

УДК 595.768.12:579.26

## РОЛЬ СИМБИОТИЧЕСКИХ МИКРООРГАНИЗМОВ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ И КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАСТЕНИЯ-ХОЗЯИНА И ФИТОФАГА

А.В. Сорокань, Г.В. Беньковская, Д.К. Благова, Т.И. Максимова, И.В. Максимов

Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия, [fourtyanns@googletail.com](mailto:fourtyanns@googletail.com)

Цель данной работы – выявить возможные взаимодействия эндосимбионтов картофеля и колорадского жука в системе «растение-фитофаг». Метод. После кормления колорадского жука пробирочными растениями картофеля, обработанными штаммами бактерий рода *Bacillus*, учтены смертность, состав микрофлоры жука, оценено влияние на рост его эндосимбионтов *in vitro*. Результаты. Показано, что поедание растений, обработанных эндосимбиотическими микроорганизмами, увеличивает смертность колорадского жука. При этом изменяется число КОЕ симбионтов родов *Acinetobacter* ssp и *Enterobacter* ssp в кишечнике. *B. subtilis* 26Д так же ингибирует рост колоний эндосимбионтов колорадского жука *in vitro*. Область применения. Разработка пестицидов на основе бактериальных штаммов. Выводы. Ряд штаммов *Bacillus* способствует увеличению смертности колорадского жука, нарушая формирование и состав его нормальной микрофлоры.

**Ключевые слова:** *Bacillus*, *Acinetobacter* ssp., *Enterobacter* ssp., КОЕ.

Микросимбионты принимают активное участие в процессах адаптации к неблагоприятным условиям окружающей среды и в развитии иммунитета организмов-хозяев [Pora et al., 2012]. Так, в растениях эндофиты вовлечены в развитие индуцированной системной устойчивости, против ряда патогенов и вредителей [Pieterse et al., 2014]. С другой стороны, наличие бактериальных эндосимбионтов у вредителей предполагает их участие в адаптации к окружающей среде, в том числе – к факторам, обусловленным защитными реакциями растений-хозяев на поедание [Janson et al., 2008]. Исследование роли микросимбионтов, ассоциированных либо с растением-хозяином, либо с насекомым-фитофагом, в эффективном функционировании защитной системы растений, может стать ключом к раз-

работке биопрепаратов нового поколения, позволяющих снизить пестицидную нагрузку на агроэкосистемы.

Для кормления жука использовались *B. subtilis* 26Д, *B. thuringiensis* B-5351 и рекомбинант *B. subtilis* 1.4, несущий ген инсектотоксичного белка, выделенный из этого штамма. Смертность фиксировали через 7 сут после кормления, количество колониеобразующих единиц (КОЕ) симбионтов – через 24 часа. Антагонистическую активность бактерий исследовали методом перпендикулярных штрихов.

Было выявлено, что суспензия *B. subtilis* 26 Д увеличивала смертность личинок колорадского жука более чем в два раза, однако поедание заселенных эндофитом растений снижало этот показатель до 10%. Следует отметить, что штамм *B. subtilis* 1.4 обладал таким же инсектицидным эффектом, как *B. thuringiensis* B-5351.

Таблица. Влияние суспензий препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* на смертность и число КОЕ бактерий кишечника имаго и личинок III возраста колорадского жука.

	Смертность в %, 7 суток после питания		<i>Acinetobacter</i> ssp., клеток*1000/особь		<i>Enterobacter</i> ssp., клеток*1000/особь	
	личинки	имаго	имаго	личинки	имаго	личинки
контроль	15.5 ± 4.02	12.5±2.3	133	5	20.6	47
<i>B. subtilis</i> 26Д	46.3 ± 7.5*	50	0	5	8	320
<i>B. thuringiensis</i> B-5351	80.0 ± 4.6**	н/д	0	0	35	470
<i>B. subtilis</i> 1.4	76.7 ± 3.35**	н/д	20	0	14.6	580

Как видно, изученные штаммы *Bacillus* снижали число КОЕ *Acinetobacter* ssp. у имаго и личинок, а так же количество КОЕ *Enterobacter* ssp у имаго. Обращает на себя внимание, что в норме в кишечнике взрослой особи содержится на порядок больше клеток *Acinetobacter* ssp., чем *Enterobacter* ssp., а у личинок общее количество эндосимбиотических бактерий меньше, и соотношение идет в пользу *Enterobacter* ssp. При этом исследуемые штаммы эндофитных бактерий способствуют 10-ти кратному увеличению содержания *Enterobacter* ssp и полностью ингибируют размножение *Acinetobacter* ssp, нарушая тем самым формирование микрофлоры, характерной для имаго.

Обнаружено, что *in vitro* бактерия *B. subtilis* 26Д подавляет рост колоний эндосимбионтов колорадского жука, при этом *Acinetobacter* ssp. и *Enterobacter* ssp. не оказывали подобного действия на колонии данного штамма (рис.).

Таким образом, нарушение баланса между разными видами эндосимбионтов становится одним из вероятных

механизмов снижения численности колорадского жука на картофеле, заселенном патогенными штаммами микроорганизмов.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ по Соглашению № 14.604.21.0016, уникальный идентификатор ПНИ -RFMEFI60414X0016.

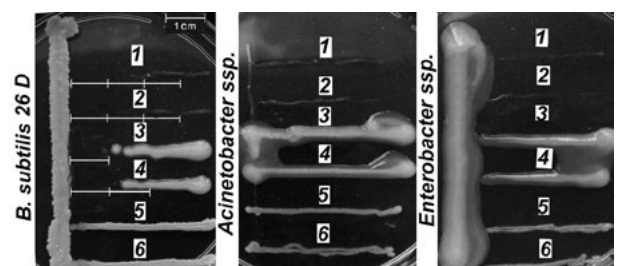


Рисунок. Влияние *B. subtilis* 26Д (5,6) на рост колоний эндосимбионтов колорадского жука *Acinetobacter* ssp (1,2) и *Enterobacter* ssp (3,4)

**Библиографический список (References)**

- Janson E. M., Stireman J. O., Singer M. S., Abbot P. Phytophagous insect-microbe mutualism and adaptive evolutionary diversification // *Evolution*, 2008. V.62 N 5 P. 997–1012.
- Pieterse C.M.J., Zamioudis C., Berendsen R. L., Weller D. M., Van Wees S. C.M., Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes//*Ann. Rev. of Phytopathol.*, 2014 V. 52. P.347–375.
- Popa V., Deziel E., Lavalle, R. Bauce E. Guertin C. The complex symbiotic relationships of bark beetles with microorganisms: a potential practical approach for biological control in forestry // *Pest Manag Sci.*, 2012. V.68 P.963–975.

Plant Protection News, 2016, 3(89), p. 158–159

**ROLE OF SYMBIOTIC BACTERIA OF POTATO AND COLORADO POTATO BEETLE  
IN HOST-PHYTOPHAGE INTERACTION**

A.V. Sorokan, G.V. Benkovskaya, D.K. Blagova, T.I. Maksimova., I.V. Maksimov

*Institute of Biochemistry and Genetics Ufa Scientific Centre RAS, fortyanns@googlemail.com*

The aim. Identification of possible interactions of endosymbionts of potato and Colorado potato beetle in in the system «plant – phytophagous.» Method After feeding Colorado potato beetle with tube potato plants treated with strains of bacteria of the genus *Bacillus* mortality, the composition of beetle microflora and *Bacillus* impact on the growth of its endosymbionts in vitro were estimated. Results. Eating plants treated endophytic microorganisms decreases the survival of Colorado potato beetles and the number of colony-forming units symbionts *Acinetobacter* ssp and *Enterobacter* ssp in the intestine. *B. subtilis* 26D inhibits the growth of colonies of endosymbionts in vitro. Application area. Development of pesticides based on bacterial strains. Conclusions. Several bacterial strains of the genus *Bacillus* increases the mortality of the Colorado potato beetle, disrupting the formation and composition of the microflora.