

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Институт фундаментальной медицины и биологии*

*Кафедра микробиологии*

Направление подготовки: 06.03.01 – Биология

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Характеристика ростостимулирующих свойств и полногеномное  
секвенирование ризосферных бактерий**

Студент 4 курса

группы 01-703

" 31 " мая 2021 г.



(Д.Л. Зарипова)

Научный руководитель

мл. науч. сотр., ассистент.

" 31 " мая 2021 г.



(М.Т. Лутфуллин)

Заведующий кафедрой

д.б.н., профессор

" 31 " мая 2021 г.



(О.Н. Ильинская)

Казань – 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Микробиом растений состоит из различных организмов: бактерий, грибов, простейших, архей и вирусов [Mueller, Sachs, 2015]. Все они играют важную роль в жизни растений, оказывая такое полезное действие, как, улучшение роста, здоровья и продуктивности, а также адаптивных преимуществ растения [Berg *et al.*, 2016; Haneu *et al.*, 2015]. В процессе роста и развития на физиологию и метаболизм растений влияют разные биотические и абиотические факторы. В случае незначительного влияния этих факторов растение успевает адаптироваться и сохранить жизнеспособность. В борьбе растений со стрессовыми факторами огромную роль играют микроорганизмы, населяющие ризосферную зону [Khan *et al.*, 2020].

Ризобактерии играют важную роль в процессе развития растений в качестве регуляторов роста, а также они модулируют ответы растений на абиотические стрессы [Dahmani *et al.*, 2020]. Кроме того ризобактерии улучшают усвоение питательных веществ, благодаря способности осуществлять минерализацию и солюбилизацию нерастворимых фосфатов, связывать азот и продуцировать сидерофоры, которые хелатируют ионы трехвалентного железа и делают их доступными для растений [Hardoim *et al.*, 2015].

Ростостимулирующие ризобактерии применяются в сельском хозяйстве для биоконтроля, биоремедиации и в качестве биоудобрений. Они оказывают положительное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур и функционирование экосистем в целом [Khan *et al.*, 2020]. Широкое применение препаратов на основе ростостимулирующих ризобактерий сможет обеспечить безопасность, стабильность и продуктивность

агроэкосистем, что облегчит и улучшит систему ведения сельского хозяйства [Vejanetal., 2016].

**Целью** работы являлась характеристика ростостимулирующих свойств и полногеномное секвенирование ризосферных бактерий.

Для достижения этой цели решались следующие **задачи**:

1) Идентификация ризосферных бактерий с ростостимулирующей активностью.

2) Характеристика способности штаммов к синтезу сидерофоров и ИУК и динамики их накопления в среде культивирования.

3) Характеристика фитат-гидролизующей, фосфатмобилизующей активности и устойчивости штаммов к тяжелым металлам.

4) Характеристика ростостимулирующей активности ризобактерий *in vivo* на растениях пшеницы.

5) Характеристика ростостимулирующей активности ризобактерий *in vivo* на растениях пшеницы в условиях абиотического стресса.

6) Сравнительный биоинформатический анализ генных локусов, ответственных за ростостимулирующие свойства в геноме ризобактерий.

## ВЫВОДЫ

1) По гомологии субъединицы В гиразы штамм MG-2 идентифицирован как *Pseudomonas putida*, а штамм MG-9 как *Pseudomonas sp.*

2) Ризобактерии *P. putida* MG-2, *Pseudomonas sp.* MG-9 и *B. intestinalis* GM2 способны к триптофанзависимому синтезу ауксина ИУК (11.55, 34.70, 18.75 мкг/мл соответственно) и сидерофоров катехольного типа (205.00, 113.90 и 81.58 мкМ соответственно). При добавлении в среду культивирования бипиридила продуктивность к синтезу сидерофоров штамма *B. intestinalis* GM2 повышалась.

3) Штаммы *P. putida* MG-2, *Pseudomonas sp.* MG-9 и *B. intestinalis* GM2 обладают фосфат-мобилизующей и фитатгидролизующей активностью. Бактерии штаммов MG-2 и MG-9 способны расти на среде SLP с содержанием 10 мМ раствора  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ .

4) Обработка семян пшеницы суспензией *B. intestinalis* GM2 увеличивает энергию прорастания до 105.4% по сравнению с необработанными семенами. Обработка семян пшеницы суспензией *Pseudomonas sp.* MG-9 стимулирует прирост биомассы стеблей на 27.9% и корней на 93.0%.

5) В условиях абиотического стресса (75 мМ раствор  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ) обработка семян пшеницы ризобактериями повышает энергию всхожести и прорастания. Также показано, что штамм *Pseudomonas sp.* MG-9 стимулирует прирост сухой биомассы проростков в два раза эффективнее бактерий *P. putida* MG-2 и *B. intestinalis* GM2.

6) В геноме штамма *B. intestinalis* GM2 были выявлены кластеры генов, ответственных за регуляцию усвоения фосфора, азота и железа, роста в условиях биотического и абиотического стресса, синтез ауксина и сидерофора бациллибактин.