

УДК 631.412

Б. А. ЯГОДИН, Л. Н. СОБАЧКИНА

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ

Рассмотрены методы определения различных форм микроэлементов в почве. Даны схемы рационального (вещественного) анализа форм соединений и комплексного метода с использованием рационального химического анализа и метода механического разделения проб.

За последние годы в сельском хозяйстве Советского Союза особенно возросло использование микроудобрений. Широко применяются борные, молибденовые, медные и другие микроудобрения, обеспечивая значительное повышение урожайности и качества продукции основных сельскохозяйственных культур. В связи с этим все большее значение приобретают методы химической диагностики почв на содержание в них микроэлементов.

Научные учреждения и государственная агрохимическая служба развернули широкие исследования по определению в почвах подвижных форм микроэлементов и составлению почвенно-агрохимических карт в целях рационального применения микроудобрений. Определение подвижных форм микроэлементов в почвах состоит из двух операций: извлечения микроэлементов соответствующими вытяжками и определения их в полученном растворе. Для извлечения подвижных форм микроэлементов предложено большое количество различных вытяжек, которые различаются по силе их воздействия на почву. Пригодность той или иной вытяжки для характеристики содержания в почвах подвижных микроэлементов оценивается путем сопоставления получаемых аналитических данных с результатами полевых опытов с микроудобрениями в различных почвенных условиях.

В СССР наиболее широкое распространение для некарбонатных почв нашла система вытяжек, предложенная Пейве и Ринькисом, в которой для каждого элемента применяют индивидуальный экстрагент [7]. Конечное определение микроэлементов проводят на фотоэлектроколориметре (табл. 1). На основании полевых опытов с микроудобрениями для метода Пейве — Ринькиса разработана шкала обеспеченности почв микроэлементами (табл. 2).

Вытяжки, предложенные Я. В. Пейве и Г. Я. Ринькисом для некарбонатных почв, непригодны для анализа карбонатных почв без учета содержания в них карбонатов. В качестве экстрагентов для карбонатных почв предложены буферные растворы ацетата аммония (метод Крупского и Александровой [4]) и ацетата натрия (метод Кругловой [3]). Буферные солевые растворы можно использовать для получения вытяжек как из карбонатных, так и из некарбонатных почв. Являясь слабым экстрагентом, эти буферные растворы извлекают очень небольшое количество микроэлементов (особенно меди и кобальта), что затрудняет их конечное определение. По данным многолетних вегетационных и полевых опытов установлены величины для нормального обеспечения хлопчатника доступными формами микроэлементов, извлекаемых ацетатно-нат-

Таблица 1

Система вытяжек и способ определения микроэлементов по Пейве — Ринькису

Микро-элемент	Экстрагент	Метод определения микроэлементов
Бор	Кипящая бидистиллированная вода 1,0 n HCl 1,0 n KCl	Хинализариновый
Медь		Диэтилдитиокарбоматный
Цинк		Дигизоновый с использованием нитрозо R-соли
Кобальт	1,0 n HNO ₃ Оксалатный буферный раствор по Григгу	Роданидный
Молибден		

Таблица 2

Группировка почв по степени обеспеченности подвижными микроэлементами по Пейве — Ринькису, мг/кг почвы

Степень обеспеченности	Бор	Медь	Цинк	Кобальт	Молибден
Очень низкая	<0,1	<0,3	<0,2	<0,2	<0,05
Низкая	0,1—0,2	0,4—1,5	0,3—1,0	0,3—1,0	0,01—0,15
Средняя	0,2—0,5	1,6—3,0	1,1—3,0	1,1—3,0	0,16—0,30
Высокая	0,5—1,0	3,1—7,0	3,1—5,0	3,1—5,0	0,31—0,50
Очень высокая	>1,0	>7,0	>5,0	>5,0	>0,50

риевым буферным раствором (мг/кг почвы): медь $0,6 \pm 0,2$; цинк $2,0 \pm 0,5$; кобальт $0,2 \pm 0,05$.

В целях унификации методов определения микроэлементов в почвах принято все вытяжки делать при соотношении почвы и экстрагента как 1 : 10 и встряхивании в течение часа.

Определение микроэлементов в почвах имеет большое значение при изучении генезиса почв, динамики и миграции элементов, характеристики почвенных режимов. При проведении почвенно-биогеохимических исследований важно определить не только доступные для растений микроэлементы, но и их соединения, прочно связанные с первичными и вторичными минералами, с окислами и гидроокислами железа и алюминия, с органической частью почвы. Это позволяет судить о групповом составе микроэлементов в различных почвах, фиксации и мобилизации микроэлементов в процессе выветривания, почвообразования, хозяйственной деятельности человека.

Для выделения форм соединений микроэлементов применяют метод рационального (вещественного) химического анализа и метод механического разделения пробы. При рациональном химическом анализе используют селективную растворимость отдельных форм соединений в различных реагентах. Так, для извлечения наиболее подвижных, а следовательно, и более доступных растениям соединений микроэлементов рекомендуется использовать ацетатно-аммонийный буфер с pH 3,5; 4,0; 4,8. Для извлечения микроэлементов, связанных с органическим веществом, применяют многократное последовательное экстрагирование раствором 0,1 n NaOH или разрушение органического вещества перекисью водорода. Для растворения полуторных окислов и связанных с ними микроэлементов применяют оксалатный раствор при облучении почвенной суспензии ультрафиолетом.

В качестве примера рационального анализа можно привести схему определения форм соединений меди в почвах, предложенную Журавлевой [1] (табл. 3).

Рациональный анализ гумуса почвы на содержание молибдена разработан Рочевым [8]. Он позволяет определить 7 фракций молибдена в составе органической и минеральной части почвы: 1) водно-раствори-

Таблица 3

Определение форм соединений меди в почвах по Журавлевой

Форма соединения	Способ извлечения
Водорастворимая Обменная	Водная вытяжка Вытяжка раствором 1,0 н CH_3COONa , pH 7 и электродиализ
Необменная (прочнотрфиксированная)	Вытяжка раствором 1,0 н HCl
Медь в составе органического вещества	Многokrатные последовательные вытяжки 0,1 н NaOH
Медь, связанная с легкорастворимыми соединениями железа	Вытяжка раствором 0,2 М оксалата аммония с pH 3,0 после извлечения органического вещества
Медь, связанная с труднорастворимыми соединениями железа	Вытяжка раствором 0,4 М оксалата аммония с pH 3,6 в присутствии металлического цинка после извлечения легкорастворимых соединений железа и связанной с ним меди
Медь, входящая в состав кристаллической решетки минералов	По разности между валовым содержанием меди и ее количеством, связанным с органическим веществом и различными по растворимости соединениями железа, или определением в остатке меди

Таблица 4

Определение форм соединений микроэлементов (Cu, Zn, Mn) в субтропических почвах Западной Грузии по Мотузовой

Форма соединения	Способ извлечения
Обменная и легкорастворимая	Экстракция ацетатно-аммонийным буферным раствором, pH 4,8
В составе карбонатов	Экстракция 1,0 н HCl (минус обменные и легкорастворимые формы)
В составе органического вещества	Разность между содержанием в вытяжке 1,0 н H_2SO_4 после и до обработки 30%-ным раствором H_2O_2
В составе соединений, удержанных окислами и гидроокислами железа	Экстракция реактивом Тамма при облучении ультрафиолетом
В составе глинистых минералов	Общее содержание во фракциях $<0,001$ мм и 0,001—0,01 мм (минус количество микроэлементов, связанных с окислами железа в этих фракциях)
В составе первичных минералов	Общее содержание во фракции 0,01—0,25 мм (минус количество микроэлементов, связанных с окислами железа в этой фракции)

мый молибден; 2) молибден свободного и рыхло связанного органического вещества; 3) молибден подвижных полуторных окислов; 4) молибден гумусовых веществ, свободного от полуторных окислов; 5) молибден гуминов; 6) молибден неокисленного органического вещества и 7) молибден минерального скелета почвы.

Разработаны схемы определения форм соединений кобальта [6] и иода в почвах [2]. Метод механического разделения пробы на гранулометрические фракции позволяет дифференцировать образец на групповые ассоциации минералов. Ил и тонкая пыль представлены главным образом глинистыми минералами, крупные фракции состоят в основном из первичных минералов.

Комплексный подход к определению форм микроэлементов в почвах Западной Грузии с использованием рационального химического анализа и метода механического разделения пробы осуществлен в исследованиях Мотузовой [5] (табл. 4).

Методы и способы, которые используются в настоящее время для извлечения микроэлементов из почвы, в значительной степени условны. Однако они позволяют расширить наши представления о связи микро-

элементов с компонентами почв, а также о количественном соотношении различных форм соединений микроэлементов в почвах и степени их доступности растениям.

Литература

1. Журавлева Е. Г. К вопросу о содержании микроэлементов в органическом веществе почвы. Почвоведение, 1965, № 12.
2. Зырин Н. Г., Имади Т. Х. Йод в некоторых почвах Русской равнины и Крыма. Агрохимия, 1967, № 1.
3. Круглова Е. К. Прописи определения условноусвояемых растениями форм микроэлементов в карбонатных почвах. Ташкент, 1970.
4. Крупский Н. К., Александрова А. М. К вопросу об определении подвижных форм микроэлементов. В сб.: Микроэлементы в жизни растений, животных и человека. Киев, «Наукова думка», 1964.
5. Мотузова Г. В. Формы соединений микроэлементов в субтропических почвах Западной Грузии. Автореф. дис. М., 1972.
6. Рерих В. И., Зырин Н. Г., Тихомирова Ф. А. О формах кобальта в почве. Вестн. МГУ, 1975, № 3.
7. Ринькис Г. Я. Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. Рига, Изд. АН Латв ССР, 1963.
8. Рочев В. А. Рациональный (вещественный) анализ гумуса почвы на содержание молибдена. Тр. Свердловск. СХИ, т. 29, 1973.

ВИУА

Дата поступления
18.VIII.1976 г.

В. А. YAGODIN, L. N. SOBACHKINA

METHODS OF DETERMINATION OF MINOR ELEMENT FORMS IN SOILS

Methods of determining different forms of minor elements in soils are examined. Schemes of a rational analysis for the determination of the forms of compounds, and of a complex method including chemical analysis and the method of mechanical separation of samples are given.
