

Научно-технический конкурс "Открытый мир. Старт в науку"

Исследовательская работа по теме:

**«Оценка интенсивности почвенного дыхания и стимулирования роста растений азотобактериями, выделенными из различных почв Брянской области»**

*Выполнил ученица:  
Журавлева Полина Владимировна  
15 лет  
ГАНОУ РЦПД «ОГМА»  
Научный руководитель:  
Захарова Оксана Николаевна  
Старший методист,  
кандидат ветеринарных наук*

Брянск

2023

## Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Цель исследования .....</b>	<b>3</b>
<b>Задачи исследования .....</b>	<b>3</b>
<b>Гипотезы исследования .....</b>	<b>3</b>
<b>Обзор литературы .....</b>	<b>4</b>
<b>Материалы и методы исследования .....</b>	<b>5</b>
<b>Результаты исследования и их обсуждения .....</b>	<b>9</b>
<b>Выводы .....</b>	<b>16</b>
<b>Литература .....</b>	<b>16</b>
<b>Приложение .....</b>	<b>17</b>

## Введение

**Актуальность.** Азотобактер — род бактерий, живущих в почве и способных в результате процесса азотфиксации переводить газообразный азот в растворимую форму, доступную для усваивания растениями. Выделение почвенных штаммов и использование их человеком позволяют увеличить плодородие почвы и стимулируют рост растений. Род *Azotobacter* широко используют в сельском хозяйстве. Так как не все почвы богаты азотом, люди в искусственных условиях выращивают бактерии рода *Azotobacter* и добавляют в почву.

Интерес к азотфиксирующим микроорганизмам, в частности к азотобактеру, обусловлен необходимостью перехода от химизации сельского хозяйства к биогизации, что требует современных представлений о физиологическом состоянии, адаптационных возможностях и механизмах штаммов рода *Azotobacter*. Выделение новых почвенных штаммов позволит увеличить плодородие почвы и стимулировать рост растений.

Также азотобактер применяют в медицине, пищевой промышленности. Выделение почвенных штаммов- азотфиксаторов очень важно в современном мире.

**Цель исследования.** Оценить интенсивность почвенного дыхания и стимулирование роста растений азотобактериями, выделенными из различных почв Брянской области

### **Задачи исследования:**

1. Изучить литературу по тематике исследования
2. Выполнить почвенные разрезы, изучить почвенный профиль и отобрать пробы почв для исследования
3. Провести микробиологическое исследование почвы с выделением культуры бактерий *Azotobacter*
4. Изучить особенности микроскопического строения почвенных бактерий с получением микрофотографий почвенных бактерий и грибов
5. Установить зависимость интенсивности почвенного дыхания от воздействия различных факторов.
6. Оценить всхожесть и потенциальные возможности семян под воздействием азотобактера

### **Гипотезы исследования:**

1. Азотобактерии чаще встречаются на окультуренных почвах.
2. На интенсивность почвенного дыхания оказывают влияние различные факторы (внесение в почву неорганических, органических, зеленых удобрений, инсектицидов и т.д.)

3. Бактерии рода *Azotobacter* положительно влияют на всхожесть и потенциальные возможности семян.

### **Обзор литературы**

Азотобактер — это свободноживущие азотфиксаторы, они фиксируют молекулярный азот из атмосферы и без того, чтобы вступать в симбиотические отношения с растениями или с кем-то еще, у них хватает собственных возможностей для фиксации атмосферного азота, для разрывания двухатомной молекулы азота и для последующего включения его отдельных атомов в состав других органических веществ.

Они живут и в нейтральных, и в щелочных почвах. В азотфиксации, они все равно нередко образуют симбиотическую связь с растениями и живут в ризосфере. Кислород для азотобактеров является опасным и ядовитым. И поэтому азотобактеры выработали особые приемы для того, чтобы удалять из себя излишки кислорода дышат. В процессе активного дыхания накапливающийся у них кислород просто сжигает часть топлива вместо того, чтобы отравлять их организм. Также азотобактеры имеют особый белок, который защищает важную нитрогеназу от воздействия кислорода.

### **Морфология бактерий**

Это род грамотрицательных бактерий, обитающих преимущественно в слабокислых, нейтральных и слабощелочных почвах (рост и азотфиксация возможны в диапазоне рН от 4,8 до 8,5, оптимально – 7,0 – 7,5). Бактерии рода азотобактер являются свободноживущими азотфиксаторами, однако они способны жить в ассоциации с некоторыми растениями. Первым описанным видом этого рода является *Azotobacter chroococcum*, был открыт в 1901 году Мартином Бейеринком. Всего в этом роде содержатся 6 видов, наиболее распространены *Azotobacter chroococcum* (типовой вид), образующий колонии бурого, почти черного цвета, *Azotobacter agilis*, для которого характерны бесцветные колонии, и *Azotobacter vinelandii*, чьи колонии флуоресцирующей желтовато-зеленой окраски.

Клетки рода *Azotobacter* относительно крупные для бактерий (2–4 мкм в диаметре). Обычно они имеют овальную форму, но могут иметь различную форму от стержней до сфер. В микроскопических препаратах клетки могут быть рассредоточены или образовывать нерегулярные кластеры или иногда цепочки различной длины. В свежих культурах клетки подвижны благодаря многочисленным жгутикам. Позже клетки теряют подвижность, становятся почти сферическими и выделяют толстый слой слизи, формируя клеточную капсулу. На форму клетки влияет аминокислота глицин, которая присутствует в пептоне питательной среды. Клетки могут располагаться одиночно, парами, неправильными скоплениями, цепочками. Клетки образуют цисты, не образуют спор.

Фиксация атмосферного азота в природе происходит физико-химическим и биологическим путем. Небиологический путь фиксации азота (грозовые разряды, работа двигателей внутреннего сгорания) дает всего 0,5% фиксированного азота. При электрических разрядах азот вступает в реакции с кислородом или водородом и попадает на землю в виде оксидов азота или аммиака. Основной путь пополнения дефицита азота в почве – процесс азотфиксации. Способность присуща только прокариотам. За счет деятельности азотфиксаторов в почву ежегодно поступает 60-75% азота от общего его содержания в почве.

Способность микроорганизмов фиксировать азот была установлена С.Н. Виноградским и голландским ученым М. Бейеринком. Существуют свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы.

Бактерии рода *Azotobacter* выделены в 1901 г. М. Бейеринком.

В настоящее время установлена способность ризобий осуществлять фиксацию атмосферного азота вне симбиоза с растениями (впервые доказано М.В.Фёдоровым). Доказана также способность к азотфиксации у представителей рода *Escherichia*, живущих в качестве комменсалов в пищеварительном тракте человека, найдены азотфиксаторы в кишечнике некоторых животных).

### **Материалы и методы исследования**

В качестве объектов для исследования выбрали образцы почв на различных участках Брянской области, отличающихся по месторасположению и использованию. Были отобраны 20 образцов почв в следующих локациях:

- 1) Береговая зона реки Снежеть (кострище)
- 2) Береговая зона реки Снежеть
- 3) Береговая зона реки Снежеть
- 4) Береговая зона озеро Керамзитное
- 5) Береговая зона озеро Керамзитное
- 6) Береговая зона озеро Керамзитное
- 7) Огород (горчица)
- 8) Огород (фасоль)
- 9) Сад (груша)
- 10) Сад (яблоня)
- 11) учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный лес с преобладанием елей
- 12) учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес

- 13) учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, вырубка, кострище
- 14) учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, подтапливаемые территории
- 15) учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный лес с преобладанием сосен, искусственная посадка
- 16) д.Хацунь, Карачевский район, смешанный лес с преобладанием елей, бурелом после урагана
- 17) д.Хацунь, Карачевский район, молодняк сосны
- 18) д.Хацунь, Карачевский район, смешанный лес
- 19) д.Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, молодняк елей
- 20) д.Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, сосна разновозрастная, малинник

## **Методы исследования**

### ***Исследование почвы***

#### ***Методика взятия проб***

- 1) Заложить почвенный разрез так, чтобы лицевая стенка разреза была обращена к солнцу чтобы избежать солнечных бликов мешающих правильной оценке окраски почвы.
- 2) По стороне, с которой находится лицевая стенка не стоит ходить во избежание искажения результатов исследования.
- 3) При закладывании разреза почву необходимо выбрасывать на его боковые стороны, а не на лицевую сторону. Верхний (гумусовый) горизонт выбрасывают на одну сторону, а нижние слои на другую сторону разреза, чтобы не смешивать с верхним плодородным слоем.
- 4) Взять пакет с zip-lock и пересыпать немного почвы в пакет.
- 5) Разравнять почву, убрать крупные включения, высушить.

#### ***Исследование механического состава почвы и наличия карбонатов***

Для определения механического состава почвы почву смешивают с водой до получения вязкой массы, из которой надо попробовать скатать шарик, затем растянуть его в жгут и соединить в кольцо. В зависимости от типа почвы, при скатывании:

- А) почва не скатается в шарик – песчаная почва
- Б) почва не скатается в шарик, но слепится в непрочные шарики – супесчаная почва

В) почва образует непрочный шарик, который в жгут не раскатывается – легкосуглинистая почва

Г) почва образует сплошной жгут, который разламывается при соединении в кольцо – среднесуглинистая почва

Д) почва образует соединение в кольцо – тяжелосуглинистая почва

Е) почва образует сплошной жгут, который соединяется в кольцо – глинистая почва

*Определение наличия карбонатов в почве:*

С помощью пипетки нанести несколько капель соляной кислоты на почву. Если в почве находится значительное количество карбонатов, то на срезе будет наблюдаться вспенивание. Карбонаты способны реагировать с соляной кислотой по следующей реакции:  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

*Определение кислотности среды почвенной вытяжки*

Заполнить половину объема пробирки типа «эппендорф» исследуемым образцом почвы. Оставшийся свободный объем пробирки заполнить водой. Пробирку плотно закрыть крышкой. Перемешать содержимое пробирки, интенсивно встряхивая пробирку в течение 5 минут. Дождаться полного осаждения взвеси почвы на дно пробирки. Опустить индикаторную бумагу в почвенную вытяжку.

*Определение содержания нитратов в почвенной вытяжке:*

- 1) На весах подготовить навеску влажной почвы массой 30 г;
- 2) Перенести навеску почвы в колбу и добавьте 100 мл воды;
- 3) Колбу закрыть крышкой и перемешать её содержимое взбалтыванием;
- 4) Оставить содержимое колбы при комнатной температуре на 20-30 минут для перехода нитрат-ионов из почвы в раствор;
- 6) Отфильтровать почву от почвенной вытяжки с помощью воронки с фильтром;
- 7) Погрузить тест-полоску в полученную почвенную вытяжку на 2-3 секунды (в воду должен погружаться кончик тест-полоски с утолщением);
- 8) Извлечь тест-полоску и удалите избыток воды стряхивающим движением;
- 9) Положите тест-полоску на белую бумагу и дождитесь проявления окраски;
- 10) Оцените результаты

*Посев и наблюдение за ростом колоний бактерий Azotobacter*

Для посева почвенных комочков используется среда Эшби.

1) Чашку Петри, заполненную застывшей средой, разместить на трафарете, совместив края чашки с контуром трафарета и нанести 50 почвенных комочков. Поместить в термостат при температуре 24<sup>0</sup>С на 3-4 дня.

*Методика микробиологического исследования на выявление Azotobacter*

Отобрать пробу от колоний для микроскопического исследования: с помощью зубочистки зачерпнуть небольшое количество биомассы, перенести на предметное стекло, размазав по центральной части. С помощью пипетки Пастера на предметное стекло в центр площади, покрытой образцом, нанести каплю фуксина Циля. В то же место, что и фуксин Циля, с помощью пипетки Пастера, нанести каплю туши. Зубочисткой перемешать красители и биомассу, находящиеся на стекле, до равномерного тонкого слоя грязно-розового цвета. Препарат высушить на воздухе.

***Изучение почвенного дыхания***

**Подготовка проб:**

- 1) Подготовить 3 одинаковые емкости объемом 1 л с герметично закрывающейся крышкой.
- 2) На весах подготовьте две одинаковые навески почвы 100г.
- 3) Перенести навески почвы в емкости №2 и 3;
- 4) Распределить почву ровным слоем по дну емкостей;
- 5) Внести в каждую емкость для титрования по 10 мл раствора NaOH 0,1 М;
- 6) Поставить открытые емкости для титрования №2 и №3 с раствором NaOH на поверхность почвы в соответствующих емкостях №2 и №3;
- 7) Открытую емкость для титрования №1 с раствором NaOH поместить на дно пустой емкости №1(контрольный эксперимент);
- 8) Закрывать емкости крышкой и оставить на сутки при комнатной температуре.

**Титрование:**

Провести титрование 0,1 М раствором NaOH. Добавить в раствор 1 каплю раствора фенолфталеина. Разместить емкость для титрования на белой бумаге и, считая количество капель и перемешивая содержимое емкости вращательными движениями, добавлять в емкость для титрования соляную кислоту до полного обесцвечивания раствора. Зафиксировать количество капель соляной кислоты, которое потребовалось для полного обесцвечивания раствора. Рассчитать объем соляной кислоты, который потребовался для нейтрализации щелочи по формуле:

$V_{HCl} = N_{\text{капель}} * V_{\text{капли}}$ , где  $N_{\text{капель}}$  – число капель, которое потребовалось для титрования,  $V_{\text{капли}}$  – объем одной капли в мл;



Вычислить количество моль щелочи, содержащееся в емкости для титрования по формуле:

$n(\text{NaOH}) = C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 0,1 \cdot V_{\text{HCl}}$ , где  $V_{\text{HCl}}$  – объем соляной кислоты в **литрах**, потраченный на титрование;

9) Аналогично провести титрование 0,1М раствором NaOH из емкостей №2 и №3 и рассчитайте количество моль щелочи, содержащееся в них;

10) Рассчитать среднее количество моль щелочи в емкостях №2 и №3 по формуле:  $n(\text{NaOH})_{\text{cp}} = (n(\text{NaOH})_2 + n(\text{NaOH})_3)/2$

11) Вычислить массу  $\text{CO}_2$ , выделившегося в результате дыхания почвы по формуле:  $m(\text{CO}_2) = (n(\text{NaOH})_1 - n(\text{NaOH})_{\text{cp}}) \cdot M(\text{CO}_2)$  где  $n(\text{NaOH})_1$  – количество NaOH, содержащееся в контрольной емкости №1,  $n(\text{NaOH})_{\text{cp}}$  – усредненное количество щелочи, содержащееся в емкостях №2 и 3.

#### *Исследование лабораторной всхожести семян*

1) На всю поверхность дна чашки Петри средним слоем положить вату, вату накрыть фильтровальной бумагой.

2) На фильтровальную бумагу выложить 20 семян культуры и залить водой (контрольная чашка)

3) На фильтровальную бумагу выложить 20 семян культуры и залить взвесью культуры азотобактера.

4) Наблюдать за прорастанием семян.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Изучили механический состав отобранных образцов почвы. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

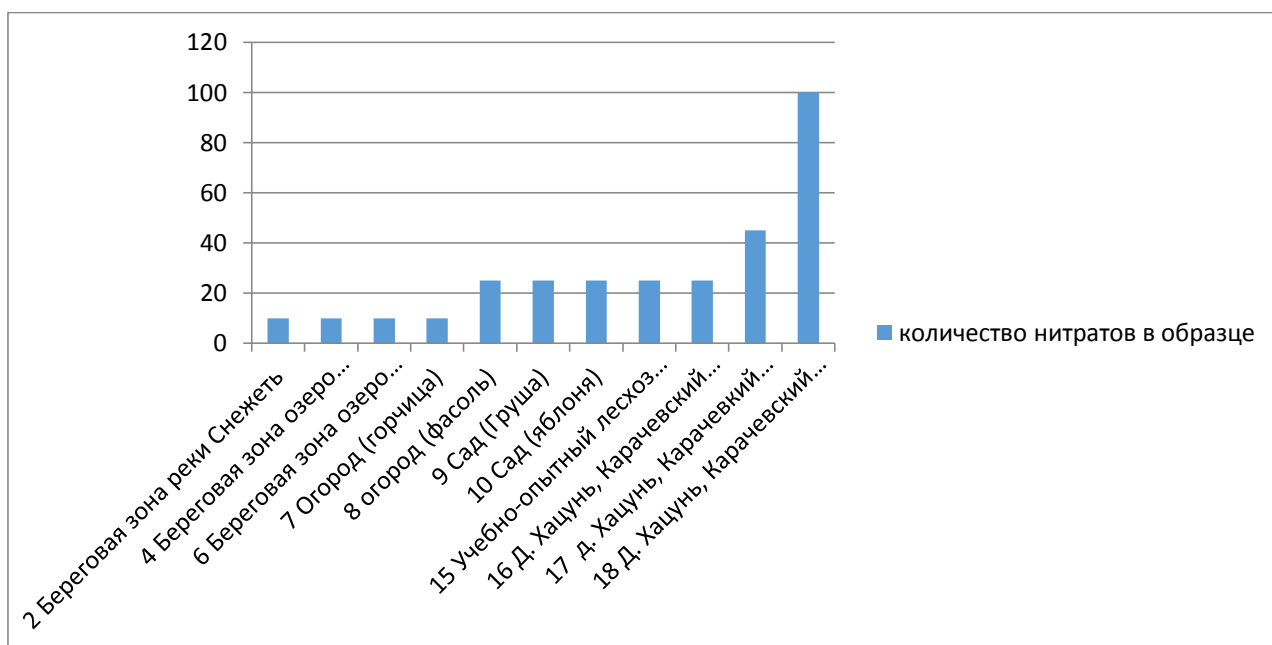
Результаты изучения механического состава почвенных образцов

Номер образца	Место отбора	Механический состав
1	Береговая зона реки Снежень (кострище)	Супесчаный
2	Береговая зона реки Снежень	Супесчаный
3	Береговая зона реки Снежень	Супесчаный
4	Береговая зона озеро Керамзитное	Среднесуглинистый
5	Береговая зона озеро Керамзитное	Супесчаный
6	Береговая зона озеро Керамзитное	Супесчаный
7	Огород (горчица)	Тяжелосуглинистый
8	Огород (фасоль)	Тяжелосуглинистый
9	Сад (груша)	Тяжелосуглинистый
10	Сад (яблоня)	Среднесуглинистый

11	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный лес с преобладанием елей	Супесчаный
12	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес	Среднесуглинистый
13	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, вырубка, кострище	Средний суглинок
14	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, подтапливаемые территории	Супесчаный
15	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный с преобладанием сосен, искусственная посадка	Средний суглинок
16	д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес с преобладанием елей, бурелом после урагана	Тяжёлый суглинок
17	д. Хацунь, Карачевский район, молодняк сосны	Лёгкий суглинок
18	д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес	Средний суглинок
19	д. Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, молодняк	Средний суглинок
20	д. Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, сосна разновозрастная, малинник	Лёгкий суглинок

С помощью индикаторных тест-полосок было установлено, что нитраты отсутствуют в образцах 1, 3, 5, 11, 12, 13, 14, 19, 20. В остальных почвенных пробах нитраты присутствовали в разных количествах, максимальное количество (100 мг/л) обнаружено в образце 18 (д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес). Полученные результаты представлены в диаграмме 1.

Диаграмма 1. Обнаружение нитратов в почвах разного типа



Карбонаты обнаружены только в образце 17 (д. Хацунь) по характерному выделению углекислого газа при добавлении соляной кислоты.

Согласно имеющимся данным в литературе, азотобактерии предпочитают нейтральные и слабощелочные почвы, поэтому важный показатель химического состава

почвы - это ее кислотность. Определили кислотность отобранных нами почвенных образцов. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели кислотности почвенных образцов

Номер образца	Место отбора	Величина рН
1	Береговая зона реки Снежень (кострище)	7,9
2	Береговая зона реки Снежень	7,4
3	Береговая зона реки Снежень	8,0
4	Береговая зона озеро Керамзитное	7,7
5	Береговая зона озеро Керамзитное	7,1
6	Береговая зона озеро Керамзитное	7,9
7	Огород (горчица)	7,7
8	Огород (фасоль)	7,8
9	Сад (груша)	8,1
10	Сад (яблоня)	7,6
11	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный лес с преобладанием елей	7,3
12	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес	7,1
13	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, вырубка, кострище	7,7
14	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, подтапливаемые территории	5,7
15	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный с преобладанием сосен, искусственная посадка	7,7
16	Д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес с преобладанием елей, бурелом после урагана	6,7
17	Д. Хацунь, Карачевский район, молодняк сосны	7,9
18	Д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес	6,7
19	Д. Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, молодняк сосны	7,2
20	Д. Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, сосна разновозрастная, малинник	8,2

Следующий этап нашего исследования- посев почвенных комочков на питательную среду Эшби. Инкубировали в термостате при температуре 26<sup>0</sup> С в течение нескольких суток. На плотной питательной среде азотобактерии образовывали слизистые колонии, которые со временем приобретали коричневый цвет.

Почвенные образцы обладали разной микробиологической активностью. Образцы под номерами 7, 8, 9 и 17 обнаружили рост уже на 2- е сутки. Обрастание вокруг почвенных комочков - интенсивное и равномерное, и на 7-е сутки было отмечено 100% обрастания. При чем почвенные образцы 7 и 8 дали ожидаемый результат, так как это почва сельскохозяйственных угодий, где выращивались такие культуры, как горчица и

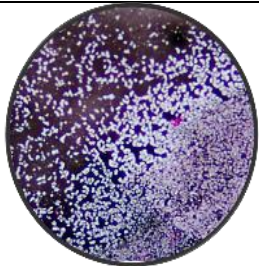
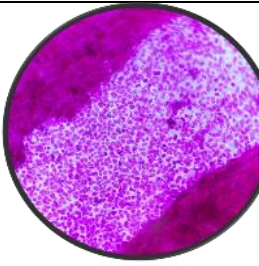
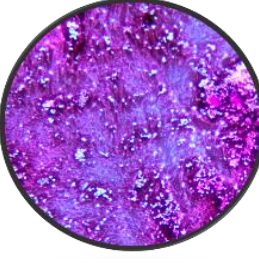
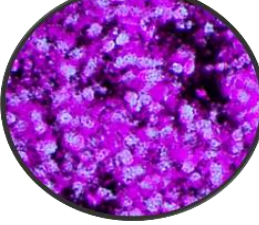
фасоль. Почвенный образец №17 – это почва с включениями карбонатов, отобранная в лесном массиве д. Хацунь.

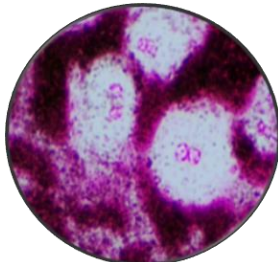
В образцах № 11-13 азотобактерии не были обнаружены, на питательной среде активно росли почвенные грибы. Низкая интенсивность роста азотобактерий была отмечена в образцах № 1-6.

Провели микроскопическое исследование выросших культур. Были обнаружены относительно крупные, округлые клетки, располагающиеся одиночно, скоплениями, продуцирующие слизь и образующие капсулу.

Таблица 3

Микрофотографии бактерий рода *Azotobacter*, выделенных из разных типов почв

	<p>Азотобактерии Окраска фуксином и тушью Образец 8 (фасоль) Х400</p>
	<p>Азотобактерии Окраска фуксином Образец 2 (река Снежеть) Х400</p>
	<p>Азотобактерии Окраска фуксином и тушью Образец 10 (груша) Х400</p>
	<p>Азотобактерии Окраска фуксином и тушью Образец 9 (яблоня) Х600</p>

	<p>Азотобактерии  Окраска фуксином и тушью  Образец 17 (д. Хацунь, Карачевский район)  X1000 по иммерсий</p>
---	--

### Исследование способности бактерий к накоплению полимерных соединений

Одно из современных направлений в микробиологии и биотехнологии- это поиск новых штаммов микроорганизмов, способных к накоплению полимерных соединений. Бактериальные культуры, выросшие из отобранных почвенных образцов, исследовали на способность к накоплению полимеров.

Таблица 4

Результаты выявления способности бактерий к накоплению полимерных соединений

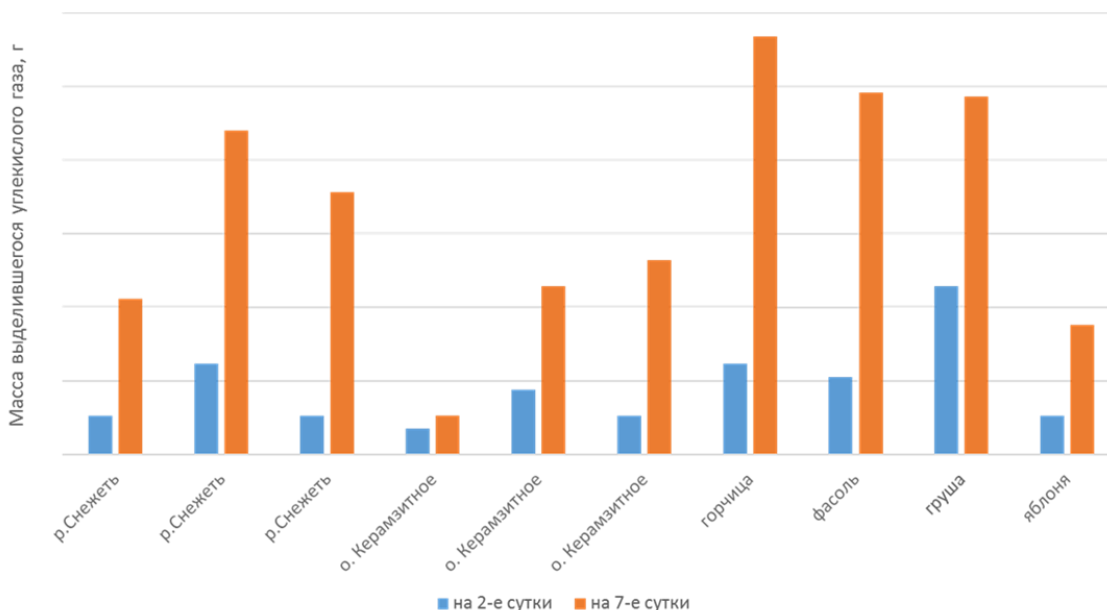
Номер образца	Место отбора образца	Способность к накоплению
1	Береговая зона реки Снежеть (кострище)	+
2	Береговая зона реки Снежеть	+
3	Береговая зона реки Снежеть	+
4	Береговая зона озеро Керамзитное	-
5	Береговая зона озеро Керамзитное	-
6	Береговая зона озеро Керамзитное	-
7	Огород (горчица)	-
8	Огород (фасоль)	+
9	Сад (груша)	+
10	Сад (яблоня)	+
11	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный лес с преобладанием елей	-
12	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес	-
13	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, вырубка, кострище	-
14	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, смешанный лес, подтапливаемые территории	-
15	Учебно-опытный лесхоз БГИТУ, Брянский район, хвойный с преобладанием сосен, искусственная посадка	+

16	Д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес с преобладанием елей, бурелом после урагана	+
17	Д. Хацунь, Карачевский район, молодняк сосны	+
18	Д. Хацунь, Карачевский район, смешанный лес	-
19	Д. Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, молодняк сосны	-
20	Д. Хацунь, Карачевский район, хвойный лес, сосна разновозрастная, малинник	-

### Определение почвенного дыхания

Эмиссия CO<sub>2</sub> почвой обеспечивается, в основном, дыханием микроорганизмов и корней растений. Корни растений были удалены в процессе пробоподготовки. Количество углекислого газа, выделяемого почвенными микроорганизмами, определяли титрованием. Изучение почвенного дыхания проводили на почвенных образцах № 1-10 (диаграмма 2).

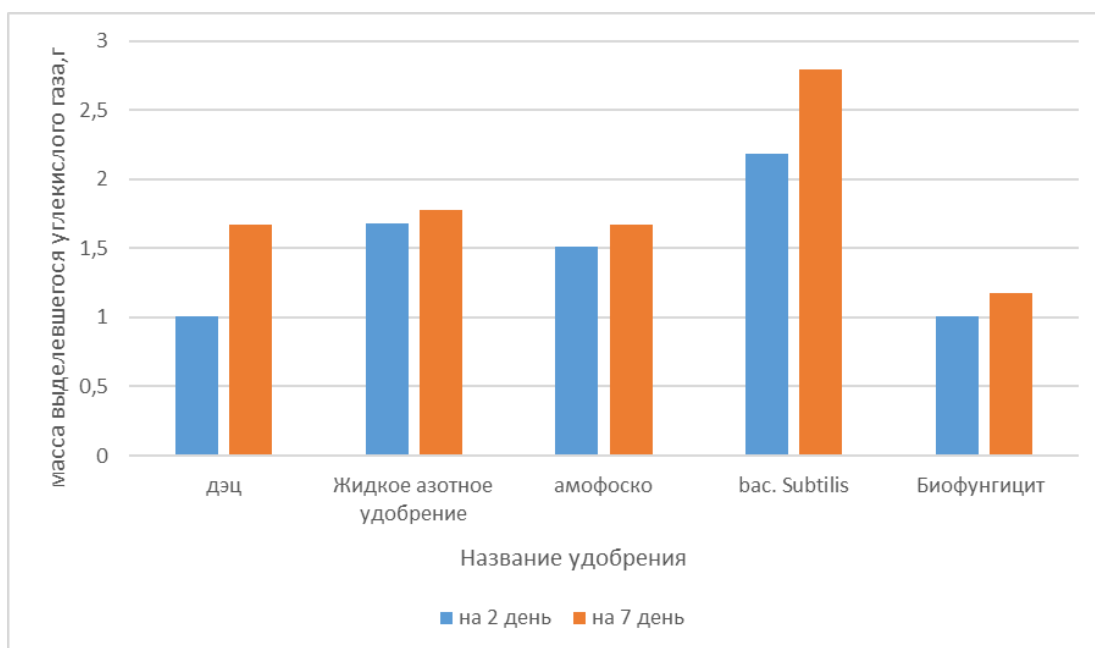
Диаграмма 2. Изучение почвенного дыхания



На качественный и количественный состав микрофлоры почвы могут влиять разные факторы: внесение неорганических и органических удобрений, использование химических препаратов для уничтожения сельскохозяйственных вредителей, применение бактериальных препаратов для повышения плодородия почвы. Для изучения влияния на почвенное дыхание внешних факторов был отобран почвенный образец № 7, так как по результатам микробиологического исследования отличался достаточно высокой микробной активностью. В почвенные образцы внесли бактериальную культуру *Bac.subtilis*, аммофоску, жидкое азотное удобрение, инсектицид «Дэзис», биофунгицит.

Полученные результаты представлены в диаграмме 3.

Диаграмма 3



Определение лабораторной всхожести семян

Время всхожести	Количество проросших семян							
	Редис		горох		Свекла		Горчица	
	Азот Обакте р	Конт роль	Азот Обакте р	Конт роль	азото бакте р	контр оль	Азото бакте р	контрол ь
2-е сутки	17	13	4	1	0	0	1	1
3-е сутки	20	15	11	5	2	0	14	11
5-е сутки	20	16	12	11	5	7	17	14
6-е сутки	*	*	*	*	8	7	19	13
7-е сутки	*	*	*	*	11	9	19	15

\*-растения были посажены в грунт

Семена, обработанные в бактериальной культуре и контрольные, были высажены в грунт. Длины корня и побега семян, обработанных бактериями показали результат лучше, чем контрольная группа.

	Обработанные		контрольные	
	Корень(см)	Побег(см)	Корень(см)	Побег(см)
Max	3,4	15,1	2,9	12,5
Min	1,2	10	1,3	8,2
μ	2,19	12,12	1,88	10,45

## **ВЫВОДЫ**

В результате анализа физико-химических свойств отобранных образцов почв установлено, что 70% из них имеют нейтральную среду, 15% (образец № 14,16,18) – кислую среду, 15% (образец № 3,9,20) – слабощелочную. Нитраты обнаружены в 50% изученных почвенных образцов, что свидетельствует о повышенной продуктивности данных образцов лесных почв.

В результате микробиологического исследования отобранных образцов почв в 50% случаев были обнаружены бактерии рода *Azotobacter* в разных количествах. Максимальное количество азотобактерий выявлено в образце №17 (Брянская область, Карачевский район, д. Хацунь, молодняк сосны), в котором присутствует белая глина.

Максимальная интенсивность почвенного дыхания была выявлена в образце №7,8,9. Органические биодобавки положительно влияют на интенсивность почвенного дыхания.

В образцах № 1,2,3,8,9,10,15,16,17 установлена способность бактерий рода *Azotobacter* к накоплению полимерных соединений.

*Azotobacter* положительно влияют на всхожесть семян и рост растения.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Герасимова, М.И., Строганов, М.Н., Можарова, Н.В., Прокофьева, Т.В. Антропогенные почвы / М.И. Герасимова, М.Н. Строганов, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – М.: Юрайт, 2023. – 237 с.
2. Иванов, Т.Г., Синицын, И.С. География почв с основами почвоведения / Т.Г. Иванов, И.С. Синицын. – М.: Юрайт, 2022. – 228 с.
3. Новикова Н. И. Современные представления о филогении и систематике клубеньковых бактерий // Микробиология. – 2016. – № 4. – С. 437 – 450.
4. Ганжара, Н.Ф., Борисов, Б.А., Бабейков, Р.Ф. Почвоведение: практикум / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М.: ИНФА – М, 2021. – 256 с.
5. Тейлор, Д., Грин, Н., Стаут, У. Биология : в 3т. Т.2 / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 435 с.
6. Пробиотики для растений: как накормить растущий мир. URL: Пробиотики для растений: как накормить растущий мир ([biomolecula.ru](http://biomolecula.ru)) (дата обращения 09.02.2023)



## Приложение

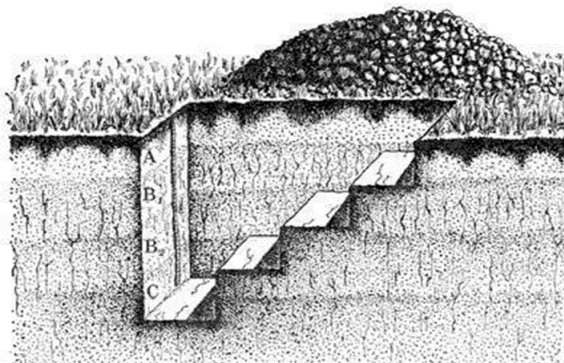


рисунок 1

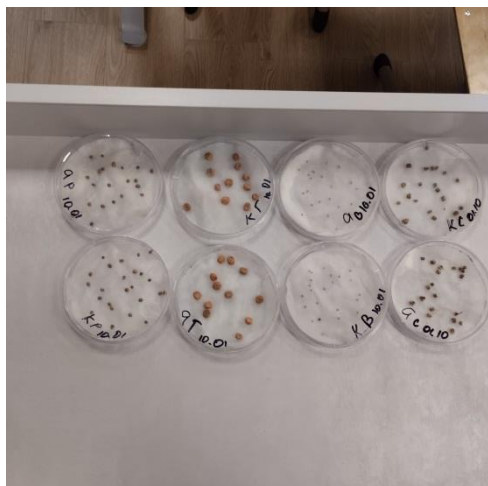
## Отбор почвы



## Исследование почвенного дыхания



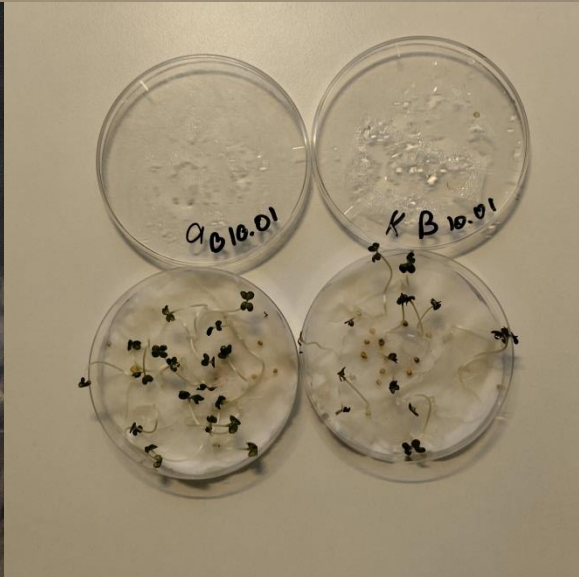
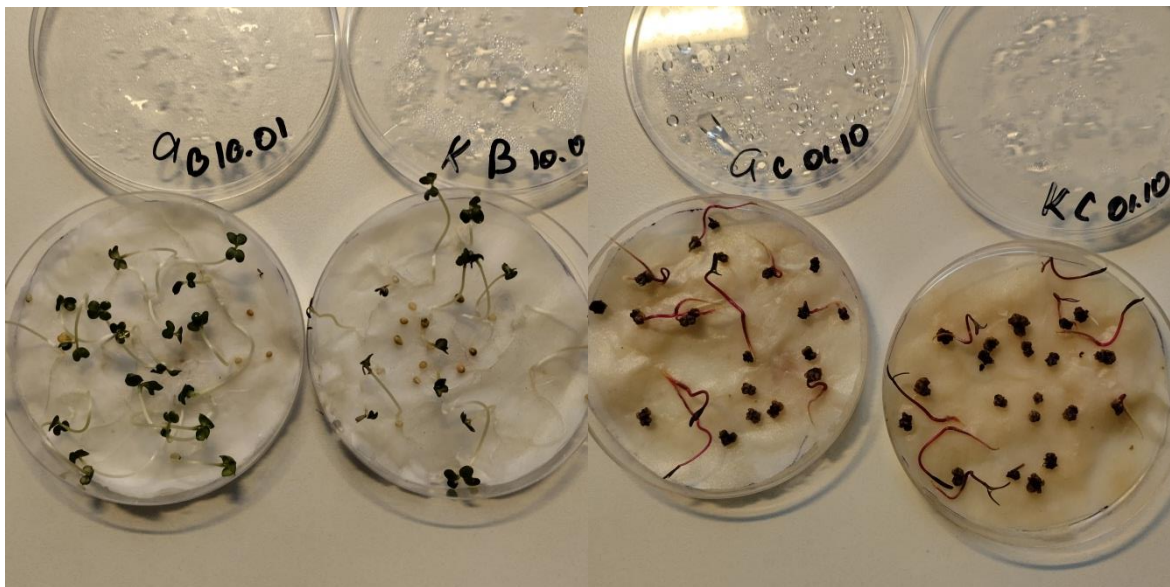
Семена в день посева



Посев азотобактера



Семена на 5 день



## Посев семян в почву

