации экзотермической реакции и саморазогреву смеси, что вызывает гибель геогельминтов и многих патогенных  
50 микроорганизмов.

Через 15 суток для поддержания экзотермической реакции в течение следующих 20-25 суток проводят принудительное аэрирование, осуществляя периодическое ворошение буртов, что важно для симбиотических органотрофных микроорганизмов.

После завершения первой (высокотемпературной) стадии компостирования смесь размещают слоем около 1 м для естественного подсушивания, что снижает содержание бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в осадке сточных вод до нормативного уровня по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Далее смесь поливают жидкой культурой ФТБ, содержащей  $10^9$ - $10^{10}$  клеток в одном мл суспензии аноксигенных пурпурных фототрофных бактерий вида *Rhodobacter capsulatus*, в объемных соотношениях к смеси не менее 1:50 соответственно.

Для получения жидкой культуры ФТБ используют коммерческий препарат ФТБ *Rhodobacter capsulatus*, производимый в Японии винодельческой фирмой «Такара Цусио Корпорэйшн» в концентрированном и лиофилизированном виде. Жидкая культура пурпурных фототрофных бактерий этого вида хранится в музейной коллекции лаборатории экологической биотехнологии Института водных и экологических проблем ДВО РАН (г.Хабаровск).

Наступающая вторая стадия проходит без дополнительного ворошения смеси в течение 25-30 суток при повышении количества ФТБ, росте актиномицетного и бациллярного населения смеси и других микробов, в особенности органотрофных, окисляющих высокомолекулярные органические соединения, и в комплексе осуществляющих деструкцию труднорастворимых веществ, продуктов полураспада процесса компостирования, токсических веществ и загрязнителей. При переходе к заключительной третьей стадии созревания компост буртуют на площадке складирования для стабилизации в течение 30-35 суток.

Способ приготовления компоста из осадка сточных вод с применением ФТБ показан на примерах.

#### Пример 1.

Обезвоженный ОСВ (содержание органики  $\geq 15$ -30%) послойно смешивают с пивной дробинкой и опилками в объемных соотношениях соответственно 0,5-0,6:0,3-0,4:0,1-0,2.

К смеси добавляют компостную закваску, полученную по патенту 2213080, в количестве не менее 15% от объема. Осуществляя перемешивание с одновременным перемещением, смесь, отвечающую агрохимическим нормативным требованиям, закладывают в бурт №1 объемом  $10 \text{ м}^3$  на бетонированной площадке и накрывают полипропиленовой тканью. Через 5 суток начинается повышение температуры смеси до  $50$ - $55^\circ\text{C}$ . Еще через 10 суток для поддержания экзотермической реакции и дыхания микроорганизмов проводят принудительную аэрацию (ворошение) бурта, которую повторяют с периодичностью раз в 7-10 дней в течение 50-55 суток. На 65-70 сутки компостирования отбирают пробы на санитарно-паразитологические и санитарно-бактериологические показатели. Анализы обнаруживают полное соответствие паразитологическим требованиям по ГОСТ Р 17.4.3.07-2001, но несоответствие нормативу по некоторым бактериологическим (содержание БГКП) показателям (табл.1). На 100-е сутки компостирования почвенно-микробиологический анализ не выявил в пробах усиленных противогрибковых свойств (Фиг.1, нижний ряд). Этот бурт является контрольным.

Таблица 1				
Санитарно-паразитологические и санитарно-бактериологические показатели компостируемой смеси (бурт №1)				
№ проб и глубина отбора	Яйца геогельминтов, экз./кг	Цисты патогенных простейших, экз./кг	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, клеток/г	БГКП, клеток/г
1 (0-20 см)	0	0	0	$>10^3$
2 (20-50 см)	0	0	0	$>10^3$

## Пример 2.

Способ подготовки компостируемой смеси в бурте №2 по примеру 1. Через 15 суток проводят принудительную аэрацию (ворошение), которую повторяют с периодичностью раз в 7-10 дней в течение 20-25 суток. После завершения первой (высокотемпературной) стадии компостирования бурт расстилают для естественного подсушивания смеси слоем около 1 м. Наступающая вторая стадия проходит без дополнительного ворошения в течение 25-30 суток. На 65-70 сутки компостирования отбирают пробы на санитарно-паразитологические и санитарно-бактериологических показатели. Анализы обнаруживают их полное соответствие ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 (табл.2). На 100-е сутки компостирования почвенно-микробиологический анализ не выявил в пробах усиленных противогрибковых свойств (Фиг.1, нижний ряд).

Санитарно-паразитологические и санитарно-бактериологические показатели смеси ОСВ и дробины (бурт №2)				Таблица 2
№проб и глубина отбора	Яйца геогельминтов, экз./кг	Цисты патогенных простейших, экз./кг	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы, клеток/г	БГКП, клеток/г
1 (0-10 см)	0	0	0	$<10^3$
2 (20-50 см)	0	0	0	$<10^3$

## Пример 3.

Способ подготовки компостируемой смеси в бурте №2 по примеру 2. После завершения первой стадии компостирования бурт расстилают для естественного подсушивания смеси слоем около 1 м и затем поливают жидкой культурой ФТБ вида *Rhodobacter capsulatus*, содержащей  $10^7$ - $10^8$  клеток в одном мл суспензии, в объемных соотношениях к смеси 1:60. Наступающая вторая стадия проходит без дополнительного ворошения в течение 25-30 суток. На 65-70 сутки компостирования отбирают пробы на санитарно-паразитологические и санитарно-бактериологических показатели. Анализы обнаруживают их полное соответствие ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 (табл.2). На 100-е сутки компостирования почвенно-микробиологический анализ не выявил в пробах усиленных противогрибковых свойств (Фиг.1, нижний ряд).

## Пример 4.

Способ подготовки компостируемой смеси в бурте №2 по примеру 2. После завершения первой стадии компостирования бурт расстилают для естественного подсушивания смеси слоем около 1 м и затем поливают жидкой культурой ФТБ вида *Rhodobacter capsulatus*, содержащей  $10^9$ - $10^{10}$  клеток в одном мл суспензии, в объемных соотношениях к смеси 1:60. Наступающая вторая стадия проходит без дополнительного ворошения в течение 25-30 суток. На 65-70 сутки компостирования отбирают пробы на санитарно-паразитологические и санитарно-бактериологических показатели. Анализы обнаруживают их полное соответствие ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 (табл.2). На 100-е сутки компостирования почвенно-микробиологический анализ не выявил в пробах усиленных противогрибковых свойств (Фиг.1, нижний ряд).

## Пример 5.

Способ подготовки компостируемой смеси в бурте №2 по примеру 2. После завершения первой стадии компостирования бурт расстилают для естественного подсушивания смеси слоем около 1 м и поливают жидкой культурой ФТБ вида *Rhodobacter capsulatus*, содержащей  $10^9$ - $10^{10}$  клеток в одном мл суспензии, в объемных соотношениях к смеси 1:50 соответственно. Наступающая вторая стадия проходит без дополнительного ворошения в течение 25-30 суток. На 65-70 сутки компостирования отбирают пробы на санитарно-паразитологические и санитарно-

бактериологических показатели. Анализы выявляют их полное соответствие ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 (табл.2). На 100-е сутки компостирования почвенно-микробиологический анализ выявил в пробах явно усиленные противогрибковые свойства (Фиг.1, верхний ряд). Это обусловлено более активным ростом бациллярных и актиномицетных форм микроорганизмов - антагонистов грибов в присутствии ФТБ, о чем можно судить по таким общепринятым показателям зрелости компоста, как отношения Бц/Г и А/Г, значения которых выше, чем в компосте без ФТБ (табл.3). Достигается технический результат.

Таблица 3

Влияние ФТБ на размножение бациллярных бактерий и актиномицетов в компосте, тыс./г

Вариант опыта	Бактерии (Б)	Бациллы (Бц)	Актиномицеты (А)	Грибы (Г)	Б/Г	Бц/Г	А/Г
Контроль Бурт №1	1020	240	138	20	50	12	7
Компост с ФТБ Бурт №2	1234	857	1010	10	126	87	102

Кроме того, агрохимические показатели проб из буртов №1 и №2, взятые через 100 суток, выявляют повышенное качество компоста, полученного с применением ФТБ (табл.4). За равный промежуток времени в таком компосте отмечается повышенное содержание гуминовых кислот (ГК), суммы гуминовых и фульвокислот (ГК+ФК), более высокие показатели емкости катионного обмена, что характеризует его как более зрелый.

Таблица 4

Агрохимические показатели компостов

Вариант опыта	С, %			$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$	Азот нитратный, мг/кг	Фосфор подвижный, мг/кг	Калий подвижный, мг/кг	Емкость катионного обмена, мг-экв/100 г
	ГК, %	ФК, %	ГК+ФК					
Контроль Бурт №1	4,45	2,74	7,19	1,73	177	9650	835	40
Компост с ФТБ Бурт №2	5,68	2,85	8,53	1,99	215	10750	909	56

Проведенный зоотест с использованием земляного червя *Eisenia fetida* Sav., 1826 показал повышенные качества компоста с ФТБ (бурт №2) как среды обитания для почвенных беспозвоночных. Через 3 месяца содержания в таком компосте численность червей была в 1,5 раза выше, чем в контроле (табл.5).

Таблица 5

Выживаемость червей *E. fetida* в разных видах компоста, экз.

	Исходное количество	Экспозиция		
		1 мес.	2 мес.	3 мес.
Контроль Бурт №1	50	50	50	52
Компост с ФТБ Бурт №2	50	50	61	78

Проведенный фитотест с использованием кресс-салата [СанПиН 2.1.7.573-96] также выявил более высокие удобрительные качества компоста с ФТБ, так как одновозрастные проростки кресс-салата, выращенные на компосте с ФТБ (бурт №2), более развиты, чем на компосте контрольного бурта (бурт №1).

Опытные партии готового продукта, полученного заявляемым способом, уже нашли свое применение в городском зеленом строительстве и лесовосстановлении.

Заявленное техническое решение, позволяющее получить более качественный и с

пониженной себестоимостью компост, найдет свое применение в коммунальном хозяйстве для биоконверсии осадка сточных вод.

#### Формула изобретения

5       Способ приготовления компоста из осадка сточных вод с применением  
фототрофных бактерий, включающий смешивание обезвоженного осадка сточных вод  
с органическим компонентом в виде пивной дробины, с целлюлозосодержащим  
10       компонентом в виде опилок при объемных соотношениях соответственно 0,5-0,6:0,3-  
0,4:0,1-0,2, с добавлением компостной закваски в количестве не менее 15% от объема  
смеси и последующее аэробное компостирование смеси, отличающийся тем, что по  
окончании высокотемпературной стадии компостирования проведение естественного  
15       подсушивания смеси, размещенной слоем около одного метра, осуществляют с  
одновременным внесением биоактиватора в виде жидкой культуры, содержащей  $10^9$ -  
 $10^{10}$  клеток в одном мл суспензии аноксигенных пурпурных фототрофных  
бактерий *Rhodobacter capsulatus* в объемных соотношениях к смеси не менее 1:50  
соответственно и с выдерживанием без обязательной аэрации в течение 25-30 суток с  
20       последующей стабилизацией смеси в буртах в течение 30-35 суток.

25

30

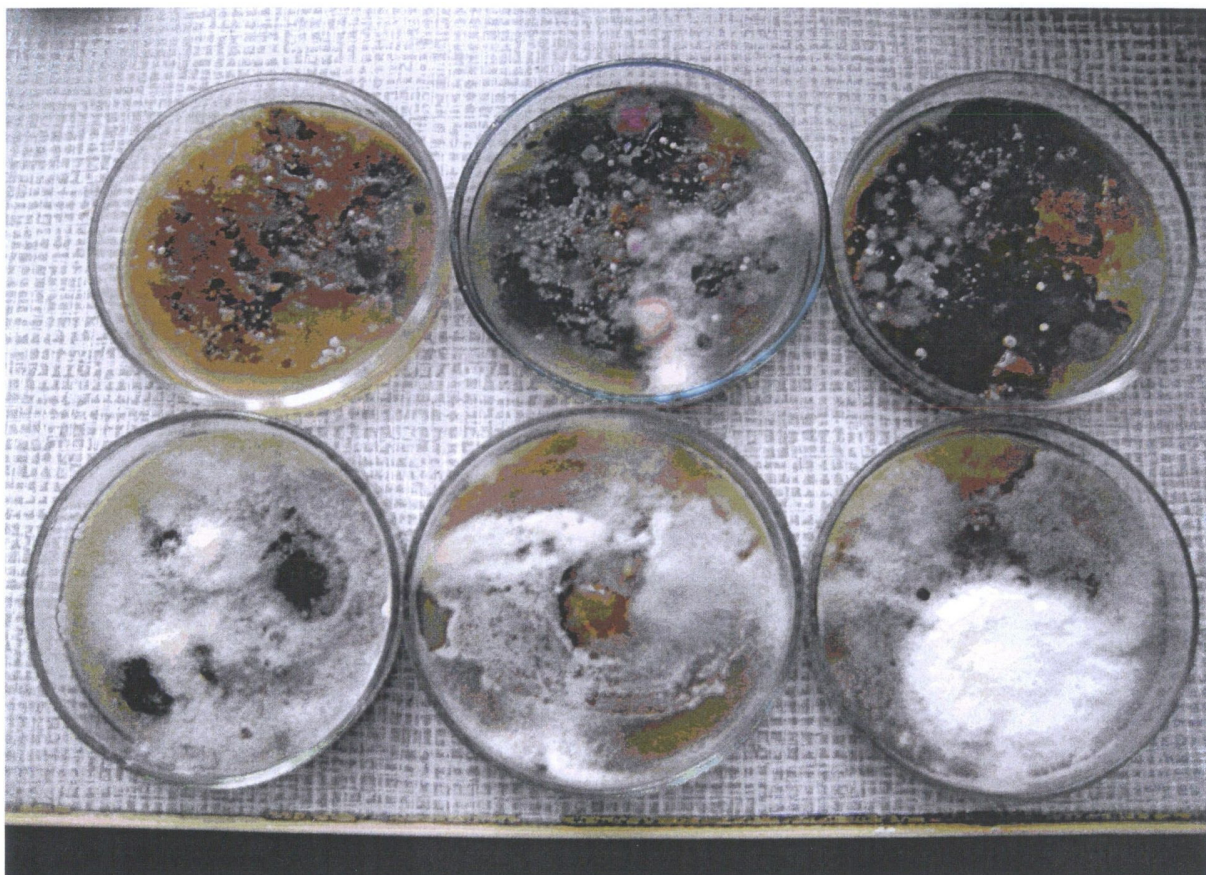
35

40

45

50





Фиг. 1