

Научно-исследовательская работа

Предмет: химия

**Исследование химического состава почвы учебно-опытного участка
средней общеобразовательной школы №46 города Калуги**

Выполнил:

Трепачка Александр Владимирович

учащийся 9 «В» класса

муниципального бюджетного образовательного учреждения

«Средняя общеобразовательная школа №46» города Калуги

Руководитель:

Климакова Валентина Валерьевна

учитель химии

муниципального бюджетного образовательного учреждения

«Средняя общеобразовательная школа №46» города Калуги

Введение

Актуальность:

Школа №46 находится в жилом микрорайоне Кубяка города Калуги и со всех сторон окружена зелёными насаждениями. Эти насаждения искусственные и разнообразные. В основном это лиственницы и тополя. По периметру территории школы посажены кустарники. Есть клумбы, на которых растут однолетние и многолетние растения, такие как бархатцы, цинния, астры, розы, лилейники и др. (приложение). На учебно-опытном участке разбит овощник.

Учителя и ученики много трудятся, чтобы поддерживать пришкольный участок в хорошем состоянии: пропалывают, рыхлят, поливают, работают над разнообразием видового состава растений. Ежегодно наш учебно-опытный участок занимает призовые места в городских конкурсах. Но возникает целый ряд проблем: почва ежегодно истощается, не все виды растений хорошо развиваются, удобрения вносятся хаотично. Мы решили изучить химический состав почвы, каких элементов не хватает растениям.

На территории школы есть теплица, где проходят уроки технологии у мальчиков 5 класса (приложение). Именно тогда меня заинтересовал этот вопрос, и я начал проводить исследование по данной теме.

Цель исследования:

Изучить химический состав почвы пришкольного участка для улучшения её плодородия.

Задачи исследования:

- изучить химический состав почвы;
- освоить методику качественного определения катионов и анионов;
- разработать рекомендации по улучшению почвы пришкольного участка;
- изучить предпочтения видов растений к составу почвы.

Гипотеза исследования:

Мы предполагаем, что из-за несоблюдения севооборота и хаотичного внесения удобрений, почва утрачивает способность обеспечивать растения необходимыми питательными веществами и влагой.

Объект исследования:

почва учебно-опытного участка МБОУ «СОШ №46» города Калуги.

Методы исследования:

- изучение литературы;
- эксперимент (качественный анализ химического состава почвы)

Предполагаемая новизна:

Проведение исследования, которое позволит определить состав почвы учебно-опытного участка СОШ №46, наметить действия по качественному улучшению почвы и видового состава выращиваемых растений.

Практическая значимость:

Использование результатов исследования при проведении агротехнических мероприятий по улучшению свойств почвы.

Методика определения химического состава почвы

1. Состав обменных катионов и анионов в различных почвах и их влияние на свойства почв

Почвы существенно различаются между собой составом обменных катионов. Эти различия обусловлены типом почвообразования, спецификой почвообразующих пород, водным и солевым режимами почв. Заметно влияют на данный показатель химические мелиорации.

Содержание обменных катионов в почве выражается как в абсолютных величинах (мг. экв/100 г почвы), так и в относительных (% от емкости обмена).

Основные обменные катионы в почве:



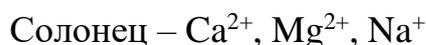
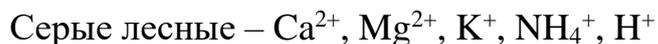
Основные обменные анионы в почве:



Практически все почвы в составе обменных катионов содержат кальций и магний, причем в большинстве случаев Ca^{2+} преобладает над Mg^{2+} . Так же среди обменных катионов всегда содержатся K^+ и NH_4^+ , но их доля в почве не велика. Так, количество обменного калия чаще всего не превышает 2-5% от ёмкости обмена, содержание аммония еще меньше.

В географическом аспекте содержание обменных катионов почв варьирует в широких пределах и подчиняется определённым закономерностям.

Примерный состав обменных катионов в почвах:



Отдельные поглощенные катионы неравнозначны по результативной сущности в многообразных явлениях природы почв. Об экологической значимости отдельных обменных катионов даёт представление следующая информация:

Ca^{2+} – считается катионом хранителем плодородия в связи с его многогранной значимостью. Он присутствует во всех без исключения почвах, но в разных количествах и в разных соотношениях с другими катионами. Оптимальное его содержания – 80-90%. Это величина характерна для чернозёмов. Присутствие кальция в таких количествах обеспечивает 99,9%-ную коагуляцию коллоидных систем, а, следовательно, создается необходимая предпосылка для высокого структурообразования при активной деятельности корневых систем травянистой растительности и достаточного содержания гумусовых веществ.

При этом, повышенные количества кальция в почвах, содержащих монтмориллонит и другие, набухающие интенсивно глинистые минералы, могут вызвать слитогенетические явления, противоположные зернистому и комковатому структурообразованию даже при оптимальном содержании ионов кальция.

Кальций способен к ионообменному поглощению корнями растений. При этом данный способ питания растений, как правило, не принимается во внимание, так как кальций всегда присутствует в почвенных растворах и не является в биосфере дефицитным.

Mg^{2+} – магний всегда сопровождает кальций. Типичное соотношение $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+} = 5:1$. В таких количествах его действие аналогично действию кальция. Экологическая дисгармония почвенной среды может возникать в щелочных почвах при повышении количества магния в почве за счёт снижения содержания Ca^{2+} , т.е. при изменении соотношения Ca и Mg в сторону магния. В этом случае сам магний вызывает повышение щёлочности в связи с присутствием в почвенной среде карбонатов магния. Присутствие магния в

почве поддерживает свойства солонцеватости почв и даже приводит в отдельных случаях к образованию особых почв – магниевых солонцов.

При высоком содержании обменного магния возрастает растворимость гумусовых веществ и ухудшается структура почвы, снижается водопроницаемость, что отрицательно сказывается на водном режиме. При повышенном содержании обменного магния усиливается отрицательное действие обменного натрия при невысоком содержании последнего в почве.

Na^+ – натрий в количествах менее 3% – необходимый компонент оптимального для биоценозов функционирования почвенной системы. В этом случае натрий обеспечивает дисперсность коллоидов на уровне около 0,1%, что важно для подвижности, динамичности и первоочередной резервности для минерализации гумусовых веществ и обеспечения почвенных растворов биологически необходимыми компонентами. При этом следует признать, что эта роль натрия в почвоведении и агрохимии изучена недостаточно.

Натрий как обменный катион является активным пептизатором коллоидов при концентрации его в почвенном растворе ниже порога коагуляции. При этом в состояние золя переходят все коллоидные системы, почва приобретает свойства солонцеватости, становясь текучей, вязкой, бесструктурной. В растворах появляются щелочные соли, рН может достигать 9,5-10,0. Образуются особые соли – солонцы.

K^+ – в питании растений – основной источник доступного калия. Отмечена тенденция необменного поглощения калия из слоя компенсирующих противоионов в кристаллическую решетку минералов. Избыток калия может вызвать солонцеватость почв.

NH_4^+ – ион аммония: единственная возможная аккумуляция доступного растениям азота. Поглощается коллоидами в процессе аммонификации. Легко используется корневыми системами растений. Не накапливается в количествах, превышающих 3%. Физическая и физико-химическая значимость не изучена. Повышенное содержание свидетельствует о недостатке азота.

H^+ – обменный водород – источник почвенной кислотности. Его присутствие фиксируется всегда в бескарбонатных почвах, т.е. в почвах, не содержащих $CaCO_3$.

В нейтральных почвах при рН от 6,5 до 7,2 водород присутствует в почве в количествах менее 5%. В этих условиях обменный водород экологически нейтрален. В количествах более 5% начинают проявляться кислотные свойства почв. При этом кислотные свойства проявляются сильнее при повышении количества H^+ в коллоидно-поглощенном состоянии.

Максимум кислотности почвенной среды наступает когда среди обменных катионов водорода становится более 40-50%, рН почвы при этом становится кислой и сильнокислой (рН 3-5). Максимальное количество водорода в почве может достигать 80%.

Al^{3+} – алюминий в обменном состоянии – интенсивный коагулятор коллоидов. Является объектом пристального внимания в кислых почвах. При переходе в почвенный раствор образует гидролитически кислые соли, способствующие повышенной пептизации Al^{3+} в почвенной среде, в связи с этим учитывается при определении кислотности почв, наравне с ионом водорода. Алюминий изучается как физиологически токсичный катион.

Fe^{3+} – интенсивный коагулятор коллоидов, как и алюминий во влажных тропических почвах. Участвует в создании структурных микроагрегатов.

Принимая во внимание огромную роль обменных катионов в жизни растений, неоднократно предпринимались попытки обосновать их оптимальное содержание в почве. Так, Байер (1945) предложил модель почвы с «идеальным» соотношением обменных катионов: Ca^{2+} - 65%, Mg^{2+} - 10%, K^+ - 5%, H^+ - 20%.

Такие модели, несомненно, представляют интерес, но следует учитывать, что оптимальный состав обменных катионов может существенно меняться в зависимости от различных факторов – требований культуры, минералогического и гранулометрического составов почв и т.д.

В почвах со слабокислой, нейтральной и слабощелочной реакцией среды состав обменных катионов, как правило, благоприятен для большинства сельскохозяйственных культур. При высоком содержании в почвах обменных H^+ и Al^{3+} или Mg^{2+} и Na^+ состав обменных катионов регулируют с помощью химической мелиорации [2].

2. Изучение кислотности почв

В пробирку поместите почву (столбик почвы должен быть 2-3 см). Прилейте дистиллированную воду, объём которой должен быть в три раза больше объёма почвы. Закройте пробирку пробкой, тщательно встряхивайте в течение 1-2 мин. Профильтруйте полученную смесь почвы и воды. Почва останется на фильтре, а собранный в пробирке фильтрат представляет собой почвенную вытяжку (почвенный раствор). Возьмите универсальный индикатор, нанесите на него палочкой почвенный раствор. Определите по окраске универсального индикатора рН почвенного раствора [6].

3. Обнаружение карбонатов в почве

Одним из показателей валового состава почвы является содержание в ней CO_2 и карбонатов. Наличие или отсутствие свободных карбонатов является важным диагностическим признаком почв и их отдельных генетических горизонтов. Присутствие в почве заметных количеств карбонатов препятствует развитию кислотности, а иногда приводит к возникновению щелочности, что оказывает важное влияние на подвижность многих веществ в почве и на агроэкологические особенности почв.

Этот показатель нужен также для различных пересчетов, необходимых при интерпретации данных о содержании других компонентов валового химического состава почв. Из карбонатов почти во всех видах почв преобладают карбонаты щелочно-земельных элементов RCO_3 (CaCO_3 – кальцит, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – доломит, MgCO_3 – магнезит, FeCO_3 – сидерит, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – сода) и гидрокарбонаты – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. В жидкой фазе почв содержатся ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , H^+ , OH^- . Эта система имеет важное

значение для почв при их естественной влажности, определяя кислотно-щелочное равновесие и подвижность многих компонентов почвы.

Количественное определение карбонатов проводят в тех почвах, где они обнаружены качественно (проба с HCl) хотя бы в некоторых горизонтах. Основанием для определения карбонатов является также значение $pH_{H_2O} > 7$. О примерном содержании карбонатов и соответственно размерах навески для анализа можно судить по характеру вскипания почвы (пробы) от 2-3 капель 10% раствора HCl (таблица 1).

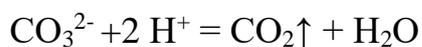
Таблица 1.

**Определение величины навески почвы для определения
CO₂ карбонатов**

Вскипание	Содержание CaCO ₃ , %	Величина навески, г
Очень сильное (бурное)	>10	0,5–1,0
Сильное, продолжительное	5-10	1,0-1,5
Заметное, кратковременное	4-3	1,5-2,0
Слабое кратковременное	3-2	2,0-3,0
Очень слабое малозаметное	2-1	3,0-5,0
Вскипание отсутствует	<1	>5,0

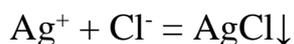
Карбонат-ион CO_3^{2-} является анионом слабой угольной кислоты H_2CO_3 . При попытке получить её в свободном состоянии она разлагается на углекислый газ и воду.

К пробе почвы добавьте несколько капель 10%-ного раствора соляной кислоты. Если почва содержит карбонат-ион, то под действием кислоты начнётся выделение углекислого газа. Почва как бы «вскипает». Почвы, вскипающие от 10%-ного раствора соляной кислоты, относят к карбонатным. Интенсивность образования углекислого газа, т.е. интенсивность «вскипания» (бурное, среднее, слабое), даёт предварительную оценку содержания карбонат-ионов в почве [6].



4. Определение наличия хлоридов в почве

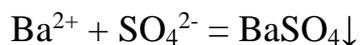
Подготовьте водную вытяжку почвы. Для этого поместите 25 г почвы в коническую колбу, добавьте 50 мл дистиллированной воды. Взболтайте содержимое колбы, дайте отстояться в течение 5-10 мин. Ещё раз взболтайте и после отстаивания профильтруйте. Отлейте в пробирку 5 мл почвенной вытяжки, добавьте несколько капель 10%-ного раствора азотной кислоты. По каплям добавляйте 2%-й раствор нитрата серебра. Если хлориды присутствуют, то образуется хлопьевидный белый осадок хлорида серебра. Если признаком реакции при анализе образца будет хорошо различимый белый творожистый или хлопьевидный осадок, то данный образец содержит десятые доли процента хлорид-ионов. Если раствор мутнеет, т.е. теряет прозрачность, то в почве содержатся сотые и тысячные доли процента хлорид-ионов [6].



5. Обнаружение сульфатов в почве

К 5 мл почвенной вытяжки прилейте несколько капель соляной кислоты и 3 мл 20%-го раствора хлорида бария. Если почва содержит сульфат-ион, то появляется белый молочный осадок сульфата бария. О концентрации его в

почвенной вытяжки можно судить по степени прозрачности полученной смеси (густой осадок, мутный или почти прозрачный раствор) [8].



6. Обнаружение катионов натрия

Ионы натрия обнаруживают по ярко-жёлтой окраске пламени. Для этой цели используют нихромовую проволочку. Её вначале прокалывают в пламени спиртовки докрасна, затем вносят в исследуемый раствор, а после – в пламя спиртовки (во внешнюю его часть) и отмечают цвет пламени [8]. Эта реакция очень чувствительна – обнаруживаемый минимум составляет 0.0001 мкг.

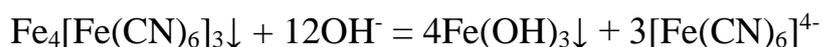
Возьмите чистую прокаленную нихромовую проволоку, потрите её пальцами и внесите в бесцветное пламя. Оно на непродолжительное время окрасится в жёлтый цвет.

7. Обнаружение катионов железа (III) и (II)

Качественные реакции на Fe^{3+} с гексацианоферратом (II) калия $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)$ - ферроцианид калия, желтая кровавая соль.

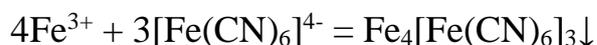
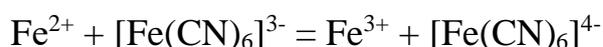


Образуется темно-синий осадок берлинской лазури – не растворимый в воде. Осадок не растворяется в кислотах. Едкие щёлочи разрушают берлинскую лазурь:



Любые другие катионы не мешают проведению этой реакции.

Идентичный осадок берлинской лазури дают ионы железа +2 с красной кровавой солью [5]. Гексацианоферрат (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ в слабокислом растворе образует с ионами Fe^{2+} синий осадок турнбулевой сини. По современным данным, состав этого соединения совпадает с составом берлинской лазури. Реакция протекает в две стадии:

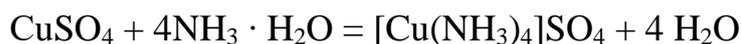


Незначительное различие в окраске турнбулевой сини и берлинской лазури обусловлено неодинаковыми условиями получения этих соединений [7].

8. Обнаружение катионов меди

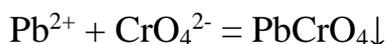
Медь образует с раствором аммиака комплексное соединение – гидроксид тетраамминмеди (II) василькового цвета.

В фарфоровую чашку поместите 4-5 капель водной вытяжки почвы, осторожно выпарьте досуха на асбестированной сетке, охладите и на периферическую часть пятна нанесите каплю концентрированного раствора аммиака. Появление интенсивной сине-фиолетовой окраски говорит о присутствии катиона Cu^{2+} . Эту реакцию удобно использовать для открытия катиона Cu^{2+} в присутствии катионов всех групп.



9. Обнаружение катионов свинца

Ионы свинца дают характерное желтое окрашивание – осадок хромата свинца PbCrO_4 [5].



Едкие щёлочи растворяют этот осадок с образованием плюмбит-ионов:



Результаты исследования

Для исследования мы взяли образцы с трёх клумб пришкольного участка: центральная клумба, овощник, розарий.

Результаты исследования почвы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты наблюдений при проведении исследования почвы

Характеристика почвы	Результаты исследования		
	центральная клумба	овощник	розарий
Кислотность почвы	pH≈5 слабокислая среда	pH≈5 слабокислая среда	pH≈5 слабокислая среда
Наличие карбонатов (CO ₃ ²⁻)	не обнаружены	не обнаружены	обнаружены
Наличие хлоридов (Cl ⁻)	раствор мутнеет, следовательно в почве содержатся сотые и тысячные доли процента	не обнаружены	раствор мутнеет, следовательно в почве содержатся сотые и тысячные доли процента
Наличие сульфатов (SO ₄ ²⁻)	раствор мутнеет, следовательно в почве содержатся сотые и тысячные доли процента	раствор мутнеет, следовательно в почве содержатся сотые и тысячные доли процента	раствор мутнеет, следовательно в почве содержатся сотые и тысячные доли процента
Наличие катионов натрия (Na ⁺)	обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Наличие катионов железа (II) и (III) (Fe ²⁺ и Fe ³⁺)	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

Наличие катионов меди (Cu ²⁺)	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Наличие катионов свинца (Pb ²⁺)	обнаружены	обнаружены	обнаружены

Заключение

Выводы

1. Почва со всех трёх клумб слабокислая. Это положительный результат, т.к. большинство культур развиваются в условиях слабокислой или нейтральной реакции почвы.

2. Анионы хлора обнаружены в образцах почвы с центральной клумбы и розария, но в небольших количествах, т.к. растворы только помутнели. Это также положительный результат. Избыток хлоридов отрицательно влияет на растения. В результате появляются пережженные или коричневые листья, нарушается нормальный процесс дыхания и фотосинтеза.

3. Катионы железа не обнаружены во всех трёх образцах. Недостаток железа ведёт к распаду ростовых веществ (ауксинов), синтезируемых растениями. Листья становятся светло-жёлтыми.

4. Катионы свинца обнаружены во всех трёх образцах. Это связано с большим количеством автомобильного транспорта. Соединения свинца используются в качестве добавок к бензину. Поэтому автотранспорт является серьёзным источником свинцового загрязнения [2].

Рекомендации

1. Вносить в почву удобрения, такие как железный купорос, сульфат аммония натрия, доломитовую муку, пригодную для всех растений на средне- и слабокислых почвах. Вносить удобрение можно при весенней обработке перед посадкой.

2. На участке сажать цветочные культуры, которые не требовательны к качеству почвы, её кислотности. Например, многолетники: флоксы, ирисы, аквилегия, пионы, рудбекия, очиток; однолетники: бурачок, цинния, астра, бальзамин, тагетесы, петунии, кохия, космея, сальвия, агератум, георгина, вербена, календула, бархатцы [1].

3. Т.к. исследование я начал проводить в 5 классе, этой весной при посадке растений на клумбы, мы учли полученные данные. На центральную клумбу были высажены георины, бархатцы, циния, сальвия. Были высажены ирисы (приложение).

Список использованных источников и литературы

1. <http://lib.znate.ru/>
2. <http://oplib.ru/random/view/1176451>
3. <http://uchitelya.com>
4. <http://www.geoglobus.ru/>
5. <https://otvet.mail.ru/question/>
6. Астафуров В.И. Основы химического анализа: Учеб. Пособие по факультатив. Курсу для учащихся 9-10 кл. – 2-е изд., испр. – М.: Просвещение, 1982. – 159 с., ил.
7. Логинов Н.Я. Аналитическая химия. Учеб. Пособие для студентов химико-биол. И биолого-хим. Специальностей пед. Ин-тов. М., «Просвещение», 1975
8. Шапошникова И.А. Металлы в живых организмах. Мегапредметный лабораторный практикум (химия, биологи, экология, география)/ Под общей редакцией к. п. н. Габриеляна О.С. – М.: Издательство БИНОМ, 2013. – 408 с.

Приложение
Территория школы №46



Центральная клумба



Альпийская горка



Розарий



Теплица

