

4. Патент РФ № 2676926. Фосфатмобилизирующий штамм почвенных бактерий *Lelliottia nimipressuralis* ССМ 32-3 и биопрепарат на его основе для оптимизации минерального питания растений, стимуляции их роста и повышения урожайности. 11.01.2019.

5. Методические указания по выделению микроорганизмов, растворяющих труднодоступные минеральные и органические соединения фосфора. Ленинград, 1981. 19 с.

6. Малиновская И. М. Определение фосфатрастворяющей активности микроорганизмов на жидкой и агаризованной средах // Агроекологичный журнал. 2002. № 3. С. 68–71.

7. ПНД Ф 14.1:2:4.112-97. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. М.: Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 1997. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808593.htm> (дата обращения 10.04.2020).

UDC 579.222

Baranskaya M. I., Chaikovskaya L. A., Klimenko N. N.

Primary evaluation of a new strain of phosphate-mobilizing bacteria

Summary. An initial assessment of new strains of phosphate-mobilizing bacteria isolated from the rhizosphere of cereals was carried out in the laboratory. According to the results of the quantitative evaluation of the phosphate solubilizing activity of bacteria, we found that 12 strains have the greatest ability to transform $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ into a soluble form. The highest Kr value was noted for strain 0613: the coefficient of phosphate solubilizing activity – 10. The maximum content of soluble (212 mg/l P_2O_5) phosphorus was in the culture liquid of strain 1702.

Keywords: phosphate-mobilizing bacteria, phosphorus, culture liquid.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-105

УДК 631.46:579.64:581.557:577.15

Белимов Андрей Алексеевич¹, Шапошников Александр Иванович¹, Сырова Дарья Сергеевна¹, Азарова Татьяна Степановна¹, Макарова Наталья Михайловна¹, Юзихин Олег Сергеевич^{1,2}, Сафронова Вера Игоревна¹

Воздействие микроорганизмов и тяжелых металлов на экссудацию низкомолекулярных органических соединений корнями растений

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»;

²ФГБНУ «Всероссийский институт защиты растений»

e-mail: belimov@rambler.ru

Корневые экссудаты содержат органические кислоты, сахара, аминокислоты, неорганические лиганды и другие вещества [1]. Эти вещества служат источниками углерода и энергии для почвенных микроорганизмов, изменяют физико-химические характеристики ризосферы и нейтрализуют негативные эффекты токсичных металлов [2]. Цель наших исследований – изучение влияния рост-стимулирующих ризобактерий (*Pseudomonas oryzae* и *Variovorax paradoxus*) и токсичных элементов (Al, Cd и Hg) на корневую экссудацию у различных генотипов гороха посевного (*Pisum sativum* L.). Для этого использованы методы периодических культур, гнотобиотических растительно-микробных систем, эмиссионной спектрометрии и жидкостной хроматографии. Установлено, что ризобактерии активно утилизировали выделяемые корнями органические кислоты и сахара и способствовали повышению pH и иммобилизации Al в ризосфере. Экссудация органических кислот усиливалась под действием Al, но корреляции этого параметра с устойчивостью к токсиканту не обнаружено. Изучено влияние Cd и Hg на корневую экссудацию дикого типа гороха SGE и мутанта SGEcd¹ [3]. Кадмий повысил экссудацию многих первичных органических кислот, сахаров и аминокислот и этот эффект в большей степени проявился у мутанта SGEcd¹. Стимуляция экссудации аминокислот обнаружена при обработке ртутью в большей степени у дикого типа SGE. Совместное действие Cd и Hg не приводило к дальнейшему усилению экссудации. Спектр этих органических кислот во всех вариантах опыта и реакция генотипов на токсичные металлы были сходными. Кадмий

индуцировал экссудацию бензойной кислоты только у дикого типа SGE, а ртуть способствовала экссудации бензойной кислоты у обоих генотипов. Полученные результаты указывают на различные механизмы экссудации изучаемых фракций, при этом наиболее выраженные различия наблюдаются между фракциями аминокислот или сахаров с фракциями органических кислот. Вероятно также, что экссудация органических кислот играет важную роль в пониженной устойчивости и аккумуляции ртути мутантом гороха SGEcdt.

Работа поддержана грантами РФФИ (16-19-00097, 16-16-00080, 17-14-01363) и темой Госзадания №0664-2015-0009.

Литература

1. Clemens S. Molecular mechanisms of plant metal tolerance and homeostasis // *Planta*. 2001. Vol. 212. P. 475–486.
2. Dong J., Mao W. H., Zhang G. P., Wu F. B., Cai Y. Root excretion and plant tolerance to cadmium toxicity – a review // *Plant Soil and Environment*. 2007. Vol. 5. P. 193–200.
3. Koo B.-J., Chen W., Chang A. C., Albert L. A. L., Granato T. C., Dowdy R. H. A root exudates based approach to assess the long-term phytoavailability of metals in biosolids-amended soils // *Environmental Pollution*. 2010. Vol. 158. P. 2582–2588.
4. Belimov A. A., Dodd I. C., Safronova V. I., Malkov N. V., Davies W. J., Tikhonovich I. A. The cadmium tolerant pea (*Pisum sativum* L.) mutant SGEcdt is more sensitive to mercury: assessing plant water relations // *Journal of Experimental Botany*. 2015. Vol. 66(8). P. 2359–2369.

UDC 631.46:579.64:581.557:577.15

Belimov A. A., Shaposhnikov A. I., Syrova D. S., Azarova T. S., Makarova N. M.,
Yuzikhin O. S., Safronova V. I.

The effect of microorganisms and heavy metals on the exudation of low molecular weight organic compounds by plant roots

Summary. The aim of our research was to study the effect of growth-promoting rhizobacteria (*Pseudomonas oryzihabitans* and *Variovorax paradoxus*) and toxic elements (Al, Cd and Hg) on the root exudation in various pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. For this, methods of periodic cultures, gnotobiotic plant-microbial systems, ICPE and UPLC were used. It was established that rhizobacteria actively utilized organic acids and sugars secreted by the roots and contributed to an increase in pH and Al immobilization in the rhizosphere. Cadmium increased the exudation of many substances of pea line SGE, but this effect was more pronounced in the mutant SGEcdt. Stimulation of the exudation of amino acids was detected during Hg treatment to a greater extent in wild-type SGE. The combined action of Cd and Hg did not lead to a further increase in exudation. The results obtained indicate various mechanisms of exudation of the studied fractions, while the most pronounced differences are observed between the fractions of amino acids or sugars with organic acids. Exudation of organic acids plays an important role in the decreased stability and accumulation of Hg by the pea mutant SGEcdt.

Keywords: pea, abscisic acid, ACC deaminase, auxins, ethylene, stress, symbiosis.

DOI 10.33952/2542-0720-2020-5-9-10-106

УДК 579.22:632.51/632.3+632.4

Берестецкий Александр Олегович¹, Дидович Светлана Витальевна², Гасич Елена Леонидовна¹

Фитотоксичность фототрофных и гетеротрофных микроорганизмов на *Ambrosia artemisiifolia* L.

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»;

²ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

e-mail: sv-alex.68@mail.ru

Одним из наиболее опасных и наиболее распространенных карантинных организмов на территории России является амброзия полыннолистная, площадь