

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Лицей №2» г. Чебоксары Чувашской Республики

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды

Номинация «Экологический мониторинг»

## **Определение влияния противогололедных реагентов на растения методом биотестирования**

Авторы работы:

Александрова Ольга Сергеевна, 11 класс МБОУ  
«Лицей №2» г. Чебоксары Чувашской  
Республики;

Научный руководитель:

Тихонова Лариса Александровна, учитель  
биологии МБОУ «Лицей №2»  
г. Чебоксары Чувашской Республики

2019 г.

## Оглавление

1. Введение
2. Цель, задачи, актуальность
3. Виды противогололедных реагентов и их влияние на почву и растения
4. Материалы и методика
5. Результаты и их обсуждение
6. Выводы
7. Рекомендации
8. Литература

С возникновением человеческой цивилизации появился новый фактор, влияющий на судьбу живой природы. С развитием науки и техники увеличились количества и объемы химических соединений, поступающих в атмосферу, загрязняющих водоемы, проникающих в почву и недра Земли, изменяющих протекание естественных круговоротов и др.

В современном мире экологи стремятся к тому, чтобы минимизировать отрицательное влияние на живую природу, но при этом сохранить возможность комфортной жизни для людей, что зачастую сделать непросто. Одним из показателей комфортности жизни является бесперебойная работа автотранспорта, особенно общественного транспорта в городах, расположенных в природных зонах с долгой и снежной зимой. А также всем нравятся города с большим количеством зеленых насаждений, и не только городских парков, но и, например, как в Чебоксарах, с большим количеством деревьев, газонами вдоль дорог.

В зимнее время для содержания магистралей чистыми от снежных и ледяных наносов в российских городах применяется большое количество твердых и жидких противогололедных реагентов. Большие объемы, а также химический состав противогололедных реагентов (ПГР) становятся одним из основных факторов, наряду с загазованностью воздуха, негативно влияющих на почвы и растения вдоль транспортных магистралей [Якубов, Николаевский, 2004]. Химические реагенты, используемые в составе ПГР, воздействуют на растительность, во-первых, через почвы, изменяя их химический состав и физические характеристики, что влечет структурные и функциональные изменения почвы, приводящие к стрессу и гибели насаждений, во-вторых, через воздух, вызывая отмирание стеблей и почек молодых побегов, задержку возобновления роста весной, преждевременное опадение листьев, снижение фотосинтетического потенциала [Якубов, 2001; Cainetal., 2001; Guidelines, 2007].

По нашим наблюдениям, после таяния снега на обочине дорог (ширина полосы до 1 м), отсутствует травянистый покров или он очень изрежен с низким разнообразием видов. Во время зимы дорогу посыпают различными реагентами, для того чтобы таял снег, не было оледенения дороги. И вся эта смесь снега и реагентов убирается снегоуборочными машинами и накапливается в течение зимы на обочине дорог, газонах, расположенных вдоль дорог. Весной мы наблюдаем, что около дороги лежит черная полоса грязи, которая препятствует росту растений. На побеге и корнях под действием загрязнителей наблюдаются морфологические изменения (искривление и низкорослость побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян). Ежегодно после таяния снега приходится убирать грязь, содержащую различные соли и песок. А также заново засеивать эти места семенами газонной травы, добавлять торф для повышения плодородия почвы.

Таким образом, в настоящий момент существует противоречие между необходимостью в зимнее время обеспечивать беспрепятственное движение автотранспорта по дорогам и стремлением сохранить здоровыми деревья, а также газоны с высоким видовым разнообразием растений и достаточно большим количеством экземпляров на единицу площади.

Мы решили установить в экспериментальных условиях, каким образом ПГР влияют на рост и развитие растений.

Актуальность данной проблемы заключается в том, что по весне «рассол», в который превращается тающий снег с растворенными ПГР, поступает в почву, засоляя ее. Это, по нашему мнению, не может не сказаться на растениях. Следует отметить, что благоустроенность города определяется и тем, какое количество зеленых насаждений приходится на каждого его жителя. [Госдоклад об экологической ситуации в Чувашской Республике в 2017 году]. Многие города, в том числе и Чебоксары, особенно в рамках реализации Указа Президента Чувашской Республики «О проведении Дня дерева «Посади

дерево и сохрани его» (от 28.03.2005 г. №30), стараются увеличить площадь зеленых насаждений в городе. Но, как было неоднократно подчеркнуто, главное не посадить растение, а его сохранить. Поэтому мы считаем, важно знать, каким образом ПГР могут повлиять на рост и развитие растений, что позволит в свою очередь определить перечень мер по снижению негативных последствий.

Гипотеза. Мы предполагаем, соль, содержащаяся в солевой смеси, которой в городе посыпают дороги в зимнее время, вместе со снегом накапливается на обочине дорог. Во время таяния снега происходит повышение концентрации соли в почве, что ведет к гибели придорожных растений, ухудшению состояния придорожных городских газонов.

Исходя из вышеизложенного, цель нашего исследования – определить влияние ПГР на рост и развитие растений в экспериментальных условиях.

Задачи исследования:

1. Изучить виды и состав противогололедных материалов.
2. Установить наличие ионов хлора в водной вытяжке почвы, взятой у автомобильной дороги в разных местах в г. Чебоксары.
3. Провести экспериментальное биотестирование влияния хлорида натрия на рост и развитие кресс-салата (процент всхожести семян, рост зародышевых корешков, появление проростков семян, рост побега).
4. Установить влияние раствора хлорида натрия разной концентрации на рост и развитие кресс-салата.

Основной химической группой ПГР, используемых на улицах российских городов, являются хлоридные реагенты. Их доля в общем количестве ПГР заметно превышает долю ацетатных, формиатных и нитратных реагентов. Среди наиболее часто применяющихся ПГР на хлоридной основе – хлориды натрия, кальция и магния. Реагенты на основе хлоридов магния считаются перспективными ПГР. Однако их воздействие на окружающую среду как в России, так и в зарубежных странах, на данный момент изучено слабо, в отличие от прочих хлоридов, что и послужило причиной данного исследования [Environmental..., 2009].

Долгое время решающим фактором в принятии решения, какой продукт использовать, оставалось воздействие противогололедных реагентов на траву, деревья, кустарники и насаждения. Хотя наиболее важным критерием для выбора противогололедного материала остается его эффективность, люди хотят быть уверены, что, решая одну проблему, они не создают другую.

Одним из первых на дорогах появился препарат «Бишофит» - хлористый магний. По оценке специалистов, этот реагент отлично справлялся с непосредственной задачей – растапливать лед, однако с экологической точки зрения магниевая соль ситуацию только ухудшила. Почва засаливается, и соответственно растения чахнут. Эксперимент с этим препаратом решили прекратить. Большие надежды специалисты возлагали на реагенты ацетатной группы, в частности «Антиснег» (ацетат аммония) и «Нордикс» (ацетат калия). Эти вещества состоят из биофильных (полезных) веществ, и не только плавят снег, но и оставляют после себя сухой асфальт. Но ... После обработки на улицах очень сильно пахнет уксусом. В результате эти реагенты было решено использовать только на продуваемых территориях.

В 2011-2012 годах из всех реагентов применялись только два: жидкий - «ХКМ» (хлористый кальций модифицированный) и твердый – ХК (хлористый кальций) – эти реагенты расплавляют лед. По словам профессора МГУ Д.М. Хомякова: «Дело не только в

том, какой хлорид используется. До тех пор, пока солевая нагрузка на город не будет уменьшена до 140-150 тысяч тонн, ни о каком разумном балансе, ни о каких переменах к лучшему и говорить нечего. Скажем прямо: сейчас происходит солевое отравление почв города Москва».

В борьбе с гололедом в Чувашии чаще применяется специальный реагент – «пескосоль»: смесь, которая состоит из природного песка с 15% и 50% содержанием солей. 100% техническую соль применяют лишь в особо сложных ситуациях. Основной компонент «пескосоли» — хлорид натрия. Он расплавляет лед и впитывает в себя влагу. В последние два года в городе Чебоксары на центральных улицах применяют реагент «Бионорд». В составе реагента «Бионорд» хлористый натрий (80%), хлористый кальций (60%), формиат натрия (ингибитор коррозии) – 80%, карбамид (биофильная добавка) -20% (III- IV класс опасности).

Применение ПГР для устранения скользкости на дороге в итоге является причиной техногенного засоления придорожных почвогрунтов и изменения геохимических условий произрастания зеленых насаждений.

Таким образом, основным ПГР в г. Чебоксары является пескосоль, который относится к хлоридным реагентам. Весной с дождями смывается определенная концентрация хлорид-ионов в почвогрунт, вызывая «солевое отравление» почв. Но постепенно их концентрация уменьшается за счет дождей. В большинстве случаев в почвогрунтах также отмечается повышенное содержание тяжелых металлов от влияния автотранспорта, ГСМ, продуктов сгорания топлива и т. д. Вместе они усиливают фитотоксический эффект (химические соединения, наносящие ущерб растениям, включая обеспложивание, осыпание листвы, аномальное развитие, или вызывающие гибель растения).

Для того, чтобы химическим путем установить наличие хлорида натрия (ионов хлора) в почвогрунте, мы взяли пробы почвы. По данным Г.В. Пироговской, С.С. Хмелевского (Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь) натрий и хлориды накапливаются в почвах вдоль автодорог в основном за счет ПГР, и в частности, хлорида натрия (песчано-галитные смеси), который в России и Беларуси занимает более 90% от общего количества применяемых солевых антифризов. Поступление их в почву зависит от периодичности внесения противогололедных реагентов и их суммарных количеств, которые меняются от года к году и во многом зависят от конкретных погодных условий.

Было выбрано три точки взятия почвенных проб в г. Чебоксары:

- 1) трасса г. Чебоксары – г. Новочебоксарск (в районе д. Пихтулино) – образец №1,
- 2) в центре города Чебоксары (ул. К. Маркса) – образец №2
- 3) на перекрестке ул. Афанасьева и Московский проспект г. Чебоксары – образец №3.

Мы приготовили фильтрат водной вытяжки почв из всех образцов. Сделали навеску почвы 15 г, растерли ее в фарфоровой ступке, перенесли в колбу и прилили 25 мл стерильной воды. Содержание колбы тщательно взболтали и дали отстояться в течении 5-10 минут. Затем (после легкого взбалтывания) отфильтровали в другую колбу, используя бумажный фильтр.

Для обнаружения хлорид-ионов мы применили качественный анализ. В пробирку с 2 мл фильтрата добавили 1-2 капли 0,1М раствора нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ). При наличии в фильтрате хлорид-иона образуется белый осадок хлорида серебра. При концентрации хлорид-иона в количестве десятых долей процента (0,1x%) и более образуется обильный хлопьевидный осадок. При содержании сотых и тысячных долей процента (0,01x% - 0,001x%) хлоридов осадок не выпадает, но раствор мутнеет.

Во всех взятых нами образцах выявлено наличие хлорид-ионов в концентрации 0,01x% - 0,001x %, так как видна слабая реакция – помутнение фильтрата, образования хлопьевидного осадка не обнаружено.

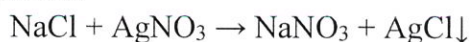


Таблица 1

Наличие хлорид-ионов в почвенной вытяжке в опытных образцах

Место взятия образца почвы	№ образцов	Содержание хлорида-иона	Концентрация хлорид-иона
трасса г. Чебоксары – г. Новочебоксарск	1	слабая реакция, помутнение фильтрата	0,01x% - 0,001x %
в центре города Чебоксары (ул. К. Маркса)	2	слабая реакция, помутнение фильтрата	0,01x % - 0,001x %
перекресток ул. Афанасьева и Московский проспект г. Чебоксары	3	слабая реакция, помутнение фильтрата	0,01x % - 0,001x %

Таким образом во всех образцах почвы посредством качественного анализа обнаружено наличие хлорид-ионов в концентрации сотых и тысячных долей процента.

Для установления влияния противогололедных материалов на рост и развитие растений мы использовали метод биотестирования. В качестве бионидикатора нами использовался кресс-салат (лат. *Lepidium sativum*) рода Клоповник (*Lepidium*) семейства Капустные, или Крестоцветные (*Brassicaceae*) сорта «Ажур». Семена кресс-салата были приобретены в цветочном отделе одного из магазинов г.Чебоксары, выбранного случайным образом. Поставщик семян – ООО «Агрофирма «Аэлита» (г. Москва).

Все биологические системы – организмы, популяции, биоценозы – в ходе своего развития приспособились к комплексу факторов окружающей среды, завладев в биосфере определенной биологической нишей. По отношению к любому фактору организм обладает определенным диапазоном устойчивости и толерантности. При значениях фактора, близких к пределам толерантности, организм обычно может существовать лишь недолгое время – это зона угнетения (пессимума). Условия, благоприятные для жизнедеятельности, называются оптимальными – зона оптимума. Организмы обладают разными диапазонами устойчивости. В связи с этим организмы или сообщества, чьи жизненные функции тесно связаны определенными факторами среды, называют биоиндикаторами. Растения-индикаторы как бы суммируют в себе важные данные о загрязняющих веществах, указывают скорость происходящих изменений, пути миграций, места скоплений их в экосистемах, позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека. Метод биоиндикации находит широкое применение в лесном и сельском хозяйстве, селекции растений, оценке влияния антропогенного фактора. Этот метод, по словам академика В.Е. Соколова (1990), имеет существенное преимущество перед дорогостоящими и трудоемкими физико-химическими методами. Его отличает относительная быстрота проведения достаточно точных и легко воспроизводимых результатов, небольшая погрешность.

Использование в контролируемых условиях биологических объектов (тест-объектов) для выявления и оценки действия факторов (в том числе и токсических) окружающей среды на организм, его отдельную функцию или систему организмов называется биотестирование.

Исследования проводились по методикам, предложенным А.И. Федоровой и А.Н. Никольской в «Практикуме по экологии и охране окружающей среды» (2003), а также в

учебном пособии для вузов «Экологический мониторинг» под редакцией Т.Я. Ашихминой (2005).

Кресс-салат – однолетнее овощное растение, обладающее повышенной чувствительностью к загрязнениям почвы тяжелыми металлами, а также загрязнению воздуха газообразными выбросами автотранспорта и другим факторам. 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, искривление побегов, уменьшение длины и массы корней, а также числа и массы семян).

По данным Голополосовой Т. В., Максимовой Е. Е., студентов Тульского государственного педагогического университета им. Л.Н. Толстого все 10% растворы солей хлорида натрия вызывали либо отсутствие роста кресс-салата. 1% растворы солей во всех случаях приводили к слабому росту кресс-салата, а 0,1% вызывали средний рост. Таким образом, высокие концентрации хлорида натрия действовали на растения губительно, а в остальных случаях отличался слабым рост по сравнению с контролем.

Предварительно партию семян, предназначенных для эксперимента, проверили на всхожесть. Для этого семена кресс-салата проращивались в чашках Петри на увлажнённом ватном диске в количестве 50 штук. В течение двух суток семена проросли, процент проросших семян составил 94%, что считается нормой.

Нами был изготовлен 5% раствор хлорида натрия (поваренной соли). Далее этот раствор использовали в разведении для получения опытных растворов концентрации 2,5%; 1,25%; 0,31%; 0,16%; 0,08%. Мы сочли нецелесообразным делать растворы большой концентрации, так как по данным Голополосовой Т. В., Максимовой Е. Е. все 10% растворы солей вызывали отсутствие роста кресс-салата.

Опыты были заложены в трехкратной повторности. Семена кресс-салата по 10 штук были посеяны на нейтральный субстрат, представляющий собой ватный диск (т.е. чистая целлюлоза), помещенный в емкости – чашки Петри и пластмассовые крышки.

Семена высажены 4 января 2019 года. Емкости с посевами были размещены на подоконнике. Окно имеет юго-восточную экспозицию. Солнце практически всю первую половину дня расположено на стороне окна.

Ватные диски были однократно пропитаны опытными растворами и в контрольных образцах – отстоянной водопроводной водой. Затем все образцы поливались в одинаковом режиме – примерно 30 мл отстоянной водопроводной воды 1 раз в два дня. Наблюдения за ростом и развитием растений проводились ежедневно в одни и те часы суток (15.00 ч.).

На начальном этапе эксперимента наблюдение велось за количеством проросших семян и длиной корешка проростка. Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Длина корня проростка кресс-салата (мм)

		Емкость			Средняя длина корня, мм
		1	2	3	
Концентрация	Контроль	3,2 (n=9)	4,1 (n=8)	3,9 (n=9)	3,73
	2,5%	0	0	0	0
	1,25%	0	0	0	0
	0,31%	2,9 (n=8)	3,2 (n=10)	3,6 (n=9)	3,23
	0,16%	3,7 (n=9)	4,1 (n=10)	4,1 (n=10)	3,97
	0,08%	6,6 (n=10)	5,2 (n=9)	5,5 (n=8)	5,77

Согласно полученным данным, длина корня проростков кресс-салата зависит от концентрации раствора хлорида натрия: наибольшая средняя длина корешка равна 5,77 мм у образцов, выросших в среде раствора хлорида натрия с концентрацией 0,08 %.

По нашим наблюдениям для кресс-салата критическими оказались концентрации хлорида натрия в 2,5% и 1,25% (таблица 3). Рост растений при концентрации 0,31% и 0,16%, а также в контроле примерно одинаков. Стимулирующее влияние на рост и развитие кресс-салата оказала концентрация соли, равная 0,08%.

Таблица 3

Количество семян с проростком (шт.)

		Емкость		
		1	2	3
Концентрация	Контроль	7	3	4
	2,5%	0	0	0
	1,25%	0	0	0
	0,31%	1	3	6
	0,16%	3	3	3
	0,08%	9	3	6

С третьего дня наблюдения в качестве параметра нами была выбрана высота побега, так как корешок углубился в волокна ватного диска и стало невозможно его извлекать для измерения без повреждения, так как корневые волоски сплелись с волокнами ваты. Динамику высоты побега можно проследить по данным, приведенным в таблицах 4-6, а также на диаграммах 1-4.

Интерес для анализа также представляет и количество экземпляров, пригодных для измерения в каждой емкости (в таблице количество измеренных экземпляров обозначено n). Пригодными для измерения мы принимали такие растения, у которых стебелек поднялся вертикально, а листочки в основном расправлены. Поэтому в некоторых случаях в ячейке таблицы стоит 0, так как ни один из проростков не соответствовал этим требованиям: чаще всего стебелек был слишком короток, а листочки свернуты.

Диаграмма 1

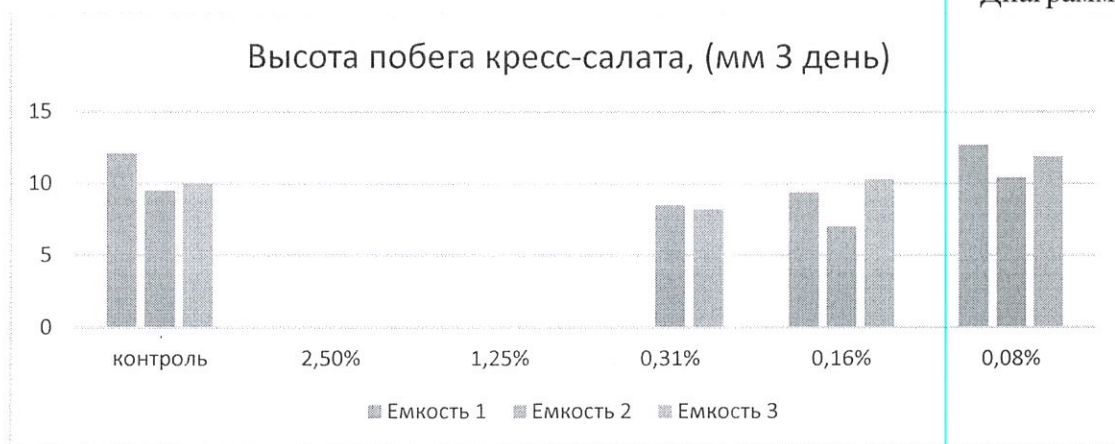


Таблица 4

## Высота побега. День 3

		Емкость			Средняя высота побега, мм (% к контролю)
		1	2	3	
Концентрация	Контроль	12,1 (n=7)	9,5 (n=2)	10 (n=2)	10,5
	2,5%	0	0	0	0
	1,25%	0	0	0	0
	0,31%	0	8,5 (n=2)	8,2 (n=5)	8,4 (80,0)
	0,16%	9,4 (n=5)	7 (n=4)	10,3 (n=4)	8,9 (84,8)
	0,08%	12,7 (n=9)	10,4 (n=7)	11,9 (n=7)	11,7 (111,4)

По нашим данным, среди измеренных образцов самыми длинными оказались образцы, растущие в среде с концентрацией хлорида натрия 0,08% и контроль, а образцы, растущие в среде с концентрацией 2,5% и 1,25% к этому моменту даже не тронулись в рост, корешок отсутствует.

Диаграмма 2

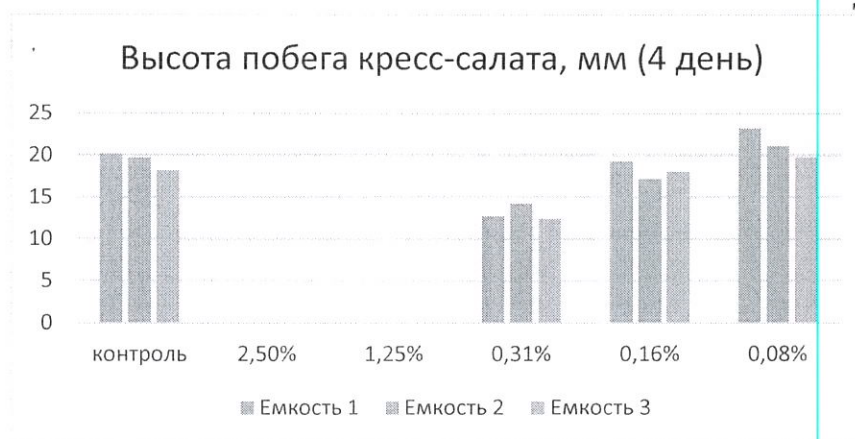


Таблица 5

## Средняя высота побега кресс-салата, мм. День 4

		Емкость			Средняя высота побега, мм (% к контролю)	Суточный прирост, мм	Суточный прирост, % к высоте побега предыдущего измерения
		1	2	3			
Концентрация	Контроль	16,1 (n=9)	14,3 (n=8)	12,6 (n=9)	14,3	3,8	44,0
	2,5%	0	0	0	0	–	–
	1,25%	0	0	0	0	–	–
	0,31%	8,7 (n=3)	10,1 (n=10)	10,1 (n=9)	9,6 (67,1)	1,2	14,3
	0,16%	15,2 (n=9)	13,7 (n=10)	14,2 (n=10)	14,4 (100,7)	5,5	61,8
	0,08%	18,4 (n=9)	17,6 (n=8)	16,2 (n=9)	17,4 (121,7)	5,7	48,7

На четвертый день средняя высота побега кресс-салата (таблица 5) в среде с концентрацией 0,08% равна 17,4 мм, что превышает среднюю высоту контрольных образцов на 27,1%. Высота побегов кресс-салата в среде с концентрацией 0,16% практически равна высоте контрольных образцов. В образцах 1,25% и 2,5 % - семена набухли, но корешка еще нет.

Наибольший относительный прирост побегов (или суточный прирост, %) представлен в таблице 5. Эту характеристику роста и развития побегов мы вычисляли по следующей формуле:

$$(H_4 - H_3) : H_3 \times 100\%,$$

где H<sub>3</sub> – высота побега в 3 день; H<sub>4</sub> – высота побега в 4 день.

Аналогично рассчитали и суточный прирост побегов к 5 дню наблюдений.

Диаграмма 3

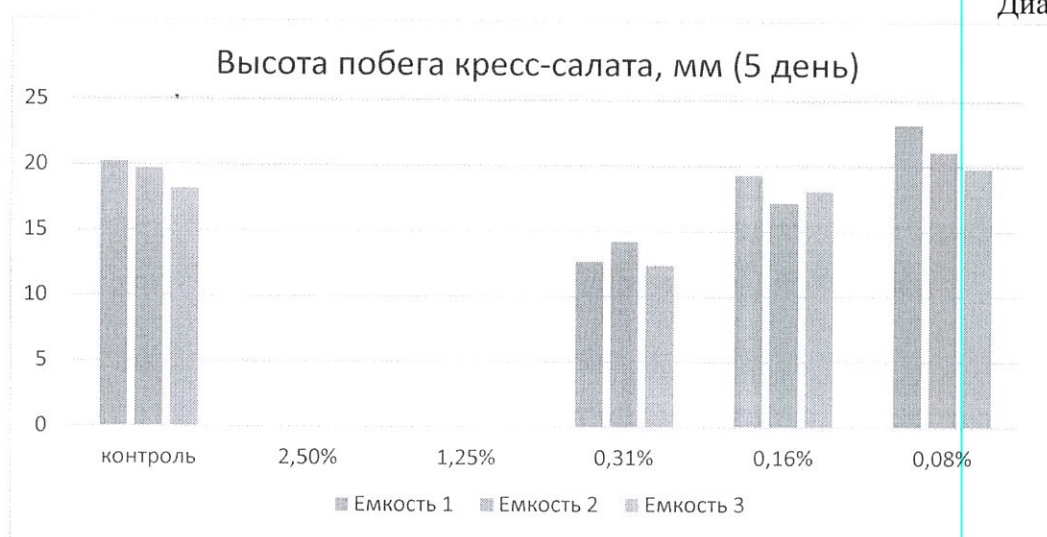


Таблица 6

Высота побега (мм). День 5

		Емкость			Средняя высота побега, мм (% к контролю)	Суточный прирост, мм	Суточный прирост, % к высоте побега предыдущего измерения
		1	2	3			
Концентрация	Контроль	20,2 (n=9)	19,7 (n=8)	18,2 (n=9)	19,4	5,1	35,7
	2,5%	0	0	0	0	–	–
	1,25%	0	0	0	0	–	–
	0,31%	12,7 (n=6)	14,2 (n=9)	12,4 (n=10)	13,1 (67,5)	3,5	36,5
	0,16%	19,3 (n=9)	17,2 (n=10)	18,1 (n=10)	18,2 (93,8)	3,8	26,4
	0,08%	23,2 (n=9)	21,1 (n=8)	19,8 (n=9)	21,4 (110,3)	4,0	22,98

Диаграмма 4

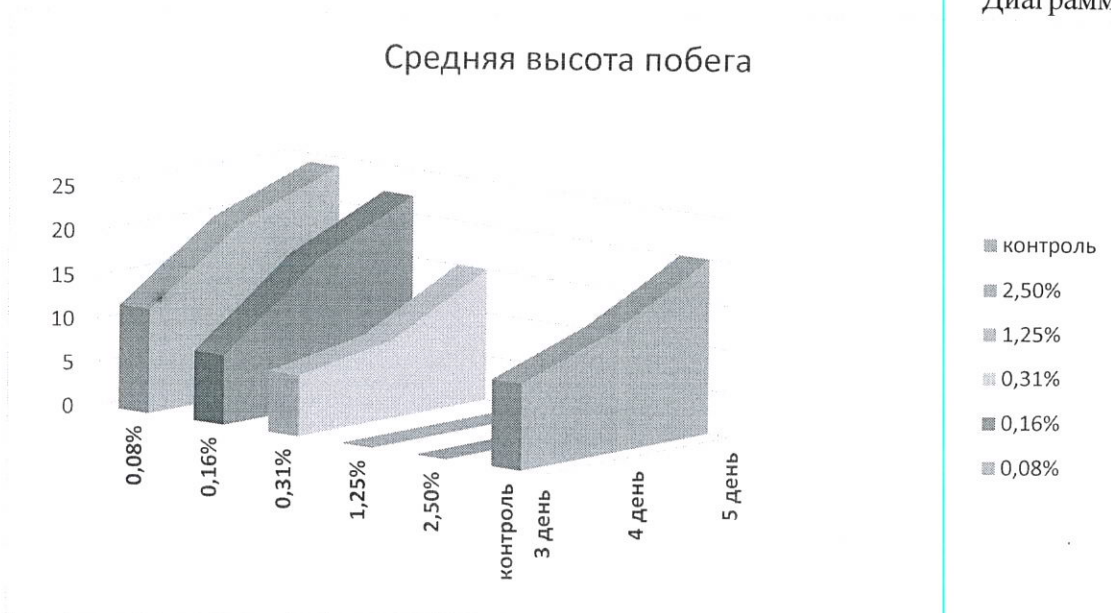


Таблица 7

Относительная средняя высота побега кресс-салата, выращенного в среде с различной концентрацией хлорида натрия

Концентрация	Средняя высота побега в мм (% к средней высоте контрольных образцов)		
	3 день	4 день	5 день
Контроль	10,5 (100)	14,3 (100)	19,4 (100)
2,5%	0	0	0
1,25%	0	0	0
0,31%	8,4 (80,0)	9,6 (67,1)	13,1 (67,5)
0,16%	8,9 (84,8)	14,4 (100,7)	18,2 (93,8)
0,08%	11,7 (111,4)	17,4 (121,7)	21,4 (110,3)

Таблица 8

Темп роста побега кресс-салата

Концентрация	Высота побега, %		
	3 день	4 день	5 день
Контроль	100	136,2	184,8
2,5%	–		
1,25%	–		
0,31%	100	114,3	163,1
0,16%	100	161,8	204,5
0,08%	100	148,7	182,9

Полученные нами результаты подтвердили данные Сидоровой Л.В. (Вестник ОГУ №6 2009 г., с. 611-612): с увеличением концентрации солей всхожесть и прорастание семян кресс-салата на засоленных почвах последовательно снижалось, вплоть до ее полного

отсутствия при концентрации солей выше 4% в растворах хлорида натрия, с хлоридом магния и сульфатом магния. На почве при концентрации солей выше 2% семена не прорастали в присутствии как хлористого натрия, так и хлорида кальция.

При этом мы отметили, в образце с концентрацией хлорида натрия 0,31% средняя относительная высота побегов не превышала 80% от высоты побегов контрольного образца, в образце с концентрацией хлорида натрия 0,16% средняя относительная высота побегов составила 84-100% от высоты побегов контрольного образца, но при этом имеет самый высокий темп роста в нашем эксперименте. Наконец, в образце с концентрацией хлорида натрия 0,08% средняя относительная высота побегов всегда превышала 100% от высоты побегов контрольного образца.

Таким образом, наша гипотеза частично подтвердилась. Хотя неясными остаются некоторые вопросы: концентрация ионов хлорида в почвенной вытяжке составляет сотые доли процента, как мы установили во взятых нами образцах; при биотестировании в среде с концентрацией 0,08% мы не выявили неблагоприятного влияния на рост и развитие кресс-салата; налицо противоречие – почему тогда растительность газонов выглядит угнетенной и редкой? Но это задача для будущего исследования.

## ВЫВОДЫ

1. Для борьбы с гололедом в настоящее время можно применять разнообразные средства, среди которых: хлорид натрия технический карьерный, «Бишовит» (хлористый магний); «Антиснег» (ацетат аммония) и «Нордикс» (ацетат калия); «ХКМ» (хлористый кальций модифицированный); ХК (хлористый кальций); «Пескосоль» (хлорид натрия), «Бионорд» (хлористый натрий, хлористый кальций). Чаще всего применяют соль, в основном содержащую хлорид натрия. При очистке дорог снег сбрасывается на обочину, что способствует засолению почвы и гибели растений.

2. Качественный анализ водной вытяжки почвы показал, что ионы хлорида содержатся во всех взятых образцах почвы, их концентрация оценивается в сотые и тысячные доли процента ( $0,01x - 0,001x$  %).

3. По нашим наблюдениям время появления корешка у кресс-салата и его длина в среде с концентрацией  $0,31\%$  и  $0,16\%$ , а также в контроле примерно одинаковы. При концентрации соли в  $0,08\%$  у большего количества семян появился проросток, длина корешка превышала другие образцы на  $30-40\%$ , контрольные образцы – на  $35,4\%$ .

4. Биотестирование зависимости роста и развития кресс-салата от концентрации раствора хлорида натрия показало:

1) Концентрации, равные  $2,5\%$  и  $1,25\%$ , являются критическими, так как практически прекращают рост и развитие кресс-салата.

2) Средняя относительная высота побегов при концентрации хлорида натрия  $0,31\%$  не превышала  $80\%$  от высоты побегов контрольного образца, в образце с концентрацией хлорида натрия  $0,16\%$  средняя относительная высота побегов составила  $84-100\%$  от высоты побегов контрольного образца, в образце с концентрацией хлорида натрия  $0,08\%$  (то есть сотые доли %, как во взятых нами образцах почвы) средняя относительная высота побегов всегда превышала  $100\%$  от высоты побегов контрольного образца.

3) Наибольший темп роста имеют образцы в среде с концентрацией хлорида натрия  $0,16\%$ : прирост до более чем  $200\%$ . Контрольные образцы и в среде с концентрацией  $0,08\%$  имеют практически одинаковый темп роста.

## РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При уборке снега с городских улиц необходимо складировать снег в специально отведенных местах, чтобы не повышать содержания соли в почве и в водоемах, куда может поступать вода, образовавшаяся в результате таяния снега.

2. При строительстве снежных фигур и горок во дворах жилых домов, если для этих целей используется снег с дорог и тротуаров, обработанных противогололедными материалами, необходимо вывозить эти фигуры до их таяния.

3. Вместо противогололедных материалов использовать побольше мраморную или гранитную крошку;

4. Также соблюдать нормы (допустимую дозу) и концентрацию, также технологию распыления противогололедных реагентов.

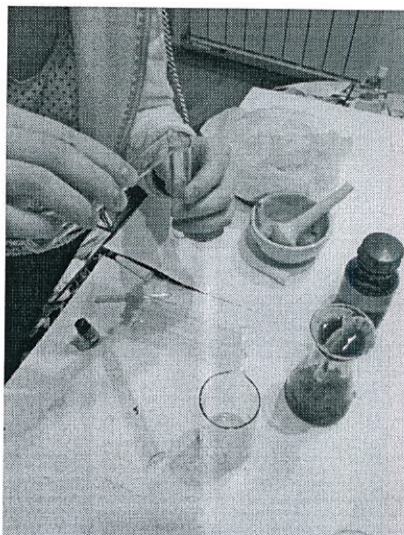
5. Городским экологическим службам необходимо контролировать содержание хлорид-ионов в почве, чтобы не допускать угнетения роста растений на газонах, так как зеленый газон снижает запыленность воздуха и препятствует повышению температуры воздуха в «зеленых зонах» городов в летние дни.

## ЛИТЕРАТУРА

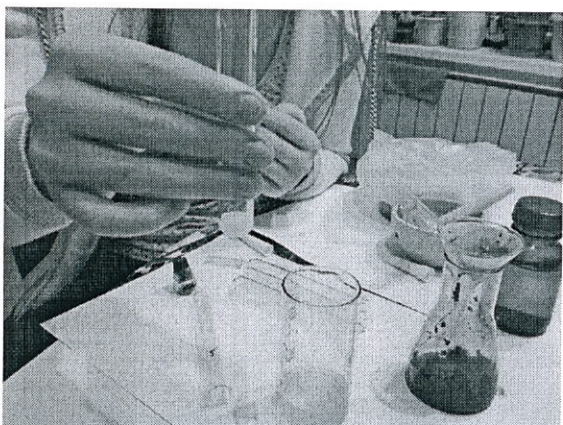
1. Государственный доклад «Об экологической ситуации в Чувашской Республике в 2017 году»: Монография. – Чебоксары, 2018. – 73 с.
2. Азовцева Н.А. Влияние солевых антифризов на экологическое состояние городских почв: автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.00.27 / Н.А Азовцева; МГУ им. М.В. Ломоносова фак. почвоведения.– М., 2014. – 23 с.
3. Герасимов А.О., Чугунова М.В. Воздействие противогололедных средств на основе хлоридов магния на высшие растения и почвенные микроорганизмы. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2016. вып. 217.
4. Гладков Е.А., Евсюков С.В., Шевякова Н.И., Долгих Ю.И., Гладкова О.Н., Глушецкая Л.С. Влияние противогололедных реагентов на газонные травы. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 18, №5, 2016 г.
5. Голополосова Т. В., Максимова Е. Е. Влияние засоленности на протеазную активность почв, рост и развитие растений - Вестник Тульского государственного педагогического университета им. Л.Н. Толстого 2005, №02, Естественные и физико-математические науки.
6. Дмитриев А.И. Биоиндикация. – Н. Новгород, 1996. – С.34.
7. Козицкая Ю, Н., Шавнин С. А., Голиков Д. Ю., Юсупов И. А., Лопатин К. И., Крупинин Н. Я., Фитотоксичность противогололедных материалов и их влияние на состояние придорожных почвогрунтов / Проблемы устойчивого развития региона: Материалы третьей школы-семинара молодых ученых России (8-12 июня 2014 г.) – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2014. С. 223-225.
8. Николаев Ю.Н., Шестакова Т.В., Бычков А.Ю., Маркова Ю.Л., Лубакова Т.Н., Яникеева О.Е., Солевое загрязнение почв растительности в НП «Лосиный остров»//Новые идеи в науках о Земле. Том 4., М., 2016. С.44.
9. Николаевский В.С., Якубов Х.Г. Новые методы оценки устойчивости древесных растений к комплексу экстремальных факторов мегаполиса // Проблемы озеленения городов: альманах / под общ. ред. Х.Г. Якубова. М.: Прима-М, 2004. Вып. 10. С. 146–149.
10. Пироговская Г.В., Хмелевский С.С. Содержание натрия, хлоридов и сульфатов в почвах г. Минска  
[http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro\\_pdf/44/44-28.pdf](http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro_pdf/44/44-28.pdf)
11. Сидорова Л.В. Влияние техногенного засоления на фитотоксичность почв, Вестник ОГУ №6 (100)/июнь 2009 г., с. 611-612 (Институт Биологии УНЦ РАН г. Уфа)
12. Стародубов А.Г., Чудакова С.Б., «Эколого-гигиеническая оценка опасности антигололедных реагентов» Сборник докладов 4-ого Международного конгресса по управлению отходами, 2005, 20-32 с.
13. Хомяков Д.М. Воздействие хлоридных противогололедных реагентов на засоление почв. / Д.М. Хомяков, Е.А. Чекулаева // Агрэкологическая оптимизация земледелия / Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск, 2014 – С.
14. Якубов Х.Г., Николаевский В.С. Удаление натрия и хлоридов из почв города в целях улучшения условий роста и развития древесных растений // Экология большого города: альманах. Вып. 5. Проблемы содержания зеленых насаждений в условиях Москвы. М.: Группа Стагирит, 2001. С. 100–105.



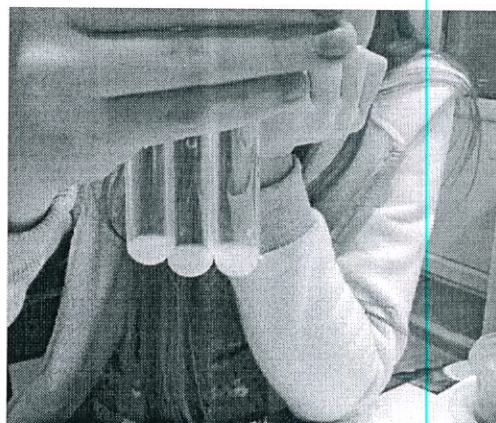
№1



№2



№3

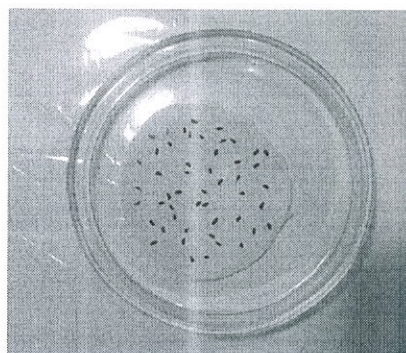


№4

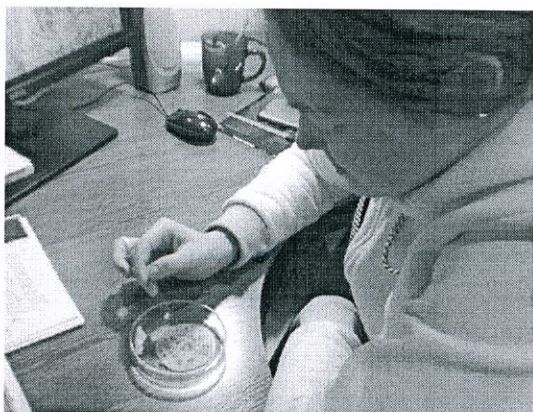
Химический анализ почвы на наличие хлорид ионов (фото №1,2,3,4)



№5

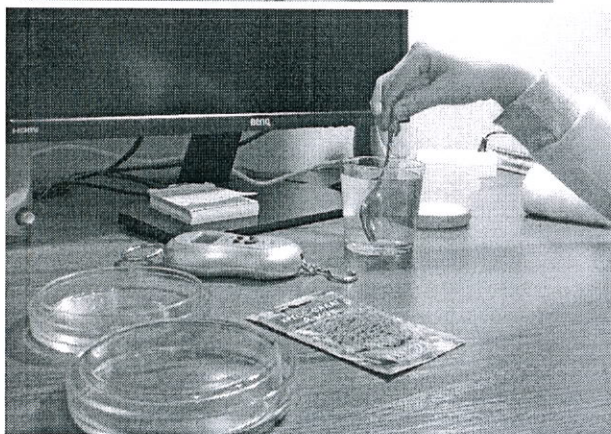


№6



Проверка всхожести семян кресс-салата «Ажур» (фото №5,6,7)

№7

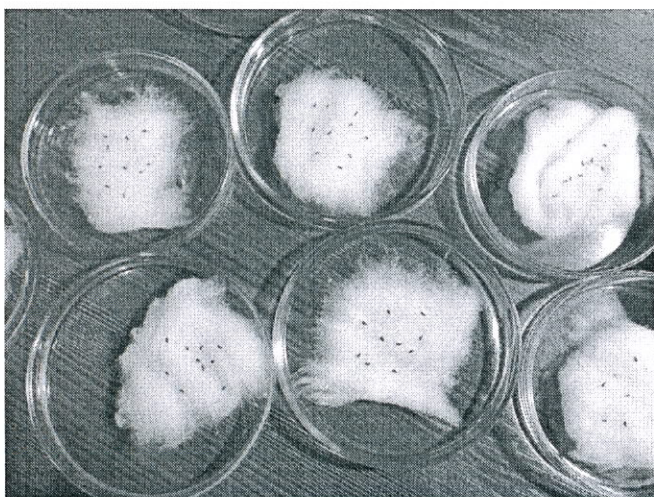


№8



№9

Приготовление разной концентрации растворов хлорида натрия (фото №8,9)

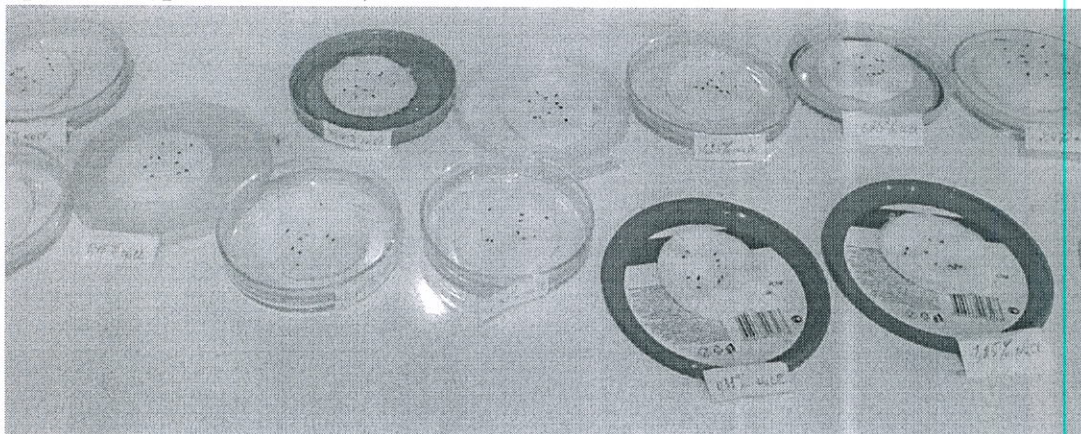


№10



№11

Раскладка семян кресс-салата (10 штук) в чашки Петри и пластмассовые крышки (фото №10,11)



№12

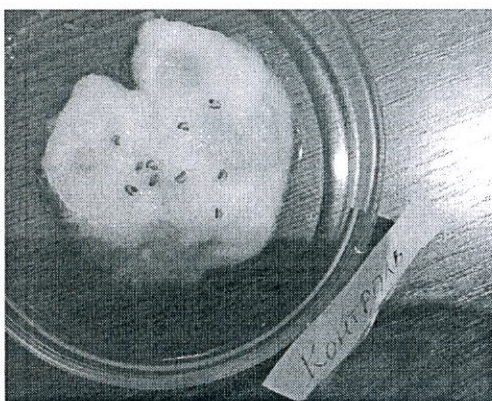
Готовые образцы (Фото №12)



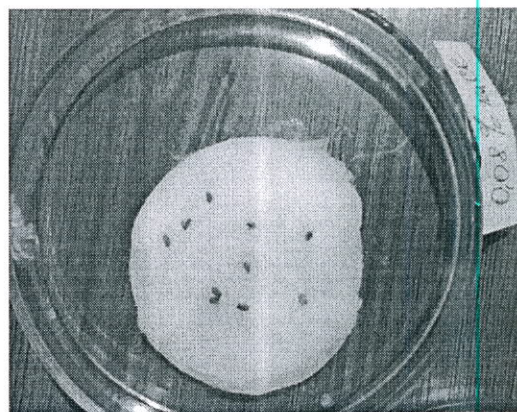
№13, №14



Измерение корешков кресс-салата (Фото №13,14)

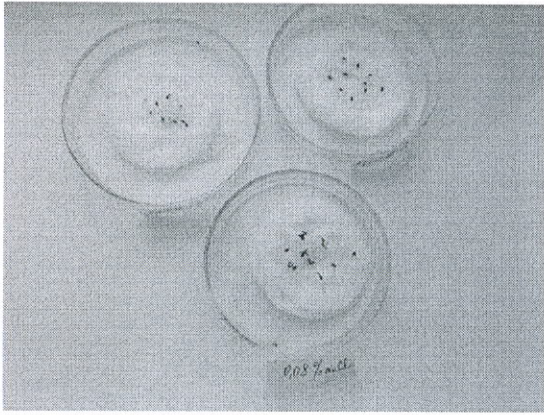


№15

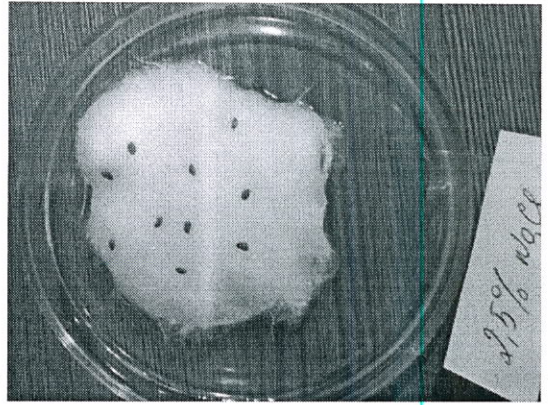


№16

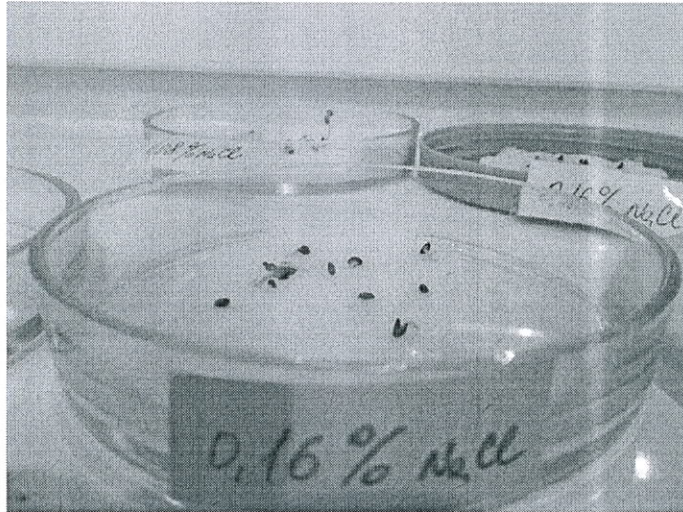
Образцы с корешками (1 день) (фото №15,16)



№17



№18

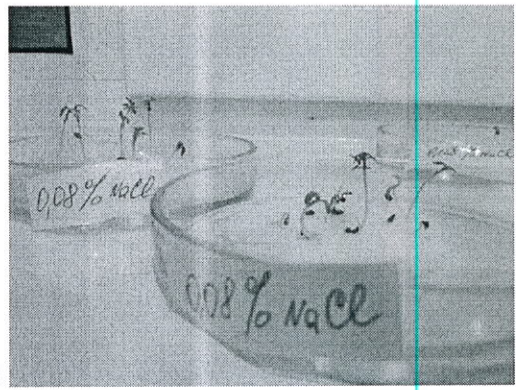


№19

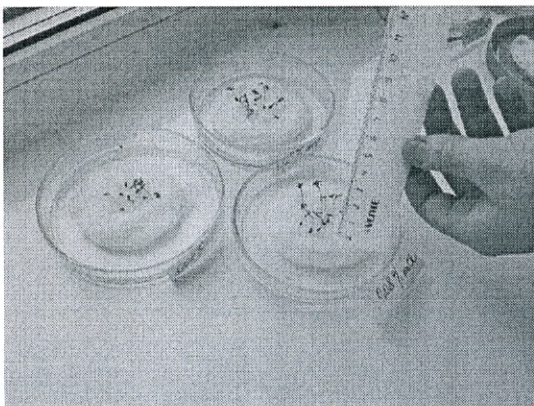
Образцы кресс-салата (2 день) (фото №17,18,19)



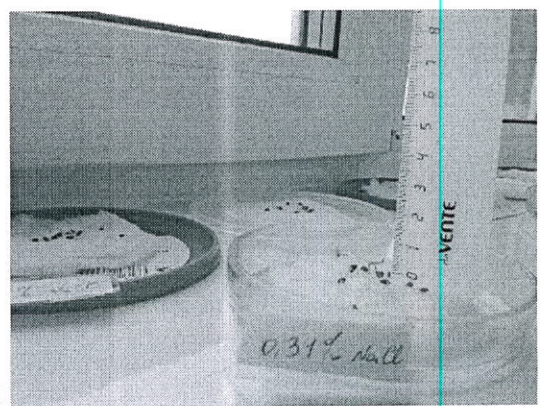
№20



№21

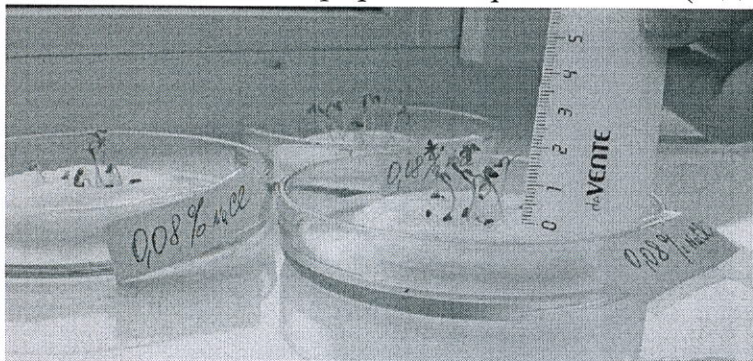


№22



№23

Измерение длины проростка кресс-салата (3 день) (фото №20,21,22,23)

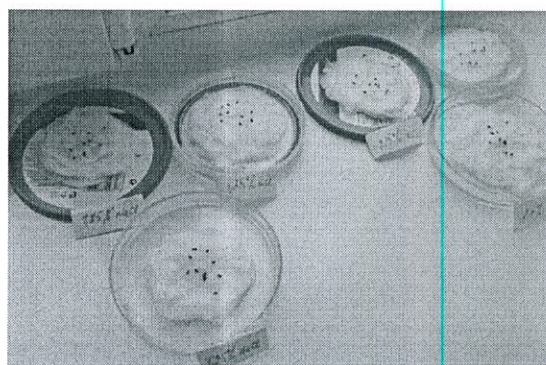


№24

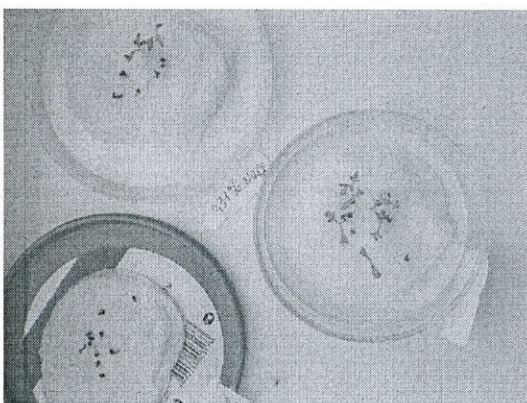
Измерение длины проростка кресс-салата (4 день) (фото №24)



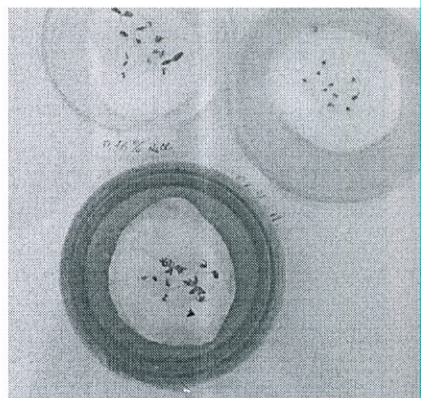
№25



№26



№ 27



№28

Образцы, готовые к измерению (5 день) (фото №25,26,27,28)