



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015113129/10, 09.04.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.04.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.04.2015

(45) Опубликовано: 27.05.2016 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2262531 C2, 20.10.2005. US 4999300 A, 12.03.1991. US 6537797 B1, 25.03.2003. BEYER A., BIZIUK M., Environmental fate and global distribution of polychlorinated biphenyls, Rev. Environ. Contamin. Toxic., 2009, v.201, p.137-158. ВАСИЛЬЕВА Г.К. и др., Биоремедиация почв и седиментов, загрязненных полихлорированными бифенилами, Ж. Микробиология, (см. прод.)

Адрес для переписки:

443096, г. Самара, а/я 2734, Заметалиной Нине Петровне

(72) Автор(ы):

Куми Вячеслав Владимирович (RU),
Токарев Иван Петрович (RU),
Макаренко Александр Александрович (RU),
Назаров Алексей Владимирович (RU),
Егорова Дарья Олеговна (RU),
Плотникова Елена Генриховна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"ЭМУЛЬСИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"
(RU)

(54) **ШТАММ *Rhodococcus wratislaviensis* - ДЕСТРУКТОР УСТОЙЧИВЫХ ТОКСИЧНЫХ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области биотехнологии. Штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625, обладающий способностью эффективно разлагать комплекс хлорорганических соединений: полихлорированные бифенилы, гексахлорбензол, γ -гексахлорциклогексан (линдан), дихлордифенилтрихлорэтан, депонирован во Всероссийской коллекции микроорганизмов Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук (ИБФМ РАН) под регистрационным номером ВКМ Ас-2631D. Изобретение позволяет повысить эффективность деструкции полихлорированных бифенилов, гексахлорбензола, γ -гексахлорциклогексана (линдана), дихлордифенилтрихлорэтана. 3 табл., 4 пр.

(56) (продолжение):

2007, т.76, N6, стр. 725-741. BENI CAMACHO-PEREZ, et. al., Enzymes involved in the biodegradation of hexachlorocyclohexane: A mini review, J. Environmental Management. 2012, V. 95, p. 5306-5318. DORFLER U., et.al., Stimulation of reductive dechlorination of hexachlorobenzene in soil by inducing the native microbial activity., Chemosphere, 2004, v.55, p. 1477-1484.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 585 537**⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.

C12N 1/20 (2006.01)

B09C 1/10 (2006.01)

C12R 1/01 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015113129/10, 09.04.2015

(24) Effective date for property rights:
09.04.2015

Priority:

(22) Date of filing: 09.04.2015

(45) Date of publication: 27.05.2016 Bull. № 15

Mail address:

443096, g. Samara, a/ja 2734, Zametalinoj Nine
Petrovne

(72) Inventor(s):

Kumi Vyacheslav Vladimirovich (RU),
Tokarev Ivan Petrovich (RU),
Makarenko Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Nazarov Aleksej Vladimirovich (RU),
Egorova Darya Olegovna (RU),
Plotnikova Elena Genrikhovna (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"EMULSIONNYE TEKHOLOGII" (RU)

(54) **STRAIN *Rhodococcus wratislaviensis* - DESTRUCTOR OF PERSISTENT TOXIC ORGANOCHLORINE COMPOUNDS**

(57) Abstract:

FIELD: biotechnology.

SUBSTANCE: strain *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625, having the ability to efficiently decompose complex organochlorine compounds: polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene, γ -hexachlorocyclohexane (lindane), dichlorodiphenyltrichloroethane, deposited in the Russian National Collection of Microorganisms of the Federal State budget institution Science Institute of Biochemistry and

Physiology of Microorganisms named G.K. Scriabin, Russian Academy of Sciences (RAS IBPM) under accession number VKM Ac-2631D.

EFFECT: invention improves the efficiency of destruction of polychlorinated biphenyls, hexachlorobenzene, γ -hexachlorocyclohexane (lindane), dichlorodiphenyltrichloroethane.

1 cl, 3 tbl, 4 ex

R U 2 5 8 5 5 3 7 C 1

R U 2 5 8 5 5 3 7 C 1

Изобретение относится к области биотехнологии и представляет собой новый аэробный штамм бактерий, способный эффективно разлагать комплекс хлорорганических соединений: полихлорированные бифенилы, гексахлорбензол, γ -гексахлорциклогексан (линдан), дихлордифенилтрихлорэтан.

5 Данные вещества включены в группу стойких органических загрязнителей (см. Федеральный закон РФ от 27.06.2011 N 164-ФЗ "О ратификации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях").

Однако при реализации положений Стокгольмской конвенции возникает проблема уничтожения соединений группы стойких органических загрязнителей, так как за
10 длительный период производства и применения накоплены сотни тонн данных веществ (см., например, Трегер Ю.А. Стойкие органические загрязнители. Проблемы и пути их решения // Вестник МИТХТ, 2011, т. 6, №5), значительная часть которых попала в окружающую среду.

Исследования последних десятилетий показали, что наиболее экологически
15 безопасным способом утилизации полихлорированных бифенилов, гексахлорбензола, γ -гексахлорциклогексана (линдана), дихлордифенилтрихлорэтана является их биологическая деструкция с использованием бактерий (см., например, Васильева Г.К., Стрижакова Е.П. Биоремедиация почв и седиментов, загрязненных полихлорированными бифенилами // Микробиология. 2007. Т.76. №6. С.725-741; Beyer A., Biziuk M. Environmental
20 fate and global distribution of polychlorinated biphenyls // Rev. Environ. Contamin. Toxic. 2009. V. 201. P. 137-158). Имеются сведения о бактериальных штаммах родов *Pseudomonas*, *Burkholderia* и *Rhodococcus*, осуществляющих полное разложение отдельных конгенов низкохлорированных бифенилов (см., например, описание изобретения «Bacterial degradation of 4-biphenyl» к патенту US 4999300 A, дата публикации 12.03.1991; описание
25 изобретения Compositions and methods useful in bioremediation of polychlorinated biphenyls» к патенту US 6537797 (B1), дата публикации 25.03.2003; описание изобретения «Штамм бактерии *Rhodococcus ruber* - деструктор полихлорированных бифенилов» к патенту RU 2262531 C2, дата публикации 20.10.2005). Выделены и описаны штаммы бактерий, осуществляющих разложение дихлордифенилтрихлорэтана, линдана и α (β)-
30 гексахлорциклогексана (см., например, Xie H., Zhu L., Xu Q., Wang J., Liu W., Jiang J., Meng Y. Isolation and degradation ability of the DDT-degrading bacterial strain KK // Environ. Earth Sci. 2011. V. 62. P. 93 - 99; Ortiz I., Velasco A., Le Borgne S., Revah S. Biodegradation of DDT by stimulation of indigenous microbial populations in soil with cosubstrates // Biodegradation. 2013. V. 24. P. 215-225; Kumar M., Gupta S.K., Garg S.K., Kumar A.
35 Biodegradation of hexachlorocyclohexane isomers in contaminated soils // Soil Biology Biochemistry. 2006. V. 38. P. 2318 - 2327; Camacho-Perez B., Rios-Leal E., Rinderknecht-Seijas N., Poggi-Varaldo H.M. Enzymes involved in the biodegradation of hexachlorocyclohexane: A mini review // J. Environmental Management. V. 95. P. S306-S318; Abhilash P.C., Srivastava S., Singh N. Comparative bioremediation potential of four rhizospheric microbial species against
40 lindane // Chemosphere. 2011. V. 82. P. 56-63; Benimeli C.S., Castro G.R., Chaile A.P., Amoroso M.J. Lindane uptake and degradation by aquatic *Streptomyces* sp. strain M7 // Int. Biodeterior. Biodegrad. 2007. V.59. P. 148-155).

Имеются ограниченные сведения об анаэробном разложении гексахлорбензола микроорганизмами (см., например, Reineke W. Aerobic and anaerobic biodegradation
45 potentials of microorganisms // The handbook of environmental chemistry Vol.2, Part K / Biodegradation and persistence (ed. by B. Beek), Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg. 2001. 161 p.; Brahushi F., Dorfler U., Schroll R., Munch J.Ch. Stimulation of reductive dechlorination of hexachlorobenzene in soil by inducing the native microbial activity // Chemosphere. 2004. V. 55.

Р. 1477-1484).

Сведения о бактериальных штаммах, эффективно утилизирующих несколько соединений группы стойких органических загрязнителей в общедоступных информационных источниках, отсутствуют.

- 5 Задача изобретения - выделение и описание аэробного бактериального штамма, эффективно разлагающего несколько соединений группы стойких органических загрязнителей, а именно полихлорированных бифенилов, гексахлорбензола, γ -гексахлорциклогексана (линдана) и дихлордифенилтрихлорэтана.

- 10 Технический результат выражается в высокой эффективности разложения (деструкции) нескольких соединений группы стойких органических загрязнителей, а именно полихлорированных бифенилов, гексахлорбензола, γ -гексахлорциклогексана (линдана) и дихлордифенилтрихлорэтана.

- 15 Для достижения технического результата предлагается изоляция из загрязненной химическими соединениями почвы нового аэробного бактериального штамма, который в результате эволюционных процессов, вызванных длительным загрязнением, приобрел способность разрушать ряд соединений группы стойких органических загрязнителей.

- Штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 выделен из почвы, загрязненной соединениями группы стойких органических загрязнителей и отобранной на территории бывшего Открытого Акционерного Общества «Средне-Волжский завод химикатов» (г. Чапаевск, Самарская обл., РФ). Морфо-физиологические признаки штамма: при
20 росте в течение 3 суток на агаризованной богатой среде образует округлые, с изогнутым профилем (скопление биомассы в центре колонии), матовые, светло-розовые колонии размером 2-3 мм; характеризуется жизненным циклом кокк-палочка-кокк, способен к
25 росту в широком диапазоне температур - от 8 до 42°C, с оптимумом 25-30°C; активный рост культуры происходит при pH среды 6-9. Штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 депонирован 07.05.2013 Всероссийской коллекцией микроорганизмов Федерального
государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук (ИБФМ РАН) по
адресу проспект Науки, д. 5, г. Пущино, Московская обл., 142290 под регистрационным
30 номером ВКМ АС-2631D.

Генетические признаки: по нуклеотидным последовательностям гена 16S рРНК наиболее близок (гомология 100%) к штамму *Rhodococcus wratislaviensis* NCIMB 13082^T.

На основании морфо-физиологических и молекулярно-генетических признаков штамм идентифицирован как *Rhodococcus wratislaviensis*.

- 35 Преимуществом данного изобретения является способность штамма *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 разлагать несколько соединений группы стойких органических загрязнителей, а именно полихлорированных бифенилов, гексахлорбензола, γ -гексахлорциклогексана (линдана) и дихлордифенилтрихлорэтана без накопления
40 токсичных продуктов разложения. Деструктивная активность штамма проявляется в стандартных экологических условиях и не требует серьезных экономических затрат для их создания.

Штамм с такими свойствами описан впервые, в связи с чем можно сделать вывод о соответствии предлагаемого изобретения критериям «новизна» и «изобретательский
45 уровень».

Пример 1.

Выделение штамма из загрязненной почвы.

Для выделения штамма-деструктора использовали метод накопительных культур: 1 г почвы, загрязненной соединениями группы СОЗ и отобранной на территории

бывшего Открытого Акционерного Общества «Средне-Волжский завод химикатов» (г. Чапаевск, Самарская обл., РФ), помещали в колбы (объем 250 мл), содержащие 100 мл минеральной среды К1 (состав, г/л: $K_2HPO_4 \times 3H_2O$ -4.0; $NaH_2PO_4 \times 2H_2O$ -0.4; $(NH_4)_2SO_4$ -0.5;

5 $MgSO_4 \times 7H_2O$ -0.15; $Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$ -0.01; $NaMoO_4 \times 2H_2O$ -0.18, $FeSO_4 \times 7H_2O$ -1.98) и бифенил в качестве источника углерода в количестве 1 г/л. Инкубация проводилась 1 месяц при 28°C.

10 Чистые культуры бактерий-деструкторов выделяли высевом накопительной культуры на чашки Петри с агаризованной минеральной средой К1 (концентрация агар-агара 15 г/л) и бифенилом в качестве единственного источника углерода и энергии с последующим отбором единичных колоний. Чистоту культур контролировали высевом на среду LB (состав, г/л: триптон - 10, дрожжевой экстракт - 5, NaCl - 10, агар -15).

15 Штаммы, полученные из единичных колоний, проверяли на способность к разложению полихлорированных бифенилов, дихлордифенилтрихлорэтана, гексахлорциклогексана (линдана) и гексахлорбензола.

По результатам анализа деградационной активности был отобран штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625, эффективно разлагающий весь спектр представленных соединений.

Пример 2.

20 Разложение штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 полихлорированных бифенилов (отдельных конгенов и коммерческих смесей).

Деструкцию полихлорированных бифенилов штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 проводили в экспериментах с «отмытыми клетками». Штамм выращивали в жидкой среде К1 с бифенилом (1 г/л) при 28°C до ОП₆₀₀=1-0. Отмытые дважды в среде К1 клетки (1 мл, ОП₆₀₀=2.0) переносили во флаконы с тефлоновыми крышками.

25 В качестве субстрата вносили ацетоновый раствор хлорбифенилов до конечной концентрации: моноклорбифенил - 100 мг/л, дихлорбифенил - 50 мг/л, трихлорбифенил -50 мг/л, «Делор 103» - 0.14 мг/л, «Совол» - 0.53 мг/л.

30 Для выделения хлорированных бифенилов культуральную жидкость экстрагировали смесью конц. H_2SO_4 -12.5%-ный додецилсульфат-Na-гексан (1:10:25) в течение 60 мин при 30°C, скорость перемешивания 200 об/мин. Экстракты обезвоживали Na_2SO_4 и анализировали на газовом хроматографе GC6890N ("Agilent Technology", США) с масс-селективным детектором MSD5973N ("Agilent Technology", США).

35 Количественное содержание выделенных хлорбифенилов оценивали на основании сравнения величины полученных пиков и стандартных соединений.

Продукты деградации хлорбифенилов определяли спектрофотометрически и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

40 Для выделения и идентификации продуктов биодеструкции хлорированных бифенилов культуральную жидкость очищали от бактериальных клеток методом центрифугирования (9660 g в течение 3 мин на центрифуге miniSpin ("Eppendorf", Германия). Для дальнейших анализов использовали надосадочную жидкость.

45 Образование продуктов мета-расщепления ароматического кольца хлорбифенилов - 2-гидроксо-6-оксо-(хлорфенил)гекса-2,4-диеновые кислоты (ГОФДК) определяли методом спектроскопии на спектрофотометре UV-Visible BioSpec-mini ("Shimadzu", Япония) при $\gamma_{\max}$ от 390 нм до 440 нм.

Наличие в надосадочной жидкости хлорбензойной и гидроксibenзойной кислот (ХБК и (ОН)БК), а также катехолов определяли методом высокоэффективной

жидкостной хроматографии - анализа на хроматографе LC-20A ("Shimadzu", Япония) с колонкой Discovery C18 (150×4.6 мм) ("Supelco", "Sigma-Aldrich", США) и УФ-детектором при 205 нм. Анализ проводили в системе ацетонитрил-0.1%-ый H_3PO_4 (70:30). Идентификацию проводили с помощью сравнения времени удержания на колонке исследуемых и стандартных соединений. Количество образовавшихся продуктов оценивали по величине площади и высоты пиков на хроматограмме относительно данных величин стандартных соединений.

В результате проведенных исследований было установлено, что штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 разлагает монохлорированные бифенилы (далее в таблицах 1, 2 ПХБ1, ПХБ3 (№ по классификации IUPAC) на 99.9%, дихлорированные бифенилы (далее в таблицах 1, 2 ПХБ8 (№ по классификации IUPAC) на 97.8%, трихлорированные бифенилы (далее в таблицах 1, 2 ПХБ17, ПХБ28 (№ по классификации IUPAC) на 82.2% за 2 суток, коммерческие смеси полихлорированные бифенилы марок «Делор 103» и «Совол» - на 99% за 8 суток (таблицы 1, 2).

При разложении полихлорированных бифенилов штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 фиксируются незначительные количества промежуточных соединений, при этом отмечается тенденция к их дальнейшей утилизации. Спектр обнаруженных метаболитов свидетельствует о разложении полихлорированных бифенилов до соединений основного обмена веществ клетки.

Таким образом, штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 является активным деструктором как отдельных конгенов полихлорированных бифенилов, так и их коммерческих смесей.

Пример 3.

Разложение штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 пестицидов группы стойких органических загрязнителей: γ -гексахлорциклогексана (линдана), гексахлорбензола, дихлордифенилтрихлорэтана.

Деструкцию пестицидов штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 проводили в экспериментах с «отмытыми клетками». Штамм выращивали в жидкой среде К1 с бифенилом (1 г/л) при 28°C до ОП₆₀₀~1.0. Отмытые дважды в среде К1 клетки (1 мл, ОП₆₀₀=2.0) переносили во флаконы с тефлоновыми крышками.

В качестве субстрата вносили раствор γ -гексахлорциклогексана (линдана) (200 мкг/мл), гексахлорбензола (2.5 мг/мл), дихлордифенилтрихлорэтана (200 мкг/мл). Анализ проводили методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием на газовом хроматографе GC6890N ("Agilent Technology", США) с масс-селективным детектором MSD5973N ("Agilent Technology", США) и кварцевой капиллярной колонкой HP-5MS SN US15189741-1 (30 м×0.25 мм) ("Agilent Technology", США). Газ-носитель - гелий (1 мл/мин), температура испарителя 230°C. Объем пробы 0.2 мкл. Предварительно образцы экстрагировали хлороформом в течение 3 часов.

Количественное содержание выделенных пестицидов оценивали на основании сравнения величины полученных пиков и стандартных соединений.

Продукты деградации пестицидов определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), как описано выше (пример 2).

Штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 осуществляет деструкцию γ -гексахлорциклогексана (линдана) на 27%, гексахлорбензола на 20% и дихлордифенилтрихлорэтана на 31% (см. таблица 3).

Накопление промежуточных продуктов (хлорбензол, хлоркатехол, хлорбензойные кислоты), образующихся при разложении данных пестицидов штаммом *Rhodococcus*

wratislaviensis Ch625, было незначительным, что свидетельствует об эффективной утилизации исходного субстрата.

Пример 4.

Анализ деградационной активности штамма *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 после культивирования на различных субстратах.

Активность штамма *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 исследовали по отношению к модельному конгенеру полихлорированного бифенила- 2,4'-дихлорбифенилу (ПХБ8) в экспериментах с «отмытыми клетками» после культивирования штамма на различных субстратах.

Наращивание биомассы штамма *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 проводили методом периодического культивирования в жидкой среде К1 в течение 48 часов при 28°C до ОП₆₀₀=1.0. В качестве источника углерода и энергии вносили: 1) бензоат натрия - 1 г/л, 2) бензоат натрия+бифенил, 1 г/л и 0.2 г/л соответственно, 3) бифенил - 1 г/л. Бензоат натрия использован как вещество, являющееся доступным субстратом (свободно производится, низкая цена, широко используется в промышленности). Отмытые дважды в среде К1 клетки (1 мл, ОП₆₀₀=2.0) переносили во флаконы с тефлоновыми крышками. 2,4'-дихлорбифенил вносили в концентрации 90 мг/л. Анализ деструкции и метаболитов проводили, как описано в примере 2.

В результате проведенного исследования установлено, что наращивание биомассы штамма *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 происходит с высокой и практически одинаковой скоростью при культивировании на всех трех вариантах субстратов.

Удельная скорость роста составила: 1) на бензоате - 0.076 ч⁻¹, 2) на бензоате+бифениле - 0.078 ч⁻¹, 3) на бифениле - 0.077 ч⁻¹. Различия лежат в пределах интервала достоверности, следовательно, можно утверждать, что удельная скорость роста при использовании в качестве источника углерода и энергии бензоата натрия изменяется несущественно.

Анализ полученных результатов показал, что после культивирования на бензоате натрия, штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 разлагает за 4 суток 99.6% ПХБ8, после культивирования на смешанном субстрате (бензоат натрия и бифенил) - 99.8% ПХБ8, а после культивирования на бифениле - 97.8% ПХБ8.

Анализ метаболического профиля показал, что ароматическое кольцо хлорбифенилов - 2-гидроксо-6-оксо-(хлорфенил)гекса-2,4-диеновой кислоты незначительно накапливается только в течение первых 24 часов деструкции в варианте 2 (после смешанного субстрата) и далее ее концентрация снижается до нуля. Накопление хлорбензойных кислот и их метаболитов гидроксibenзойных кислот было зафиксировано во всех трех вариантах, однако после предварительного культивирования на бензоате скорость убыли метаболитов выше на 20%, чем в двух других вариантах опыта.

Доказано, что штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 сохраняет высокую деградационную активность по отношению к полихлорированным бифенилам после культивирования на бензоате натрия, и данное соединение (бензоат натрия) может быть рекомендовано для наращивания больших объемов культуры штамма как легкодоступное сырье.

Таким образом, штамм *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 эффективно разлагает несколько соединений группы стойких органических загрязнителей, а именно: полихлорированный бифенил, гексахлорбензол, γ-гексахлорциклогексан (линдан) и дихлордифенилтрихлорэтан, и может быть рекомендован для разработки на его основе

биопрепарата по утилизации комплекса данных соединений.

Таблица 1. Деструкция конгенов полихлорированных бифенилов (ПХБ)

штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625

ПХБ (№ по классификации IUPAC)	Время деструкции, часы	Концентрация ПХБ, мг/л	Промежуточные продукты		
			ГОФДК, ОП ₃₉₇	ХБК, мкг/л	(ОН)БК, мкг/л
ПХБ1	5	0.03±0.002*	0.292±0.005	0.36±0.01	н/д
	24	0.02±0.002	н/д	0.55±0.01	н/д
	48	0.01±0.004	н/д	0.54±0.005	н/д
ПХБ3	5	0.37±0.01	н/д	0.09±0.002	0.21±0.02
	24	0.12±0.01	н/д	0.102±0.003	0.15±0.02
	48	0.08±0.01	н/д	0.06±0.004	0.07±0.02
ПХБ8	5	2.34±0.001	0.487±0.003	0.01±0.001	0.54±0.01
	24	1.04±0.001	0.948±0.003	0.03±0.005	0.31±0.01
	48	1.10±0.002	0.749±0.00	0.03±0.003	0.18±0.02
ПХБ17	5	10.14±0.02	0.362±0.005	0.03±0.01	0.23±0.005
	24	10.02±0.01	0.412±0.005	0.07±0.01	0.45±0.004
	48	8.59±0.02	0.446±0.003	0.06±0.01	0.38±0.004
ПХБ28	5	2.34±0.01	н/д	0.006±0.001	0.49±0.02
	24	1.54±0.01	н/д	0.007±0.001	0.37±0.02
	48	1.41±0.01	н/д	0.007±0.001	0.19±0.03

IUPAC - Международный союз теоретической и прикладной химии;

н/д – не детектировано;

* жирным шрифтом выделена концентрация ПХБ ниже установленных норм ПДК.

Таблица 2. Деструкция коммерческих смесей полихлорированных бифенилов (ПХБ) штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625

Смесь ПХБ	Время деструкции, сутки	Концентрация смеси ПХБ, мг/л	Промежуточные продукты		
			ГОФДК, ОП ₃₉₇	ХБК, мкг/л	(ОН)БК, мкг/л
Делор 103	1	0.04 ±0.003*	1.809±0.005	0.15±0.001	0.24±0.01
	5	0.009 ±0.001	1.112±0.005	0.19±0.002	0.32±0.01
	8	0.004 ±0.001	1.283±0.002	0.21±0.002	0.15±0.01
Совол	1	0.09±0.01	н/д	0.015±0.002	0.51±0.01
	5	0.04 ±0.003	н/д	0.013±0.002	0.55±0.02
	8	0.009 ±0.001	0.379±0.002	0.029±0.002	0.32±0.02

н/д – не детектировано; * жирным шрифтом выделена концентрация полихлорированных бифенилов ниже установленных норм ПДК.

Таблица 3. Деструкция пестицидов группы стойких органических загрязнителей штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625

Время деструкции, сут.	Пестицид, мг/мл		
	гексахлорбензол	γ-гексахлорцикло-гексан (линдан)	дихлордифенилтри-хлорэтан
0	2.500±0.1	0.200±0.002	0.200±0.002
1	2.074±0.2	0.188±0.003	0.156±0.002
4	2.001±0.1	0.145±0.001	0.137±0.003

Формула изобретения

Штамм *Rhodococcus wratislaviensis* - деструктор стойких токсичных хлорорганических соединений: полихлорированных бифенилов, гексахлорбензола, γ-гексахлорциклогексана (линдана), дихлордифенилтрихлорэтана, депонированный во Всероссийской коллекции микроорганизмов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук под регистрационным номером ВКМ Ас-2631D.