

**ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ *BACILLUS SUBTILIS*,
ОТЛИЧАЮЩИХСЯ ПО СПОСОБНОСТИ СИНТЕЗИРОВАТЬ
СУРФАКТИН, НА РОСТ *SINAPIS ALBA* L.**

Усманов Р.Р., магистрант¹

Смирнова Ю.В., кандидат биологических наук¹

Хайруллин Р.М., доктор биологических наук²

**¹Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный университет», E-mail:**

rifat_usmanov_98@mail.ru

²Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН

Ключевые слова: *эндофиты, сурфактин, горчица белая,*

*Исследовано влияние обработки семян клетками штаммов *Bacillus subtilis*, отличающихся по способности синтезировать сурфактин, на рост горчицы белой. Показано, что штамм с нарушенным синтезом сурфактина (*B. subtilis* SN) оказывал стимулирующее действие на растения горчицы при более высокой концентрации клеток бактерий в среде, чем штамм, синтезирующий сурфактин (*B. subtilis* 26Д).*

В настоящее время в практике растениеводства широко используются препараты на основе различных эндофитных микроорганизмов. Некоторые из них позволяют не только стимулировать рост сельскохозяйственных растений, но и повышать их устойчивость к различным стрессовым факторам [1]. Примером таких микроорганизмов являются эндофитные бактерии *Bacillus subtilis* 26Д – основа препарата Фитоспорин. Данные бактерии обладают

супрессивными свойствами по отношению к широкому кругу фитопатогенов благодаря способности продуцировать различные биологически активные соединения: циклические липопептиды, полипептиды, белки и не пептидные соединения [1].

Известно, что некоторые штаммы *B. subtilis* способны формировать биопленку на поверхности корней растений. Одним из важнейших компонентов такой биопленки бактерий *B. subtilis* 26Д является сурфактин – циклический липопептид, обладающий поверхностно-активными свойствами, проявляющий антибактериальную, противовирусную и антигрибную активности [2]. Несмотря на большое количество исследований, посвященных изучению эндофитных бактерий, фундаментальные основы взаимодействия растения-хозяина и эндофита остаются до конца не ясными. В частности, открытым остается вопрос о роли отдельных биологически активных соединений в формировании таких взаимоотношений. Таким образом, целью работы явилось исследование влияния эндофитных бактерий, отличающихся по способности синтезировать сурфактин, на рост горчицы белой (*Sinapis alba* L.), сорта Рапсодия.

Эксперименты проводили в лабораторных условиях. Отбирали ровные, неповрежденные семена, их стерилизовали. В опытах использовали *B. subtilis* Cohn: 26Д (ВНИИСХМ, №128), *B. subtilis* 26ДСN-с нокаутированным геном *sfpo* L17438.1. 1 г семян обрабатывали 20 мкл суспензии бактерий в концентрациях от 10^5 до 10^9 кл./мл. Семена 3 мин встряхивали в круглодонной колбе с суспензией бактерий соответствующей концентрации, подсушивали, использовали в экспериментах. Семена контрольных растений обрабатывали дистиллированной водой по той же схеме. Семена раскладывали в чашки Петри по 30 штук, проращивали в течение 5 суток при температуре $18 \div 20^\circ\text{C}$. Измеряли длину побегов и корней растений

каждого варианта опыта. Все опыты проводили в трех биологических повторях. В таблице данные представлены в виде среднего арифметического значения повторов и стандартного отклонения.

Показано, что обработка семян клетками *B. subtilis* исследованных штаммов в концентрациях 10^5 - 10^9 кл./мл стимулировала рост корней и побегов горчицы белой (табл. 1). Наиболее сильный ростстимулирующий эффект для штамма *B. subtilis* 26Δ был отмечен при использовании суспензии бактерий с концентрацией 10^6 кл./мл: побеги обработанных эндофитами растений были больше необработанных на 20%, корни – на 45,6%.

Таблица 1. Влияние различных концентраций *B. subtilis* на ростовые показатели *Sinapis alba*

Концентрация бактерий, кл./мл	Варианты опыта			
	<i>B. subtilis</i> 26Δ		<i>B. subtilis</i> SN	
	Длина побегов, см	Длина корней, см	Длина побегов, см	Длина корней, см
Не обраб. бактериями (контроль)	3,0±0,2	4,6±0,6	3,1±0,1	4,1±0,1
10^5	3,5±0,4	6,2±0,1	3,5±0,1	6,3±0,2
10^6	3,6±0,1	6,7±0,1	3,4±0,1	6,9±0,1
10^7	3,4±0,1	6,4±0,2	3,7±0,2	7,5±0,4
10^8	3,4±0,1	6,2±0,1	3,7±0,2	6,9±0,1
10^9	3,4±0,2	6,1±0,1	3,5±0,2	5,5±0,1

Для штамма с нарушенным синтезом сурфактина (*B. subtilis* SN) наиболее сильный ростстимулирующий эффект был отмечен при использовании суспензии бактерий с концентрацией 10^7 кл./мл: рост побегов стимулировался на 19,4%, корней – на 82,9%, в сравнении с контрольными, необработанными растениями. Самый слабый стимулирующий эффект для исследуемых штаммов был отмечен при использовании суспензий бактерий в самой низкой и самой высокой из исследованных концентрации – 10^5 и 10^9 кл./мл.

Полученные нами результаты свидетельствуют о значительной роли сурфактина в формировании взаимоотношений растения-хозяина и эндофита. Штамм с нарушенным синтезом сурфактина (*B. subtilis* SN) оказывал стимулирующее действие на растения при более высокой концентрации клеток бактерий в среде, чем штамм, синтезирующий сурфактин. Так как сурфактин способствует проникновению бактериальных клеток в ткани хозяина, возможно, его отсутствие сказывалось именно на этом процессе. Кроме того, сурфактин не только усиливает рост полезных микроорганизмов в почве, но и способствует росту самих растений [3].

Таким образом, нами было показано, что обработка растений горчицы препаратами штаммов *B. subtilis*, отличающихся по способности синтезировать сурфактин, в концентрациях от 10^5 до 10^9 кл./мл стимулировала рост горчицы белой. Для обоих штаммов была подобрана концентрация клеток бактерий, оказывающая при обработке наибольший ростстимулирующий эффект.

Библиографический список:

1. Егоршина, А. А. Фосфат-мобилизующая активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы / А. А. Егоршина, Р. М. Хайруллин, М. А. Лукьянцев, З. М. Курамшина, Ю. В. Смирнова // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология, – 2011. – Вып. 4. № 2. – С. 172-182.
2. Hue, N. Structural investigation of cyclic peptidolipids from *Bacillus subtilis* by high energy tandem mass spectrometry / N. Hue, L. Serani, O. Laprévotte // Rapid Commun. Mass Spectrom. – 2001. – Vol. 15. – P. 203 - 209.

3. Sachde, D. P. Biosurfactants in agriculture / D. P. Sachdev, S. S. Cameotra // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2013. – Vol. 97. – P.1005–1016.

**THE EFFECT OF *BACILLUS SUBTILIS* BACTERIA, WHICH
DIFFER IN THEIR ABILITY TO SYNTHESIZE SURFACTIN, ON
THE GROWTH OF *SINAPIS ALBA* L.**

Usmanov R. R., Smirnova Yu. V., Khairullin R. M.

Keywords: *endophytes, surfactin, white mustard*

The effect of seed treatment by cells of Bacillus subtilis strains, which differ in their ability to synthesize surfactin, on the growth of white mustard was studied. It was shown that the strain with impaired surfactin synthesis (B. subtilis SN) had a stimulating effect on mustard plants at a higher concentration of bacterial cells in the medium than the strain synthesizing surfactin (B. subtilis 26D).