

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

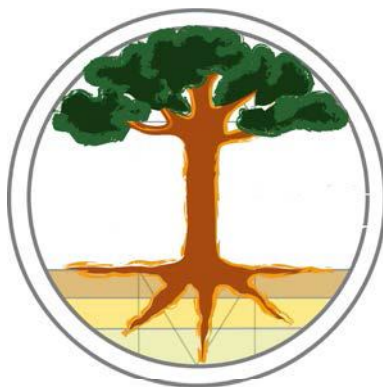
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт общей и экспериментальной биологии
Сибирского отделения Российской академии наук

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ И БИОТЫ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

МАТЕРИАЛЫ
IV ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации
и 40-летию Института общей и экспериментальной биологии СО РАН

Улан-Удэ, 15–18 июня 2021 г.



DIVERSITY OF SOILS AND BIOTA OF NORTHERN AND CENTRAL ASIA

IV ALL-RUSSIAN CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

15–18 June 2021, Ulan-Ude, Russia

Улан-Удэ
Издательство БИЦ СО РАН
2021

УДК 57.088.3 + 57.037 + 57.042.2

Стабильность экосистем: микроорганизмы-деструкторы устойчивых поллютантов и микроорганизмы-продуценты биологически-активных соединений

Соляникова И.П.^{1,2}, Травкин В.М.¹, Ляховченко Н.С.¹, Авакова А.И.¹,
Муродуллаев Д.¹, Артемьева И.А.¹, Сузина Н.Е.²

¹Белгородский национальный исследовательский университет, Белгород, Solyanikova@bsu.edu.ru

²Институт биохимии и физиологии микроорганизмов ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пушкино,
innas@ibpm.pushchino.ru

Аннотация. Микроорганизмы играют важную роль в круговороте веществ, очистке окружающей среды от загрязнений и поддержании стабильности экосистем. В данной работе рассматривается способность почвенной микрофлоры разлагать ароматические соединения, контролировать рост фитопатогенных бактерий и грибов и синтезировать вторичные метаболиты, обладающие антимикробной активностью. Полученные результаты указывают на способность экосистем к саморегуляции и самовосстановлению благодаря свойствам входящих в их состав микрофлоры.

Ecosystem stability: microorganisms-destructors of persistent pollutants and microorganisms-producers of biologically active compounds

Solyanikova I.P.¹, Travkin V.M.¹, Lyakhovchenko N.S.¹,
Avakova A.V.¹, Murodullaev D.¹, Artemyeva I.A.¹, Suzina N.E.²

¹Belgorod National Research University, Belgorod, Solyanikova@bsu.edu.ru

² Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Federal Research Center PSCBR RAS,
Pushchino, innas@ibpm.pushchino.ru

Abstract. Microorganisms play an important role in the cycle of substances, cleaning the environment from pollution and maintaining the stability of ecosystems. This work examines the ability of soil microflora to decompose aromatic compounds, control the growth of phytopathogenic bacteria and fungi, and synthesize secondary metabolites with antimicrobial activity. The results obtained indicate the ability of ecosystems to self-regulate and self-heal due to the properties of the microflora included in their composition.

В результате практической деятельности человека из различных антропогенных источников в окружающую среду постоянно попадают и распространяются по экологическим нишам новые загрязняющие вещества (Gavrilescu et al., 2015; Deblonde et al., 2011; Bruce et al., 2015). Так, в рамках директивы 2000/06/СЕ по водным ресурсам ЕС составлен список из 33 приоритетных веществ или групп веществ. В этот список включены металлы, пестициды, фталаты, полициклические ароматические углеводороды и соединения, разрушающие эндокринную железу (Deblonde et al., 2011; Bruce et al., 2015). Загрязняющие вещества могут быть подвижными и устойчивыми к разложению в воздухе, воде, почве, осадках даже при низких концентрациях. Помимо этих вновь поступающих соединений, немалую угрозу для экологического здоровья представляют и те поллютанты, которые попали в окружающую среду ранее и, благодаря своей стабильности, продвигаясь по экологическим нишам, накапливаются в разных эпитопах. К таким соединениям относятся (хлор)бифенилы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), компоненты нефти, хлорированные производные различных ароматических соединений и многие другие.

В настоящее время разработано множество технологий обезвреживания загрязненных участков, самыми перспективными из которых являются методы, в основе которых лежит использование метаболического потенциала бактерий различных таксономических групп. Общеизвестными лидерами среди бактерий-деструкторов устойчивых поллютантов являются представители таких родов, как *Pseudomonas* и *Rhodococcus* (Cappelletti et al., 2020).

Вместе с тем, накопленные данные показывают, что значительным деградативным потенциалом обладают и почвенные микроорганизмы, относящиеся к таким родам, как *Nocardia*, *Gordonia*, *Sphingomonas*, *Stenotrophomonas* и многие другие. Например, представители рода *Sphingomonas* способны, также как и родококки, выживать при низких концентрациях питательных веществ. Для представителей обоих родов характерна способность использовать широкий круг органических соединений в качестве источника углерода, что указывает на перспективность использования бактерий этих родов в биотехнологиях очистки окружающей среды. Долгое время оставался не охарактеризованным деградативный потенциал бацилл и эти бактерии не рассматривались как перспективные в плане промышленного применения в процессах биологической очистки загрязненных земель и стоков, хотя в отдельных работах сообщалось о способности представителей этого рода использовать в качестве ростовых субстратов такие соединения, как линейные и полициклические углеводороды (ПАУ), в том числе и при высокой температуре (Feitkenhauer et al., 2003), крезол, трансформировать галофенолы, что свидетельствовало о большом биодеградативном потенциале бацилл. Исследования последних лет показали, что представители рода *Bacillus* могут быть источником биотехнологически ценных метаболитов и ферментов (Liu et al., 2013) и способны разлагать широкий круг токсичных и устойчивых соединений, среди которых значительным спектром представлены галоген-замещенные и нитроароматические соединения. А способность представителей этого рода синтезировать поверхностно-активные вещества и антимикробные агенты позволяет рассматривать бацилл как источник ценных вторичных продуктов (Zhang et al., 2020).

Целью данной работы было выделение почвенных микроорганизмов из зоны интенсивного земледелия и исследование некоторых их свойств, таких как способность разлагать поллютанты, способность контролировать рост фитопатогенных бактерий и грибов, способность синтезировать биотехнологически-значимые соединения, такие как ферменты, пигменты и антибиотики.

Проведенные исследования позволили выделить микроорганизмы, обладающие искомыми свойствами. Так, выделен ряд актинобактерий, способных к деструкции бензоата как модельного соединения, отражающего способность микроорганизмов разлагать ароматические соединения. По способности синтезировать пигменты были отобраны продуценты вторичных метаболитов. Было показано, что культуральная жидкость, полученная при выращивании ряда штаммов в богатой среде Лурия-Бертани, проявляла выраженный антимикробный эффект. На рисунке представлены данные по подавлению роста *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* VKM Ac-1403 культуральной жидкостью некоторых из выделенных бактерий.



Рис. Antifungal activity of the soil strains 102, 103, 104, 106, and 108 towards *Clavibacter michiganensis*

Таким образом, полученные результаты указывают на перспективность дальнейшего поиска штаммов, проявляющих выраженные антимикробные свойства. Данные штаммы могут быть использованы как продуценты природных соединений многоцелевого назначения.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 19-54-80003

ЛИТЕРАТУРА

- Cappelletti M., Presentato A., Piacenza E., Firrincieli A., Turner R.J., Zannoni D. Biotechnology of *Rhodococcus* for the production of valuable compounds // *Applied Microbiology and Biotechnology* (2020) 104:8567–8594
- Deblonde T., Cossu-Leguille C., Hartemann F. Emerging pollutants in wastewater: A review of the literature // *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2011. Vol. 214. P. 442–448.
- Feitkenhauer H., Müller R., Märkl H. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons and long chain alkanes at 60-70 °C by *Thermus* and *Bacillus* spp. // *Biodegradation*. 2003. Vol. 14. P. 367–372.
- Gavrilescu M., Demnerová K., Aamand J. et al. Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation // *New Biotechnology*. 2015. Vol. 32. No 1. P. 147-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2014.01.001>
- Liu L., Liu Y., Shin H., Chen R. R., Wang N. S., Li J., Du G., Chen J. Developing *Bacillus* spp. as a cell factory for production of microbial enzymes and industrially important biochemicals in the context of systems and synthetic biology // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2013. V. 97. P. 6113–6127.
- Petrie B., Barden R., Kasprzyk-Hordern B. A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring // *Water research*. 2015. Vol. 72. P. 3-27.
- Zhang X., Guo X., Wu C., Li C., Zhang D., Zhu B. Isolation, heterologous expression, and purification of a novel antifungal protein from *Bacillus subtilis* strain Z-14 // *Microb Cell Fact.* 2020. Vol. 19. P. 214. <https://doi.org/10.1186/s12934-020-01475-1>