


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт фундаментальной медицины и биологии
Кафедра микробиологии

Направление подготовки: 06.03.01 – Биология
Профиль подготовки: Микробиология и вирусология


ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОЛИТНЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*

Обучающийся 4 курса
группы 01-004
"___" _____ 2024 г.



Кускова Я.А.

Научный руководитель
канд. биол. наук, доцент
"___" _____ 2024 г.



Хиляс И.В.

Заведующий кафедрой
микробиологии
д-р биол. наук, профессор
"___" _____ 2024 г.



Ильинская О.Н.

Казань – 2024

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1. Эндолиты	7
1.1.1. История открытия эндолитов.....	7
1.1.2. Структура и свойства эндолитических систем	8
1.1.4. Виды эндолитов	12
1.1.5. Адаптации к экстремальным условиям окружающей среды	15
1.1.6. Горная порода серпентинит как среда обитания эндолитов	17
1.2 Эндолитные бактерии рода <i>Bacillus</i>	18
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	20
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	20
2.1 Объекты исследования.....	20
2.2 Методы исследования	20
2.2.1 Биохимические активности эндолитных штаммов рода <i>Bacillus</i> ...	20
2.2.2 Исследование сидерофорной активности эндолитных штаммов рода <i>Bacillus</i>	21
2.3 Детекция сидерофоров эндолитного штамма <i>Bacillus</i> sp. S14 калориметрическим методом	21
2.3.1 Детекция сидерофоров катехолового типа методом Арноу.....	22
2.3.2 Детекция сидерофоров гидроксаматового типа методом Аткина ..	22
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ	23
3.1 Результаты исследования биохимических активностей	23
3.2 Результаты исследования сидерофорной активности эндолитных штаммов рода <i>Bacillus</i>	24
3.3 Динамика роста и продукции сидерофоров эндолитного штамма <i>Bacillus</i> sp. S14	25
ВЫВОДЫ	29
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	31

ВВЕДЕНИЕ

Засушливые (аридные) земли занимают почти половину планеты и на них проживает более 25% мирового населения [Millennium Ecosystem Assessment, 2005]. Глобальное изменение климата в перспективе затронет многие регионы мира, для которых уже характерны экстремальные температуры, недостаточное количество осадков и истощение плодородия почв, что приведет к увеличению площадей деградированных земель. В таких экосистемах эндолитные микроорганизмы играют ключевую роль в формировании, поддержании и функционировании первичной продуктивности почв.

Эндолиты встречаются в различных регионах с экстремальными климатическими условиями от пустыни Атакама, Мохаве или Негев до самого холодного и сухого Мак-Мердо в Антарктиде [Choe *et al.*, 2018; Coleine *et al.*, 2021]. Эндолитные бактерии играют значимую роль в процессах образования и разрушения минералов и горных пород, а также принимают участие в биогеохимических циклах важнейших химических элементов: углерода, кислорода, азота, фосфора и других [Neal, 1981]. Благодаря способности продуцировать разнообразные органические кислоты, ферменты и вторичные метаболиты эндолиты активно взаимодействуют с минералами, увеличивая доступность минеральных веществ для других микроорганизмов и растений. Влияние эндолитных бактерий на минералогический состав горных пород приводит к образованию и повышению плодородия почв в засушливых регионах.

Изучение разнообразия эндолитных микроорганизмов и механизмов их адаптации к экстремальным условиям важно по нескольким причинам: для улучшения структуры и плодородия почвы, для разработки методов борьбы с засухой в сельском хозяйстве, для сохранения влаги в почве, для стимуляции роста растений и фиторемедиации. Кроме того, изменения в составе

эндолитных микроорганизмов может быть прогностическим критерием в вопросе глобального потепления.

Таким образом, целью работы явилась характеристика разнообразия эндолитных бактерий рода *Bacillus*, выделенных из серпентинита. В ходе исследования решались следующие задачи:

- 1) Изучить биохимические свойства эндолитных штаммов рода *Bacillus*.
- 2) Установить сидерофорную активность эндолитных штаммов рода *Bacillus*.
- 3) Исследовать продукцию сидерофоров эндолитного штамма *Bacillus* sp. S14 калориметрическим методом.

ВЫВОДЫ

1. В ходе работы установили, что эндолитные штаммы рода *Bacillus* обладают: амилазной, фосфат-сольюбилизирующей и протеолитической активностями; у штаммов отсутствует: липазная и уреазная активности. На среде с лигнином не вырос ни один штамм рода *Bacillus*, тогда как на среде с метиленовым синим выросли штаммы *Bacillus* sp. S6, S13 и S14, но формирование зон просветления вокруг колоний не наблюдалось.

2. Результаты посева эндолитных штаммов рода *Bacillus* на специфическую агаризованную среду (CAS агар) показали, что сидерофорная активность обнаружена только у штаммов *Bacillus* sp. S6, S13, S14.

3. Эндолитный штамм *Bacillus* sp. S14 на минимальной среде в присутствии 2,4-бипиридила одновременно продуцировал сидерофоры катехолового и гидроксаматового типа. Максимальная концентрация сидерофоров гидроксаматового типа достигала 150 мкМ, тогда как катехолового типа не превышала 75 мкМ.