

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №30»**

Секция: экология

**Влияние противогололедных средств на растения**

Чеботаева Александра, Давлетшина Софья ученицы 9 класса

Руководитель: Виноградова Е. И.,  
учитель географии и биологии

г. Набережные Челны

2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Глава 1. Теоретическая часть.....	4
2.1. обзор литературы .....	4
2.2. описание противогололедных средств.....	5
2.3. описание кресс салата как биоиндикатора.....	6
2.4. описание методик исследования.....	6
2.5. выводы по 1 главе.....	8
3. Глава 2. Экспериментальная часть.....	8
3.1. определение водородного показателя.....	8
3.2. исследование энергии прорастания семян.....	9
3.3. исследование всхожести семян.....	11
3.4. воздействие реагентов на динамику развития.....	12
3.5. влияние противогололедных препаратов на ткани листа.....	13
3.6. выводы по 2 главе .....	15
4. Заключение .....	15
5. Литература .....	16
6. Приложения .....	17

## 1. Введение

В наше время к противогололедным реагентам прибегают практически во всех городах, как больших, так и малых. Не является исключением и город Набережные Челны. Для борьбы с гололедом улицы городов, тротуары и пешеходные дорожки обрабатывают противогололедными смесями и реагентами. В результате такой обработки уменьшается скольжение, снижается вероятность аварий транспорта и травм пешеходов, дороги становятся более безопасными. Но так ли они безопасны для окружающей среды и здоровья человека? Каково их влияние на природу? Загрязнение среды антигололедными веществами оказывает прямое и косвенное влияние на живую и неживую природу. Именно поэтому вопросы оценки этих средств в настоящее время стали очень **актуальными**.

Перед началом исследования мы выдвинули **гипотезу**: противогололедные реагенты отрицательно влияют на растения на этапе прорастания семян и формирования молодых растений.

**Цель исследования**: исследовать влияние противогололедных смесей и реагентов на растения. Для достижения поставленной цели, были определены **задачи**:

- изучить литературу по данной проблеме;
- определить уровень кислотности (водородный показатель) исследуемых образцов;
- экспериментально изучить влияние противогололедных смесей и реагентов на прорастание семян и формирование молодых растений кресс салата;
- оценить под микроскопом влияние противогололедных препаратов на ткани молодых побегов.

**Объект исследования**: противогололедные препараты, **предмет исследования**: влияние противогололедных средств на проростки кресс салата.

При написании работы были использованы **методы:** чтение и анализ литературы, эксперимент, наблюдение под микроскопом. Для определения водородного показателя использовали школьную переносную экологическую лабораторию фирмы «Кристалмас+», для фотографирования тканей листа – цифровой микроскоп Биомед Digital, с разрешением 1600 раз.

## **2. Глава 1. Теоретическая часть.**

### **2.1. обзор литературы**

Антигололедные реагенты (противогололедные реагенты) - это специальные средства, созданные на основе солей кальция ( $\text{CaCl}_2$  - хлористый кальций), магния ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  - хлористый магний) и натрия ( $\text{NaCl}$  - хлористый натрий), применяемые при борьбе со льдом и снежным накатом зимой [7].

Впервые методы и вещества для борьбы со снегом и льдом начали применяться в Европе в 1947 году. В России противогололедные соли стали использовать в 1966 году: к песку добавлялись хлориды натрия и кальция [4].

В 60-х годах прошлого века основным противогололедным реагентом была пескосоляная смесь, состоящая из 92% песка и 8% технической соли. Однако весной скопившийся песок забивал водостоки, загрязнял дороги и тротуары [6].

В середине 90-х годов было принято решение использовать только техническую соль (хлорид натрия). Она имела ряд достоинств – дешевизна, действие при низких температурах, удобство транспортировки. Но ее применение также имело также и ряд существенных недостатков – соль разъедала колеса и кузова автомобилей, обувь прохожих, городские коммуникации – трубы и провода. Кроме того, соль стала причиной появления аллергических заболеваний у людей и дерматитов у животных. К тому же соль оказывала крайне негативное влияние на окружающую среду. В Набережных Челнах за зиму, согласно данным УК разбрасывали до 100 тонн соли, что приводило к негативному влиянию на почву, а далее на растения.

В последнее время в России было принято решение отказаться от соли и перейти на использование экологически благополучных ПГР. В качестве противогололедных реагентов для тротуаров используют мраморную или гранитную крошку.

Конечно идеальных реагентов нет – у каждого есть свои плюсы и недостатки. Основными требованиями к реагентам, помимо их эффективности плавить лед, являются: не вызывать вредного воздействия на дорожные покрытия, не угнетать зеленые насаждения, не оказывать отрицательного влияния на металл, резину и кожу, быть безвредными для здоровья человека и окружающей среды [5].

## **2.2. описание противогололедных средств**

Все существующие средства для борьбы с гололедом можно разделить на 2 группы: естественные реагенты (соль, песок или его смесь с солью, гранитная или мраморная крошка) и искусственные (хлориды натрия, кальция, магния и другие). Все виды антигололедных реагентов имеют различный состав и химические характеристики, но объединяет их одно общее свойство – понижение точки плавления снега. В снежную, слякотную погоду больше всего используются реагенты твердых видов, а в сухую погоду, при гололеде – жидкие химические вещества.

Противогололедные реагенты бывают жидкие, твердые и комбинированные, имеют разный состав, но общее назначение – плавить лед. В снежную и слякотную погоду чаще используют твердые реагенты, а сухую погоду – жидкие химические реагенты [7].

Самый главный показатель безопасности того или иного вещества определяется его концентрацией. Применение реагентов без учета всех особенностей и в неправильной концентрации может оказывать катастрофические воздействия на окружающую среду и человека, приводя к возникновению токсичности почвенного покрова.

Кроме того реагенты могут оказывать на растения ингибирующий эффект – торможение биологических процессов. Листья под воздействием веществ,

содержащихся в реагентах, желтеют, корни слабеют, рост новых веток замедляется или вообще прекращается. Поэтому дополнительными правилами при использовании противогололедных реагентов являются: не допускать их попадания на газоны и не превышать разрешенного объема использования [5].

### **2.3. описание кресс салата как биоиндикатора**

**Кресс-салат** - однолетнее растение семейства Крестоцветных. Широко распространен в Закавказье, особенно в Грузии. В пищу используются молодые листья, с терпким вкусом, так как содержит горчичное масло [8].

Кресс-салат - однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнению почвы тяжелыми металлами, а также к загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием семян и почти стопроцентной всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни этого растения под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян).

Кресс-салат как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие стрессоров можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади рабочего места (чашка Петри, кювета, поддон и т. п.). Привлекательны также и весьма короткие сроки эксперимента. Семена кресс-салата прорастают уже на третий - четвертый день, и на большинство вопросов эксперимента можно получить ответ в течение 10 суток.

### **2.4. описание методики исследования**

Для проведения исследования за основу мы брали методику Хомутовой И. В., описанной в пособии «Экологическая безопасность. Школьный экологический мониторинг» [8]. Для проведения исследования нами были взяты семена кресс салата (рисунок 1, приложение 1).



Рисунок 1. Семена кресс салата используемые в работе.

В чашки Петри мы посеяли по 50 шт. кресс салата, накрыли марлей и в течении 10 дней наблюдали за ростом семян и ростков. Для проведения эксперимента нами было подготовлено 7 чашек Петри, которые поливались водой, разбавленной песком и реагентом. Одна группа была контрольной – поливалась обычной водой (таблица 1).

таблица 1.

Противогололедные смеси и реагенты, используемые в работе

№ п/п	название
1	контрольная группа
2	песок обычный
3	песок технический
4	тех. песок + реагент ICEPICK POWER
5	реагент ICEPICK POWER

В качестве исследуемого реагента был взят ICEPICK POWER, которым посыпается пришкольная территория.

После всходов семян мы считали их количество, определяли процент всхожести. Наблюдали за характером и скоростью прорастания (рисунок 2).



Рисунок 2. Наблюдение за всхожестью и прорастанием семян.

Для определения влияния реагента на внутреннее строение, нами были приготовлены микропрепараты тканей листьев крест салата, поливаемых разными растворами (рисунок 3).

Рисунок 3. Внутреннее строение листьев под микроскопом.

### **2.5. выводы по 1 главе**

Для борьбы с гололедом улицы городов, тротуары и пешеходные дорожки обрабатывают противогололедными смесями и реагентами. Конечно идеальных реагентов нет – у каждого есть свои плюсы и недостатки. Основными требованиями к реагентам, помимо их эффективности плавить лед, являются: не вызывать вредного воздействия на дорожные покрытия, не угнетать зеленые насаждения

## **3. Глава 2. Экспериментальная часть**

### **3.1. определение водородного показателя**

Перед началом посева и полива мы определили водородный показатель исследуемых образцов. Для этого приготовили вытяжку из песка технического и обычного, реагента и почвы, профильтровали. Добавили к 5 мл фильтрата 5 капель универсального индикатора, встряхнули, полученную окраску сравнили с контрольной шкалой (приложение 2).

В результате проведения измерения у нас получились следующие данные (таблица 2, рисунок 4).

Водородный показатель исследуемых образцов

№ п/п	название	pH	норма
1	контрольная группа	7,0	7,5
2	песок обычный	7,5	7,5
3	песок технический	7,5	7,5
4	тех. песок + реагент	6,5	7,5
5	реагент	6,0	7,5

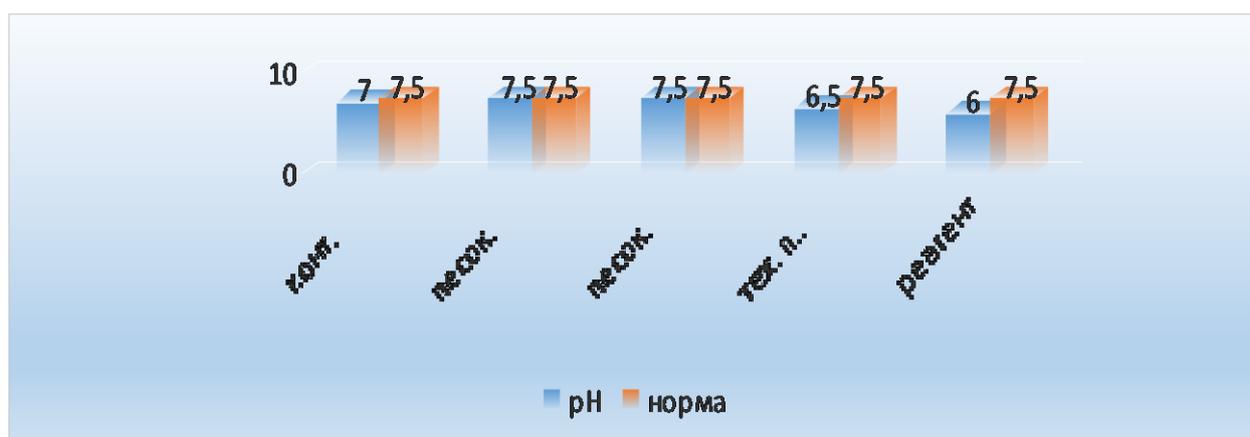


Рисунок 4. Водородный показатель исследуемых образцов.

Как видно по данным таблицы и диаграммы, вытяжка песка, почвы и вода имеют показатель, соответствующий норме. Вытяжка из реагента или с добавлением реагента имеет кислотный показатель.

### 3.2. исследование энергии прорастания семян

Посев кресс салата мы сделали 3 июня. В течении 14 дней наблюдали за всхожестью и ростом семян в каждой чашке. Каждый день вели запись в дневнике наблюдения. В результате у нас получились следующие данные (приложение 3, таблица 3, рисунок 5).

таблица 3.

Наблюдение за всхожестью и ростом семян

день	количество проросших семян				
	контрольн ая группа	песок обычный	песок технический	тех. песок + реагент	реагент

03.06.	-	-	-	-	-
05.06.	12	20	17	0	0
07.06.	12	20	33	5	1
09.06.	13	22	34	7	1
11.06.	15	25	36	9	3
13.06.	20	27	38	11	5
15.06.	25	30	40	12	6

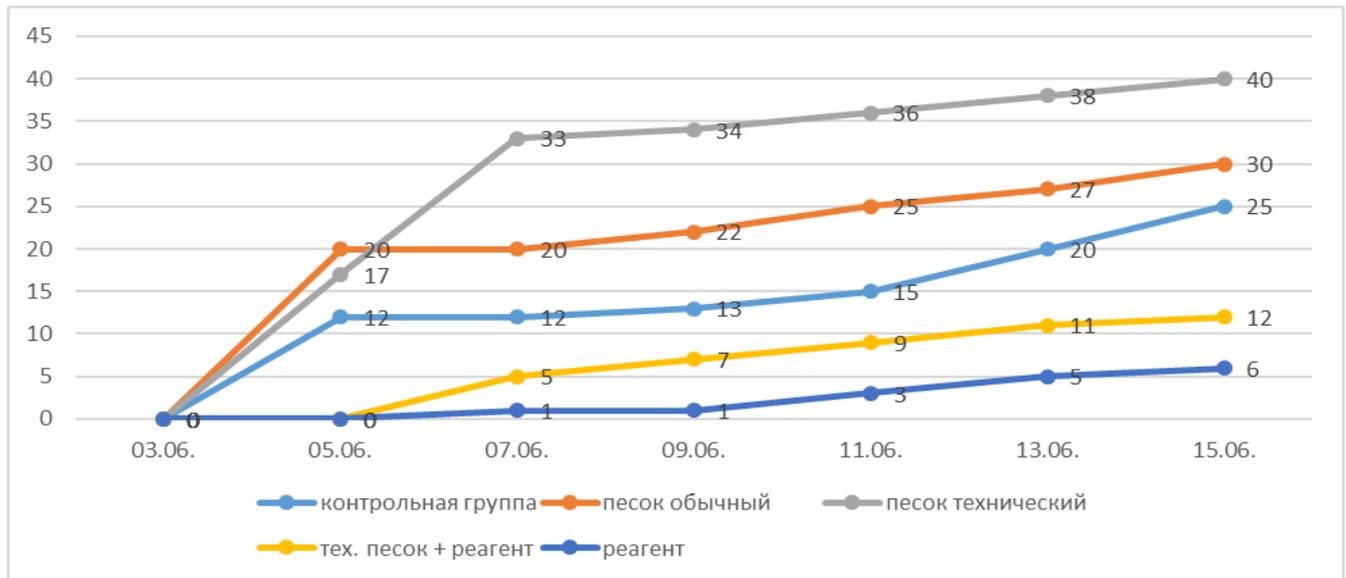


Рисунок 5. Количество проросших семян

Как видно по данным таблицы и графика наибольшее количество проросших семян наблюдается в чашке Петри, которая поливалась водой с разбавленным техническим песком, наименьшее количество наблюдалось в чашке, поливаемой растворенным реагентом

Одними из важных критериев степени воздействия растворов противогололедных реагентов на рост семян кресс салата является их всхожесть, энергия прорастания и сила роста.

Энергия прорастания – это число семян проросших за первые 3 дня в процентах от общего количества в образце, характеризует скорость и дружность всходов.

Энергию прорастания семян определяли через 3 дня после начала эксперимента (на 4 день опыта). В результате у нас получились следующие данные (таблица 4, рисунок 6).

таблица 4.

## Энергия прорастания семян

№ п/п	название	Кол-во штук	Процент всхожести
1	контрольная группа	12	24
2	песок обычный	20	40
3	песок технический	17	34
4	тех. песок + реагент	0	0
5	реагент	0	0

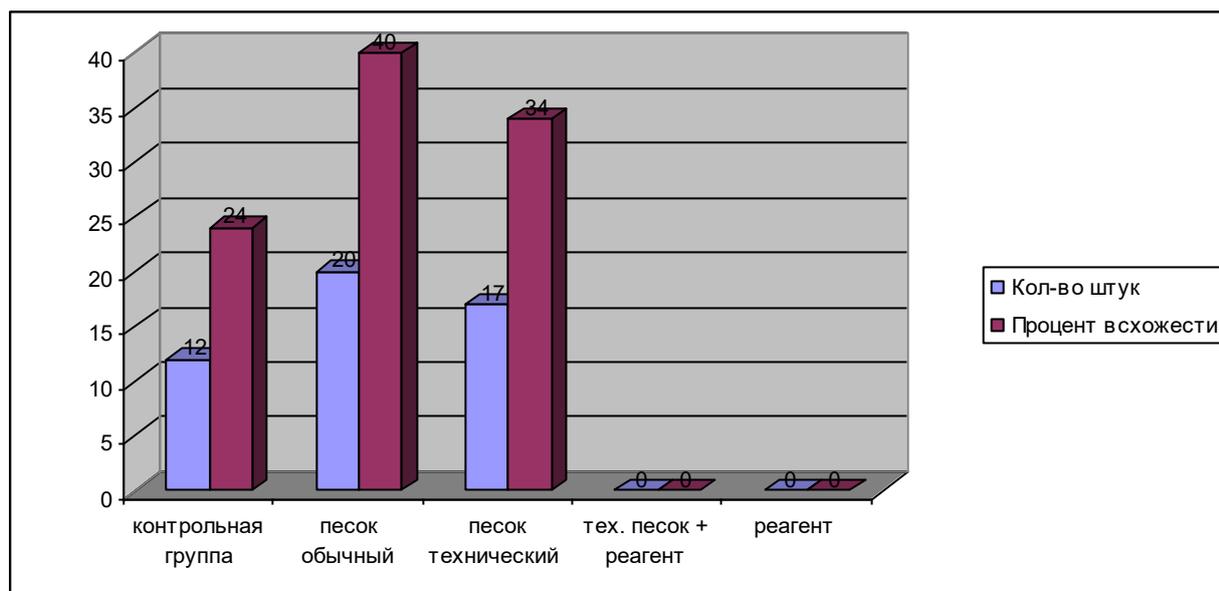


Рисунок 6. Энергия прорастания семян

Как видно по данным таблицы и диаграммы, наибольший показатель энергии прорастания отмечается в чашке Петри, которая поливалась водой, разбавленной с песком. Растворы противогололедных реагентов влияют угнетающе на энергию прорастания семян кресс салата, не взошло ни одного семени, процент всхожести составил 0%.

### 3.3. исследование всхожести семян

Еще одним важным критерием степени воздействия растворов противогололедных реагентов на рост семян кресс салата является их всхожесть. Всхожесть семян – это способность семян к прорастанию, она определяется как количество появившихся ростков, выраженное в процентах к количеству высеванных семян. Всхожесть семян вычисляли на 12 день опыта. В результате проведенных наблюдений и измерений у нас получились следующие данные (таблица 5, рисунок 7).

## Всхожесть семян

№ п/п	название	Кол-во штук	Процент всхожести
1	контрольная группа	25	50
2	песок обычный	30	60
3	песок технический	40	80
4	тех. песок + реагент	12	24
5	реагент	6	12

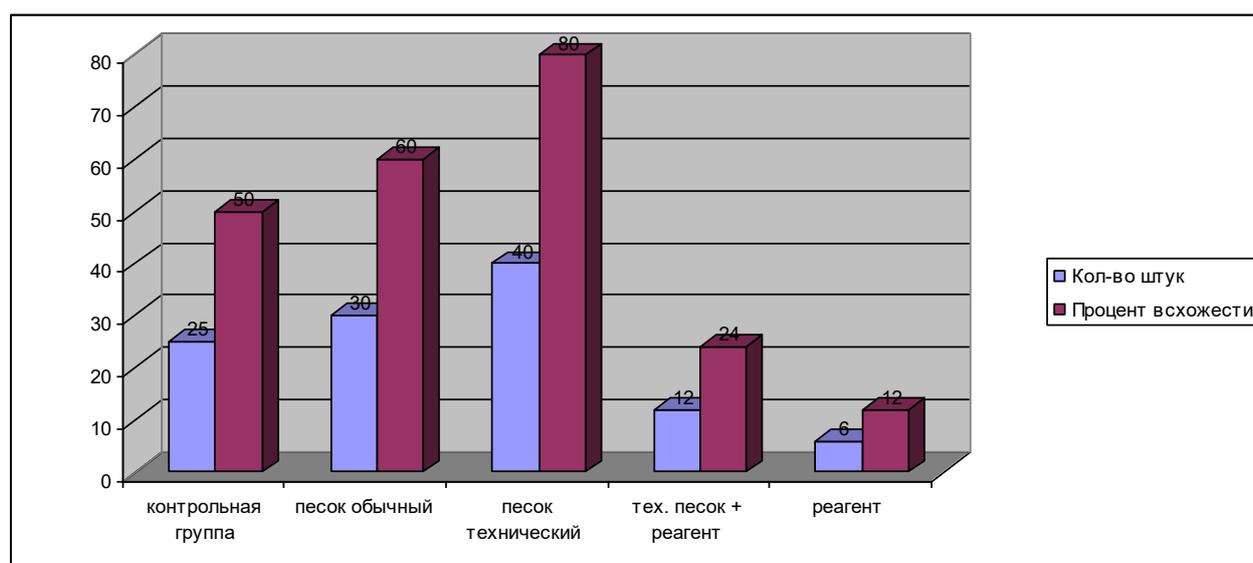


Рисунок 7. Воздействие растворов на всхожесть семян

Как видно по данным рисунка и диаграммы, больший процент всхожести (более 50%) отмечается в первых трех чашках, без добавления реагента. Наибольший – в чашке с техническим песком.

### 3.4 воздействие реагентов на динамику развития

Еще одним важным критерием степени воздействия растворов противогололедных реагентов на рост семян кресс салата является изменение высоты их зеленых ростков (динамика развития). Динамику развития мы вычисляли используя среднее значение длины ростка по каждой группе в течении всего опыта, начиная со дня появления ростка и до окончания опыта. В результате проведения наблюдений у нас получились следующие данные (таблица 6, рисунок 8).

## Динамика роста проростков

день	Высота проростка, мм				
	контрольн ая группа	песок обычный	песок технический	тех. песок + реагент	реагент
03.06.	-	-	-	-	-
05.06.	16	16	16	0	0
07.06.	18	17	17	9	3
09.06.	18	18	17	16	5
11.06.	19	19	19	17	7
13.06.	21	22	21	18	9
15.06.	22	23	23	19	11

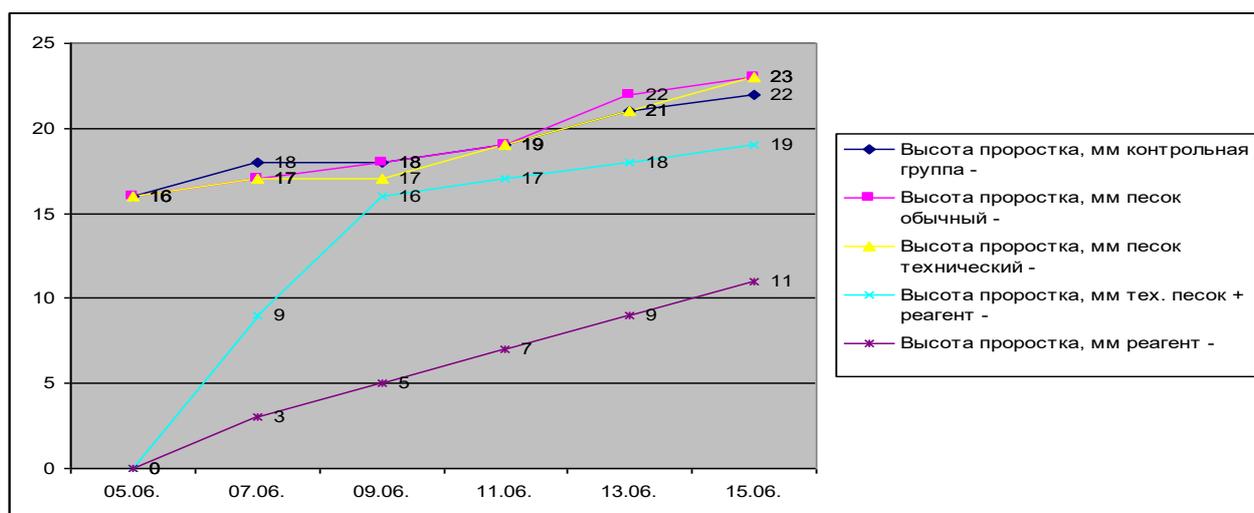


Рисунок 8. Динамика роста проростков семян крест салата

Из таблицы видно, что воздействие растворов противогололедных реагентов отрицательно влияет на высоту ростков (динамику развития) семян, заметно замедляя скорость роста.

### 3.5. влияние противогололедных препаратов на ткани листа

Для полной оценки влияния противогололедных препаратов на растения, мы приготовили микропрепараты тканей проростков и рассмотрели под микроскопом при увеличении в 1600 раз. Полученные микропрепараты сфотографировали (рисунки 9-12).

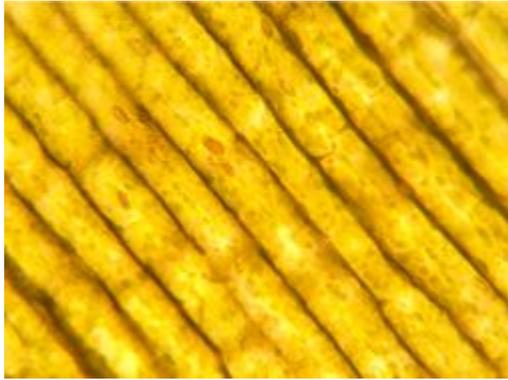


Рисунок 9. Лист крест салата контрольной группы.

Под микроскопом хорошо видно, что клетки листа ровные, без повреждений, структура ненарушенная.

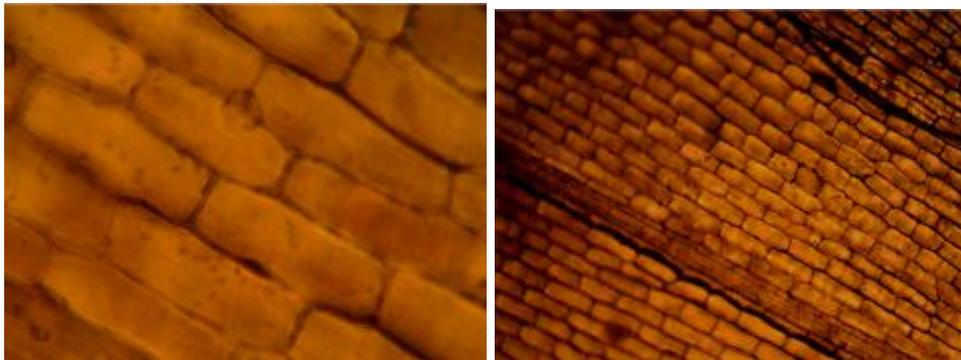


Рисунок 10. Клетки кресс салата, поливаемые водой с добавлением песка

Под микроскопом хорошо видны границы клеток, структура клеток ровная, ненарушенная.

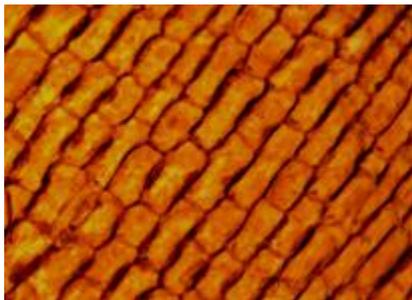


Рисунок 11. Клетки листа кресс салата, поливаемые раствором с техническим песком и реагентом.

На фотографии отчетливо видно, что клетки имеют неправильную форму, более округлые, местами клеточная стенка неровная, что говорит о нарушении в развитии клеток.



Рисунок 12. Клетки кресс салата, поливаемые реагентом.

По фотографии отчетливо видно, что клетки имеют неправильную форму, стенки более утолщенные, местами прослеживается разрушение клеточной стенки, что говорит о сильном воздействии и повреждении тканей листа.

### **3.6. выводы по 2 главе**

Измерения показали, что противогололедный реагент угнетающе влияет на энергию роста, всхожесть и динамику развития семян. Под микроскопом отчетливо видно изменение, происходящее под действием реагентов в тканях молодых побегов.

### **4. Заключение**

В результате проведенных измерений мы пришли к следующим выводам и результатам:

- идеальных реагентов нет – у каждого есть свои плюсы и недостатки, поэтому, чтобы снизить их отрицательное воздействие на почву и растения, необходимо соблюдать основные правила их внесения;

- вытяжка песка, почвы и вода имеют показатель, соответствующий норме. Вытяжка из реагента или с добавлением реагента имеет кислотный показатель;

- наибольший показатель энергии прорастания отмечается в чашке Петри, которая поливалась водой, разбавленной с песком. Растворы противогололедных реагентов влияют угнетающе на энергию прорастания семян кресс салата, не взойшло ни одного семени, процент всхожести составил 0%.

- большой процент всхожести (более 50%) отмечается в первых трех чашках, без добавления реагента. Наибольший – в чашке с техническим песком;

- воздействие растворов противогололедных реагентов отрицательно влияет на высоту ростков (динамику развития) семян, заметно замедляя скорость роста;

- клетки листа кресс салата, выросшие в контрольной чашке Петри и чашках, поливаемых песком, ровные, без повреждений, структура ненарушенная;

- клетки листа кресс салата, выросшие в чашках, поливаемых раствором с техническим песком и реагентом, имеют неправильную форму, более округлые, местами клеточная стенка неровная, что говорит о нарушении в развитии клеток.

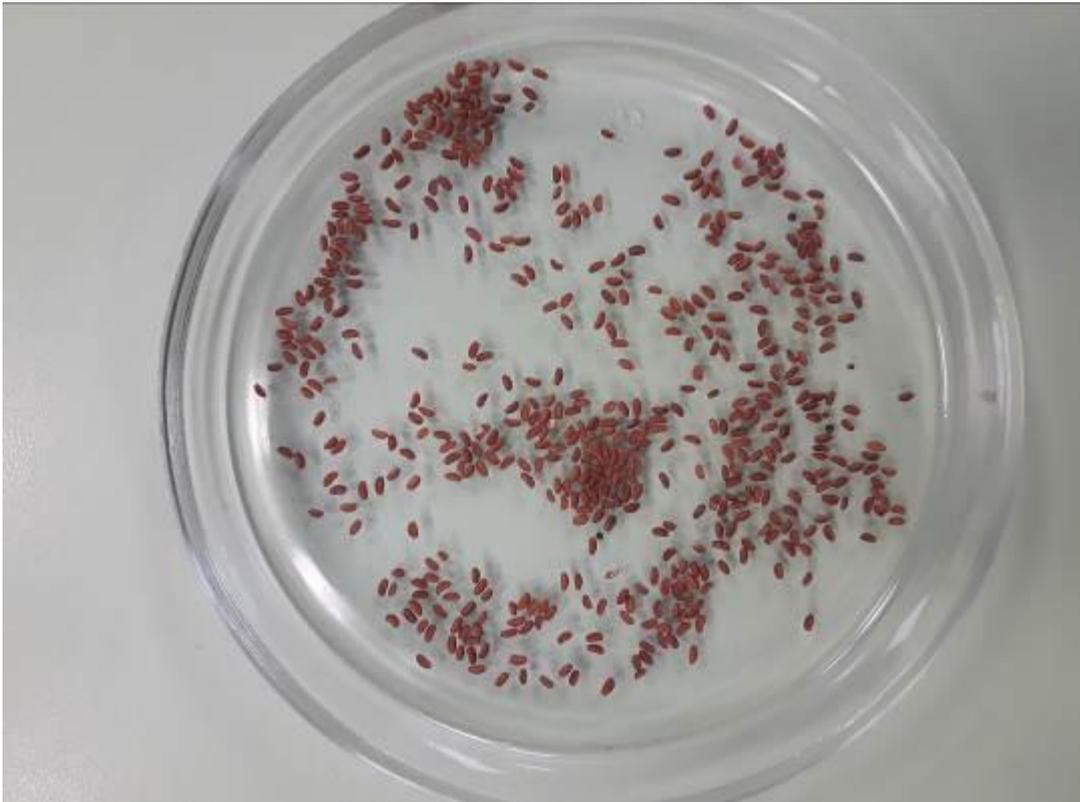
Выдвинутая перед началом исследования гипотеза полностью подтвердилась.

## 5. Литература

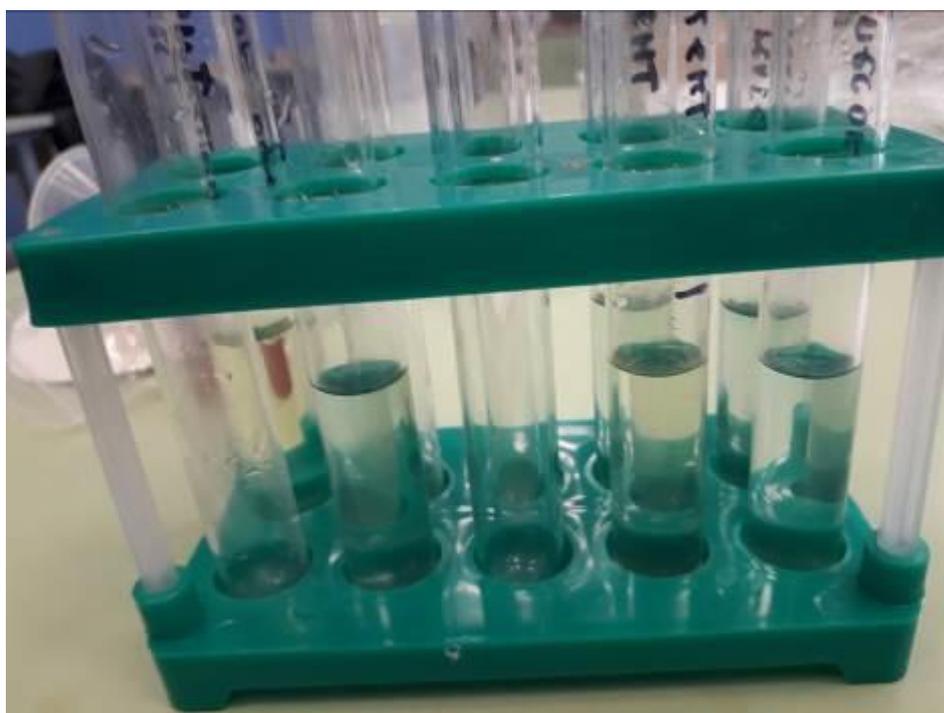
1. Воробьев Л.А. «Химический анализ почвы» МГУ, 1998, 50-65 с.
2. Малинина М.С., Мотузова Г.В. « Методы получения почвенных растворов при почвенно-химическом мониторинге. Физические и химические методы исследования почв". МГУ, 1994, с.101-129.
3. МАДИ (ГТУ)(36), ООО ЭКЦ «ЭКОН» Справочник дорожных терминов, 20-23 с.
4. Мосин О.В. Статья об антигололедных средствах 2008, 12-15 с.
5. Перрин Д., Органические аналитические реагенты, пер. с англ., М., 1967, 30-32 с.
6. Химические реактивы и препараты, под общей ред. В. И. Кузнецова, М. — Л., 1953, 8-14 с.
7. «Эколого-гигиеническая оценка опасности антигололедных реагентов» А.Г. Стародубов, С.Б. Чудакова. Сборник докладов 4-ого Международного конгресса по управлению отходами, 2005, 20-32 с.

## 6. Приложения

### Приложение 1. Семена кресс сала, используемые в работе



## Приложение 2. Определение водородного показателя



### Приложение 3. Дневник наблюдения за ростом семян крест салата

Развитие проростков на 05.06.2019 г

Жидкости для полива	Общее число всходов из 50 (в %)	Средняя длина ростков (в см)	Средняя длина корешков (в см)
вода	12	$(16+17+17+16+16+15+16+15+16+16+17+16):12=16\text{мм}=1,6\text{см}$	$(4+4+4+4+5+4+3+4+3+4+5+4):12=6\text{мм}=0,6\text{см}$
смесь воды с песком (обычным)	20	$(17+16+15+17+18+16+15+16+17+16,5+17,5+17+15+15,5+16+15,5+15,5+14,5+15+16):20=16\text{мм}=1,6\text{см}$	$(5+5+5+5+6+4+5+5+5+5+5+4+6+5+6+6+5+5+5):20=5\text{мм}=0,5\text{см}$
смесь воды с песком (техническим)	17	$(17+16+15+17+18+16+15+16+17+16,5+17,5+17+15+15,5+16+15,5+15,5+14,5+15+16+17):17=16,1\text{мм}=1,61\text{см}$	$(6+5+5+5+6+4+5+4+5+5+5+4+6+5+6+5+5+5+5+5+6):17=6\text{мм}=0,6\text{см}$
песчано – солевая смесь	0	0	0
солевой раствор	0	0	0

Развитие проростков на 07.06.2019 г

Жидкости для полива	Общее число всходов из 50 (в %)	Средняя длина ростков (в см)	Средняя длина корешков (в см)
вода	12	$(16+17+17+16+16+15+16+15+16+16+17+16):12=18\text{мм}=1,8\text{см}$	$(4+4+4+4+5+4+3+4+3+4+5+4):16=4\text{мм}=0,4\text{см}$
смесь воды с песком (обычным)	20	$(17+16+15+17+18+16+15+16+17+16,5+17,5+17+15+15,5+16+15,5+15,5+14,5+15+16):20=17\text{мм}=1,7\text{см}$	$(5+5+5+5+6+4+5+5+5+5+5+4+6+5+6+5+6+5):20=4\text{мм}=4\text{ см}$
смесь воды с песком (техническим)	33	$(17+16+15+17+18+16+15+16+17+16,5+17,5+17+15+15,5+16+15,5+15,5+14,5+15+16+17+16+15,5+15,5+14,5+15+16):33=17\text{мм}=1,7\text{ см}$	$(6+5+5+5+6+4+5+4+5+5+5+4+6+5+6+5+5+5+5+5+6+6+5+6+5+6+5):33=4,3\text{ мм}=4,3\text{ см}$
песчано – солевая смесь	5	$(16,5+17,5+17+15+15,5):5=9\text{мм}=0,9\text{ см}$	$(4+2+2+1+1):5=2\text{мм}=0,2\text{ см}$

солевой раствор	1	3мм=0,3 см	2 мм=0,2 см
-----------------	---	------------	-------------

Развитие проростков на 09.06.2019 г

Жидкости для полива	Общее число всходов из 50 (в %)	Средняя длина ростков (в см)	Средняя длина корешков (в см)
вода	13	(17+17+17+17+17+17+16+17+16+17+17+16+16+17):13=18мм=1,8см	(5+5+5+5+4+5+5+4+6+5+6+5+5+6):13=5мм=0,5см
смесь воды с песком (обычным)	22	(17+17+18+17+16+17+18+19+17+18+17+17+17+18+19+18+15+16+17+17+18+18):22=18,43мм=1,843см	(5+5+5+5+5+5+6+6+5+6+4+5+5+6+6+6+5+5+6+6+5+4):22=7,3мм=0,73см
смесь воды с песком (техническим)	34	(17+16+17+17+17+17+16+17+16+16,8+17+16,5+16+16,2+18+17+17+17,5+18+18+18+18+18+17+17+16,5+16+16,2+18+17+17+17,5):34=17,75мм=1,775см	(5+6+6+6+7+5+6+6+7+6+7+5+7+6+6+7+7+6+7+7+6+5+7+7+7+6+6+7+7+6+7+7+6):34=6,25мм=0,625см
песчано – солевая смесь	7	(16,5+17,5+17+15+15,5+16+17):7=16мм=1,6 см	(4+6+5+6+5+6+6):7=5,4 мм=0,5 см
солевой раствор	1	5,5мм=0,5 см	5 мм=0,5 см

Развитие проростков на 11.06.2019 г

Жидкости для полива	Общее число всходов из 50 (в %)	Средняя длина ростков (в см)	Средняя длина корешков (в см)
вода	15	(18+17+18+18+17+18+19+20+18+17+17+18+19+16+18,5):15=19мм=1,9см	(5+5+5+5+4+6+8+7+5+6+7+4+5+6+5):15=5,6мм≈0,6см
смесь воды с песком (обычным)	25	(18+20+18+16+17+18+18+18+16+17+16,5+16,5+17+18+18,2):25=19мм=1,9см	(5+5+5+5+6+6+7+5+5+5+8+8+7+6+5+7+9+8+6+7+8+9+8+7+6):25=6,6мм=0,66см
смесь воды с песком (техническим)	36	(18+19+18+16+20+18+16+19+19+19+16+16,5+17,5+16+19+19+20+17,5+18+17,5+16+18+17+17):36=17,5мм=1,75см	(5+5+5+5+6+6+7+5+5+5+8+8+7+6+5+7+9+8+8+7+6+6+6+8+8+8+7+6+5+7+9+8+8+7+7):36=6,25мм=0,625см



		М	
смесь воды с песком (обычным)	30	$(20+22+21+21+21+23+23+21+21+23+20+20+19+19+22+20+20+20+19+20+22+23+20+23+21+20+21+21+22+22):30=23\text{мм}=2,3\text{см}$	$(7+8+8+10+6+8+9+8+8+8+8+7+8+8+9+8+6+7+9+8+9+9+10+8+9+10+10+10+9+8+10):30=8,7\text{мм}=0,87\text{см}$
смесь воды с песком (техническим)	40	$(20+22+21+21+21+23+23+21+21+23+20+20+19+19+22+20+20+20+19+20+22+23+20+23+21+20+21+21+22+22+23+20+23+21+20+21+21+22+22):40=23\text{мм}=2,3\text{см}$	$(7+8+8+10+6+8+9+8+8+8+8+7+8+8+9+8+6+7+9+8+9+9+10+8+9+10+10+10+9+8+10+9+10+8+9+10+10+10+9+8+10):40=9,7\text{мм}=0,97\text{см}$
песчано – солевая смесь	12	$(16,5+17,5+17+15+15,5+16+17+15+15,5+17+15+18):12=19\text{мм}=1,9\text{ см}$	$(4+6+5+6+5+6+6+6+5+6+5+5):12=7,4\text{ мм}=0,7\text{ см}$
солевой раствор	6	$(16+16+17+15+12+15):6=11\text{мм}=1,1\text{ см}$	$(4+6+5+6+3+7):6=8\text{ мм}=0,8\text{ см}$

## 7. Литература

1. Хомутова И. В. Экологическая безопасность. Школьный экологический мониторинг. Практикум. Среднее общее образование. 10 – 11 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций/ И. В. Хомутова. – М.: Просвещение, 2019. – 192 с.

Интернет ресурсы

6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

## 8. Приложения.

### Приложение 1. Наблюдение за всхожестью

#### Развитие проростков на 05.06.2019 г

Жидкости для полива	Общее число всходов из 50 (в %)	Средняя длина ростков (в см)	Средняя длина корешков (в см)
вода	12	$(13+15+14,5+13+14+14+14,5+14+14+14+14+14):12=14\text{мм}=1,4\text{см}$	$(4+4+4+4+5+4+3+4+3+4+5+4):12=4\text{мм}=0,4\text{см}$
смесь воды с песком (обычным)	20	$(15,5+16+16+16,5+16,5+16+15,5+15+16+16,5+16,5+16+16,5+15+16+15,5+16,5+16+16):20=16\text{мм}=1,6\text{см}$	$(4+4+4+5+4+5+5+4+5+4+4+5+4+5+3+5+4+3+4):20=4,5\text{мм}=0,45\text{см}$
смесь воды с песком (техническим)	17	$(15+15+14,5+15,5+15,2+14,8+15+16+16+16+14+15+14,5+15,5+15+14+14):17=15\text{мм}=1,5\text{см}$	$(5+5+3+4+5+3+4+4+4+4+3+5+4+4+3+4+4):17=4\text{мм}=0,4\text{см}$
песчано	– 0	0	0

солевая смесь			
солевой раствор	0	0	0

№ п/п	название
1	контрольная группа
2	песок обычный
3	песок технический
4	реагент 0,5:1

5	тех. песок + реагент
6	реагент 1:1
7	реагент 3:1

#### Размер проростков (в мм)

день	размер в мм						
	1 гр	2 гр	3 гр	4 гр	5 гр	6 гр	7 гр
03.06.19	-	-	-	-	-	-	-
06.06.19	1-5	1-5	2-12	0	0	0	0
07.06.19	12	2-7	20	0	0	0	0
10.06.19	13	5-7	21	0	0	0	0
11.06.19	14	8	22	0	0	0	0

#### В каждую чашку было посеяно по 50 семян

день	количество проросших семян						
	1 гр	2 гр	3 гр	4 гр	5 гр	6 гр	7 гр
03.06.19	-	-	-	-	-	-	-
06.06.19	12	20	17	0	0	0	0
07.06.19	12	20	33	0	0	0	0
10.06.19	12	21	33	0	0	0	0
11.06.19	12	21	33	0	0	0	0

#### Процент всхожести

день	количество проросших семян						
	1 гр	2 гр	3 гр	4 гр	5 гр	6 гр	7 гр
03.06.19	-	-	-	-	-	-	-
06.06.19	24	40	34	0	0	0	0

07.06.19	24	40	66	0	0	0	0
10.06.19	24	42	66	0	0	0	0
11.06.19	12	21	33	0	0	0	0

#### Наблюдения 06.06.2019

№ п/п	название	наблюдаемые проростки
1	контрольная группа	взошли неравномерно, три проростка была в длину 5 мм, остальные 1-2 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
2	песок обычный	взошли равномерно, размер примерно одинаковый (в среднем 3 мм). Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
3	песок технический	взошли неравномерно, четыре проростка имели длину более 10 мм, остальные менее 5 мм. Внешний вид: ровный, без изменений.
4	реагент 0,5:1	-
5	тех. песок + реагент	-
6	реагент 1:1	-
7	реагент 3:1	почва покрылась соленой коркой, стала более плотной.

#### Наблюдения 07.06.2019

№ п/п	название	наблюдаемые проростки
1	контрольная группа	Новых проростков не появилось, размер увеличился на 7 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
2	песок обычный	Новых ростков не появилось, размер увеличился на 2 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
3	песок технический	Появилось много новых ростков, наблюдается равномерный рос, размер более 20 мм. Внешний вид: ровный, без изменений.
4	реагент 0,5:1	без изменений
5	тех. песок + реагент	без изменений
6	реагент 1:1	почва покрылась соленой коркой, стала более плотной.

7	реагент 3:1	на поверхности стали отчетливо видны кристаллы соли.
---	-------------	--

Наблюдения 10.06.2019

№ п/п	название	наблюдаемые проростки
1	контрольная группа	Новых проростков не появилось, размер увеличился на 1 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
2	песок обычный	Новых ростков не появилось, размер увеличился на 1 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
3	песок технический	Новых ростков не появилось, размер более 20 мм. Внешний вид: ровный, без изменений.
4	реагент 0,5:1	без изменений
5	тех. песок + реагент	без изменений
6	реагент 1:1	почва покрылась соленой коркой, стала более плотной.
7	реагент 3:1	на поверхности стали отчетливо видны кристаллы соли.

Наблюдения 11.06.2019

№ п/п	название	наблюдаемые проростки
1	контрольная группа	Новых проростков не появилось, размер увеличился на 1 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
2	песок обычный	Новых ростков не появилось, размер увеличился на 1 мм. Внешний вид: ровные, без существенных изменений.
3	песок технический	Новых ростков не появилось, размер более 20 мм. Внешний вид: ровный, без изменений.
4	реагент 0,5:1	без изменений
5	тех. песок + реагент	без изменений
6	реагент 1:1	почва покрылась соленой коркой, стала более плотной.
7	реагент 3:1	на поверхности стали отчетливо видны кристаллы соли.