

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Автор:

Коршунова Наталья Олеговна

ученица 9 «Е» класса

ГБОУ «Гимназия №1748 «Вертикаль»

г. Москва

Руководитель:

Коршунова Нина Владимировна

учитель химии и биологии

ГБОУ «Школа №356 им. Н.З. Коляды»

г. Москва

СОЛЬ ЗЕМЛИ

Аннотация: в ряде крупных городов содержание хлоридов в почве сопоставимо с их содержанием на засоленных территориях. В данной работе авторы исследовали содержание хлорид-ионов на разной удаленности от автомагистрали и на разной глубине. Исследование содержания хлорид-ионов проводилось методом титрования водной вытяжки почвы. В качестве эталона сравнения использовалась почва дачного участка, никогда не подвергавшаяся воздействию антигололедных препаратов. Содержание хлорид-ионов выше в пробах, взятых ближе к автомагистрали, в пробах нижних горизонтов.

Ключевые слова: засоленность почвы, антигололедные препараты, содержание хлорид-ионов, титрование, биологическое действие ионов.

В ряде крупных городов содержание хлоридов в почве сопоставимо с их содержанием на засоленных территориях. Используя антигололедные препараты, человек обеспечивает этим некоторую безопасность на зимних дорогах, но создает ряд других проблем, которые будут решаться десятилетиями.

Цели исследования: выяснить содержание хлоридов в пробах почв территорий, прилегающих к Щелковскому шоссе, установить закономерность содержания хлоридов в связи с удаленностью от автомагистрали и глубиной горизонта.

Задачи исследования

- сбор информации об используемых антигололедных препаратах в городе Москве;
- отбор проб почв с территорий, прилегающих к Щелковскому шоссе;
- проведение исследования взятых проб; количественное определение хлоридов.

Выбор объекта исследования: пробы почв территорий, прилегающих к Щелковскому шоссе, взятых с разных глубин залегания.

Методы и средства исследования: Отбор проб почв, проведение их химического анализа. В качестве контроля использовалась почва с дачного участка.

Оборудование и материалы: маркированные пластиковые пакеты; металлическая лопатка; GPS – навигатор, цифровой фотоаппарат 5 МП; штатив лабораторный, химические стаканы на 200 мл, колбы емкостью 1 л (8 шт.), бюретка, набор реактивов: растворы 0,05 н нитрата серебра (AgNO_3), 5% дихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

В своей работе мы выдвигаем гипотезу, что содержание хлоридов будет максимальным в нижних слоях почв ближних к Щелковскому шоссе и тротуарам участков.

Противогололедные реагенты (ПГР) – твердые или жидкие химические искусственные средства, распределяемые по поверхности дорожного покрытия для борьбы с зимней скользкостью и направленные на поддержание в допустимом состоянии элементов объектов дорожного хозяйства в процессе их эксплуатации в зимний период. В 60-х годах прошлого века основным противогололедным реагентом была пескосоляная смесь, состоящая из 92% песка и 8% технической соли. В настоящее время в качестве основного противогололедного средства для обработки проезжей части используется жидкий реагент – 28% раствор хлористого кальция модифицированного (ХКМ). Нормы расхода хлористого кальция

Летние каникулы

в среднем на 30–40% ниже. При этом он весьма эффективен при низких температурах (до 35°C). ХКМ не позволяет образовываться гололеду и снежно-ледяным накатам. Но он обладает рядом недостатков. Одним из главных минусов ХКМ является короткий срок действия реагента – 3 часа. Это приводит к тому, что дороги в течение суток необходимо обрабатывать несколько раз. Ученые Московского автодорожного института (МАДИ) также выяснили, что после обработки дорожной наледи жидким хлористым кальцием модифицированным, коэффициент сцепления шин с дорогой снижается на 30% даже по сравнению с мокрым асфальтом. Когда применяли техническую соль, влага испарялась, и дороги оставались сухими, ХКМ, напротив, притягивает влагу. Кроме того, по мнению экспертов, хлористый кальций вызывает аллергию у людей и разъедает металл автомобилей. По данным НИИ экологии человека и окружающей среды им. Сытина, количество аллергий у москвичей с приходом зимы значительно увеличивается. ХКМ агрессивен по отношению к обуви из натуральных материалов, небезопасен он и для животных. По мнению ветеринаров, зимой отмечается увеличение количества жалоб от собаководов, чьи питомцы стали чаще попадать в ветлечебницы с химическими ожогами лап.

В настоящее время можно говорить о преобладании хлоридо-сульфатного засоления почв Москвы. При данном типе засоления при содержании менее 0,25% легкорастворимых солей (очень слабозасоленные почвы) развитие и рост растений в норме, при содержании солей около 0,4% – происходит среднее угнетение растений и резкое падение урожайности, при 0,7 % – сильное угнетение растений и снижение урожайности на 50–80%, более 1% образуются солончаки. Дело в том, что весной, во время таяния снега, а также после дождей, легкорастворимые соли вроде бы должны вымываться, уходить в канализационные стоки и т. д. Однако исследованиями сотрудников Института почвоведения им. В.В. Докучаева было выявлено, что это далеко не так. Концентрации солей в почвах Москвы можно оценить в отдельных случаях как соответствующие средней степени засоления. Летом на поверхности почвы даже можно обнаружить высолы –

минералы галит и сильвин (хлориды калия и натрия), что характерно для солончаков (почв, которые образуются при накоплении солей в грунтовых водах и интенсивном испарении влаги). Городские растения не приспособлены к такому уровню засоленности почв, особенно страдают деревья, высаженные вдоль дорог. Избыточное содержание ионов натрия и хлорида в почве оказывает гиперосмотическое и токсическое действие на растение, и поддержание роста в этих условиях связано как с регуляцией водного и осмотического гомеостаза, так и с изменением свойств клеточных стенок растений (Cosgrove and Li, 1993) [2; 9].

Нарушение нормального водного режима сказывается на поступлении минеральных веществ в корневую систему и ткани растения. Под влиянием засоления изменяются проницаемость и свойства клеточной плазмы, зольный состав растений, может увеличиваться поступление и избыточное накопление вредных легкорастворимых солей и уменьшаться поступление необходимых для нормального развития и роста питательных веществ. Вследствие изменения обмена веществ у растений на засоленных почвах может снизиться продуктивность фотосинтеза и т. д. [5].

В организме растений натрий регулирует транспорт углеводов. Он важен для транспорта веществ через мембраны. Обеспеченность растений натрием повышает их зимостойкость. При недостаточности натрия замедляется образование хлорофилла.

В растительном организме ионы хлора участвуют в энергетическом обмене, положительно влияют на поглощение корнями кислорода. Ионы хлора работают в тандеме с ионами калия, регулируя правильное функционирование устьичных отверстий у растений, и тем самым контролируют водный баланс; участвуют в процессе фотосинтеза, в частности, в системе расщепления воды; следят за балансом катионов и транспортом их в растении; препятствуют проникновению грибковых инфекций; участвуют в окислительных реакциях растений. Предполагают, что хлор борется с лишним поглощением нитратов. Это может быть одной из составляющих его роли в предотвращении и подавлении многих болезней

растений, поскольку высокое содержание нитратов в растении приводит к различным грибковым, бактериальным и вирусным заболеваниям. Содержание хлора в организме растений составляет около 0,1% (по массе). Излишки хлора ведут к образованию жженных краев на молодых листьях. Если уровень хлора очень высок, саженцы слабо укореняются, а семена могут вообще не прорасти. При высоком содержании хлора листья приобретают желтовато-бронзовый оттенок, темпы их развития замедляются [6].

С агрономической точки зрения наиболее вредными для растений считаются гидрокарбонаты, карбонаты и сульфаты натрия, а также хлориды (особенно магния и кальция) [3].

Практическая часть.

Этапы работы:

1. *Отбор проб.* Для взятия проб была выбрана территория, прилегающая к Щелковскому шоссе в районе остановок «Чусовская улица» и «Улица Хабаровская». Были взяты пробы в 5 точках. Места взятия проб отмечены на карте и зафиксированы с помощью GPS – навигатора. Это сделано для возможности последующего отбора проб в тех же точках. В каждой точке пробы брались из верхнего горизонта (не глубже 10–15 см) и с глубины 60–80 см. Это было возможным в связи с проведением работ по реконструкции Щелковского шоссе. Образцы грунта собирались в промаркированные пластиковые пакеты объемом 6,5 литра. Пробы из верхнего горизонта маркировались номером и буквой А, из нижнего – номером и буквой В. В школе грунт перекладывался на промаркированные газеты и высушивался до сухого состояния. В качестве эталона использовали почву с дачного участка, которая не подвергалась воздействию антигололедных препаратов. У нас получилось примерно по 1 кг сухой почвы каждой пробы.

2. *Подготовка почвы к анализу* состоит в измельчении материала, удалении посторонних примесей, просеивании через сито с диаметром отверстий 1 мм и сокращении до небольшой массы (около 500 г). Для сокращения пробы пользуются методом квартования.

3. *Приготовление водной вытяжки.* Для ее приготовления 100 г воздушно-сухой просеяной почвы помещают в колбу на 1000 мл, добавляют 250 мл дистиллированной воды, взбалтывают в течение 5–10 мин и фильтруют.

4. *Качественный анализ.* К 5 мл фильтрата, помещенного в пробирку, прибавляют несколько капель 10% раствора азотной кислоты и по каплям 0,1 М раствор нитрата серебра. Образующийся осадок в виде белых хлопьев указывает на присутствие хлоридов.

5. *Количественный анализ.* Мы использовали титриметрический (объемный) метод. Он имеет ряд преимуществ: быстрота анализа, относительная простота и достаточная точность.

В коническую колбу помещают 50 мл исследуемой водной вытяжки, прибавляют 1 мл 5% раствора хромата калия и титруют 0,05 М раствором нитрата серебра при постоянном взбалтывании до появления слабо-красного окрашивания. Нитрат серебра дает с хлорид-ионами белый осадок, а с хроматом калия – кирпично-красный осадок. Из образовавшихся осадков меньшей растворимостью обладает хлорид серебра. Поэтому лишь после того, как хлорид-ионы будут связаны, начинается образование красного хромата серебра. Появление слабо-оранжевой окраски свидетельствует о конце реакции. Титрование можно проводить в нейтральной или слабощелочной среде.

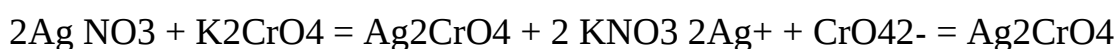
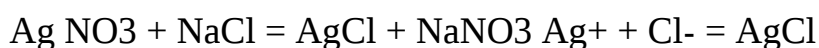


Таблица 1

Объем 0,05 н раствора нитрата серебра, затраченного на титрование

50 мл водной вытяжки почвы (мл)

Номер пробы	1	2	3	Среднее значение
1 А	2,3	2,3	2,2	2,3
1 В	5,5	6,5	5,5	5,8
2 А	0,8	0,6	0,4	0,6
2 В	2,2	2,2	2,3	2,2
3 А	0,5	0,5	0,5	0,5
3 В	1,5	2,0	1,5	1,7
4 А	0,3	0,3	0,3	0,3

4 В	0,5	0,5	0,5	0,5
5 А	0,5	0,2	0,2	0,3
5 В	0,4	0,4	0,5	0,4
контроль	0,2	0,2	0,2	0,2

Содержание хлоридов (X) в мг/л вычисляют по формуле:

$$1,773 \times V \times 1000 \setminus 50,$$

где 1,773 – масса хлорид-ионов (мг), эквивалентная 1 мл 0,05 н. раствора нитрата серебра;

V – объем раствора нитрата серебра, затраченного на титрование, мл.

Таблица 2

Содержание хлоридов в исследуемых вытяжках (мг/л)

1 А	1 В	2 А	2 В	3А	3 В	4 А	4 В	5 А	5 В	кон- троль
81,56	205,67	21,28	78,00	17,73	60,28	10,64	17,73	10,64	14,18	7,10

Обсуждение результатов. Выводы.

В своей работе мы выдвигали гипотезу, что содержание хлоридов будет максимальным в нижних слоях почв ближних к Щелковскому шоссе и тротуарам участков. Данные исследования показали правильность этой гипотезы. Хлориды натрия, калия, кальция и магния, используемые как противогололедные препараты, хорошо растворимы и вымываются талыми и дождевыми водами в глублежащие горизонты. Концентрация хлоридов выше на тех территориях, где регулярно используются хлорсодержащие вещества. При этом года вполне достаточно, чтобы концентрация хлоридов в почве существенно понизилась.

Биологическое действие хлоридов разными авторами определяется по-разному; иногда даже противоположно [3; 6].

Хлоридов в перечне веществ для которых установлены ПДК в почве нет [7].

Референсные значения: ОДК с учетом фона (кларка): < 1680 мг/кг (по г. Москве) [4].

Если мы делали вытяжку, взяв 100 г почвы на 1 л воды, то это соответствует 5г почвы на 50 мл вытяжки. Чтобы привести в соответствие с наименованием мг/

кг мы должны умножить полученные значения на 20 или разделить имеющуюся величину ПДК на 20. (84 мг/ титруемый раствор).

Максимальное значение $205,67 \times 20 = 4113,4$ мг/кг.

Тогда, в пробе 1 В ПДК существенно превышена, в пробах 1 А, 2 В, 3 В приближается к критическому значению.

Интересно провести повторные исследования, используя альтернативные методики. Мы нашли методику использования листьев липы в качестве биоиндикатора солевого загрязнения почвы.

Заключение

Различные методы и технологии, применяемые для борьбы со снегом, и льдом, а также зимней наледью следует анализировать с позиций их влияния на окружающую среду и здоровье человека. Имеющиеся методы явно не эффективны, разрушительно действуют на окружающую среду и вызывают коррозию автотранспорта и материалов шоссе, бордюров.

Следует задуматься о путях решения этой проблемы. Может быть, следует просто улучшить качество механической расчистки дорог и тротуаров. На засоленных почвах можно сажать солеустойчивые виды растений. К их числу относятся тополь бальзамический, вяз, ясень, береза бородавчатая [9]

Список литературы

1. Анализ минерального сырья / Под ред. Б.Г. Карпова [и др.]. – Л.: ОНТИ-ХИМТЕОРЕТ, 1936.
2. Аргунова М.В. Экологический мониторинг: Методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова, Д.В. Моргун, Т.А. Плюснина, Н.И. Речкалова. – М.: Центр «Школьная книга», 2008. – 144 с.
3. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Академический Проект, 2006. – 416 с.
4. Комплексное токсикологическое исследование почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://art-alliance.ru/design.htm>

5. Влияние засоленности почвы на рост растения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chem21.info/info/1863126/>

6. Свинец: кроветворный поллютант [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/>

7. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tehlit.ru/1lib_norma_doc/46/46714

8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tokc.ru/production/roofage/antisleet/>

9. Википедия — свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>