

Вывод

При решении ряда задач с помощью рассмотренной модели можно оценивать температуру в профиле пахотного слоя чернозема с достаточной точностью. При этом существенно сокращается объем экспериментальных исследований.

Библиографический список

1. Чудновский А.Ф. Теплофизика почв / А.Ф. Чудновский. – М.: Наука, 1976. – 352 с.
 2. Гефке И.В. Теплофизическое состояние выщелоченных черноземов Алтайского Приобья в условиях плодового

сада: автореф. дис. ... к.с.-х.н. / И.В. Гефке. – Барнаул, 2007. – 20 с.

3. Болотов А.Г. Применение цифровых датчиков при измерении температуры почв / А.Г. Болотов, С.В. Макарычев, А.А. Левин // Проблемы рационального природопользования в Алтайском крае: сб. науч. тр. – Барнаул: АГАУ, 2005. – С. 159-161.
 4. Болотов А.Г. Автоматизированная система для исследования теплофизических характеристик почв / А.Г. Болотов, С.В. Макарычев, А.А. Левин // Вестник АГАУ. – 2002. – № 3. – С. 20-22.
 5. Самарский А.А. Теория разностных схем / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1989. – 616 с.



УДК 636/635:631.416.9 (571.15)

**С.Ф. Спицына,
 В.А. Шин,
 В.Г. Бахарев**

БИОГЕОХИМИЯ МАРГАНЦА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Ключевые слова: марганец, форма в почве, подвижная форма, варибельность.

Введение

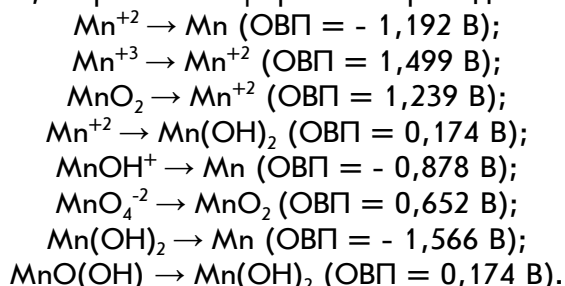
Недостаток марганца в почвах Алтайского края может быть серьезным препятствием получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Выявление потребности растений в марганце и обеспеченности им почвы является важной задачей агрохимии, для решения которой необходимо иметь представление о формах нахождения его в пахотных почвах и о зависимости их доступности для растений при различных агрохимических свойствах почвы. Изученность этого вопроса позволит эффективно использовать резервы почвы по марганцу и восполнить его недостаток для растений с помощью микроудобрений.

Методы исследований

В исследованиях применялись методы Б.Н. Доспехова и информационно-логический метод Пузаченко-Мошкина [1, 2].

Результаты исследований

Марганец жизненно необходим для растений. Он входит в активные центры многих ферментов. Особенно велика его роль в реакциях фотосинтеза, дыхания и др. Для марганца характерна многосторонность участия в метаболизме, что связано с его способностью активировать множество биохимических реакций (Бойченко, 1966), требующих определенных окислительно-восстановительных потенциалов (ОВП, В) [3]. Среди форм марганца, участвующих в метаболизме растений, встречаются формы и переходы:



Марганец накапливается в растениях в соответствии с физиологической функцией, с индивидуальными свойствами, наследственными признаками растений и его содержанием в почве.

Многообразные химические процессы, происходящие в растениях, требуют определенных количеств марганца. При этом в растениях создается рациональный химический состав и соотношения микроэлементов, где марганцу придается большое значение. Значительная физиологическая роль марганца подтверждается относительно высоким его содержанием в растениях. Так, в условиях Алтайского края содержание марганца в растительности варьирует от 61 до 110 мг/кг.

Относительно высокое содержание марганца в растительности Алтайского края объясняется принципом доступности, когда высокое содержание элемента в почве способствует его накоплению в растениях.

Для доказательства этого принципа в системе почва – растения мы сопоставили данные о содержании микроэлементов в почве и растениях Алтайского края. По валовому содержанию в почвах (мг/кг) микроэлементы расположились в ряд: $Mn > Zn > Cu > Co > B > Mo$, а по содержанию в растениях (мг/кг) – в ряд: $Mn > Zn > Cu > B > Mo > Co$. Эти два ряда начинаются с марганца, то есть марганца много как в почве ($< 500 - > 1100$ мг/кг), так и в растениях ($< 61 - > 110$ мг/кг). Кроме того, марганец почвы относительно доступен растениям, т.к. почвы края характеризуются достаточно высоким содержанием его подвижных форм ($< 20 - > 155$ мг/кг).

Зависимость содержания марганца в растениях от содержания его в почвах криволинейная.

При относительно низком валовом содержании марганца в почве связь между содержанием его в почве от (< 500 до $700-900$ мг/кг) и растениях (от < 61 до 110 мг/кг) близка к прямой. При увеличении валового его содержания в почве (> 900 мг/кг) наблюдается уменьшение содержания марганца в растениях (от > 110 мг/кг до < 61 мг/кг).

Зависимость содержания марганца в растениях от содержания в почве его подвижных форм близка к прямолинейной при содержании в почве его подвижных форм < 110 мг/кг. При увеличении содержания от 110 мг/кг до > 155 мг/кг она становится обратной из-за наличия в растениях барьерных механизмов. Максимальное содержание марганца в растениях (> 100 мг/кг) наблюдается при содержании в почве подвижных форм $110-150$ мг/кг.

По устройству наружных электронных оболочек марганец относится к геохимическому семейству железа (Fe, Cu, Mn, Co). Их роднят общие свойства: все они переменновалентны, обладают каталитическими свойствами и мигрируют вместе [4].

В.И. Вернадским (1957) было установлено, что кларк марганца в литосфере 0,09%. В глубоких слоях земной коры марганец выступает как двухвалентный элемент, образуя изоморфную примесь к силикатам, алюмосиликатам, ферросиликатам. В зоне окисления он находится, главным образом, в виде Mn^{+4} , в меньшей степени Mn^{+3} и Mn^{+2} . Наиболее устойчивым соединением марганца в этой зоне является MnO_2 – пиролюзит. Менее устойчивы более подвижные гидратные формы изменчивого химического состава.

Марганец в почвах может давать значительное количество оксидов и гидроксидов, различающихся по растворимости. Так, закись марганца (MnO) нерастворима, неустойчива, способна окисляться, закись – окись марганца (Mn_3O_4) нерастворима, устойчива, окись марганца (Mn_2O_3) нерастворима, двуокись марганца (MnO_2) нерастворима, устойчива, гидрат окиси ($Mn_2O_3 \cdot H_2O$) нерастворим, переходная форма окисления. Гидрат закиси $Mn(OH)_2$ слабо растворим в почве, неустойчив, подвергается окислению, накапливается в нейтральных почвах в результате гидролиза солей: $MnCl_2 + H_2O \rightarrow Mn(OH)Cl + H_2O \rightarrow Mn(OH)_2$. При взаимодействии с кислородом при повышении pH из $Mn(OH)_2$ переходит в Mn^{+4} $Mn(OH)_4$. Mn^{+2} подвижен, обладает высокой миграционной способностью. Mn^{+4} инертен, стабилен. При небольшом повышении pH Mn^{+2} переходит в относительно подвижный Mn^{+3} .

При pH $> 7,8$ весь марганец переходит в Mn^{+4} . При понижении pH почвенного раствора количество Mn^{+4} в почве уменьшается, а при pH = 5 сходит на нет.

Соотношение между количествами соединений марганца различной валентности и степени растворимости в почве зависит от реакции среды, окислительно-восстановительного потенциала, влажности, аэрации почвы и микробиологической деятельности [5].

Марганец в почве распределен в структурах первичных и вторичных минералов, органоминеральных и органических соединений [6].

В почвах встречаются формы: 1) легкорастворимая; в виде солей (хлоридов, нитратов, сульфатов); 2) адсорбированная минеральными и органическими коллоидами; 3) форма труднорастворимых солей марганца (фосфатов, карбонатов); 4) марганец оксидов и гидроксидов; 5) марганец в составе органического вещества; 6) марганец в составе первичных и вторичных минералов.

Растения могут использовать только физиологически доступные формы марганца. Наиболее доступным для растений является двухвалентный марганец, который преобладает в восстановительной среде с низкими значениями pH. Смена восстановительных условий на окислительные вызывает последовательный переход марганца в более окисленное и менее подвижное состояние $Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+3} \rightarrow Mn^{+4}$. В почвах наиболее распространены Mn^{+2} и Mn^{+4} . Двухвалентный марганец обычно встречается в виде водорастворимых солей: бикарбоната, сульфата, нитрата, хлорида и приуроченных к почвам с кислой реакцией среды.

К водорастворимым относятся также соли марганца и органических кислот: молочной $Mn(C_3H_5O_3)_2 \cdot 3H_2O$; муравьиной $Mn(HCO_3)_2 \cdot H_2O$; уксусной $Mn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 4H_2O$ и др.

Растения для питания используют также обменный марганец, который переходит в почвенный раствор при воздействии на почву нейтральных солей (Пейве, 1961). Марганец оксидов и гидроксидов становится доступными для растений только после восстановления до двухвалентной формы. Это восстановление происходит быстрее или медленнее в зависимости от степени восстанавливаемости. Легче всего восстанавливаются свежесаженные гидраты оксидов.

Растения могут поглощать марганец из фосфатов. Среди фосфатов в почве встречаются не только труднорастворимая соль $Mn_3(PO_4)_2 \cdot 7H_2O$, но и слабо-растворимая соль $MnHPO_4 \cdot 3H_2O$ и растворимая $Mn(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$. Образование этих солей в почве зависит от реакции среды. На очень кислых почвах при высоких концентрациях ионов водорода образуются более растворимые однозамещенные фосфаты. На нейтральных и слабощелочных почвах образуются трудно-растворимые трехзамещенные фосфаты марганца.

К нерастворимым солям относятся: силикат марганца ($MnSiO_3$) и карбонат мар-

ганца ($MnCO_3$). Бикарбонат марганца $Mn(HCO_3)_2$ растворим.

Среди фракций марганца водорастворимая и обменная легкодоступны для растений. Относительно доступны фосфат и карбонат марганца, а также гидроксиды и оксиды марганца, поскольку они представляют собой ближайший резерв для пополнения водорастворимой и обменной фракций. Марганец, связанный с органическим веществом, потенциально доступен для растений, т.к. при разложении органических соединений он переходит в усвояемую форму.

Марганец, входящий в кристаллическую решетку минералов, растениям не доступен.

Я.В. Пейве (1963) предложил к доступным и потенциальнодоступным для растений относить так называемые активные формы, куда входят три группы соединений: водорастворимые, обменные, легко-восстанавливаемые [5].

Иногда для определения всех доступных для растений форм используют 10%-ный раствор HCl, который позволяет разделить «активную» форму, переходящую в раствор и «инертную», остающуюся в субстрате [6].

При определении подвижного марганца с использованием в качестве экстрагента 0,1 н H_2SO_4 в раствор переходят водорастворимый, обменный и часть легковосстанавливаемых форм.

Для определения содержания в почвах Алтайского края подвижного марганца мы использовали 0,1 н H_2SO_4 . Было установлено, что содержание подвижного марганца в почвах колеблется от < 50 до > 166 мг/кг. Коэффициенты вариабельности 4,8-25%. Самое высокое среднее содержание (100 мг/кг) подвижных форм марганца наблюдается в почвах Приобского плато и Предгорий Алтая, а низкое – в почвах Бийско-Чумышской возвышенности Кулундинской низменности.

Значительная вариабельность содержания марганца в почвах различных природных зон Алтайского края зависит от разных факторов. Информационно-логический анализ показал, что, судя по коэффициентам эффективности канала связи, факторы по влиянию на содержание в почве подвижных форм марганца располагаются в ряд: pH > гумус > илистая фракция.

Значительное влияние pH на содержание в почве подвижных форм марганца объясняется его химической природой и

природой его соединений, а также вариабельностью рН в почвах различных природных зон Алтайского края. Так, в каштановых почвах Кулундинской низменности наблюдается варьирование рН от 6,8 до > 7,1. В черноземах Приобского плато рН варьирует от 6,1 до 6,8. В почвах Бийско-Чумышской возвышенности рН изменяется в пределах от 5 до 6,7.

Рассматривая зависимость содержания подвижного марганца от рН почвы, используя информационно-логический анализ, мы выявили, что самое высокое его содержание характерно для рН от 6,5-7,0. Высокое содержание подвижного марганца в почвах Приобского плато можно объяснить накоплением легкорастворимых и обменных форм марганца и отсутствием значительных предпосылок их миграции по профилю.

При увеличении кислотности в почве наблюдается уменьшение содержания подвижных форм марганца, что характерно для почв Бийско-Чумышской возвышенности, где процесс подкисления почвы способствует переходу Mn^{+4} в Mn^{+2} , обладающего высокой миграционной способностью. Усиливается профильная миграция марганца и обеднение верхнего горизонта почвы подвижным марганцем. В этих почвах уменьшается количество отрицательно заряженных коллоидов, способных удерживать от миграции катионы марганца.

Увеличение рН свыше 7,0, что характерно для некоторых почв Кулундинской низменности, сопряжено с низким со-

держанием в почве подвижного марганца и гумуса. Здесь в связи с повышением рН увеличивается содержание труднорастворимых форм марганца.

Вывод

Зная закономерности поведения марганца в почве и выявляя связь между урожайностью культур от содержания в почве подвижного марганца, необходимо изыскивать способы оптимизировать содержание подвижного марганца в почве.

Библиографический список

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1979. – 416 с.
2. Пузаченко Ю.Т. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях / Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкин // Итоги науки, сер. мед.-геогр. – М., 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.
3. Бойченко Е.А. Ферментативные реакции фотосинтеза / Е.А. Бойченко // Вестник АН СССР. – 1951. – С. 55.
4. Вернадский В.И. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах / В.И. Вернадский. – М., 1957. – С. 238.
5. Пейве Я.В. Руководство по применению микроудобрений / Я.В. Пейве. – 1963. – 222 с.
6. Маданов П.В. Биологическая аккумуляция марганца в почвах Волжско-Камской лесостепи и его доступность сельскохозяйственным растениям / П.В. Маданов. – Казань, 1953. – 203 с.



УДК 631.6:436

Ч.Г. Гюлалыев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ПОЧВ С РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Ключевые слова: структура, влажность, объемная масса, химико-минералогический, температура, перенос тепла, гумус, термопара, ультратермостат, температуропроводность.

Введение

Основные климатические факторы окружающей среды, влияющие на плодородие пахотных земель и продуктивность возделываемых на них культур, тесно свя-