

УДК: 631.414.3:631.445.24

Хаданович А.В., Козел Д.А., Разводовская Е.В.

УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

ОСОБЕННОСТИ ПРОТОЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ В ХОДЕ СОРБЦИИ ИОНОВ НИКЕЛЯ (II) И МЕДИ (II)

В статье рассмотрены особенности протолитических реакций, протекающих в системе твердая фаза – почвенный раствор в ходе сорбции ионов Cu^{2+} и Ni^{2+} почвенным поглощающим комплексом дерново-подзолистой супесчаной почвы. Значение рН почвенной вытяжки в ходе сорбционного процесса снижалось в среднем на 2 единицы, что может быть обусловлено процессами гидролиза катионов тяжелых металлов, адсорбцией гидролизованых форм, вытеснением в раствор ранее адсорбированных ионов водорода и коадсорбцией OH^- -групп при поглощении катионов тяжелых металлов.

In the article the peculiarities of protolytic reactions in the system solid phase – soil solution during the sorption of ions Cu^{2+} and Ni^{2+} soil absorbing complex of sodpodzolic sandy loam soil. The pH of the soil extracts during the sorption process decreased on average by 2 units, which may be due to the processes of hydrolysis of heavy metal cations, adsorption of the hydrolyzed forms, the displacement in the solution previously adsorbed hydrogen ions and coadsorbed OH^- -groups in the absorption of heavy metal cations.

Ключевые слова: почва, сорбция, протолитические, медь, никель, обмен, кислотность, почвенный, поглощающий, комплекс.

Почва – это весьма специфический компонент биосферы, поскольку она не только геохимически аккумулирует компоненты загрязнений, но и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов и соединений в атмосферу, гидросферу и живое вещество. Микроэлементы, поступающие из различных источников, попадают в конечном итоге на поверхность почвы, и их дальнейшая судьба зависит от её химических и физических свойств. Продолжительность пребывания загрязняющих компонентов в почвах гораздо больше, чем в других частях биосферы, и загрязнение почв, особенно тяжёлыми металлами, по-видимому, практически вечно [1].

Тяжелые металлы – группа химических элементов плотностью более 5 г/см^3 с относительной атомной массой более 40 а.е.м. [2]. Наиболее распространенными из них в почвах являются медь, свинец, никель, кобальт, цинк, кадмий и некоторые другие. Наиболее токсичными являются ртуть, медь, никель, свинец, кобальт, кадмий, которые хорошо сорбируются почвой [1].

Почвенная экосистема обладает буферностью по отношению к токсикантам, которая связана с некоторыми ее характеристиками: реакция среды, содержание органического вещества и другими. Один из основных типов ионных реакций, протекающих в почвенных растворах – это протолитические

(кислотно-основные) реакции. К ним относят химические процессы, суть которых заключается в переносе протона от одних реагирующих веществ к другим. К протолитическим реакциям относятся различные реакции диссоциации, нейтрализации и гидролиза. Так, в результате гидролиза нарушается равновесие электролитической диссоциации воды и изменяется рН. В ионной форме реакция выглядит как взаимодействие ионов вещества с молекулами воды из гидратной оболочки с образованием малодиссоциированных соединений или других ионов (гидроксо- и гидроксоаквакомплексов).

Ещё одной важной характеристикой почвы является её кислотность. Кислотность почвы – одно из важнейших свойств многих почв, обусловленное наличием водородных ионов в почвенном растворе, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе [3].

Кислотность почвенных растворов обусловлена присутствием свободных органических кислот или других органических соединений, содержащих кислые функциональные группы, свободными минеральными кислотами (главным образом это угольная кислота), а также других компонентов, проявляющих кислотные свойства [4].

Почвенный поглощающий комплекс есть совокупность минеральных, органических и органо-минеральных компонентов твердой части почвы, обладающих ионообменной способностью. Требование высокой дисперсности частиц, образующих почвенный поглощающий комплекс, вытекает из природы ионообменных процессов, которые в системе твердая фаза-раствор являются поверхностными реакциями, обусловленными существованием зарядов на поверхности почвенных частиц. Следовательно, в ионообменной поглотительной способности почв важную роль играют удельная поверхность почвенных частиц и их размеры. Вместе с тем четких границ, определяющих принадлежность почвенных частиц к ППК, не существует, поскольку ионообменной поглотительной способностью обладают практически все компоненты почвенной массы независимо от их размеров, величина этой способности в значительной мере зависит от состава, свойств частиц, организации материала и других факторов. Важная роль в ионообменной поглотительной способности почв принадлежит окисным формам металлов [1, 4, 5]. Например, содержание меди в почвенных растворах достаточно велико. Медь находится в почве в виде Cu^{2+} , Cu^+ , CuOH^+ , $\text{Cu}(\text{OH})_2^{2+}$, CuO_2^{2-} и другие. Информация о ионных формах никеля в почвенном растворе весьма ограничена, однако, по данным Гаррелса и Крайста, такие его формы, как Ni^{2+} , NiOH^+ , HNiO_2^- и $\text{Ni}(\text{OH})_3$, вероятно, могут наблюдаться в тех случаях, когда этот элемент не полностью связан в хелатные комплексы [1].

Целью работы явилось изучение изменения рН раствора почв при внесении различных доз солей меди (II) и никеля (II).

Объектом исследования явилась дерново-подзолистая супесчаная почва, образцы которой были отобраны на территории санаторно-курортной зоны

Ченки. Отбор был проведён на глубине 0-20 см по стандартной методике [6]. Определение концентрации ионов водорода в почвенном растворе проводили потенциометрическим методом [7].

Схема опыта: к навескам почвы массой 2 г добавили раствор соли меди (II) ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и никеля (II) ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) в диапазоне концентраций от 10^{-3} моль/л до $3 \cdot 10^{-2}$ моль/л, залили 20 мл воды и оставили на 24 часа для взаимодействия. Измеряли рН почвенного раствора потенциометрическим методом на рН-метре рН-150. Результаты опыта приведены в таблице.

Таблица Значения рН почвенного раствора при внесении растворимых солей меди (II) и никеля (II) ($n=3$, $p=0.95$, $\Delta x=5-7\%$)

См (соли), моль/л	0	10^{-3}	$3 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	$3 \cdot 10^{-2}$
рН почвенного раствора при внесении соли $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	5,9	4,86	4,79	4,52	4,4
рН почвенного раствора при внесении соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5,9	4,5	4,4	4,2	3,9

Значения рН почвенного раствора до внесения солей составил 5,9 единиц. По истечению времени взаимодействия почвенного поглощающего комплекса исследуемой почвы значения кислотности изменились. В итоге, кислотность почвенного раствора увеличилась на 1,5 единицы в случае внесения солей никеля (II) и на 2 единицы в случае внесения в почву солей меди (II).

Такое изменение кислотности почвенного раствора связано, вероятно, с процессами гидролиза катионов тяжелых металлов, адсорбцией гидролизированных форм, вытеснением в раствор ранее адсорбированных ионов водорода и коадсорбцией OH^- -групп при поглощении катионов тяжелых металлов.

Литература

1. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас; Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
2. Сакиева, З.Ж. Уровень загрязнения почв тяжёлыми металлами в РК / Сакиева З.Ж., Крамбаева А.А. // Вестник КазНТУ. – 2015. – №4. – С. 98–99.
3. Академик – большая советская энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://dic.academic.ru/>
4. Орлов Д.С. Химия почв: Учебник / Д.С. Орлов – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1985. – 376 с.
5. Пинский, Д.Л. Ионообменные процессы в почвах / Д.Л. Пинский – Пушино. 1997. – С. 18–19.
6. Воробьёва, Е.В. Большой практикум: Практ. Пособие по спецкурсу для студентов биологического факультета / Е.В. Воробьёва, Т.В. Макаренко – Гомель: Мин. образов. РБ, УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2005. – 87 с.
7. Герасимова, Н.С. Потенциометрические методы анализа: Методические указания к выполнению домашних заданий по аналитической химии / Н.С. Герасимова – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010. – 44 с.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. СКОРИНЫ