

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное учреждение высшего
образования
«Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»
Институт фундаментальной медицины и биологии
Кафедра микробиологии

Направление подготовки: 06.03.01 – биология

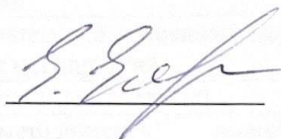
Профиль подготовки: Микробиология и вирусологи

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
МОБИЛИЗАЦИЯ ТРИКАЛЬЦИЙФОСФАТОВ ШТАММАМИ
PANTOEA BRENNERI

Студент 4 курса

группы 01-804

«30» мая 2022 г.

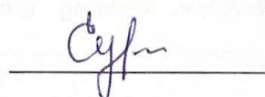


(Егорова Е.А.)

Научный руководитель

к.б.н., доцент

«30» мая 2022 г.



(Сулейманова А.Д.)

Заведующая кафедрой

д.б.н., проф.

«30» мая 2022 г.



(Ильинская О.Н.)

Казань – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4-5
ВВЕДЕНИЕ	6-7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1 Биологическое значение фосфора	8
1.2 Круговорот фосфора	8-9
1.3 Формы фосфора в почве	9-10
1.3.1 Минерализация фосороорганических соединений	10
1.3.2 Мобилизация минерального фосфора	10-11
1.4 Почвенные бактерии (PGPRs) и фосфат солюбилизирующие бактерии (PSB)	11-14
1.4.1 Бактерии рода <i>Pantoea</i>	14-15
1.4.2. Влияние факторов окружающей среды на PSB	15-17
ЭКСПЕРИМЕНТАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ	18
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	18
2.1 Используемые бактерии, питательные среды	18
2.2 Изучение биохимических способностей штаммов <i>Pantoea brenneri</i>	18-19
2.3 Изучение способности штаммов <i>Pantoea brenneri</i> к мобилизации широкого спектра неорганических почвенных фосфатов	19-20
2.4 Определение уровня свободных фосфатов	20
2.4.1 Определение содержания свободных фосфатов с образованием фосфорно-молибденово-кислого аммония	20-22
2.5 Влияние условий культивирования на способность к мобилизации фосфатов	22
2.6 Статистическая обработка результатов	22-23
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	24
3.1 Изучение биохимических способностей штаммов <i>Pantoea brenneri</i>	24-26

3.2 Изучение способности штаммов <i>Pantoea brenneri</i> к мобилизации широкого спектра неорганических почвенных фосфатов	26-28
3.3 Определение уровня свободных фосфатов	28-31
3.4 Влияние условий культивирования на способность к мобилизации фосфатов	31-33
ВЫВОДЫ	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	35

ВВЕДЕНИЕ

Фосфор является важным макроэлементом для растений. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур невозможно без применения фосфорных удобрений. Однако чрезмерное внесение удобрений пагубно влияет на экологическое состояние почвы. Попадая в почву, большая часть фосфора (около 60 %) связывается и становится недоступной для растений. В почве фосфор содержится в органической и неорганической форме, из которых 80% фосфора представлено нерастворимыми первичными минералами в виде апатитов, оксиапатитов, фторапатитов и фосфоритов, а также в форме фосфатов алюминия, железа и марганца. Такие формы фосфатов мало подвижны и не доступны, для вовлечения в метаболизм растений [Baumann *et al.*, 2020].

Альтернативной химическим удобрениям является применение почвенных микроорганизмов в качестве биоудобрений. Внесение в почву фосфатсолубилизирующих бактерий (PSB) способствует улучшению фосфорного питания растений. Попадая в почву, PSB переводят недоступные почвенный фосфор в доступный, путем солубилизации неорганических фосфатов или минерализации фосфатов из фосфорорганических соединений. Попадая в почву, микроорганизмы снижают pH среды и формируют вокруг ризосферы область, содержащую свободные фосфаты, тем самым способствуя росту растений.

Несмотря на то, что фосфор присутствует в почвах в виде смеси неорганических и органических соединений, до сих пор только несколько исследований идентифицировали P-солубилизирующие микроорганизмы, способные солубилизовать как органические, так и минеральные источники фосфора [Malboobi *et al.*, 2009]; [Li *et al.*, 2019]. Ранее в нашей лаборатории было показано, что выделенные из образцов почвы Республики Татарстан штаммы *Pantoea brenneri*, обладают целлюлазной и протеазной

активностью, способны фиксировать азот, образовывать биопленки, обладают фунгицидной активностью против фитопатогенных микромицетов. Помимо этих свойств было показано, что штаммы обладают фитат-гидролизующей активностью, то есть способны переводить фосфор в доступное состояние из труднорастворимых органических фитатов почвы [Иткина с соавт., 2021]. В связи с этим, представляло интерес изучить фосфатсолюбилизирующую активность *P. brenneri* по отношению к неорганическим почвенным фосфатам. Таким образом, целью работы стало изучение способности штаммов *P. brenneri* к мобилизации широкого спектра неорганических почвенных фосфатов. В работе решались следующие задачи:

- 1) Исследовать и сравнить биохимические свойства почвенных изолятов *P. brenneri*.
- 2) Оценить способность штаммов *P. brenneri* к мобилизации широкого спектра неорганических почвенных фосфатов.
- 3) Изучить влияние условий культивирования на фосфатмобилизирующую активность штаммов *P. brenneri*.

ВЫВОДЫ

1) При исследовании и сравнение биохимических свойств штаммов *P. brenneri* установлена внутривидовая биохимическая гетерогенность штаммов.

2) Изучена способность штаммов *P. brenneri* к мобилизации широкого спектра неорганических почвенных фосфатов и установлено, что все исследуемые штаммы были способны расти и образовывать гало-зоны на средах, содержащих трикальцийфосфат, гидроортофосфат кальция, гидроксиапатит и фосфорит, однако, на средах с фосфатом алюминия и фосфатом железа, зон просветления не наблюдали. Максимальная эффективность P-солюбилизации установлена на среде с трикальцийфосфатом у штамма *P. brenneri* 3.5.2 и составила 68.74 %, количество выделенных фосфатов - 1341.66 мг/л.

3) При изучении влияния условий культивирования на мобилизацию фосфатов из трикальцийфосфата штаммом *P. brenneri* 3.5.2 установлено, что оптимальными условиями являются рН 7, температура культивирования в диапазоне 25-42 °С и скорость качания 200 об/мин.