

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ КАК ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ АГРОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ЭКОЛОГИИ

ОСИПОВ Александр Валентинович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения

ГАВРИЛОВА Софья Васильевна

студент

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

г. Краснодар, Россия

В статье рассматриваются основные компоненты химического состава почвы, как важного элемента агрономической науки и экологии. Химический состав почвы влияет на рост растений и производительность сельского хозяйства. Обсуждается важность каждого элемента, его влияние на плодородие почвы.

Ключевые слова: химический состав, почвы, экосистема, устойчивое развитие, микроэлементы, тяжелые металлы, органическое вещество

Анализ химического состава почвы позволяет оценить ее плодородие, создать благоприятные условия для роста растений и уменьшить негативное влияние загрязнений на окружающую среду. Данные о состоянии почвы необходимы для разработки стратегий управления земельными ресурсами и их устойчивого использования.

Для определения химического состава почвы образцы следует отбирать с участков размером не более 2 гектара. В случае значительных изменений по составу почвы участки необходимо разделить на более мелкие фрагменты. После сбора образцов их необходимо высушить, измельчить и просеять через сито [1, с. 278].

Химический состав почв.

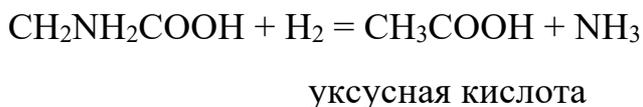
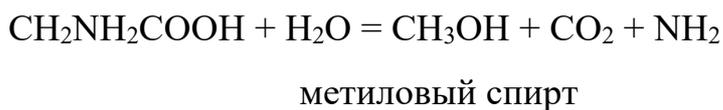
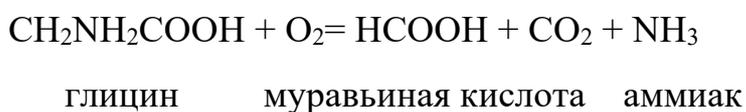
1.1. Основные химические элементы в почвах.

Азот, фосфор, калий, кальций и магний – это ключевые элементы химического состава почвы.

Азот (N). Содержание азота в земной коре составляет $2,3 \times 10^{-2}\%$ по весу, а общие запасы оцениваются десятками миллиардов тонн. Главными минеральными источниками азота являются нитраты калия (KNO_3) и натрия ($NaNO_3$). Также присутствуют нитраты кальция, магния и бария, а нитраты меди встречаются крайне редко. В почвах азот находится в виде сложных органических соединений, а также частично в форме необменно-поглощенных ионов аммония. Содержание азота в почве варьируется даже в пределах одной почвенной зоны и в среднем составляет 0,1% в пахотном горизонте [2, с.78].

Процесс разложения азотистых органических веществ в почвах можно представить следующим образом: белки и гуминовые вещества распадаются на аминокислоты и амины, затем на аммиак, который преобразуется в нитриты и нитраты. Бактерии играют ключевую роль в превращении свободного азота в связанный. Процесс распада азотистых органических веществ до аммиака называется аммонификацией. Под воздействием протеолитических ферментов микроорганизмов белковые соединения гидролизуются до аминокислот, которые легко усваиваются микроорганизмами и затем проходят через дезаминирование и дезамидирование.

В результате от amino- и амидосоединений отщепляется аммиак и образуются различные органические кислоты. Например:



Азот имеет значительное значение в процессе образования аммиака и играет центральную роль в росте растений. Недостаток этого элемента может негативно

сказаться на развитии, в то время как его избыток способен повлиять на сроки созревания и уровень урожайности [3, с.33].

Фосфор (P). Фосфор – это один из наиболее распространённых элементов в земной коре, составляющий около $8 \times 10^{-2}\%$ её массы. Большая часть фосфора содержится в природных фосфатах и минералах с высоким его содержанием, таких как амблигонит, вивианит, монацит и пироморфит. В почве наиболее распространены минеральные формы фосфора – фосфаты кальция, железа и алюминия. Примерно половина фосфора в почве находится в органической форме, в основном в виде фитатов. Фосфор играет важную роль в нормальном функционировании организма: он участвует в обмене веществ и является составной частью костей и тканей.

Калий (K). Концентрация калия в почвенном растворе может быть выше, чем в песчаных почвах. Калий, содержащийся в таких минералах, как слюды и мусковиты, представляет собой важный источник этого элемента для растений. В почве калий существует в различных соединениях, включая карбонаты, гидроксиды, сульфаты и хлориды, доступность которых зависит от состава и свойств почвы, влияя на его усвояемость растениями. Например, в таких минералах, как мусковит ($H_2KA_13Si_3O_{12}$) и биотит $((H,K)_2(Mg,Fe)_2(Al,Fe)_2(SiO_4)_3)$, калий связан с другими элементами.

Содержание калия в почве может варьироваться от 0,09 до 1,5 мг-экв, причем его форма составляет 0,8–3% от общего веса. Растворимый в воде калий составляет примерно $1/5$ – $1/10$ общего количества калия. Микроорганизмы способствуют разложению почвы, что увеличивает доступность калия для растений. С увеличением дисперсности почвенных частиц наблюдается рост содержания калия, однако он может фиксироваться и становиться недоступным для растений из-за удерживания тонкодисперсными частицами. Растения активно поглощают обменный калий из почвы, восстанавливая баланс между его формами через корневую систему [4, с.193].

Железо (Fe). Железо – важная часть земной коры, составляющая 5% ее массы. Поведение железа в почвах зависит от геохимических циклов и окружающей среды. Содержание железа варьируется в зависимости от материнских пород и почвообразовательных процессов. Оксиды и гидроксиды железа окрашивают почвы в различные цвета, и их формы играют важную роль. Органическое вещество и микроорганизмы способствуют преобразованию соединений железа, таких как Fe^{3+} и Fe^{2+} .

В почвах присутствует лишь небольшое количество растворимого железа, но оно не составляет его основную массу. Плодородные почвы, как правило, содержат много железа в виде гидроксидов и сульфатов. Избыток Fe^{2+} в кислых почвах может быть вреден для растений, в то время как в нейтральных и щелочных почвах его доступность снижается. В болотистых условиях происходит восстановление Fe^{3+} до Fe^{2+} . Бактерии также влияют на уровень железа в почвах. Несмотря на дефицит этого элемента в разных почвах, растения могут извлекать необходимое количество железа благодаря его легкорастворимым формам [6, с.48].

Марганец (Mn). Марганец является распространенным элементом в земной коре, встречающимся в минералах в форме ионов Mn^{2+} , Mn^{3+} и Mn^{4+} . Ионы Mn^{2+} могут заменять другие катионы в различных соединениях, а их взаимодействие с почвой зависит от значений pH и Eh. Марганец образует оксиды и гидроксиды, которые оседают на частицах почвы и со временем накапливаются в конкрециях, формируя циклы в почве. Важно вносить органические удобрения и добавлять марганец в форме MnO_2 и Mn^{3+} для улучшения усвояемости.

Окисление Mn^{2+} может привести к образованию Mn^{3+} и Mn^{4+} , меняя доступность марганца для растений в зависимости от окислительно-восстановительных условий. В окислительных условиях его доступность уменьшается, в то время как в восстановительных она может увеличиться, иногда достигая токсичных уровней. Восстановление оксидов марганца влияет на катионный обмен в

почвах, где марганец может конкурировать с другими катионами, что может вызывать его избыток и негативно сказаться на растениях.

Алюминий (Al). Алюминий является важным элементом в составе земной коры, достигая 8,80% по весу. Этот элемент содержится во множестве минералов и, вступая в реакцию с кислородом, образует ион Al^{3+} . Выветривание этих минералов приводит к формированию различных алюминиевых соединений, включая гидроксиды, такие как $Al(OH)_2^+$ и $Al(OH)_6^{3-}$. В почвах алюминиевые частицы могут влиять на рост растений, конкурируя с другими катионами и вызывая стрессовые состояния. Тем не менее, в низких концентрациях алюминий может оказывать положительное влияние на развитие растений, особенно у видов, способных переносить его присутствие.

1.2. Микроэлементы в почвах.

Микроэлементы – важная часть почвы, несмотря на их небольшое количество, они играют важную роль в питании растений [5, с.62].

Бор (B). Бор встречается в земной коре в незначительных количествах — $3 \times 10^{-4}\%$, однако его содержание в почвах выше и составляет $3 \times 10^{-3}\%$. В пахотных почвах количество бора колеблется от 9 до 85 мг/кг, и он сорбируется почвой более эффективно, чем другие анионы, благодаря высокой концентрации глины, иллитовых глин или оксидов.

Медь (Cu). Медь находится в земной коре в небольших количествах, а её основным источником считаются органические отложения в почве. Хелатная форма меди существенно влияет на доступность питательных элементов для растений благодаря взаимодействию с активными группами и специфическими соединениями в почве.

Молибден (Mo). Молибден присутствует в земной коре в ограниченных количествах и не встречается в чистом виде. Он связан с кислым магматическим происхождением, а основным минералом является молибденит. Этот элемент необходим растениям для усвоения азота, фосфора и кальция, однако как его недо-

статок, так и избыток могут привести к заболеваниям. Для повышения доступности молибдена в почве часто применяют известкование или добавляют соли. Для борьбы с избыточным содержанием молибдена, возникшим из-за техногенного загрязнения, используют серу.

Цинк (Zn). Цинк присутствует в земной коре, но в незначительных количествах. Растения эффективно усваивают его из кислых почв. Оксиды железа и марганца способны удерживать цинк в почве. В определенных условиях цинк может теряться в результате кислого выщелачивания, однако он остается стабильным в почвах, богатых кальцием, фосфором и серой, а также в хорошо аэрируемых грунтах.

Кобальт (Co). Кобальт встречается в земной коре в количестве $5 \times 10^{-3}\%$ и присутствует в 130 минералах, таких как кобальтит, линнеит и скуттерудит. Содержание кобальта в почвах варьируется в зависимости от условий, особенно от наличия органических веществ и глинистых частиц. Он образует комплексы с органическими соединениями и накапливается в гумусе, при этом его подвижность зависит от типа органических веществ [7, с.203].

1.3. Тяжелые металлы в почвах.

Токсичные металлы – это элементы с высокой плотностью, включая не только тяжелые, но и легкие металлы с высокой концентрацией в окружающей среде. Критерий для отнесения к токсичным металлам изменен на атомную массу более 40 [9, с.159].

Хром (Cr). Хром находит высокие концентрации в основных и вулканических породах, а его содержание в почвах определяется типом исходных пород. В почве хром в основном представлен в форме Cr^{3+} , он входит в состав минералов и может образовывать разные соединения. Оксиды хрома, такие как Cr^{3+} и Fe^{3+} , играют важную роль для растений, тогда как форма Cr^{6+} может быть ядовитой и вызывать дефицит этого элемента у растений и животных.

Свинец (Pb). Содержится в более высоких концентрациях из-за антропогенного загрязнения, например, от промышленных выбросов или использования

свинцовых удобрений. возможно присутствие карбоната в частицах. Са или в фосфатных конкрециях.

Кадмий (Cd) Кадмий – редкий элемент, который встречается в земной коре в небольших количествах. Его активность в почвах зависит от pH: в кислых почвах растворимость кадмия контролируется органическим веществом и оксидами, в то время как в щелочных почвах кадмий осаждается в виде соединений. В кислых почвах кадмий более подвижен, чем в щелочных.

Ртуть (Hg). Ртуть – металл, жидкая форма при обычной температуре, образует сильные связи с серой, обладает летучестью и задерживается в почве в форме органических комплексов.

Мышьяк (As). В древности мышьяк применяли в качестве лекарства и красителя. Токсичность этого элемента в почвах можно снизить различными методами: повышая окислительное состояние, применяя вещества для его связывания и добавляя фосфатные удобрения [8, с.47].

Никель (Ni). Никель, находящийся в земной коре, связан с кобальтом и железом, и может выступать серьезным загрязнителем в почвах, особенно через сточные воды. Для защиты растений от его негативного воздействия рекомендуется применять фосфаты или органические вещества.

Изучение химического состава почвы играет ключевую роль в увеличении урожайности и поддержании экосистем. Анализ факторов, влияющих на состав почвы, позволяет разрабатывать эффективные стратегии управления агрономическими практиками. Сохранение и улучшение качества почвы является важной задачей как для научного сообщества, так и для практиков в области земельных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв / отв. ред. А.В. Соколов. – М.: Наука, 1975. – 656 с

2. Власенко В.П., Осипов А.В. Методы почвенных исследований: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2024. – 179 с.
3. Воробьева Л.А. Теория и методы химического анализа почв. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 136.
4. Зырин Н.Г. Физико-химические методы исследования почв. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 382 с.
5. Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Баракина Е.Е. Ландшафтоведение: учебник. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 188 с.
6. Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Попова Ю.С. Общее почвоведение: учебник. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 129 с.
7. Слюсарев В. Н., Тешева С.А., Осипов А.В., Агрономическое почвоведение: учебник. – Краснодар: КубГАУ, 2023. – 316 с.
8. Терпелец В.И., Слюсарев В.Н. Учебно-методическое пособие по изучению агрофизических и агрохимических методов исследования почв. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 65 с.
9. Шеуджен А.Х., Нецадим Н.Н, Онищенко Л.М. Органическое вещество почвы и его экологические функции: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – 202 с.

CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL AS AN IMPORTANT ELEMENT OF AGRONOMICAL SCIENCE AND ECOLOGY

OSIPOV Alexander Valentinovich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Soil Science

GAVRILOVA Sofya Vasilevna

Student

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Krasnodar, Russia

The article discusses the main components of soil chemistry, which is an important aspect of agricultural science and ecology. Soil chemistry affects plant growth and agricultural productivity. The article highlights the importance of each element and its impact on soil fertility.

Keywords: chemical composition, soil, ecosystem, sustainable development, trace elements, heavy metals, organic matter