ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЭКОМИР» ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Липецкая область, г. Липецк

Проектно-исследовательская лаборатория «Лаборатория успеха»

**Номинация «Клеточная биология, генетика и биотехнология»**

**Использование микробиологических комплексов для решения почвенных экологических проблем на территории города Липецка**

**Автор:** Азарова Виктория Вадимовна, 9 класс,

проектно-исследовательская лаборатория «Лаборатория успеха»

ГБУ ДО ЦДО «ЭкоМир» ЛО,

МАОУ СШ № 30 г. Липецка

**Руководитель:** Шепелина Олеся Германовна,

Методист, педагог дополнительного образования

ГБУ ДО ЦДО «ЭкоМир» ЛО

2021 год

**Оглавление**

Введение 3

Глава 1. Проблема загрязнения почвы, способы ее решения 4

* 1. Почва, ее роль в хозяйственной деятельности человека 4
  2. Типы загрязнения почвы 4
  3. Применение новейших биотехнологий для улучшения

свойств почвы *5*

Глава 2. Влияние микробиологических комплексов «Байкал ЭМ-1», «Микориза. Кормилица» и «Bacillus subtilis» на рост и развитие

растений в различных почвенных средах 7

Заключение 13

Список использованных источников информации 14

Приложение 1. Описание эксперимента (данные из дневника

наблюдений) 15

Приложение 2. Таблица 1. Всхожесть и изменение в количестве

побегов фасоли (первая серия эксперимента) 22

Приложение 3. Таблица 2. Всхожесть и изменение в количестве

побегов кресс-салата (первая серия эксперимента) 22

Приложение 4. Таблица 3. Всхожесть и изменение в количестве

побегов фасоли (вторая серия эксперимента) 23

Приложение 5. Таблица 4. Всхожесть и изменение в количестве

побегов кресс-салата (вторая серия эксперимента) 23

Приложение 6. Условные обозначения, используемые в работе 24

Приложение 7. Фотографии 24

**Введение**

Человек с давних времен использует почвенные ресурсы и чем больше на них осуществляется нагрузка хозяйственной деятельности, тем интенсивнее и быстрее происходит их истощение и деградация. До настоящего времени почва является основой земледелия и успешного сбалансированного проживания человека в городской среде. Почва является частью природной экосистемы и от ее качественных характеристик зависит не только состояние зеленых насаждений, но и в целом экологическая обстановка, благополучие территории и здоровье жителей города.

Одной из основных экологических **проблем** в условиях города является почвенное загрязнение. Особенно остро эта проблема проявляется на территории крупных мегаполисов и промышленных центров, где наблюдается изобилие источников загрязнения.

В связи с этим наша работа является **актуальной** и очень важной, поскольку в ней рассматривается вопрос использования новых технологий - микробиологических комплексов для поддержания и улучшения роста и развития растений в городских условиях.

**Цель работы**: определить влияние микробиологических комплексов «Байкал ЭМ-1», «Микориза. Кормилица» и «Bacillus subtilis» на рост и развитие растений в различных почвенных средах.

**Задачи:**

1) изучить теоретический материал по проблеме исследования;

2) выбрать методику и провести эксперимент по теме исследования;

3) проанализировать результаты практической работы;

4) сделать выводы.

**Объект исследования**: рост и развитие фасоли «Красная шапочка» и кресс-салата «Крупнолистовой» в разных почвенных средах.

**Предмет исследования**: изменения в росте и развитии растений фасоли и кресс-салата при внесении микробиологических комплексов «Байкал ЭМ-1», «Кормилица. Микориза» и «Bacillus subtilis» в разных почвенных средах.

**Гипотеза:** мы предполагаем, что воздействие микробиологических комплексов «Байкал-ЭМ 1», «Кормилица. Микориза» и «Bacillus subtilis» будет эффективным и благоприятно отразится на росте и развитии растений, улучшит жизнеспособность в условиях почвенных загрязнений в городской среде.

Чтобы подтвердить данную гипотезу мы смоделируем ситуацию загрязнения естественной городской почвенной среды и посмотрим, как будут влиять данные микробиологические комплексы на рост и развитие растений. Новизна данной работы заключается в том, что эффективность микробиологических препаратов на рост и развитие растений под действием почвенных загрязнителей еще не было изучено и теоретической информации о подобных работах нами найдено не было.

Проведя эксперимент, мы хотим выяснить, как микробиологические препараты будут влиять на состояние растений в условиях городских почв и будут ли они эффективны.

Мы надеемся, что результаты проделанной нами работы можно будет учитывать в борьбе с почвенными проблемами, в системе работ по озеленению и благоустройству городских территорий.

**Методы**, используемые в работе: описание, наблюдение, сравнение, эксперимент, анализ, синтез, графический, фотографирование.

**Место проведения исследования:** учебно-исследовательская лаборатория ГБУУ ДО ЦДО «ЭкоМир» ЛО.

**Сроки и продолжительность исследования**: январь – март 2021 г. (3 месяца).

**Глава 1. Проблема загрязнения почвы, способы ее решения**

* 1. *Почва, ее роль в хозяйственной деятельности человека*

Почва– самый поверхностный слой суши земного шара, возникший в результате изменения горных пород под воздействием живых и мертвых организмов, солнечного тепла и атмосферных осадков. Почва представляет собой особое природное образование, обладающее только ей присущим строением, составом и свойствами. Важнейшим свойством почвы является ее плодородие. Чтобы быть плодородной, почва должна обладать достаточным количеством питательных веществ и запасом воды, необходимым для питания растений, именно своим плодородием почва, как природное тело, отличается от всех других природных тел (например, бесплодного камня), которые не способны обеспечить потребность растений в одновременном и совместном наличии двух факторов их существования – воды и минеральных веществ. [7]

Роль почвы в хозяйстве человека огромна. Изучение почв необходимо не только для сельскохозяйственных целей, но и для развития лесного хозяйства, инженерно-строительного дела. Знание свойств почв необходимо для решения ряда проблем здравоохранения, разведки и добычи полезных ископаемых, организации зеленых зон в городском хозяйстве, экологического мониторинга и пр. [6]

* 1. *Типы загрязнения почвы*

Выделяют ряд различных типов загрязнений почвы, которые можно классифицировать следующим образом (рис. 1).

ТИПЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

БИОЛОГИЧЕСКОЕ

ФИЗИЧЕСКОЕ

ХИМИЧЕСКОЕ

бактериологическое

неорганическое

механическое

гельминтологическое

тепловое

тяжелые металлы

растительные и животные остатки

шумовое

минеральные удобрения

пестициды

электромагнитное

органическое

органические удобрения

пластмасса

нефть и нефтепродукты

*Рис. 1. Типы загрязнений*

Источники загрязнений в условиях города имеют естественное (ветровая и водная эрозия и пр.) и большей частью антропогенное происхождение (рис. 2).

твёрдые бытовые отходы

промышленные предприятия

жилые дома и коммунально-бытовые предприятия

транспорт

сельское хозяйство

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

энергетика

ветровая, водная эрозия

*Рис. 2. Источники загрязнений*

Огромная доля загрязнений в городской среде приходится на химические типы загрязнений, источниками которых являются объекты жизнедеятельности человека. [3]

*1.3. Применение новейших биотехнологий для улучшения свойств почвы*

Биотехнология — дисциплина, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач. [5]

Органическое земледелие становится все более популярным. Основная его цель – забота о сохранении экосистемы, почвы, растений, животных и человека. Это достигается путем отказа от химических удобрений и средств защиты растений, отказа от глубокой обработки почвы, а также созданием благоприятных условий для развития почвенных микроорганизмов, мелкой фауны. Подобные методы помогают получать экологически чистый урожай, способствуют восстановлению почвы и других природных ресурсов. [4]

Основа традиционной агротехники – использование минеральных удобрений, которые обеспечивают растения всеми необходимыми элементами питания. Именно минеральные удобрения, дающие быстрый видимый эффект, при нерациональном внесении приводят к накоплению нитратов и других токсичных веществ в урожае, а также существенно ухудшают качество почвы. Современные микробиологические удобрения не только позволяют существенно уменьшить дозы минеральных смесей или вовсе отказаться от них, но и весьма эффективно улучшают качество почвы. Микробиологические удобрения запускают природные механизмы повышения плодородия почвы. Благодаря работе микроорганизмов основные элементы питания, содержащиеся в почве, становятся доступными для растений. Одним из самых распространенных микробиологических препаратов являются: «Байкал ЭМ-1», «Микориза. Кормилица» и др. [2]

*Таблица 1. Сравнительные характеристики различных видов удобрений [1]*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Удобрения** | | |
| минеральные | органические | микробиологические |
| Питание растений | **+** | + | **+** |
| Экологичность | - | +/- | + |
| Почвоулучшение | - | + | + |
| Последствия передозировки | есть | есть | нет |
| Подавление фитопатогенной микрофлоры, фунгицидные свойства | - | - | + |
| Стабильность состава | + | \_ | + |

*Вывод.* Почва – важнейший компонент всех наземных биоценозов и биосферы [Земли](https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/astronomiya/ZEMLYA.html) в целом, через почвенный покров Земли идут многочисленные экологические связи всех живущих на земле и в земле организмов. На территории города Липецка наиболее распространены такие источники загрязнения как: транспорт, предприятия металлургической промышленности, также существенную роль играют антигололедные мероприятия в зимний период времени. Они насыщают почву нефтепродуктами, неорганическими химическими соединениями. Чтобы улучшить состояние почвы, в настоящий момент применяются новейшие разработки биотехнологии-микробиологические удобрения. Своим экспериментом мы проверим, как микропрепараты влияют на рост и развитие растений в различных почвенных средах.

**Глава 2. Влияние микробиологических комплексов «Байкал ЭМ-1», «Микориза. Кормилица» и «Bacillus subtilis» на рост и развитие растений в различных почвенных средах**

**Цель работы**: определить влияние микробиологических комплексов «Байкал ЭМ-1», «Микориза. Кормилица» и «Bacillus subtilis» на рост и развитие растений в различных почвенных средах.

**Оборудование и приборы:**

- семена кресс-салата «Крупнолистовой» (300 семян), семена фасоли «Красная шапочка» (120) – тестовые растения;

- почвенные загрязнители: бензин (1% раствор), серная кислота H2SO4 (1% раствор), реагент «Анти-гололед» (1% раствор), речной песок мелкозернистый;

- микробиологические комплексы: «Байкал ЭМ-1», «Микориза. Кормилица» и «Bacillus subtilis»;

- контейнеры пластиковые объемом 2 литра (20 шт.), 1 литр (20 шт.);

- почва;

- талая вода;

- химическая посуда: мерный цилиндр 500 мл (1 шт.), мерная пипетка 1 мл, пластиковая столовая ложка (1 шт.), воронка (1 шт.), ватные фильтры (упаковка);

- цифровая лаборатория.

**Ход эксперимента**:

Первая серия эксперимента была заложена 5.02.2021 г.

Вторая серия эксперимента была заложена 12.03.2021 г.

В течение всего эксперимента рассада находилась в следующих условиях: температура воздуха - 23,5оС; освещенность - 6200 лк; влажность воздуха – 36% (данные были получены с помощью цифровой лаборатории и постоянно отслеживались на протяжении всего эксперимента).

05.02.2021 г. В начале эксперимента мы взяли образцы почвы на территории центра города: ГБУ ДО ЦДО «ЭкоМир» ЛО, по адресу: город Липецк, улица Юных Натуралистов 12. Далее почву распределили по контейнерам и дали ей отстояться и нагреться до комнатной температуры. На следующий день в контейнеры с почвой(6.02) мы посеяли проросшие семена фасоли «Красная шапочка» и семена кресс-салата «Крупнолистовой». Было взято 24 контейнера: 12 контейнеров под кресс-салат и 12 контейнеров под фасоль. В каждый из 12 контейнеров было посажено по 6 проросших семян фасоли и по 15 семян кресс-салата. В этот же день был осуществлен первый полив талой водой.

Первые результаты по всхожести были отмечены в период с 6.02 по 11.02.2021. Так, из 72 семян фасоли взошло 24. Из 180 семян кресс-салата взошло 127 семян.

На 9 день эксперимента (14.02) наблюдали появление первого настоящего листа фасоли. На следующий день эксперимента (15.02) появление первого настоящего листа у кресс-салата. Замеры побегов были произведены 11.02, 17.02. В течение всего времени проводились наблюдения за ростом и развитием растений, все отслеживаемые изменения записывались в дневник наблюдений.

На 12 день эксперимента (17.02.2021) первый раз внесли в почву загрязнители в концентрации 1%, растворив их талой водой. На следующий день(18.02.2021) произвели первую обработку почвы удобрениями «Байкал ЭМ-1» и «Микориза. Кормилица».

Изменения наблюдались в период с 19.02.2021 до настоящего времени. Вторая обработка загрязнителями была осуществлена 21.02.2021, в кресс-салате изменений не наблюдалось, все контейнеры были без изменения, кроме ФУПР (фасоль + удобрение + песок + реагент): листья увяли и засохли. Через 3 дня(24.02.2021) произошла третья обработка почвы загрязнителями. На текущий момент (с начала эксперимента прошло 20 дней) в стадии активного роста находятся 23 растения фасоли и 86 побегов кресс-салата.28.02, 04.03 и 07.03 при поливе повторно были внесены загрязнители.

07.03 началось цветение у фасоли.

09.03 у фасоли появились первые стручки.

10.03 был произведен полив талой водой.

11.03 у всех растений фасоли были отмечены стручки.

12.03 была заложена вторая серия эксперимента и произведен полив талой водой всех растений.

15.03 произведен полив талой водой.

19.03 - окончание цветения фасоли и был произведен полив загрязнителями растений 1-ой и 2-ой серии эксперимента.

21.03 обработали почву удобрениями повторно в первой серии эксперимента «Байкал-ЭМ1» и «Микориза. Кормилица» и впервые был внесен препарат ««Bacillus subtilis» в контейнеры с фасолью (в кресс-салат препарат не был внесен, т.к. растения еще не достигли стадии развития первого настоящего листа).

Все изменения отслеживаются и данные вносятся в дневник наблюдений.

**Результаты исследований и их обсуждение**

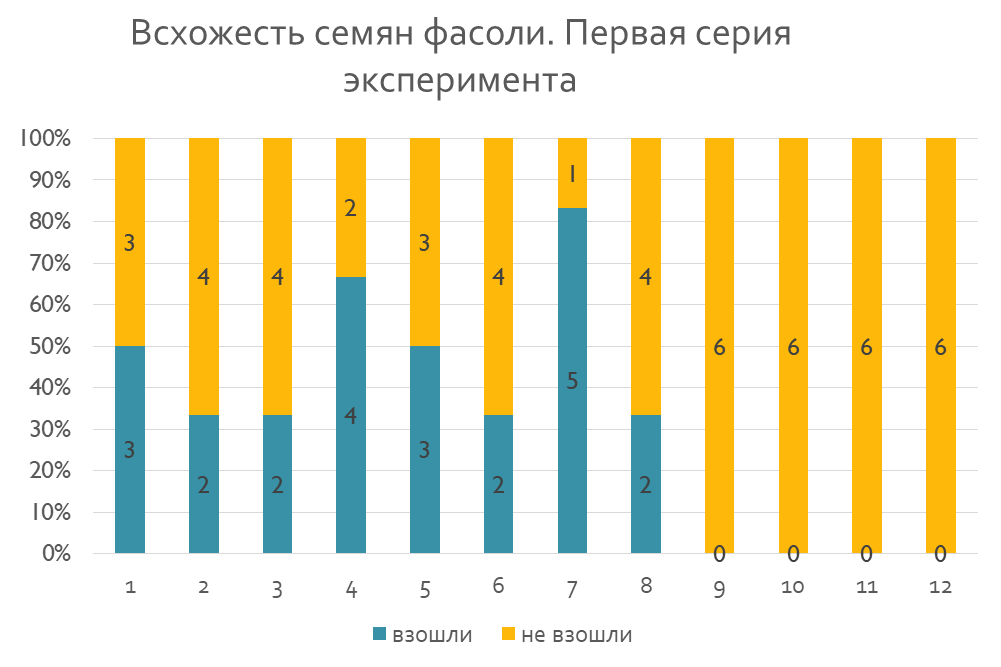
В ходе работы было заложено две серии эксперимента.

Были использованы 3 микробиологических комплекса: «Байкал-ЭМ1» и «Микориза. Кормилица» - в первой серии эксперимента и препарат ««Bacillus subtilis» - во второй серии.

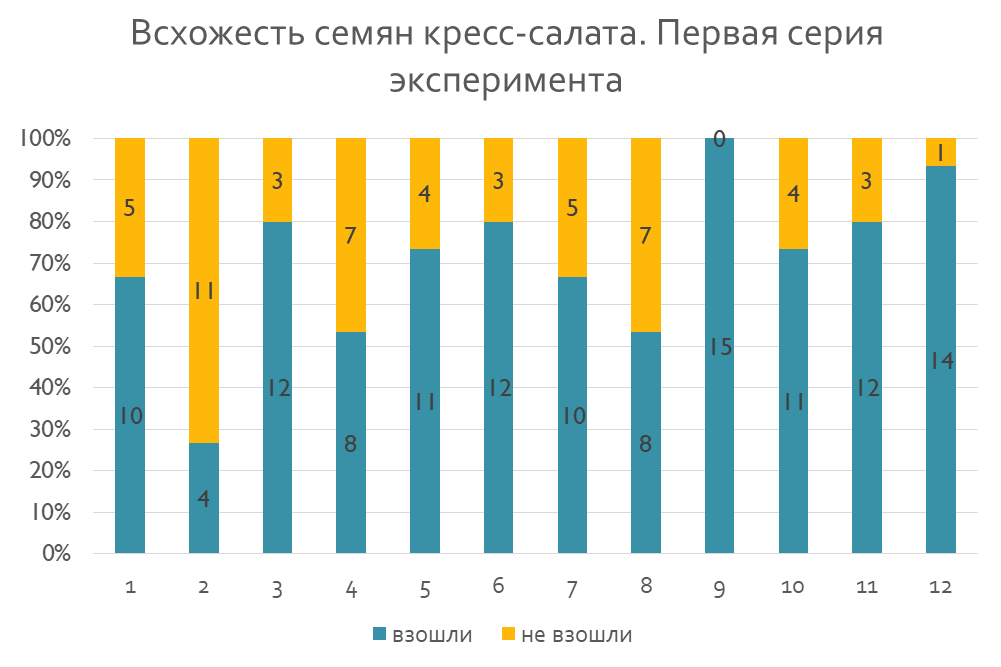
В каждой серии был контрольный образец (почва, поливаемая талой водой), образцы почвы с микробиологическими комплексами, образцы почвы с загрязнителями, внесенными отдельно друг от друга и образцы почвы с загрязнителями и микробиологическим препаратом.

Загрязнители и микрокомплексы вносились после появления первого настоящего листа у растений.

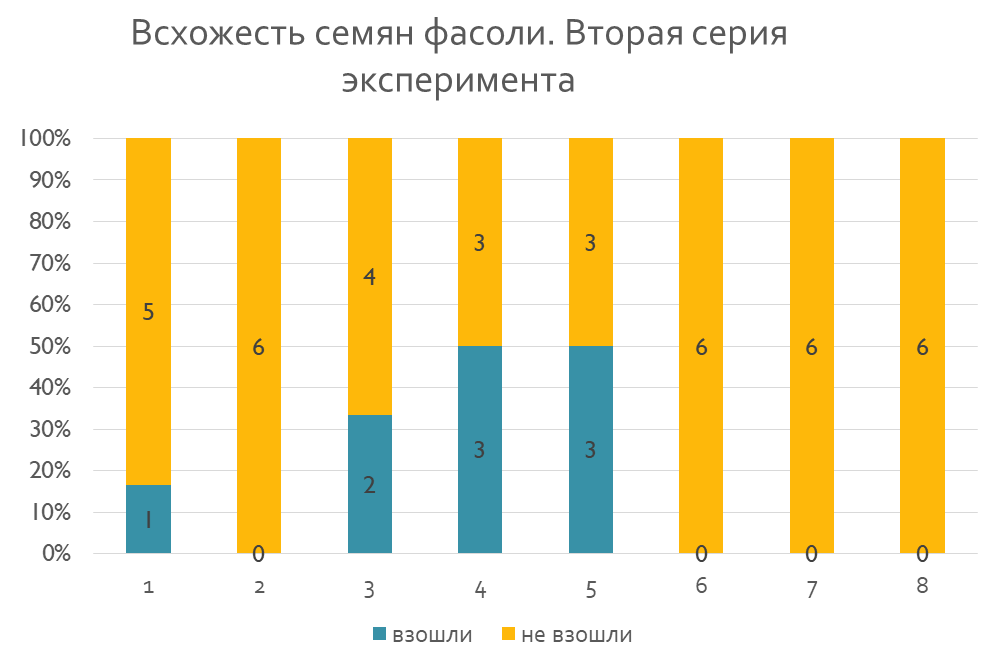
В эксперименте высаживались пророщенные семена фасоли (6 в каждый контейнер) и семена кресс-салата (15 в каждый контейнер) в смоделированную нами естественную почвенную среду.



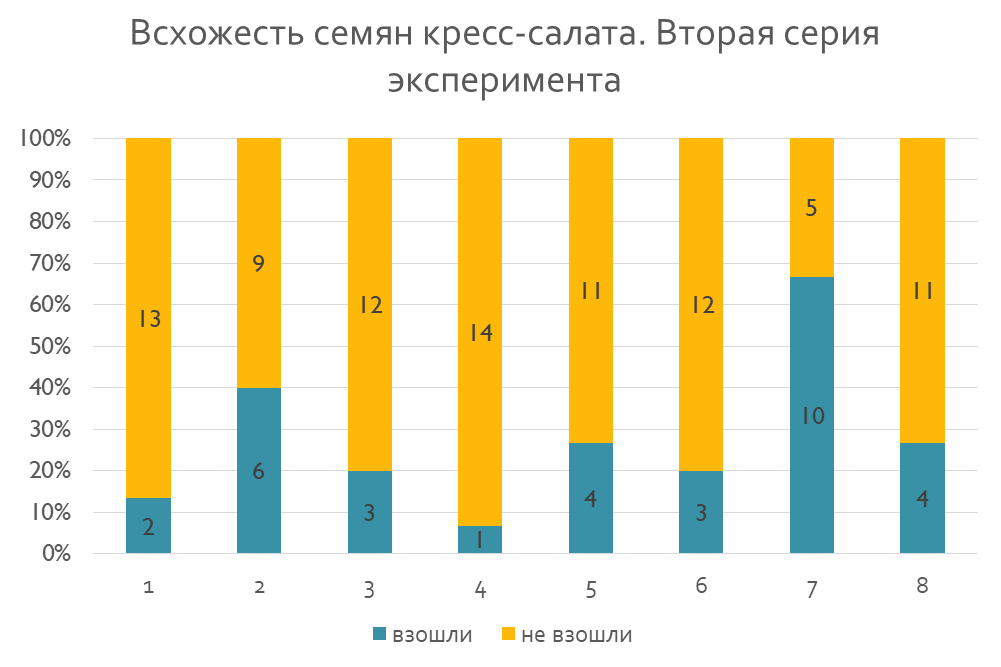
*Рис. 3. Всхожесть семян фасоли в первой серии эксперимента*



*Рис. 4. Всхожесть семян кресс-салата в первой серии эксперимента*

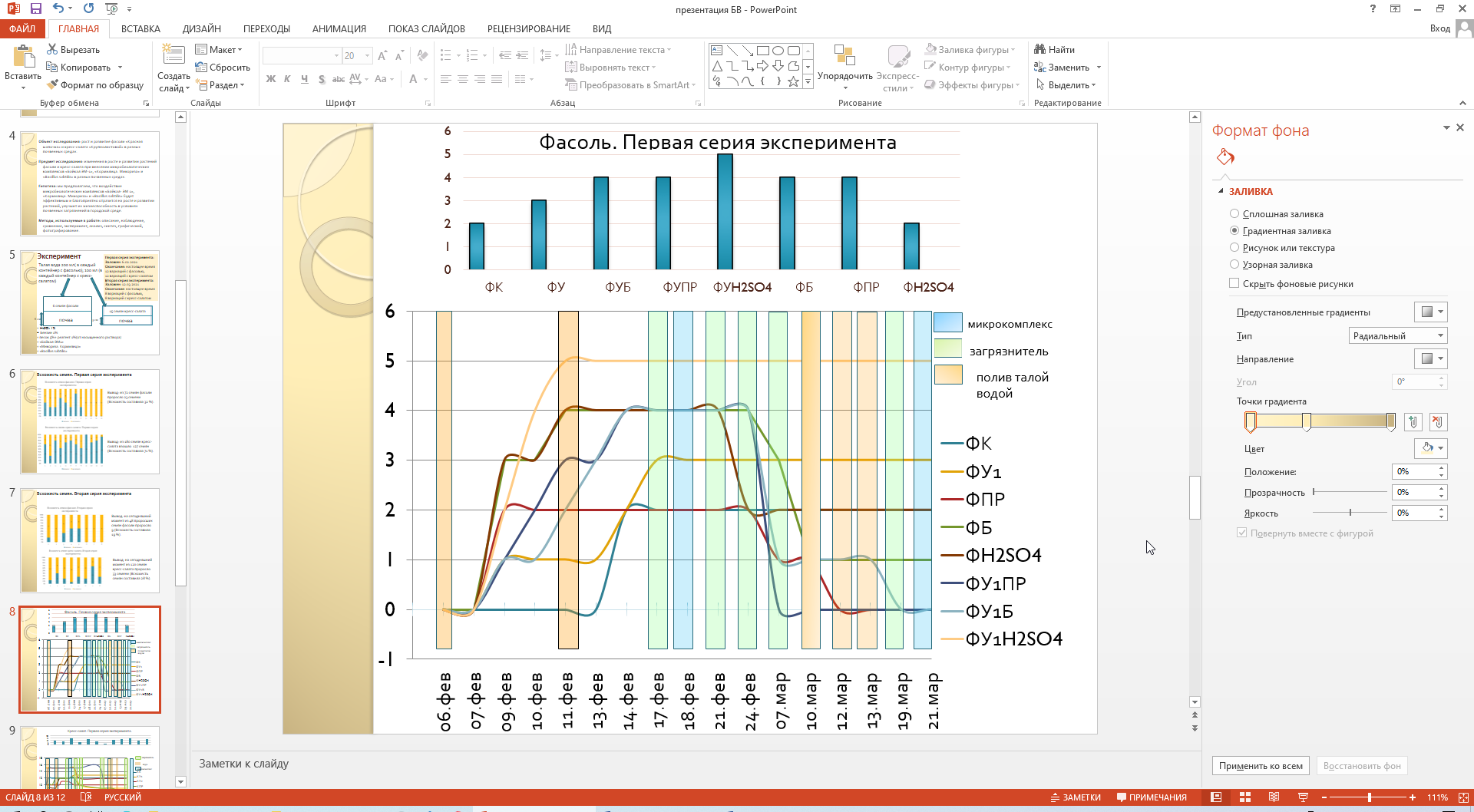


*Рис. 5. Всхожесть семян фасоли в второй серии эксперимента*



*Рис. 6. Всхожесть семян кресс-салата во второй серии эксперимента*

По результатам всходов можно сделать первые выводы. В условиях городских почв степень прорастания семян растений естественным путем (без внесения удобрений, подкормок, мер по улучшению плодородия почвы, без протравливания семян) крайне низка. У фасоли в первой серии эксперимента она составила – 32 %, у кресс-салата – 71 % (высокий показатель). Во второй серии эксперимента степень прорастания составила – 19 % у фасоли, 28 % у кресс-салата. Различие и сокращение количества семян, проросших во второй серии эксперимента можно объяснить таянием снега и проникновением в почву, содержащихся в снегу загрязняющих веществ, накопленных за зимний период.



Б

А

*Рис. 7. А. Распределение фасоли по контейнерам*

*Б. График хода первой серии эксперимента и изменений растений фасоли*

В ходе первой серии эксперимента с проросшими семенами фасоли мы наблюдали следующее:

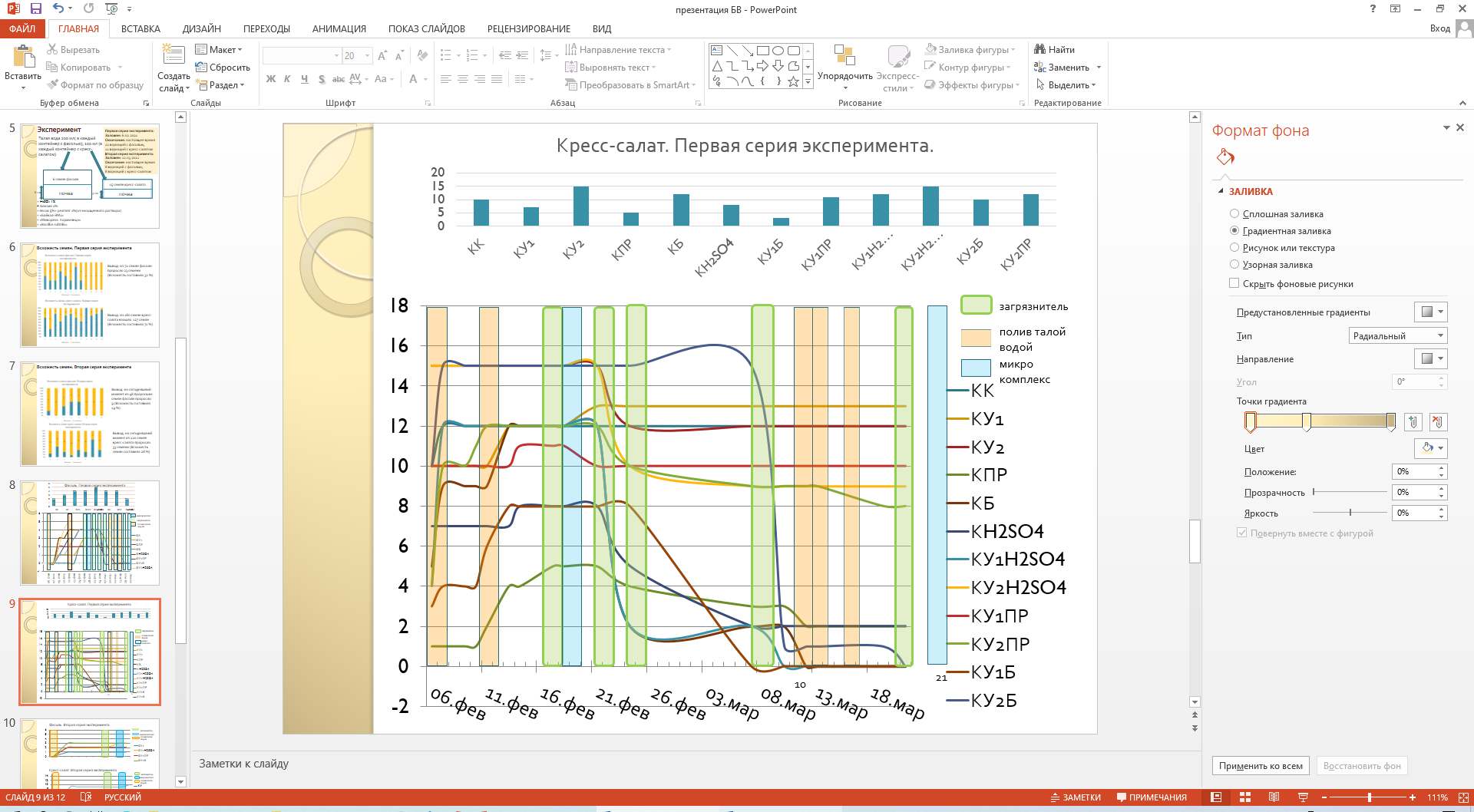
- самые лучшие всходы, обилие цветов и стручков было выявлено на растениях в контейнере с серной кислотой и микрокомплексом «Байкал-ЭМ 1»;

- хуже всего и самый короткий срок жизни был у фасоли в контейнерах с бензином и песко-соляным реагентом. Микрокомплекс, внесенный в контейнер с бензином не помог растениям развиваться и выжить в данной среде;

- несмотря на загрязнение почвы слабым раствором серной кислоты растения продолжали развиваться, цвели и дали плоды;

- развитие в контроле проходило нормально;

- в почве с удобрением растениям развиваются лучше, чем в контроле*.*



Б

А

*Рис.8.А. Распределение кресс-салата по контейнерам*

*Б. График хода первой серии эксперимента и изменений растений кресс-салата.*

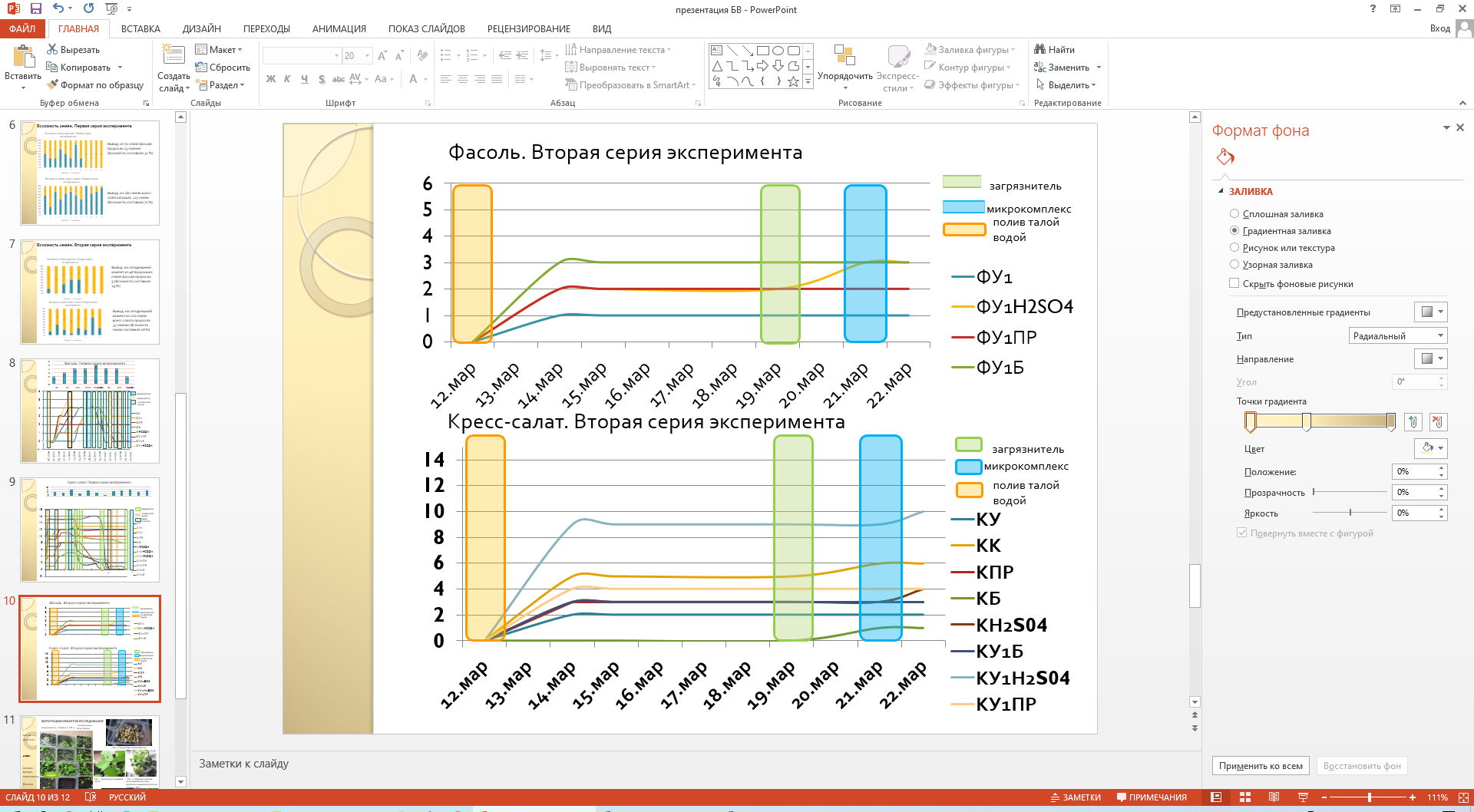
В ходе первой серии эксперимента с проросшими семенами кресс-салата мы делаем следующие выводы:

- самые лучше всходы и развитие растений наблюдаются в контейнерах с микрокомплексами, относительно контрольных образцов;

- не справились растения и погибли в контейнерах с бензином и бензином в совокупности с микрокомплексами;

- в песко-соляной среде растения выглядят угнетенно, но продолжают свое развитие;

- максимальных размеров растения достигли в контейнерах с серной кислотой и серной кислотой и микрокомплексами.



Б

А

*Рис.9. Графики хода второй серии эксперимента: А. Фасоль; Б. Кресс-салат*

Вторая серия эксперимента была заложена 12 марта, были однократно внесены загрязнители и микробиокомплекс.

Вторая серия эксперимента была прервана 22 марта, поскольку один из важнейших компонентов эксперимента закончился – растаял снег (в случае продолжения работы с образцами условия эксперимента были бы нарушены).

**Заключение**

Изучив и проанализировав теоретический материал по теме исследования, мы заложили серию экспериментов, целью которых являлась проверка эффективности действия микробиологических препаратов на рост и развитие растений в разных почвенных средах (контроль, почва с удобрением, почва с определенными типами загрязнения и загрязненная почва с микрокомплексами). В инструкциях по применению препаратов заявлена их высокая эффективность в борьбе с почвенными загрязнениями. В ходе эксперимента нами была выдвинута гипотеза о том, что воздействие микробиологических комплексов «Байкал-ЭМ 1», «Кормилица. Микориза» и «Bacillus subtilis» будет эффективным и благоприятно отразится на росте и развитии растений, улучшит жизнеспособность в условиях почвенных загрязнений в городской среде. Однако гипотеза подтвердилась частично.

Эксперимент показал, что реагент не так уж безопасен, песок меняет физические свойства почвы (это сказывается на механических свойствах, дальнейшем графике полива, плодородии почвы), бензин и кислота в малых концентрациях длительно не оказывают визуального отрицательного эффекта. А микробиологические комплексы «Байкал ЭМ-1» и «Микориза. Кормилица» не дали видимых результатов в среде с песко-соляным реагентом, более угнетающе действуют на растения с загрязнителем – бензином, а в совокупности с кислотой дают даже положительный эффект. Проведя эксперимент, мы выяснили, что микробиологические удобрения полезны и эффективны для роста и развития растений, для выращивания культур в садах, огородах и полях, но с решением почвенных экологических проблем они будут неэффективны. Заявленная эффективность в борьбе с загрязненной почвой не подтверждена.

В перспективе работа будет продолжена и в качестве объектов исследования выступят однолетние и многолетние растения, высаживаемые на территории города.

**Список использованных источников информации**

1. ([https://втораяиндустриализация.рф/mikrobiologicheskie-udobreniya/](about:blank))
2. <http://agro-gid.com/>
3. <http://biofile.ru/bio/22419.html>
4. <https://pochva.net/industrial/bajkalem-1.html>
5. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Биотехнология](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)
6. <https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/POCHVA.html>
7. <https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/POCHVA.html>
8. [https://yandex.ru/search/?text=почвы%20города%20липецка&lr=9&clid=2270455&win=400](https://yandex.ru/search/?text=%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B2%D1%8B%20%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0%20%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B0&lr=9&clid=2270455&win=400)
9. <https://zen.yandex.ru/media/udobrisam/mikrobiologicheskoe-udobrenie-baikal-em1-instrukciia-po-primeneniiu-5b238cd981d0d100a9590c99>
10. <https://www.gastroscan.ru/handbook/118/5648>

**Приложение 1. Описание эксперимента (данные из дневника наблюдений)**

**06.02.2021**

Появились первые всходы кресс-салата

**09.02.2021**

Проклюнулись первые проростки фасоли.

**11.02.2021**

Полив растений талой водой.

ФН2SO4: ФУ1Б: ФПР:

hмин= 4см h ср= 5 hмин = 5,5 см

hмакс= 6 см hмакс= 6 см

hср= 5 см hср= 5,75 см

ФУ1Н2SO4: ФБ: ФУ1ПР:

H макс =9 Н макс= 7 Н мин=7

Н мин =5 Н мин= 4 Н макс=8

Н ср= 6,25 Н ср= 5 Н ср=7,5

**Вывод:** Из 72 семян фасоли взошло - 21. С 1-ым листом- 15.

Из 180 семян кресс-салата взошло 127 семян.

**14.02.2021**

Полив растений талой водой.

Наблюдаем появление первого настоящего листа фасоли.

**17.02.2021**

Первый раз внесли в почву загрязнители в концентрации 1%, растворив их в талой воде.

Все растения растут и развиваются. У всей фасоли появился второй настоящий лист, 2 растения имеют дефекты (мутацию) листовой пластинки. Из 4, 2 фасоли неправильно развиты. Все находятся в равных условиях, но 3 вытянулись: ФУ1, ФПР, виден нераскрывшийся 3-ий лист. Кресс-салат: все растения вытянулись: длинные, слабые, зеленые. В большинстве контейнеров появился первый настоящий лист. У 90% ростков средняя длина - 4 см.

**18.02.2021**

Произвели первую обработку почвы удобрениями «Байкал ЭМ-1» и «Микориза. Кормилица».

**19.02.2021**

Фасоль: края листьев начали заворачиваться вовнутрь.

ФПР: высота растений не изменилась, появился второй настоящий лист, появились в пазухах боковые побеги, растения внешне развиваются нормально

ФУ1ПР: у всех растений край листовой пластинки начал заворачиваться и сохнуть. 5% некроза листовой пластинки, тем не менее, растения продолжают расти и развиваться. У 1 побега появился второй настоящий лист.

ФК: растения продолжают расти и развиваться. Так, высота побегов достигла 12 и 10 см. Побеги вытянулись, удлиненные.

ФУ1: высота побегов - 12 и 20 см. Растения продолжаются расти и развиваться. На одном растении вдоль центральной прожилки появились темно-зеленые пятна. На побегах появился второй настоящий лист.

ФУ1Б: У 50% побегов появился второй настоящий лист. Высота растения: 9, 10, 11 и 14 см. Развитие растения проходит нормально.

ФБ: Высота побегов 8 см и 9 см. 1% некроза листовой пластинки. Развитие и рост затормозились.

ФУ1Н2SO4: из 5 побегов у 3 появился второй настоящий лист. Высота побегов: 13 и 12 см. Растения продолжают расти и развиваться. У двух растений листья начали заворачиваться.

КУ2ПР: 1 побег увял. Остальные без явных изменений. Растения очень маленькие, продолжают рост и развитие.

КУ1ПР: 11 живых побегов, 1 почти увял, еще 1 высох в прикорневой части растения. Остальные 6 продолжают рост и развитие.

КУ2Н2SO4: 1 побег высох в верхней части листа, остальные 14 побегов продолжают рост и развитие.

КУ1Н2SO4: 1 из 12 побегов пересох в середине стебля.

КБУ2: из 15 побегов 10 внешне растут и развиваются нормально, а 5 побегов утончились в прикорневой части побега.

КУ1Б: все 8 побегов растут. У 1 растения началось аномальное развитие, побег завинчен в центральной части стебля.

КПР: из 5 побегов растут и развиваются 4. Рост и развитие происходит нормально,1 побег увял в прикорневой части стебля.

КБ: все 12 побегов растут и развиваются, 1 растение истончилось в прикорневой части стебля, но растение продолжает свое развитие.

КН2SO4: все 8 побегов растут и развиваются, но 50% растений сильно изогнулись в средней части побега.

КУ2: все 12 побегов растут и развиваются нормально.

КУ1: все 12 побегов растут и развиваются нормально.

КК: все 12 побегов растут и развиваются нормально, без явных изменений.

Вывод: На момент 19.02.2021 все побеги кресс-салата имеют первый настоящий лист, вытянутые, ослабленные.

Все растения фасоли растут и развиваются нормально.

**21.02.2021**

Были внесены загрязнители повторно. В кресс-салате изменений не наблюдалось. Все контейнеры были без изменения, кроме ФУ1ПР: листья увяли и засохли.

**24.02.2021**

Произвели третью обработку почвы загрязнителями. На текущий момент (с начала эксперимента прошло 20 дней) в стадии активного роста находятся 23 растения фасоли и 86 побегов кресс-салата.

КУ1Б: на сегодняшний момент все растения кресс-салата увяли, предположительно из-за бензина. Все побеги утончились в нижней части стебля.

КБ: 70% всех побегов увяли в прикорневой части. 3 ростка продолжают рост и развитие. Листья начали желтеть, растения меняют окраску.

КУ1Н2SO4: 25% растений кресс-салата увяли в прикорневой части стебля. Остальные продолжают расти и развиваться, но листья светлеют, меняя свою окраску.

КУ2ПР: 2 побега увяли в прикорневой части стебля, остальные 9 продолжают расти и развиваться. У большей части растений листья начинают светлеть, меняя свою окраску.

КПР: 4 побега продолжают расти и развиваться, но 1 побег пожелтел.

КУ1ПР: 8 растений кресс-салата продолжают свой рост и развитие, но 2 побега увяли в прикорневой части стебля.

КБУ2: из 14 побегов 9 растут и развиваются, но 1 побег полностью увял, 4 побега увяли в прикорневой части стебля.

КУ2: все 12 ростков продолжают рост и развитие, все побеги зеленые.

КУ1: все 11 ростков кресс-салата продолжают расти и развиваться. Все побеги зеленые, более вытянутые, чем у КУ2.

КК: все 12 побегов продолжают расти и развиваться, вытянутые, слабые. Листья мелкие и завернутые вовнутрь.

КН2SO4: все 8 побегов растут и развиваются.

КУ2Н2SO4: из 15 побегов 3 увяли в верхней части побега, остальные продолжают расти и развиваться. Листья светлеют и завернутые.

Вывод: на 24.02.2021 самое пагубное воздействие оказывает использование «Байкал ЭМ-1» на почву, загрязненную бензином. Самые лучшие ростки оказались в контейнерах с удобрениями, это заметно, если сравнить контейнеры с контролем и удобрениями.

ФУПР: побеги продолжают развиваться, но листья засохли, а первый настоящий лист засох на 70%.

ФПР: растения мощные, крепкие. Высота побегов: 12 и 10 см. У одного из побегов настоящие листья засохли на 80%, 1 настоящий засох на 70%, но растения продолжают расти и развиваться.

ФБ: растения развиваются слабо, листовая пластинка маленькая. Высота побегов 11 и 12 см. 10% некроза листовой пластинки.

ФУБ: у 1 из 4 побегов появился 3 лист. Темно-зеленые, мощные побеги. Высота побегов: 11, 12, 13 и 17 см.

Фу: высота побегов 16, 20 и 22 см. Все 3 побега продолжают расти и развиваться. Мощные, вытянутые побеги. Все 3 растения имеют 3 листа, 4-ый раскрывается.

ФК: высота побегов 13 и 19 см. Слабые, вытянутые побеги. Имеют 2 настоящих листа.

ФУН2SO4: высота побегов 17, 14, 17, 13.5 и 12.5 см. Вытянутые, слабые побеги. Имеют 2 настоящих листа. У 2 растений 5% некроз листовой пластинки.

ФН2SO4: все побеги растут и развиваются. Высота 22.5 и 13.3 см. Слабые, вытянутые побеги, мощные листья. Имеют 2 настоящих листа, 3-ий раскрывается.

Вывод: самое пагубное воздействие оказывает микробиологические средство «Байкал-ЭМ1» в контейнере с песком и реагентом. Следовательно, в засоленную почву нельзя добавлять данное микробиологическое удобрение, также не желательно добавлять его в кислую почву. В контейнере ФУН2SO4 растения развиваются хуже, чем в обычной кислой среде без удобрения. В контейнере ФУ1  растения развиваются и растут быстрее и мощнее.

**26.03.2021**

Изменений в растениях фасоли и кресс-салата не наблюдалось.

**28.02, 04.03 и 07.03**.**2021**

При поливе повторно были внесены загрязнители. Видимых изменений во внешнем облике астений не наблюдалось.

**7.03.2021**

Был произведен полив загрязнителями.

КПР(3): 2 побега пожелтели и увяли в прикорневой части, 1 побег продолжает расти и развиваться. Листья темные, мелкие.

КК(11): все побеги продолжают расти и развиваться. Настоящие листья закручиваются на 50%.

КУ2 (11): все побеги продолжают расти и развиваться. Листья зеленые, широкие, расправленные. Первый лист (ненастоящий) пожелтел.

КУ1(13): все побеги продолжают расти и развиваться. Листья широкие, расправленные, крупные. Побеги зеленые, мощные.

КБ(4): все побеги продолжают расти и развиваться. Листья зеленые, широкие, расправленные. Побеги мощные.

КБУ2(6): все побеги продолжают расти и развиваться. Листья зеленые.

КУ1Н2SO4(2): побеги слабые. Побеги пожелтели в прикорневой части стебля.

КН2SO4(2): побеги мощные, продолжают расти и развиваться. Побеги засыхают в прикорневой части стебля.

КУ2Н2SO4(9): 4 побега продолжают свой рост и развитие, остальные полностью увяли. Побеги слабые.

КУ1ПР(10): слабое развитие побегов. Центральные прожилки темные. 20% нижних листьев пожелтели.

КУ2ПР(9): побеги продолжают расти и развиваться. Стебли темные. Листья мелкие, центральные прожилки темные. 50% нижних листьев желтые.

ФК(2): побеги продолжают рост и развитие. 1 из 2 побегов зацвел.

ФУ1(3): побеги продолжают рост и развитие. 2 из 3 побегов зацвели.

ФУ1Б(1): 3 побега засохли полностью. 1 побег поражен в нижней части побега. 3 листа пожелтели. Побег зацветает.

ФБ(4): 2 побега поражены в прикорневой части стебля. 1 побег полностью засох. 1 побег зацветает.

ФН2SO4(3): все 3 побега продолжают свой рост и развитие. 1 зацветает (бутоны).

ФУ1Н2SO4(5): все побеги продолжают рост и развитие. Наблюдается мозаичность на листовых пластинках (темно-зеленый/зеленый). 2 побега цветут, еще 3 имеют бутоны.

ФУ1ПР(5): 4 побега полностью засохли. 1 побег продолжает свой рост и развитие.

ФПР(2): 1 побег полностью увял. Нижний лист полностью засох; средний пожелтел; на побеге отмечается наличие бутона.

**9.03.2021**

У фасоли появились первые стручки.

**10.03.2021**

Был произведен полив талой водой. Явных изменений в растениях не наблюдалось.

**11.03.2021**

У всех побегов фасоли появились стручки.

**12.03.2021**

Была заложена вторая серия эксперимента.

Посеяли фасоль: 48 шт. (8 контейнеров); кресс-салат: 120 шт. (8 контейнеров). Сорт семян фасоли «Красная шапочка»; сорт семян кресс-салата «Крупнолистовой».

Осуществлен полив талой водой.

Описание растений первой серии эксперимента.

КК(12): все побеги растут и развиваются. Средняя высота растений: 6 см. Зеленые, мощные стебли. Настоящие листья закручиваются. У некоторых побегов произошло незначительное истончение в прикорневой части побега.

КПР(3): 2 побега растут и развиваются. 1 побег из 3 полностью засох, остальные 2 истончились в прикорневой части.

КУ1Н2SO4(2): растения истончились в верхней части стебля. Листья желтые, некоторые засохли. Побеги тонкие и слабые. Почвенный слой высолился и покрылся тонким слоем одноклеточных зеленых водорослей.

КУ2Н2SO4(9): все 2 побега продолжают расти и развиваться. На почве появился белый налет и покрылся тонким слоем одноклеточных зеленых водорослей. Побеги зеленые, мощные. Настоящие листья на 1 побеге начали заворачиваться.

КУ2(12): все побеги растут и развиваются. Побеги мощные, зеленые. Листья крупные, имеют ярко-зеленую окраску.

КУ1(13): все побеги растут и развиваются. Побеги зеленые, мощные. Листья имеют ярко-зеленую окраску, широкие, крупные.

КБ(2): 2 побега растут и развиваются, 1 засох в прикорневой части стебля, практически полностью увял. У другого побега нижние листья пожелтели, но побег развивается. 2 побега полностью увяли.

КБУ2(1): 5 из 6 побегов полностью увяли, но 1 побег сохраняет жизнестойкость. Листья мелкие, покрыты некротическими пятнами на 30%.

КУ1ПР(10): все побеги растут и развиваются. Особых изменений нет.

КУ2ПР(8): все побеги растут и развиваются, но 1 побег полностью увял и засох. У 1 побега листья пожелтели, и он начал зацветать.

Вывод: на 12.03.2021 самые мощные растения в контейнерах с удобрениями. Самые крупные листья у растений в контейнере с Н2SO4. Самые мелкие и темные листья с песком и реагентом. Растения с бензином практически полностью увяли.

ФУ1(3): высота побегов составляет 27 и 24 см.

9.03.2021 появились стручки, высота стручков 3,5 см. Растения мощные, развиваются нормально. Продолжают цветение.

ФК(2): все растут и развиваются. Побеги продолжают цветение, стручки до 5 см. Высота побегов 23 и 16 см.

ФУ1Б(4): 3 побега полностью засохли, 1 увял в прикорневой части стебля.

ФБ(1): нижние листья пожелтели, растение угнетено, высота побега - 14 см. Начало цветения побега. Листья слабые, мелкие.

ФН2SO4(2): высота побегов 29,5 и 24 см. 11.03 завязались стручки. Продолжается цветение. Растение вытянулось, но продолжает развиваться. Листья светло-зеленые, слабые, мелкие.

ФУ1Н2SO4(5): 11.03 появление у всех побегов стручки, кроме 1. Длина стручков 5,5 - 6 см. Растения цветут. Листья крупные, темно-зеленые.

ФПР(1): растение полностью засохло и завяло.

Вывод: на 12.03.2021 самые мощные побеги в контейнере с ФУ1Н2SO4; сильно вытянутые побеги ФН2SO4. Самая губительная среда: бензин+ удобрение; в средах с песком/ реагент и песок/ реагент+ удобрение все увяло и засохло.

**15.03.2021**

Произведен полив талой водой.

**19.03.2021**

Вторая серия эксперимента. У всех растений фасоли появился первый настоящий лист.

Первая серия эксперимента.

КБ(1): нижние листья пожелтели.

КБУ2(1): растение сильно угнетено.

КК(12): все растения продолжают рост и развитие. Побеги зеленые, мощные.

КУ1(13): все растения растут и развиваются. Внешняя часть листа у всех экземпляров стала иметь темную, бурую окраску. Нижние листья начали желтеть.

КУ2(12): нижние листья пожелтели. Стали более темного цвета. Хорошо выражено жилкование. Развитие происходит нормально.

КУ1ПР(10): листья более мелкие, темные. Нижние листья пожелтели.

КУ2ПР(8): все побеги продолжают расти и развиваться. Один побег продолжает цветение. Листья мелкие, начали желтеть.

КУ2Н2SO4(9): 3 побега увяли, слабые. Остальные 6 растут и развиваются нормально. Листья крупные, жилки темные. Растения мощные.

КПР(2): побеги слабые. Один побег пожелтел, другой развивается нормально. Листья мелкие.

КУ1Н2SO4(0): растения полностью засохли и увяли.

КН2SO4(2): самые крупные и мощные растения. Листья крупные и ярко-зеленые.

Вывод: на момент 19.03.2021 самые мощные побеги наблюдаются в контейнере с Н2SO4. На 2-ом месте КУ2Н2SO4. Самые слабые побеги у КБУ2, КПР и КПРУ2. В настоящий момент эффект удобрения «Байкал ЭМ-1» и «Кормилица. Микориза» внешне не различаются.

ФУ(3): все растения растут и развиваются. Побеги вытянутые, слабые. Листья ярко-зеленые. Побеги отцвели. Стручки продолжают развиваться, увеличиваться в объеме. Размер стручков - 9см.

ФН2SO4(2): все растения продолжают расти и развиваться. Побеги вытянутые, слабые. Стручки продолжают развиваться, увеличиваться в объеме. Стручков немного, но крупные. Размеры - 5 и 8 см.

ФБ(1): растение сильно угнетено. Все нижние листья пожелтели и облетели. Но, на побеге можно заметить маленькие стручки.

ФК(2): растения растут и развиваются нормально. Размер стручков - 9 см.

ФУ1Н2SO4(5): растения продолжают расти и развиваться. Побеги зеленые, мощные. Листья имеют ярко-зеленую окраску, крупные. Стручки продолжают увеличиваться в объеме. Размеры стручков - 9 см.

ФУ1Б(0): растение полностью засохло и завяло.

Вывод: на момент 19.03.2021 вся фасоль отцвела. Контрольное растение имеет среднюю высоту, среднее количество стручков и развивается нормально. Самые слабые побеги находятся в контейнере с добавлением бензина. Самые низкорослые, но крепкие побеги с Н2SO4.Обилие стручков наблюдается на побегах с добавлением Н2SO4.

Произвели полив растений первой и второй серии эксперимента загрязнителями.

**21.03.2021**

Был осуществлен полив удобрениями растений первой («Байкал-ЭМ1» и «Микориза. Кормилица») и второй серии эксперимента (кроме кресс-салата во 2-ой серии) (препарат ««Bacillussubtilis»). Также, осуществлен полив талой водой контрольных растений. Явных изменений в растениях не обнаружено, кроме контейнера с КУ2Б.

КУ2Б(0): Растение полностью завяло.

**Приложение 2. Таблица 1. Всхожесть и изменение в количестве побегов фасоли (первая серия эксперимента)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | ФУ1ПР | ФУ1Н2SO4 | ФБ | ФПР | ФУ1Б | ФН2S04 | ФК | ФУ1 |
| 6.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.02 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 10.02 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 11.02 | 3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 |
| 12.02 | 3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 |
| 13.02 | 3 | 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 0 | 1 |
| 14.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 15.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 16.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 17.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| 18.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| 19.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| 20.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| 21.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 |
| 22.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| 23.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| 24.02 | 4 | 5 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| 7.03 | 0 | 5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 12.03 | 0 | 5 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 19.03 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| 21.03 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| 22.03 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| 23.03 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 |
| 24.03 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 |

**Приложение 3. Таблица 2. Всхожесть и изменение в количестве побегов кресс-салата (первая серия эксперимента)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | КУ1  ПР | КУ2  ПР | КУ1  Н2SO4 | КБ | КПР | КУ2  Н2S04 | К  Н2S04 | КК | КУ1 | КУ2 | КУ1Б | КБУ2 |
| 6.02 | 3 | 4 | 4 | 5 | 1 | 15 | 7 | 10 | 7 | 15 | 3 | 10 |
| 7.02 | 10 | 10 | 12 | 9 | 1 | 15 | 7 | 12 | 10 | 15 | 4 | 15 |
| 8.02 | 10 | 10 | 12 | 9 | 1 | 15 | 7 | 12 | 10 | 15 | 4 | 15 |
| 9.02 | 10 | 10 | 12 | 9 | 1 | 15 | 7 | 12 | 10 | 15 | 4 | 15 |
| 10.02 | 10 | 11 | 12 | 9 | 1 | 15 | 7 | 12 | 10 | 15 | 4 | 15 |
| 11.02 | 10 | 12 | 12 | 9 | 2 | 15 | 7 | 12 | 10 | 15 | 6 | 15 |
| 12.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 3 | 15 | 7 | 12 | 12 | 15 | 6 | 15 |
| 13.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 4 | 15 | 7 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 14.02 | 11 | 12 | 12 | 12 | 4 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 15.02 | 11 | 12 | 12 | 12 | 4 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 16.02 | 11 | 12 | 12 | 12 | 4 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 17.02 | 11 | 12 | 12 | 12 | 5 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 18.02 | 11 | 12 | 12 | 12 | 5 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 19.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 5 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 20.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 5 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 21.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 5 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 22.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 5 | 15 | 8 | 12 | 12 | 15 | 8 | 15 |
| 23.02 | 10 | 12 | 12 | 12 | 4 | 15 | 8 | 12 | 13 | 15 | 8 | 15 |
| 24.02 | 10 | 10 | 2 | 4 | 4 | 10 | 5 | 12 | 13 | 12 | 0 | 15 |
| 7.03 | 10 | 9 | 2 | 4 | 3 | 9 | 2 | 12 | 13 | 12 | 0 | 6 |
| 12.03 | 10 | 9 | 0 | 2 | 2 | 9 | 2 | 12 | 13 | 12 | 0 | 1 |
| 19.03 | 10 | 8 | 0 | 1 | 2 | 9 | 2 | 12 | 13 | 12 | 0 | 1 |
| 21.02 | 10 | 8 | 0 | 1 | 2 | 9 | 2 | 12 | 13 | 12 | 0 | 0 |
| 22.03 | 10 | 8 | 0 | 1 | 2 | 9 | 2 | 12 | 13 | 12 | 0 | 0 |
| 24.03 | 10 | 8 | 0 | 1 | 2 | 9 | 2 | 12 | 13 | 12 | 0 | 0 |

**Приложение 4. Таблица 3. Всхожесть и изменение в количес3тве побегов фасоли (вторая серия эксперимента)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | ФУ1 | ФК | ФУ1ПР | ФУ1Б | ФУ1Н2S04 | ФБ | ФН2S04 | ФПР |
| 12.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.03 | 1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 15.03 | 1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 19.03 | 1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 21.03 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 22.03 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 24.03 | 1 | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |

Итог: из 48 пророщенных семян фасоли проросло 9 семян.

**Приложение 5. Таблица 4. Всхожесть и изменение в количестве побегов кресс-салата (вторая серия эксперимента)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | КУ | КК | КПР | КБ | КН2S04 | КУ1Б | КУ1Н2S04 | КУ1ПР |
| 12.03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.03 | 2 | 5 | 3 | 0 | 3 | 3 | 9 | 4 |
| 15.03 | 2 | 5 | 3 | 0 | 3 | 3 | 9 | 4 |
| 19.03 | 2 | 5 | 3 | 0 | 3 | 3 | 9 | 4 |
| 21.03 | 2 | 6 | 3 | 1 | 4 | 3 | 10 | 4 |
| 22.03 | 2 | 6 | 3 | 1 | 4 | 3 | 10 | 4 |
| 24.03 | 2 | 6 | 3 | 1 | 4 | 4 | 10 | 4 |

Итог: из 120 семян кресс-салата проросло 34 семени.

**Приложение 6. Условные обозначения, используемые в работе:**

Удобрение 1- «Байкал ЭМ-1»

Удобрение 2- «Микориза. Кормилица»

Удобрение 1 во второй серии эксперимента – «*Bacillus subtilis»*

КК - кресс-салат контроль

КУ1- кресс-салат+ удобрение 1

КУ2- кресс-салат+ удобрение 2

КБ - кресс-салат+ бензин

КУ1Б - кресс-салат+ удобрение 1+ бензин

КУ2Б- кресс-салат+ удобрение 2+ бензин

КПР- кресс-салат+ песок+ реагент

КУ1ПР- кресс-салат+ удобрение 1+ песок+ реагент

КУ2ПР- кресс-салат+ удобрение 2+ песок+ реагент

КН2SO4- кресс-салат+ серная кислота

КУ1Н2SO4- кресс-салат+ удобрение 1+ серная кислота

КУ2Н2SO4- кресс-салат+ удобрение 2+ серная кислота

ФК - фасоль контроль

ФУ1- фасоль+ удобрение

ФБ - фасоль+ бензин

ФУ1Б - фасоль+ удобрение 1+ бензин

ФПР- фасоль+ песок+ реагент

ФУ1ПР- кресс-салат+ удобрение 1+ песок+ реагент

ФН2SO4- фасоль+ серная кислота

ФУ1Н2SO4- фасоль+ удобрение 1+ серная кислота

**Приложение** **7. Фотографии**

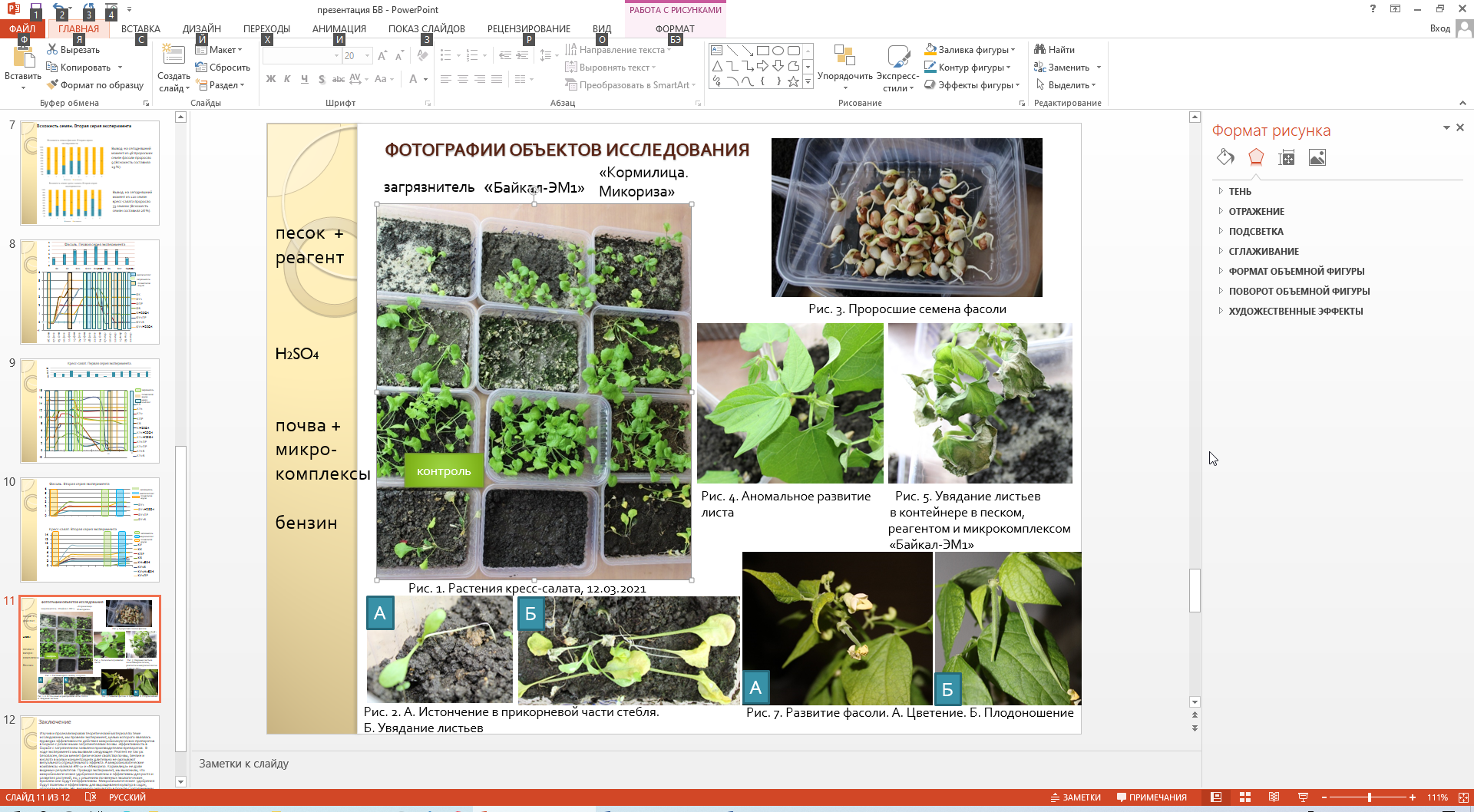


Рис. 1. Растения кресс-салата, 12.03.2021



Рис. 2. А. Истончение в прикорневой части стебля.

Б. Увядание листьев



Рис. 3. Проросшие семена фасоли

Рис. 4. Аномальное развитие Рис. 5. Увядание листьев

листа в контейнере в песком, реагентом и микрокомплексом

«Байкал-ЭМ1»



Рис. 7. Развитие фасоли. А. Цветение. Б. Плодоношение