

УДК 579.87: 579.222.2: 631.46

DOI: 10.17072/1994-9952-2019-4-412-416.

**А. В. Назаров**

Институт экологии и генетики микроорганизмов – филиал ФГБУН ПФИЦ УрО РАН, Пермь, Россия  
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

## ДЕСТРУКЦИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВЕ ШТАММОМ *RHODOCOCCLUS WRATISLAVIENSIS* KT112-7, ВЫДЕЛЕННЫМ ИЗ ОТХОДОВ СОЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Оценена способность к деструкции бенз(а)пирена (БП) в почве *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7, выделенного из техногенно-минеральных образований предприятия БКРУ1 ПАО «Уралкалий» (г. Березники, Пермский край). Для эксперимента была использована дерново-подзолистая почва, отобранная с территории биостанции (д. Ключи Добрянского р-на, Пермский край) и технозем с окраины г. Соликамска (Пермский край). Внесение бактерий в почву приводило к снижению концентрации в ней БП. В дерново-подзолистой почве концентрация БП снизилась в течение месяца на 26.1, в техноземе – на 45.4%. Добавление бензойной кислоты в дерново-подзолистую почву в дозе 100 мг/кг усиливало положительный эффект внесения бактерий. Полученные данные указывают на деструкцию БП в почве штаммом *R. wratislaviensis* KT112-7 в присутствии органических веществ, которые штамм использует в качестве субстрата. Полученные данные и штамм *R. wratislaviensis* KT112-7 могут быть применены при разработке новых биотехнологий очистки окружающей среды от БП.

**Ключевые слова:** бенз(а)пирен; *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7; деструкция; очистка почвы.

**A. V. Nazarov**

Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms of the Ural Branch RAS, Perm, Russian Federation  
Perm State University, Perm, Russian Federation

## BENZO(A)PYRENE DESTRUCTION IN SOIL BY THE *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7 STRAIN ISOLATED FROM WASTE PRODUCTS OF A SALT-MINING FACTORY

Estimated the ability to degradation of benzo(a)pyrene in soil bacterial strain *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7 isolated from man-caused mineral formations BKRU1 enterprises of PJSC “Uralkali” (Berezniki, Perm krai). For the experiment, we used sod-podzolic soil, taken from the territory of the biological station (Klyuchi village Dobriansky district, Perm Krai) and technosol from the outskirts Solikamsk (Perm Krai), to which benz (a) pyrene was added at a dose of 100 mg/kg. The introduction of bacteria into the soil led to a decrease in the concentration of benz(a)pyrene. In sod-podzolic soil concentration of benzo(a)pyrene decreased during the month by 26.1% in technosol by 45.4%. The addition of benzoic acid to sod-podzolic soil at a dose of 100 mg/kg enhanced this positive effect of the introduction of bacteria. These data indicate degradation of benzo(a)pyrene in soil strain of *R. wratislaviensis* KT112-7 in the presence of organic substances which strain is used as the substrate. The data obtained and the strain of *R. wratislaviensis* KT112-7 can be used in the development of new biotechnologies for environmental remediation from benzo(a)pyrene.

**Key words:** benz(a)pyrene; *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7; destruction; soil remediation.

### Введение

Бенз(а)пирен (БП) является одним из наиболее токсичных представителей полициклических ароматических углеводородов. Он относится к веществам первого класса опасности [ГОСТ 17.4.1.02-83], обладает мутагенной и канцерогенной активностью, негативно влияет на иммунную

и репродуктивную системы человека [Busbee et al., 1984; Irwin et al., 1997]. Основное количество БП в биосфере образуется в процессах горения, образующийся БП попадает в атмосферу, из которой с осадками поступает в почву, БП также попадает в почву с загрязнением нефтью и нефтепродуктами [Фелленберг, 1997; Киреева и др., 2009]. Вследствие очень высокой устойчивости БП происходит его накопление в почве [Киреева и др., 2009]. В

настоящее время существуют достаточно противоречивые сведения о разложении данного соединения в почве, кроме того, данные о бактериях-деструкторах БП очень немногочисленны.

Способность к деструкции БП обнаружена у бактерий *Mycobacterium* sp. [Schneider et al., 1996], *Sphingomonas paucimobilis* [Ye et al., 1996], *Stenotrophomonas maltophilia* [Juhasz, Stanley, Britz, 2000], *Rhodanobacter* sp. [Kanaly, Narayama, Watanabe, 2002], *Rhizobium tropici* [Yessica et al., 2013], *Ochrobactrum* sp. [Yirui et al., 2009].

Известно, что представители рода *Rhodococcus* могут разрушать широкий спектр ароматических соединений [Solyanikova et al., 2008]. Однако деструкционная активность родококков по отношению к БП в настоящее время изучена недостаточно.

Цель данной работы – оценка способности штамма *Rhodococcus wratislaviensis* Ch625 к деструкции БП в почве.

## Материал и методы исследования

Штамм KT112-7 был выделен из техногенно-минеральных образований предприятия БКРУ1 ПАО «Уралкалий» (г. Березники, Пермский край) и определен как *Rhodococcus wratislaviensis* [Егорова и др., 2013]. Ранее было установлено, что данный штамм является активным деструктором ароматических соединений (фенантрена, нафталина, бифенила, бензола, толуола, фенола, ортофталевой и бензойной кислот) [Егорова и др., 2013].

Для эксперимента была использована дерново-подзолистая почва, отобранная с территории биостанции (д. Ключи Добрянского р-на, Пермский край) и технозем с окраины (г. Соликамск, Пермский край). Почву высушивали до воздушно-сухого состояния, просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм, вносили в нее в сухом виде БП в дозе 100 мг/кг и гомогенизировали полученную смесь растиранием в ступке. Приготовленную почву в количестве 100 г помещали в пластиковые контейнеры, закрывающиеся крышками размером 60×85×45 и увлажняли до 60% от ее полной влагоемкости. Затем к загрязненной почве добавляли клетки штамма *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7, плотность клеток составляла  $10^8$  кл/г почвы. Для эксперимента бактерии выращивали на минеральной среде K1 следующего состава (г/л):  $K_2HPO_4 \times 3H_2O - 4.0$ ;  $NaH_2PO_4 \times 2H_2O - 0.4$ ;  $(NH_4)_2SO_4 - 0.5$ ;  $MgSO_4 \times 7H_2O - 0.15$ ;  $Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O - 0.01$ ;  $NaMoO_4 \times 2H_2O - 0.18$ ,  $FeSO_4 \times 7H_2O - 1.98$ , дополненную 1 мл/л раствора микроэлементов, содержащего (г/л): ЭДТА – 2.50,  $ZnSO_4 \times 2H_2O - 10.95$ ,  $FeSO_4 \times 7H_2O - 5.0$ ,  $MnSO_4 \times 2H_2O - 1.54$ ,  $CuSO_4 \times 5H_2O - 0.39$ ,  $Co(NO_3)_2 \times 6H_2O - 0.24$ ,  $Na_2B_4O_7 \times 10H_2O - 0.17$ ; pH среды 7.3 [Зайцев, Карасевич, 1981], с добавлением 1 г/л бензойной кислоты.

В ходе эксперимента оценивали уменьшение концентрации БП, а также численность внесенных

бактерий.

Концентрацию БП и других углеводов измеряли в хлороформенных экстрактах на хромато-масс-спектрометре Agilent 6890/5973N (Agilent, США), с кварцевой колонкой RESTEK RTx-5MS (Restek, США). В качестве газа-носителя использовали гелий, скорость потока составляла 1 мл/мин. Температура испарителя 280°C. Программирование подъема температуры осуществляли от 60 до 280°C со скоростью 10°C/мин. Анализ хроматограмм проводили программой MSD ProductivityChemStation (Agilent, США).

Количественный учет микроорганизмов в почве проводили методом посева почвенной суспензии на агаризованную среду с последующим подсчетом колоний (колонии образующих единиц, КОЕ) [Методы почвенной..., 1991]. Для учета микроорганизмов использовали минеральную среду Раймонда:  $NH_4NO_3 - 2$ ,  $MgSO_4 \times 7H_2O - 0.2$ ,  $KH_2PO_4 - 2$ ,  $Na_2HPO_4 - 3$ ,  $Na_2CO_3 - 0.1$ ,  $CaCl_2 \times 6H_2O - 0.01$  [Raymond, 1961] с добавлением 5 г/л триптона и 2.5 г/л дрожжевого экстракта. Для получения агаризованных сред вносили агар («Sigma», США) 15 г/л.

## Результаты и их обсуждение

Внесение бактерий штамма *R. wratislaviensis* KT112-7 в почву положительно влияло на ее очистку от БП (рис 1, 2). При этом установлено, что в техноземе при инокуляции бактерий деструкция БП протекала быстрее, чем в дерново-подзолистой почве. Так, в техноземе концентрация БП снизилась через 1 месяц на 45.4%. В дерново-подзолистой почве содержание БП через 1 месяц уменьшилась на 26.1%, снижение концентрации БП на 43.7% было отмечено через 4 месяца. Данное отличие было связано с большим содержанием углеводов в техноземе. Так, количество алканов в техноземе составляло 145 мг/кг, в дерново-подзолистой почве – 37 мг/кг.

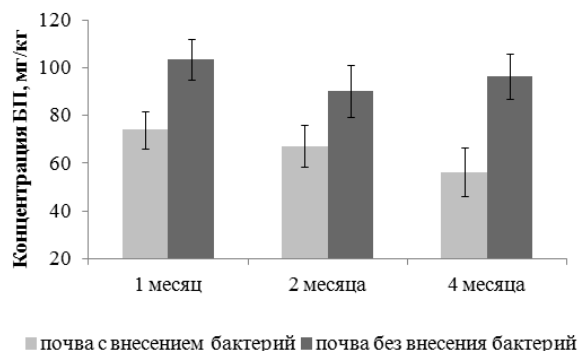


Рис. 1. Влияние внесения штамма *R. wratislaviensis* KT112-7 в дерново-подзолистую почву на деструкцию БП

Известно, что БП не используется бактериями в качестве единственного источника углерода и энергии, поэтому для его биодеградации в среде

необходимо наличие косубстратов, например, нефти, нефтепродуктов, доступных для бактерий полициклических углеводородов, обеспечивающих рост и жизнедеятельность бактерий-деструкторов, а также соокисление (кометаболизм) БП [Бабошин, Головлева, 2012].

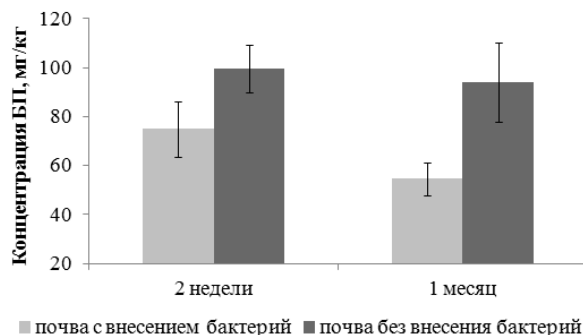


Рис. 2. Влияние внесения штамма *R. watislaviensis* KT112-7 в технозем на деструкцию БП

Так, ранее было выявлено снижение концентрации БП в 2 раза в течение 24 ч. в морской воде при добавлении водного экстракта из мазута, в то время как без добавления экстракта деструкция БП не была обнаружена в течение 48 ч. [Verschueren, 1983].

Обнаружено, что при внесении бактерий в дерново-подзолистую почву через 2 и 4 месяца численность *R. watislaviensis* KT112-7 стабилизируется на уровне  $8.0 \times 10^6 - 9.5 \times 10^7$  кл/г (рис. 3). Однако с течением времени отмечается снижение доли внесенных бактерий рода *Rhodococcus* в общей численности почвенных бактерий в течение проведения эксперимента. Если через 2 недели опыта доля бактерий рода *Rhodococcus* в общей численности почвенных гетеротрофных бактерий составляла 100%, через 2 месяца – 84%, через 4 месяцев – 29%.

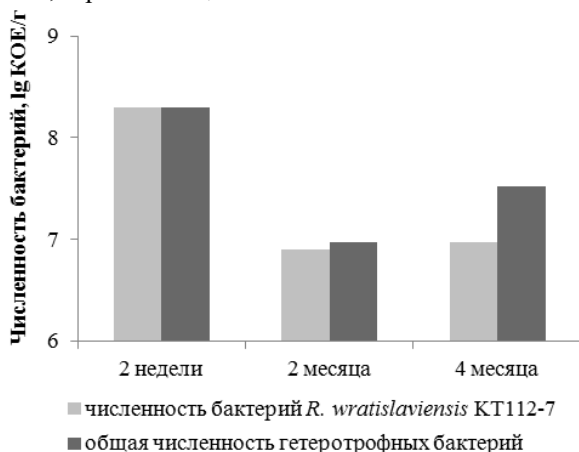


Рис. 3. Численность бактерий в дерново-подзолистой почве после интродукции штамма *R. watislaviensis* KT112-7

Для оценки воздействия наличия косубстратов в почве на деструкцию БП штаммом *R. watislaviensis* KT112-7 был проведен эксперимент с

дополнительным добавлением бензойной кислоты в количестве 100 мг/кг. Для эксперимента использована дерново-подзолистая почва, отобранная с территории биостанции д. Ключи Добрянского р-на Пермского края.

Внесение бензойной кислоты приводило к увеличению биодegradации БП бактериями *R. watislaviensis* KT112-7, через 1 месяц после начала эксперимента концентрация БП снизилась здесь на 43.9%, через 2 месяца – 62.1% (рис. 4). При этом без внесения бактерий в почву бензойная кислота не оказывала положительного влияния на биодegradацию БП.

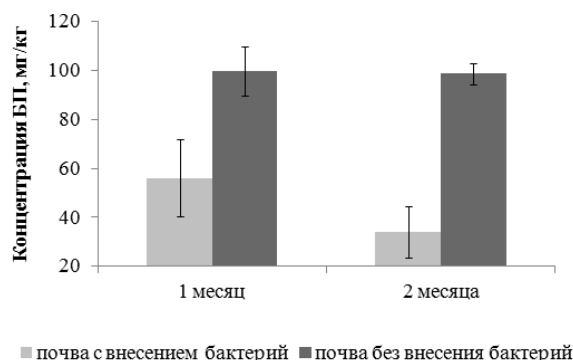


Рис. 4. Влияние добавления бензойной кислоты в дерново-подзолистую почву на деструкцию БП

Ранее соокисление БП бактериями было обнаружено в культуральных средах в присутствии дизельного топлива [Kanaly et al., 2000], флюорантена, нафталина [Ye et al., 1996], пирена [Ye et al., 1996; Boonchan, Britz, Stanley, 2000], фенантрена [Aitken et al., 1998], дрожжевого экстракта, пептона, глюкозы, крахмала [Ye et al., 1996; Schneider et al., 1996].

## Заключение

Таким образом, полученные результаты указывают на способность штамма *Rhodococcus watislaviensis* KT112-7 к деструкции БП в почве в присутствии органических веществ, которые штамм может использовать в качестве субстрата. Данный штамм может быть применен для разработки биотехнологий очистки окружающей среды от БП.

Работа выполнена в рамках государственного задания, номер госрегистрации темы: 01201353247.

## Библиографический список

Бабошин М.А., Головлева Л.А. Дегradация полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) аэробными бактериями и ее кинетические аспекты // Микробиология. 2012. Т. 81, №

6. С. 695–706.
- ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Стандартинформ, 2008. 4 с.
- Егорова Д.О. и др. Деструкция ароматических углеводородов штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7, выделенным из отходов соледобывающего предприятия // Прикладная биохимия и микробиология. 2013. Т. 49, № 3. С. 267–278.
- Зайцев Г.М., Карасевич Ю.Н. Подготовительный метаболизм 4-хлорбензойной кислоты у *Arthrobacter globiformis* // Микробиология. 1981. Т. 50. С. 423–428.
- Киреева Н.А. и др. Накопление бенз(а)пирена в системе «почва-растение» при загрязнении нефтью и внесении активного ила // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6. С. 579–581.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
- Фелленберг Г. Загрязнения природной среды: Введение в экологическую химию. М.: Мир, 1997. 232 с.
- Aitken M.D. et al. Characteristics of phenanthrene-degrading bacteria isolated from soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons // Canadian Journal of Microbiology. 1998. Vol. 44. P. 743–752.
- Boonchan S., Britz M.L., Stanley G.A. Degradation and mineralization of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by defined fungal bacterial cocultures // Applied and Environmental Microbiology. 2000. Vol. 66. P. 1007–1019.
- Busbee D.L. et al. Benzo[a]pyrene uptake by lymph: a possible transport mode for immunosuppressive chemicals // Journal of Toxicology and Environmental Health. 1984. Vol. 13. P. 43–51.
- Irwin R.J. et al. Environmental Contaminants Encyclopedia: Benzo(a)pyrene entry. National Park Service, 1997. 73 p.
- Juhasz A.L., Stanley G.A., Britz M.L. Microbial degradation and detoxification of high molecular weight poly-aromatic hydrocarbons by *Stenotrophomonas maltophilia* strain VUN 10,003 // Letters in Applied Microbiology. 2000. Vol. 30. P. 396–401.
- Kanaly R.A. et al. Rapid mineralization of benzo[a]pyrene by a microbial consortium growing on diesel fuel // Applied and Environmental Microbiology. 2000. Vol. 66. P. 4205–4211.
- Kanaly R.A., Harayama S., Watanabe K. *Rhodanobacter* sp. Strain BPC-1 in a benzo[a]pyrene-mineralizing bacterial consortium // Applied and Environmental Microbiology. 2002. Vol. 68. P. 5826–5833.
- Raymond R.L. Microbial oxidation of n-paraffinic hydrocarbons // Developments in Industrial Microbiology. 1961. Vol. 2, № 1. P. 23–32.
- Schneider J. et al. Degradation of pyrene, benz[a]anthracene, and benzo[a]pyrene by *Mycobacterium* sp. Strain RJGII-135, isolated from a former coal gasification site // Applied and Environmental Microbiology. 1996. Vol. 62. P. 13–19.
- Solyanikova I.P. et al. Variability of Enzyme System of Nocardioform Bacteria as a Basis of their Metabolic Activity // Journal of Environmental Science and Health, Part B. 2008. Vol. 43, № 3. P. 241–252.
- Verschueren K. Handbook of environmental data on organic chemicals. New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1983. 364 p.
- Ye B. et al. Degradation of polynuclear aromatic hydrocarbons by *Sphingomonas paucimobilis* // Environmental Science and Technology. 1996. Vol. 30. P. 136–142.
- Yessica G.P. et al. Tolerance, growth and degradation of phenanthrene and benzo[a]pyrene by *Rhizobium tropici* CIAT 899 in liquid culture medium // Applied Soil Ecology. 2013. Vol. 63. P. 105–111.
- Yirui W. et al. Isolation of marine benzo[a] pyrene-degrading *Ochrobactrum* sp. BAP5 and proteins characterization // Journal of Environmental Sciences. 2009. Vol. 21. P. 1446–1451.

## References

- Aitken M.D., Stringfellow W.T., Nagel R.D., Kazunga C., Chen S.-H. Characteristics of phenanthrene-degrading bacteria isolated from soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Canadian Journal of Microbiology*. V. 44 (1998): pp. 743-752.
- Baboshin M.A., Golovleva L.A. Aerobic bacterial degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and its kinetic aspects. *Microbiology*. V. 81 (2012): pp. 639–650.
- Boonchan S., Britz M.L., Stanley G.A. Degradation and mineralization of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by defined fungal bacterial cocultures. *Applied and Environmental Microbiology*. V. 66 (2000): pp. 1007-1019.
- Busbee D.L., Joe C.O., Rankin P.W., Ziprin R.L., Wilson R.D. Benzo[a]pyrene uptake by lymph: a possible transport mode for immunosuppressive chemicals. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. V. 13 (1984): pp. 43-51.
- Egorova D.O., Korsakova E.S., Demakov V.A., Plotnikova E.G. Degradation of aromatic hydrocarbons by the *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7 isolated from waste products of a salt-mining plant. *Applied Biochemistry and Microbiology*. V. 49 (2013): pp. 244–255.
- Fellenberg G. *Zagrjaznenija prirodnoj sredy: Vvedenie v ekologičeskiju chimiju* [Environmental Pollution: An Introduction to Environmental Chemistry]. Moscow, Mir Publ., 1997. 232 p. (In Russ.).
- GOST 17.4.1.02–83. *Ochрана prirody (SSOP). Počvy. Klassifikacija chimičeskich veščestv dlja kontrolya zagrjaznenija* [Nature protection. Soils. Classification of chemicals for pollution control]. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 4 p. (In Russ.).
- Irwin R.J., Van Mouwerik M., Stevens L., Seese

- M.D., Basham W. Environmental Contaminants Encyclopedia: Benzo(a)pyrene entry. National Park Service, 1997. 73 p.
- Juhász A.L., Stanley G.A., Britz M.L. Microbial degradation and detoxification of high molecular weight poly-aromatic hydrocarbons by *Stenotrophomonas maltophilia* strain VUN 10,003. *Letters in Applied Microbiology*. V. 30 (2000): pp. 396-401.
- Kanaly R.A., Bartha R., Watanabe K., Harayama S. Rapid mineralization of benzo[a]pyrene by a microbial consortium growing on diesel fuel. *Applied and Environmental Microbiology*. V. 66 (2000): pp. 4205-4211.
- Kanaly R.A., Harayama S., Watanabe K. *Rhodanobacter* sp. Strain BPC-1 in a benzo[a]pyrene-mineralizing bacterial consortium. *Applied and Environmental Microbiology*. V. 68 (2002): pp. 5826-5833.
- Kireeva N.A., Novoselova E.I., Erokhina N.I., Grigoriadi A.S. [The accumulation of benzo(a)pyrene in the soil-plant system during oil pollution and the introduction of activated sludge]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. N 6 (2009): pp. 579-581. (In Russ.).
- Raymond R.L. Microbial oxidation of n-paraffinic hydrocarbons. *Developments in Industrial Microbiology*. V. 2, N 1 (1961): pp. 23-32.
- Schneider J., Grosser R., Jayasimhulu K., Xue W., Warshawsky D. Degradation of pyrene, benz[a]anthracene, and benzo[a]pyrene by *Mycobacterium* sp. Strain RJGII-135, isolated from a former coal gasification site. *Applied and Environmental Microbiology*. V. 62 (1996): pp. 13-19.
- Solyanikova I.P., Travkin V.M., Plotnikova E.G., Rybkina D.O., Golovleva L.A. Variability of Enzyme System of Nocardioform Bacteria as a Basis of their Metabolic Activity. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*. V. 43, N 3 (2008): pp. 241-252.
- Verschuere K. Handbook of environmental data on organic chemicals. New York, Van Nostrand Reinhold Co., 1983. 364 p.
- Ye B., Siddiqi M.A., Maccubbin A.E., Kumar S., Sikka H.C. Degradation of polynuclear aromatic hydrocarbons by *Sphingomonas paucimobilis*. *Environmental Science and Technology*. V. 30 (1996): pp. 136-142.
- Yessica G.P., Alejandro A., RONALDA F.C., JOSÉ A.J., ESPERANZAB M.R., MARTÍNEZ-ROMERO ESPERANZA JESÚS SAMUEL C.S., MA-REMEDIOS M.L., ORMENO-ORRILLO E. Tolerance, growth and degradation of phenanthrene and benzo[a]pyrene by *Rhizobium tropici* CIAT 899 in liquid culture medium. *Applied Soil Ecology*. V. 63 (2013): pp. 105-111.
- Yirui W., Teng H., Zhong M., Zhang Y., Enmin L., Huang T., Zhong H.U. Isolation of marine benzo[a] pyrene-degrading *Ochrobactrum* sp. BAP5 and proteins characterization. *Journal of Environmental Sciences*. V. 21 (2009): pp. 1446-1451.
- Zaitsev G.M., Karasevich Yu.N. [Preparatory metabolism of 4-chlorobenzoic acid in *Arthrobacter globiformis*]. *Mikrobiologiya*. V. 50 (1981): pp. 423-428. (In Russ.).
- Zvyagintsev D.G., ed. *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moscow, MGU Publ., 1991. 303 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию 30.09.2019

#### Об авторе

Назаров Алексей Владимирович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной микробиологии и биотехнологии Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН – филиал ПФИЦ УрО РАН  
**ORCID:** 0000-0003-4753-4061  
 614081, г. Пермь, ул. Голева, 13;  
 nazarov@iegm.ru; (342)2808431  
 доцент кафедры ботаники и генетики растений ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
 614990, Пермь, ул. Букирева, 15

#### Информация для цитирования:

Назаров А.В. Деструкция бенз(a)пирена в почве штаммом *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7, выделенным из отходов соледобывающего предприятия // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2019. Вып. 4. С. 412–416. DOI: 10.17072/1994-9952-2019-4-412-416.

Nazarov A.V. [Benzo(a)pyrene destruction in soil by the *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7 strain isolated from waste products of a salt-mining factory]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologiya*. Iss. 4 (2019): pp. 412-416. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2019-4-412-416.

#### About the author

Nazarov Alexey Vladimirovich, candidate of biology, senior researcher of laboratory of molecular microbiology and biotechnology Institute of Ecology and Genetics of Microorganism UB RAS.  
**ORCID:** 0000-0003-4753-4061  
 13, Golev str., Perm, Russia, 614081;  
 nazarov@iegm.ru; (342)2808431  
 associate professor of Department of botany and plant genetics  
 Perm State University.  
 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990



