

УДК 576.8

**АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПОРООБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ
РОДА *BACILLUS***

С.В. Мальцева, А.С. Якубович, Е.Р. Грицкевич

МГЭИ имени А.Д. Сахарова БГУ, Минск, Беларусь

sveta.malceva28@mail.ru, anya.yakubovich.00@inbox.ru, gritskevichev@mail.ru

В последние годы наблюдается значительное увеличение интереса исследователей к спорообразующим бактериям рода *Bacillus*, которые широко используются в биотехнологии для получения генно-инженерного интерферона, инсулина, α -амилазы, липазы и ряда протективных антигенов патогенных бактерий. Апатогенные спорообразующие бактерии рода *Bacillus subtilis*, являю-

щиеся представителями транзитарной микрофлоры кишечника, способны синтезировать десятки разных антибиотикоподобных веществ, что до настоящего времени привлекает к ним пристальное внимание исследователей, занимающихся разработкой бактериальных пробиотических препаратов, а также изучением функционирования почвенных микробных комплексов.

Самую большую группу микроорганизмов составляют аэробные спорообразующие бактерии. Множество микробиологов заняты изучением рода бактерий *Bacillus*, о которых написано большое количество статей, научных трудов и книг. *B. subtilis* – является одним из самых изученных микроорганизмов среди рода *Bacillus*. Польза данной бактерии подтверждена использованием её в различных сферах: медицине, животноводстве, растениеводстве и др., поскольку данный штамм обладает чрезвычайно высокой и разнообразной биохимической активностью. Также, одной из изученных спорообразующих бактерий является *Bacillus clausii* (*B. clausii*). В исследованиях на животных установлен факт перехода в течение 2 ч после введения препарата 90% спор *B. clausii* в вегетативные формы, что сопровождается интенсивной продукцией таких активных биологических веществ, как протеолитические ферменты, субстанции с антибактериальной активностью, лизоцим, аминокислоты, витамины.

В ходе исследования нами были самостоятельно выделены и идентифицированы некоторые спорообразующие бактерии из разных пробиотических препаратов (Ветом 1.1, Энтерожермина). Анализ чувствительности к антибиотикам бактерий рода *Bacillus* проводился с использованием диско-диффузионного метода, а анализ антагонистической активности спорообразующих штаммов данных микроорганизмов осуществлялась методом агаровых блоков.

В ходе исследования была изучена чувствительность *B. subtilis*, выделенных из препарата «Ветом 1.1», *B. clausii*, выделенных из препарата «Энтерожермина» к антибиотическим препаратам широкого спектра действия. Высокий уровень резистентности к широкому спектру антибиотических препаратов показали бактерии *B. clausii* (рисунок 1).

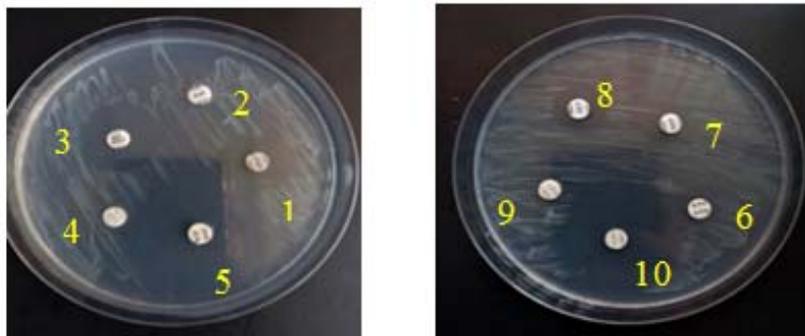


Рисунок 1. – Анализ чувствительности штамма *B. clausii* к антибиотикам широкого спектра действия (1. РИФ - рифампицин, 2. ЭРН – эритромицин, 3. ГЕН – гентамицин, 4. ЦТК – цефотаксим, 5. ДОК – доксициклин, 6. КТМ - кларитромицин, 7. АКЦ – амоксициллин, 8. СТР – стрептомицин, 9. ЦФТ – цефалотин, 10. ЦИП – ципрофлоксацин)

Следует отметить, что бактерии *B. subtilis*, выделенные из препарата «Ветом 1.1», показали наибольшую чувствительность к некоторым представителям групп тетрациклинов (ДОК $18 \pm 0,1$) и макролидов (КТМ $18 \pm 0,2$) (рисунок 2).



Рисунок 2. – Анализ чувствительности штамма *B. subtilis* к антибиотикам (1. РИФ - рифампицин, 2. СТР – стрептомицин, 3. АКЦ – амоксициллин, 4. ЦИП – ципрофлоксацин, 5. ЦФТ – цефалотин, 6. КТМ - кларитромицин, 7. ДОК – доксициклин, 8. ЭРН – эритромицин, 9. ГЕН – гентамицин, 10. ЦТК – цефотаксим)

Было показано, что штамм *B. subtilis*, выделенный из препарата «Ветом 1.1», проявляет наибольшую чувствительность по отношению к кларитромицину ($18 \pm 0,2$), доксициклину ($18 \pm 0,1$) и стрептомицину ($17 \pm 0,1$), в меньшей степени к остальным антибиотикам.

B. clausii, выделенный из препарата «Энтерожермина» обладает высокой чувствительностью к доксициклину ($19 \pm 0,2$) и ципрофлоксацину ($14 \pm 0,2$), но в меньшей степени к гентамицину ($8 \pm 0,4$), рифампицину ($5 \pm 0,3$) и стрептомицину ($4 \pm 0,3$). Также можно заметить отсутствие чувствительности к амоксициллину у всех представленных штаммов спорообразующих бактерий.

Наиболее высокий уровень устойчивости к антибиотикам широкого спектра действия показал штамм *B. clausii*, выделенный из препарата «Энтерожермина». В свою очередь, штамм *B. subtilis*, выделенный из препарата «Ветом 1.1», проявил чувствительность к широкому спектру антибиотиков на 20% выше, чем *B. clausii*, выделенный из препарата «Энтерожермина».

Также нами была изучена антагонистическая активность некоторых **бактерий рода *Bacillus* к некоторым представителям условно-патогенной микрофлоры человека**. Результаты показали низкую (до 10 мм) антагонистическую активность бактерий *B. subtilis*, выделенных из препарата «Ветом 1.1», в отношении некоторых условно-патогенных микроорганизмов.

Таблица 1. – Антагонистическая активность бактерий *B. subtilis*, выделенных из препарата «Ветом 1.1», в отношении условно-патогенных микроорганизмов

Штамм	Антагонистическая активность (зоны задержки роста, мм)		
	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>B. subtilis</i>	$2 \pm 0,3$	–	$3 \pm 0,3$

Низкий уровень антагонизма *B. subtilis*, выделенных из препарата «Ветом 1.1» отмечался по отношению *Proteus mirabilis* (ЗЗР $2 \pm 0,3$ мм) и *Staphylococcus aureus* (ЗЗР $2 \pm 0,3$ мм). Также отмечалось отсутствие антагонистической активности *B. subtilis* по отношению к *Proteus vulgaris*.

В таблице 2 представлены результаты антагонистической активности бактерий *B. clausii*, выделенных из препарата «Энтерожермина», свидетельствующие о способности данных бактерий угнетать рост и развитие большинства исследуемых тест-культур.

Таблица 2. – Антагонистическая активность бактерий *B. clausii*, выделенных из препарата «Энтерожермина», в отношении некоторых условно-патогенных микроорганизмов

Штамм	Антагонистическая активность (зоны задержки роста, мм)		
	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>B. clausii</i>	$8 \pm 0,3$	–	$12 \pm 0,3$

Наиболее высокая антагонистическая активность бактерий *B. clausii*, выделенных из препарата «Энтерожермина», отмечалась в отношении *Staphylococcus aureus* (ЗЗР $12 \pm 0,3$ мм).

Таким образом, спорообразующие бактерии рода *Bacillus* показали различный уровень антагонистической активности (слабый - до 10 мм, средний – 10-20мм). Самым активным антагонистом по отношению к условно-патогенной микрофлоре показал себя штамм бактерий *B. clausii*. Их средний уровень антагонистической активности проявился при их совместном культивировании с таким условно-патогенным микроорганизмом, как *Staphylococcus aureus*. Это доказывает эффективность препаратов на основе исследуемой спорообразующей бактерий и также оправдывает возможность расширения сферы её практического использования. Значительно меньшей антагонистической активностью обладали бактерии *B. subtilis*. Наиболее низкий уровень антагонизма *B. subtilis* был показан к *Proteus mirabilis* (ЗЗР $2 \pm 0,3$), что в 4 раза меньше, чем при культивировании с *B. subtilis*, выделенного из препарата «Ветом 1.1».

Резюмируя все выше изложенное, можно утверждать о перспективности использования исследованных штаммов бактерий рода *Bacillus*, учитывая все их достоинства, а именно повсеместное распространение, высокую бактерицидную и бактериостатическую активность данных штаммов бактерий по отношению к условно - патогенным микроорганизмам.

Список использованных источников

1. Boiko, M. Estimation of the Genus *Bacillus* Bacterial Strains Antagonist Properties Against Pathogenic Mycomycetes / M. Boiko, M. Patyko, Y. Vintskovs'ka // *Ann. of Adv. Agricul. Scienc.* – 2017. – №. 2. – P. 65-69.
2. Бакулина, Л.Ф. Пробиотики на основе спорообразующих микроорганизмов рода *Bacillus* и их использование в ветеринарии / Л.Ф. Бакулина [и др.]. // *Биотехнология.* – 2001. – № 2. – С.48-56.
3. Бейли Н. Статистические методы в биологии / Н. Бейли. – М.: Мир, 2013. – 271 с.