

DOI 10.54596/2958-0048-2024-2-34-40

УДК 631.111

МРНТИ 68.33.31

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ СРЕД СКО РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Сулейманова А.Р.¹, Рубе В.А.^{1*}

^{1*} НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»

Петропавловск, Казахстан

*Corresponding author: rube_va@mail.ru

Аннотация

Данная статья посвящена сравнительному анализу химического состава почвенных образцов различных зон. Проанализированы сезонные изменения качественных и количественных химических показателей почвы в осенний и весенний период.

Ключевые слова: почва, качественный состав, количественные показатели, сезонные изменения, насыщенность почвы основаниями.

СҚО ТҮЗІЛУ ТЕГІ ӘРТҮРЛІ ТОПЫРАҚ ОРТАЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ АНАЛИТИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЖҮРГІЗУ

Сулейманова А.Р.¹, Рубе В.А.^{1*}

^{1*} «Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ

Петропавл, Қазақстан

*Corresponding author: rube_va@mail.ru

Аңдатпа

Бұл мақала әртүрлі аймақтардағы топырақ үлгілерінің химиялық құрамын салыстырмалы талдауға арналған. Күзде және көктемде топырақтың сапалық және сандық химиялық көрсеткіштерінің маусымдық өзгерістері талданды.

Кілт сөздер: топырақ, сапалық құрамы, сандық көрсеткіштері, маусымдық өзгерістер, топырақтың негіздерге қанығуы.

COMPARATIVE ANALYTICAL CONTROL OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL MEDIA OF DIFFERENT ORIGIN

Suleimanova A.R.¹, Rube V.A.^{1*}

^{1*} «Manash Kozybayev North Kazakhstan University» NPLC

Petropavlovsk, Kazakhstan

*Corresponding author: rube_va@mail.ru

Abstract

This article is devoted to a comparative analysis of the chemical composition of soil samples from different zones. Seasonal changes in qualitative and quantitative soil chemical parameters in autumn and spring were analyzed.

Key words: soil, qualitative composition, quantitative indicators, seasonal changes, soil saturation with bases.

Введение

Изучение химического состава почвы является критически важным в условиях изменяющегося климата и воздействия человеческой деятельности. Оно необходимо для мониторинга и контроля загрязнения почвы токсичными веществами и тяжелыми металлами, разработки стратегий управления почвенными ресурсами, а также для понимания влияния изменений климата на плодородность почвы и биоразнообразие. Исследования химического состава почвы играют ключевую роль в разработке методов реабилитации почвенных экосистем, адаптации к климатическим изменениям и поддержании здоровья окружающей среды.

Под химическим анализом почв понимают совокупность аналитических приемов, результат которых позволяет оценить химическое состояние почв. Химический анализ почв рассматривают как одно из наиболее важных средств познания природы почв, их генезиса, оценки плодородия, мелиоративных особенностей и пригодности для использования в любых целях [1].

Результаты химического анализа почв содержат в себе ценную информацию о химических свойствах почвы и химических процессах, происходящих в почвенном покрове. Эти данные представляют собой основу для мониторинга и прогнозирования изменений в свойствах почв в различных условиях, таких как естественное развитие, сельскохозяйственное использование, мелиорация, а также под воздействием антропогенных факторов. Понимание химических свойств почвы, полученных из анализа, позволяет оценить её плодородие, способность удерживать влагу и питательные вещества, а также определить потребность в дополнительном удобрении для оптимизации урожайности. Эти данные особенно важны для сельского хозяйства, где необходимо обеспечить устойчивое производство путем поддержания оптимального состояния почв. Мониторинг изменений химических свойств почвы во времени позволяет выявлять тенденции развития почвенного покрова под воздействием различных факторов, таких как изменения в климате, использование технологий сельского хозяйства, меры мелиорации, а также воздействие человеческой деятельности и загрязнение среды. Прогнозирование изменений свойств почвы на основе результатов химического анализа позволяет разрабатывать эффективные стратегии управления земельными ресурсами, охраны окружающей среды, а также принимать меры по восстановлению и поддержанию здоровья почвенного покрова для устойчивого развития и использования земель в будущем [2].

Химическое состояние почвы представляет собой комплекс химических свойств почвы и процессов, которые происходят в ней. Эти характеристики оказывают существенное влияние на плодородие почвы, способность удерживать влагу и питательные вещества, а также на возможность использования почвы для различных целей, начиная от сельского хозяйства и заканчивая застройкой территории. Химические свойства почвы включают содержание основных питательных элементов, таких как азот, фосфор, калий, кальций, магний и другие микроэлементы, которые необходимы для роста растений. Также важно определить содержание органических веществ в почве, которые являются источником углерода и азота для микроорганизмов и растений, способствуют улучшению структуры почвы и удержанию влаги. Процессы, протекающие в почве, включают обмен веществ между почвенными частицами, гидролиз, минерализацию органических веществ, образование комплексов с питательными элементами, а также взаимодействие почвенных компонентов с добавленными удобрениями или загрязнителями. Эти процессы определяют

доступность питательных веществ для растений, кислотность почвы, её структуру и водопроницаемость. Понимание и контроль химического состояния почвы позволяют оптимизировать её использование, предотвращать эрозию, повышать плодородие, улучшать качество почвенного покрова и обеспечивать устойчивое сельское хозяйство и экологическое равновесие. Поэтому изучение химического состояния почвы является ключевым аспектом для устойчивого землеустройства и охраны окружающей среды [3].

Химическая характеристика почв представляет собой детальное описание химического состава почвенного покрова, которое может быть количественным и/или качественным. Эти описания важны для понимания физико– химических свойств и процессов, которые происходят в почве, и имеют прямое влияние на её использование, плодородие, эрозионную устойчивость и окружающую среду.

1. Количественное описание включает определение конкретных количественных параметров, таких как содержание основных питательных элементов (азот, фосфор, калий и т.д.), растворимых солей, pH почвы, содержание органических веществ, а также тяжелых металлов или других загрязняющих веществ. Количественные данные получаются при проведении химического анализа образцов почвы и обычно выражаются в г/кг или мг/кг почвы.

2. Качественное описание представляет собой основные химические свойства почвы без указания конкретных численных значений. Включает характеристики кислотности почвы (pH), наличие водородных и алюминиевых ионов, наличие органических веществ, структуры почвы, типов минеральных компонентов и др. Такое описание помогает понять химическое разнообразие и состав почвы, её потенциальные возможности и ограничения без точного количественного измерения.

Информация, представленная в химической характеристике почв, позволяет оценить её плодородие, необходимость внесения удобрений, подготовку к посадке определенных видов растений, а также проведение мероприятий по мелиорации или реабилитации почвенного покрова. Эти данные также могут использоваться для планирования мер по охране окружающей среды и предотвращению загрязнения почвы тяжелыми металлами или другими вредными веществами [4].

Методы исследования

Для оценки химического состава почвы были использованы качественные и количественные методы химического анализа. Количественные показатели определялись следующими методами:

1. Определение гигроскопической влаги – гравиметрический метод.

Пробу, поступившую на анализ, тщательно перемешивали и методом квартования из нее отбирали две аналитические пробы массой 15-50 г каждая (чем ниже влажность, тем больше масса пробы).

Для определения гигроскопической влаги в заранее взвешенный стеклянный стаканчик с притертой крышкой взяли предварительно рассчитанную массу навески и поместили в открытом виде в сушильный шкаф, где высушивали при 105° С в течение 5 ч. После высушивания стаканчик закрывается крышкой, охлаждается в эксикаторе и взвешивается. После этого бюкс взвешивается, и по потере массы по формуле определяется содержание гигроскопической влаги [6], [7].

Влажность W, % вычисляли по формуле (1):

$$W\% = \frac{A-B}{B-C} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где, A – масса бюкса с почвой до высушивания в граммах;

В – масса бюкса после высушивания в граммах;

С – масса пустого бюкса в граммах.

2. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица – титриметрический метод

Сумму поглощенных оснований почвы вычисляют по формуле (2):

$$S = \frac{(V_1 K_{HCl} - V_2 K_{NaOH}) 100 \cdot 0.1}{m} \quad (2)$$

где S - сумма обменных оснований, мг– экв/100 г почвы;

V₁ - объем фильтрата, взятого для титрования, мл;

K_{HCl} - поправка к титру HCl;

V₂ - объем 0,1 н. NaOH, пошедшее на титрование взятого объема фильтрата, мл;

K_{NaOH} - поправка к титру NaOH;

100 - коэффициент пересчета на 100 г почвы;

m - навеска почвы, соответствующая взятому для титрования объему фильтрата, г;

0,1 - коэффициент пересчета в мг – экв;

3. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена - титриметрический метод.

Аликвоту приготовленной почвенной вытяжки помещают в коническую колбу, добавляют 2-3 капли фенолфталеина и титруют 0,02-0,1 н. раствором NaOH до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Гидролитическую кислотность рассчитывают по формуле (3):

$$H = \frac{a K_{NaOH} \cdot 100 \cdot 0.1 \cdot 1.75}{c} \quad (3)$$

где H – гидролитическая кислотность

a – объём 0,1 н NaOH пошедший на титрование

K_{NaOH} – поправка к титру NaOH

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы

1,75 – поправка на полноту вытеснения

4. Определение степени насыщенности основаниями – расчетный метод.

Степенью насыщенности почв основаниями называется отношение суммы обменных оснований к емкости поглощения.

Степень насыщенности почв основаниями вычисляют по формуле (4):

$$V\% = \frac{S}{S + H_r} \times 100 \quad (4)$$

где V – степень насыщенность почв основаниями, %;

S – сумма поглощённых оснований, мг–экв/100 г;

H_r – гидролитическая кислотность, мг–экв/100 г.

В состав обменных катионов кислых почв наряду с поглощенными основаниями (главным образом Са и Mg) входят поглощенные ионы водорода и алюминия. Степень насыщенности показывает, какая часть от всех поглощенных катионов почвы приходится на поглощенные основания.

Результаты исследования и дискуссия

Для сравнительного анализа было выбрано три зоны с разным типом растительности: огородная, садовая и лесная. В соответствии с правилами пробоотбора отобраны образцы из всех зон в осенний и весенний период.

В ходе качественного анализа образцов почвы, отобранных осенью 2023 года и весной 2024 года, были определены четыре показателя: содержание хлорид ионов, сульфат ионов, кальция и нитратов.

Анализ содержания хлорид– ионов в образцах почвы, взятых из лесной, садовой и огородной местности, проведенный с использованием качественного метода, выявил присутствие хлора в концентрации, изменяющейся в диапазоне от 1 до 1,0 мг на 100 мл вытяжки и тысячных долей г на 100 г почвы. При данной концентрации хлорид– ионов, на уровне сотых и тысячных долей процента, не наблюдалось выпадение осадка в виде *AgCl*. Однако, отмечалось мутное состояние раствора после добавления азотнокислого серебра, что может указывать на наличие хлорид– ионов в образце.

Анализ содержания сульфат ионов в образцах почвы, взятых из лесной, садовой и огородной местности, выявил присутствие сульфата в концентрации, изменяющихся в диапазоне 1 до 0,5 мг на 100 мл вытяжки и тысячных долей г на 100 г почвы. При данной концентрации сульфат – ионов, на уровне сотых и тысячных долей процента, наблюдалась помутнение раствора.

Анализ содержание кальция ионов в образцах почвы взятых в лесной местности, выявил его присутствие в концентрации, изменяющейся в диапазоне 1 до 0,1 мг на 100 мл вытяжки и тысячных долей г на 100 г почвы.

При данной определении кальция, на уровне сотых и тысячных долей процента, наблюдалась слабая муть, выделяющихся при стоянии.

Образцы взятых их садовой и огородной местности, выявили присутствие хлора в концентрации, изменяющейся в диапазоне 10 до 1 мг на 100 мл вытяжки и сотых долей г на 100 г почвы. Наблюдалась муть, выделяющихся при перемешивании.

Обнаружение нитратов в образцах почвы, взятых из лесной, садовой и огородной местностей, указывает на наличие данного иона во всех образцах. Нитраты являются одним из основных источников азота для растений и могут поступать в почву как естественным образом, так и в результате антропогенной деятельности.

Результаты определения количественных показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты анализа количественных показателей осенней и весенней почвенных проб

Показатели	Образцы осень 2023			Образцы весна 2024		
	№1	№2	№3	№1	№2	№3
Гигроскопическая влага, %	3,48	6,84	3,83	4,56	10,8	7,5
Гидролитическая кислотность	1,31	1,62	1,44	1,39	1,75	1,58
Сумма поглощенных оснований	20,4	14,6	7,6	21,8	16,8	8,9
Степень насыщенности основаниями, %	93	90	84	94	91	85

Анализируя каждый из показателей можно отметить наличие незначительных сезонных изменений.

Осенью гигроскопическая влага в лесной зоне составляет 3,48%, в садовой — 6,84%, в огородной — 3,83%. Весной соотношение показателей для образцов относительно друг друга сохраняется. В лесной зоне влага увеличивается на 1,08 процентных пункта, в садовой — на 3,96 процентных пункта, в огородной — на 3,67 процентных пункта. Таким образом, весной во всех зонах наблюдается увеличение гигроскопической влаги по сравнению с осенью. Наибольшее увеличение можно отметить для садовой почвы.

Значения гидролитической кислотности почв для всех образцов изменяются незначительно. Наблюдаются незначительное повышение кислотности в весенних образцах для всех проб, что может быть обусловлено различными факторами, включая погодные условия и активность растительности.

В осенний период обнаружено, что суммарное количество поглощенных оснований в лесостепной почве составило 20,4, в садовой – 14,6 и в огородной – 7,6. Сравнительный анализ этих показателей указывает на различия в уровне питательных веществ в почвах различных типов и связан с особенностями растительного покрова, а также характеристиками почвенного горизонта.

В весенний период наблюдалось увеличение уровня поглощенных оснований во всех типах почв. В лесостепной почве суммарная величина достигла 21,8, в садовой – 16,8 и в огородной – 8,9. Это может быть обусловлено физико– химическими процессами, происходящими в почве весной, такими как разложение органических веществ, активизация микроорганизмов и увеличение активности корневой системы растений.

Из предоставленных данных следует, что степень насыщенности основаниями в различных типах почв незначительно меняется в зависимости от времени года. В осенний период наблюдается снижение степени насыщенности почв основаниями по сравнению с весенним периодом. В лесной зоне осенью данная характеристика составляет 93 единицы, в то время как весной она повышается до 94. В садовой зоне осенью степень насыщенности равна 90, а весной – 91. Наконец, в огородной зоне осенняя степень насыщенности составляет 84, в то время как весной она увеличивается до 85. Эти изменения связаны с различными факторами, такими как изменения в содержании оснований в почве из-за процессов минерализации органических веществ, изменения в температуре и влажности почвы, а также сезонные особенности растительного покрова, которые могут влиять на обмен веществ в почве.

Выводы

Осуществлено изучение химического состава почвы с использованием выбранных методов. Определено 4 качественных и 4 количественных показателя в каждом образце с учётом сезонных изменений.

Качественный состав исследованных почвенных образцов не зависимо от времени отбора практически идентичен. Можно отметить незначительные отличия в содержании ионов кальция. При анализе количественных показателей для почвы весеннего сбора отмечается увеличение гигроскопической влаги всех образцов по сравнению с осенними показателями. Гидролитическая кислотность, сумма поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями весенних и осенних образцов изменяются незначительно. При этом можно отметить сохранение постоянной динамики изменения показателей образцов различных зон относительно друг друга.

Все проанализированные образцы почвы показали высокую степень насыщенности основаниями, что говорит об отсутствии необходимости в известковании.

Литература:

1. Л.А. Воробьева, Д.В. Ладонин, О.В. Лопухина, Т.А. Рудакова, А.В. Кирюшин. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. - М., 2011. – 186 с.
2. Хитров Н.Б., Понизовский А.А. Руководство по лабораторным методам исследования ионно– солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв. - М., 1990. - 238 с.
3. Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР. - М.: Колос, 1983. - 336 с.

4. Оглезнев А.К. и др. Оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (практическое пособие). - М., 2007. - 131 с.
- Розанов Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы. - М.: Академический Проект, 2004. - 432 с.
6. Воробьева Е.Н. Химический анализ почв / Е.Н. Воробьева. - М.: МГУ, 2000.
7. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.Н. Воробьева. - М.: ГЕОС, 2006. - 400 с.

References:

1. L.A. Vorob'eva, D.V. Ladonin, O.V. Lopuhina, T.A. Rudakova, A.V. Kiryushin. Himicheskij analiz pochv. Voprosy i otvety. - M., 2011. - 186 s.
2. Hitrov N.B., Ponizovskij A.A. Rukovodstvo po laboratornym metodam issledovaniya ionno-solevogo sostava nejtral'nyh i shchelochnyh mineral'nyh pochv. - M., 1990. - 238 s.
3. Prirodno-sel'skohozyajstvennoe rajonirovanie zemel'nogo fonda SSSR. - M.: Kolos, 1983. - 336 s.
4. Ogleznev A.K. i dr. Ocenka kachestva i klassifikaciya zemel' po ih prigodnosti dlya ispol'zovaniya v sel'skom hozyajstve (prakticheskoe posobie). - M., 2007. - 131 s.
5. Rozanov B.G. Morfologiya pochv: Uchebnik dlya vysshej shkoly. - M.: Akademicheskij Proekt, 2004. - 432 s.
6. Vorob'eva E.N. Himicheskij analiz pochv / E.N. Vorob'eva. - M.: MGU, 2000.
7. Teoriya i praktika himicheskogo analiza pochv / pod red. L.N. Vorob'eva. - M.: GEOS, 2006. - 400 s.

Information about the authors:

Suleimenova A.R. – student of the Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: amina.suleymanova.02.02@gmail.com;

Rube V.A. – corresponding author, Senior Lecturer at the Department of Chemistry and Chemical Technologies, Kozybayev University; e-mail: rube_va@mail.ru.