

УДК 631. 811: 631.445.41 (470.621)

ББК 40.40 (2 Ады)

Т-24

*Тих Ирина Петровна*, кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета, тел.: 89284317425, e-mail: [irina\\_tah@mail.ru](mailto:irina_tah@mail.ru);

*Тлехас Зара Рамазановна*, кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства факультета аграрных технологий Майкопского государственного технологического университета, тел.: 89034651855.

### ДИНАМИКА МАРГАНЦА И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПОЧВАХ АГРОЛАНДШАФТА СТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

(рецензирована)

*Проведена оценка содержания марганца в почвах всей территории хозяйства. Изучена динамика валового содержания и концентрации подвижных форм марганца в почвах по сезонам и годам. Сезонные колебания показателей значительно выше, чем по годам. Наибольшим содержанием подвижного марганца характеризуется весенний период.*

*Ключевые слова:* почва, валовая и подвижная форма марганца, степная зона, агроландшафт.

*Tikh Irina Petrovna*, Cand. of Biology, senior lecturer of the chair of land-tenure regulations, faculty of agricultural technologies, Maikop State Technological University, tel.: 89284317425, e-mail: [irina\\_tah@mail.ru](mailto:irina_tah@mail.ru);

*Tlekhaz Zara Ramazanovna*, Cand. of Biology, senior lecturer of the chair of land-tenure regulations, faculty of agricultural technologies, Maikop State Technological University, tel.: 89034651855.

### DYNAMICS OF MANGANESE AND ITS TRANSFORMATION IN SOILS OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE STEPPE ZONE OF ADYGHEA

*The estimation of manganese in soils of the whole territory has been made. Dynamics of the total contents and concentration of mobile forms of manganese in soils by seasons and years has been studied. Seasonal fluctuations are much higher than annual ones. The spring period is characterized by the highest content of manganese.*

*Keywords:* soil, gross and mobile forms of manganese, steppe, agricultural land.

Проблема тяжелых металлов привлекает большое внимание научных исследователей в области экологии и сельского хозяйства, что обусловлено их двойной ролью в функционировании экосистем, в жизни растений, животных и человека. С одной стороны тяжелые металлы являются токсическими элементами, с другой, в малых количествах – физиологически важными микроэлементами [1, 6]. Применение этих элементов без учета их содержания в почвах может не привести к положительным результатам, а при их избытке оказать негативное действие [8]. Изучение содержания тяжелых металлов, в том числе и марганца, в почвах и их влияние на качество сельскохозяйственной продукции в конкретных почвенно-климатических условиях представляет большое значение.

Содержание марганца в составляющих агроландшафта в Республики Адыгея изучено мало, недостаточно также сведений, раскрывающих временную динамику этого элемента в почвах как в важнейшем блоке наземных систем. Именно этими обстоятельствами обусловлен выбор темы по изучению динамики валового и подвижного марганца в системе агроландшафта.

Целью исследований являлось изучение динамики валового и подвижного марганца в отдельных системах агроландшафта.

Природно-климатические условия, объект и методы исследования

ООО «Агрокомплекс Шовгеновский» располагается в юго-восточной части Шовгеновского района. Исследуемая территория относится к зоне умеренно-континентального климата: среднегодовая температура воздуха +10,6°C, абсолютный максимум 42°C (август), абсолютный минимум – 31°C (январь). Годовое количество осадков составляет 450-600 мм. Осадки распределяются по месяцам неравномерно, и их максимальное количество приходится на май-июнь. Лето жаркое и сухое, наступает в первой декаде мая. Зима умеренная, наступает в конце ноября – начале декабря. В течение зимы неоднократны оттепели в связи с чем, снежный покров неустойчив и незначителен. Рельеф местности рав-

нинный со слабыми всхолмлениями. Исследуемый ландшафт представлен одним типом почв – лугово-то-черноземная выщелоченная, которая имеет высокую пористость и водопроницаемость.

В 2005 году проведена съемка всей территории изучаемого хозяйства методом сетки с шагом 500\*500 м. Съемка проведена с учетом специфики всех составляющих агроландшафтных систем: полей севооборотов, придорожных территорий, лесных полос, участков прилегающих хозяйства. Было проанализировано 450 образцов почвы.

Основные исследования проводились в течение 2005-2007г.г. методом экспедиционных обследований. Для определения содержания марганца в почве на полях мониторинга были заложены две продольные трансекты по центру поля и несколько поперечных на расстоянии 200 м друг от друга с отбором проб через каждые 100 м. Пробы отбирались три раза в год: апрель, июль, октябрь. Каждой экспедицией отбиралось около 120 почвенных образцов.

Подготовка и анализ проб осуществлялись согласно принятым методикам и стандартам [2, 5, 7] с использованием в качестве экстрагента растворов  $\text{HNO}_3$ . Количественный химический анализ по определению содержания марганца в образцах выполнялось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Квант-АФА». Содержания в почве органического вещества определяли по методу Тюрина в модификации Никитина [5], рН [4], физическую глину – методом по Качинскому [5].

Проведена статистическая обработка полученных результатов аналитического контроля с применением программы пакетов MS Office Excel и Statistika 6.0. Для выявления наличия зависимости между содержанием марганца и физико-химическими свойствами почвы определяли коэффициенты корреляции. Оценка всех показателей производилась на 95% уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследуемые почвы характеризуются как нейтральной реакцией среды (6,31-7,26), так слабощелочными условиями (7,52-8,47), обеспечивающими оптимальный биологический уровень в почве. Величины рН для всех почв отличаются наименьшей вариабельностью, которая не превышает 4 %.

Содержание органического вещества в почвах полей севооборота варьировало от 2,84 до 5,22%. Среднее содержание органического вещества в почвах полей севооборотов составило  $4,18 \pm 0,05\%$  при сравнительно низком коэффициенте вариации (6,79%).

Содержание органического вещества в почвах лесных полос существенно выше, чем в почвах полей севооборота. Доля органического вещества в почвах лесополос составила  $5,63 \pm 0,03\%$  при варьировании показателей от 4,13 до 6,24%.

Сравнивая средние показатели содержания органического вещества в различных составляющих агроландшафтах, следует отметить относительно высокие их значения на территории лесных полос, что, безусловно, связано с постоянным накоплением на поверхности почвы опадающих листьев, побегов, плодов деревьев и кустарников, а также травяного покрова, являющихся источником пополнения минеральных и органических веществ в верхнем слое почвы. Почвы аграрной зоны характеризуются самым низким уровнем содержания органического вещества, что указывает на его потерю в связи с постоянным нарушением верхнего слоя, внесением значительных количеств минеральных удобрений (особенно азотных), усиливающих минерализацию органического вещества.

Содержание подвижной и валовой формы марганца в почвах хозяйства. Пространственное распределение подвижных форм марганца по территории агроландшафта носит диффузный характер. По итогам площадной съемки был установлен диапазон варьирования мобильной формы элемента в почве исследуемого хозяйства, который составил от 162,8 до 324,4 мг/кг почвы. При среднем значении данного показателя в изучаемой почве на уровне  $226,7 \pm 2,3$  мг/кг, что ниже предельно допустимой концентрации (ПДК – 500 мг/кг).

Оценивая соотношение отобранных образцов почвы по уровню содержания в них подвижной формы марганца, можно отметить, что наибольшее количество проб (73%) содержание этого элемента колеблется от 200 до 250 мг/кг. Содержание подвижного марганца на уровне свыше 250 мг/кг выявлено 5%, а минимальное менее 200 мг/кг – 2%.

Валовое содержание марганца выделяется широким разбросом показателей в разных частях ландшафта. Среднее значение составило  $786,2 \pm 19,1$  мг/кг при варьировании 531,8 – 1267,3 мг/кг (ПДК = 1500 мг/кг). Основная территория хозяйства характеризуется почвами, в которых валовое содержание марганца находится на уровне 700-900 мг/кг (74%), причем больших различий между отдельными частями ландшафта практически нет. Относительно незначительная площадь ландшафта около 7% занята почва, содержащими марганец в концентрации менее 700 мг/кг и только 3% отобранных проб характеризуется валовым содержанием марганца свыше 1000 мг/кг.

*Динамика подвижной и валовой формы марганца в верхнем слое почвы по сезонам.* Исследование проводилось на двух полях, которые можно разделить на полигоны: №1 – где проводится сжигание соломы и стерни, №2 – где, солому и стерни запахивали в почву. Максимальные концентрации подвижной формы марганца в почвах исследуемых полигонов отмечались в весенний период (табл. 1).

Таблица 1 – Средняя сезонная динамика подвижного марганца в почвах полей севооборота и лесополос за период 2005-2007г.г., мг/кг

Сезон	Поле №1 (полигон №1)		Поле №2 (полигон №2)	
	севооборот	Лесополоса	севооборот	лесополоса
Весна	231,5±6,40	276,1±12,57	262,5±9,13	293,9±16,27
Лето	210,6±5,90	251,9±13,40	229,6±11,50	261,1±14,57
Осень	187,6±4,77	236,4±9,50	219,9±12,80	271,4±15,23
среднее	209,9±5,69	254,8±11,82	237,3±11,14	275,5±15,36

Анализ результатов исследований по определению динамики подвижных форм марганца в почвах агроландшафтов показал, что среднее изучаемого элемента варьирует по годам и сезонам года, однако годовые различия концентраций марганца в почве значительно ниже, чем по сезонам года.

Максимальная концентрация подвижной формы в почвах полей севооборотов отмечается в весенний период, когда влажность почвы максимальна за счет таяния снегов и частых осадков. Кроме того, весьма заметное количество микроэлементов, в том числе и марганец, привносится в почву с минеральными удобрениями. Минимальные концентрации характерны для осеннего периода, когда завершаются процессы формирования растительной массы и значительная часть элемента из почвы отчуждается с основной и побочной продукцией сельскохозяйственных культур.

По результатам исследований можно отметить, что в почвенных образцах полей севооборота содержание подвижной формы марганца в среднем ниже, чем в почвах лесных полос на 8% при относительно низких показателях стандартной ошибки, стандартного отклонения и относительно невысоких коэффициентах вариации. Указанная особенность обусловлена рядом факторов: отсутствием выноса элемента с урожаем, более высокой влажностью почв лесных полос, наличием в них большого количества древесной растительности, мощная корневая система которых способна выносить в верхний слой почвы ряд элементов, в том числе и марганец, из нижних слоев почвы, включая материнскую породу.

Сравнительный анализ сезонной динамики концентрации подвижной формы марганца в почвах сельскохозяйственных полей и лесополос выявил тенденцию увеличения его содержания на 8-9% соответственно в обоих блоках агроландшафта в весенний период по сравнению с летним и осенним периодами.

Валовое содержание марганца в почвах полигонов колеблется в широких пределах – от 464,8 до 1526,1 мг/кг почвы. Оценка содержания валового марганца в почвах севооборота и в лесных полосах показывает, что за весь период исследований концентрация потенциально подвижных форм составляла 27-32% от общего содержания элемента.

Максимальное содержание валового марганца отмечено весной (838,8±66,31 мг/кг). В летний период его показатель снижается (791,2±63,06), и минимум приходится на осень (768,9±65,77) (табл. 2).

Таблица 2 – Среднее сезонная динамика валового марганца в почвах полигонов за период 2005-2007 г.г., мг/кг

Сезон	Поле №1 (полигон №1)		Поле №2 (полигон №2)	
	севооборот	лесополоса	севооборот	лесополоса
Весна	810,4±66,24	826,7±62,45	844,6±69,83	873,6±66,71
Лето	768,6±65,91	783,2±61,12	791,5±65,70	821,4±59,52
Осень	743,9±64,57	768,3±69,90	768,3±63,28	794,9±65,31
среднее	774,3±65,57	792,7±64,49	801,5±66,27	830,0±63,85

В почвах лесополос отмечается повышение валового содержания марганца по сравнению с показателями, выявленными для почв севооборота, в среднем на 9-10%.

Анализ данных валового содержания марганца в почвах сельскохозяйственных угодий выявил разницу в средних значениях трехлетнего показателя между полигонами севооборота, который составил 27,2 мг/кг в пользу второго участка. Валовое содержание марганца в почвах лесополос второго полигона на 37,3 мг/кг выше, чем в первом полигоне, что объясняется пониженным ввиду особенностей рельефа выносом элемента из прилегающих полей с поверхностным и внутрипочвенным стоком и последующим его накоплением в пределах лесополос, которые играют роль геохимического барьера.

По результатам исследования, необходимо отметить, что в образцах почв лесополос и полей севооборота второго полигона содержание валового марганца выше, чем в первом полигоне. Такая специфика в содержании марганца по полигонам обусловлена тем, что стерни и растительные остатки запахивали в почву на втором поле, что способствовало некоторому накоплению зональных элементов, включая и марганец. Кроме того, данный полигон характеризуется большей выравненностью мезорельефа по сравнению с первым, в результате чего процессы водной эрозии протекают менее интенсивно.

Для установления связей между марганцем, физической глиной, органического вещества почвы и влияния на его подвижность реакции почвы нами были определены коэффициенты корреляции. Установлена прямая связь между валовым содержанием марганца и органическим веществом в почве ( $r = 0,74$ ) и очень тесная связь между подвижными формами изучаемого элемента и органическим веществом ( $r = 0,96$ ) для почв различных элементов рельефа. Заметно слабее выражена обратная зависимость между величиной рН и содержанием подвижного и валового марганца ( $r = - 0,38$  и  $r = - 0,33$  соответственно), что подтверждает подвижность данного элемента в кислых почвах.

Слабой и средней величиной характеризуется зависимость между марганцем и физической глиной, коэффициент корреляции при этом составил 0,31 для валового содержания и 0,56 для мобильных форм. Для почв изучаемого агроландшафта был установлен высокий коэффициент положительной связи между содержанием валового и мобильного марганца ( $r = 0,79$ ).

### Выводы

Анализ результатов исследований содержания марганца в некоторых компонентах агроландшафта по сезонам и годам позволяет сделать следующие выводы:

1. Содержание марганца в почвах изучаемого агроландшафта характеризуется значительным разбросом показателей как валового содержания (от 531,8 до 1267,3 мг/кг), так и его подвижной формы (от 162,8 до 324,4 мг/кг). В исследуемых почвенных образцах содержание марганца не превышало предельно допустимой концентрации, что говорит об отсутствии загрязнения почв изучаемым элементом. Минимальное содержание марганца выявлено для подвижных форм – 2% и для валового содержания – 7%, максимальное – 5% и 3% соответственно, что указывает на среднюю обеспеченность почв хозяйства марганцем.

2. Изучение динамики марганца в почвах полей севооборота позволило выявить значительные колебания концентраций валового и подвижного элемента по годам и сезонам года, однако годовые различия в показателях значительно ниже, чем их варьирование по сезонам. Наибольшим накоплением марганца в почвах характеризуется весенний период, что связано с применением в этот период в севообороте минеральных удобрений, а также с завершением процессов минерализации растительных остатков. Минимальные концентрации – характерны для осени, когда вынос минеральных веществ растениями резко сокращается в связи со снижением процесса фотосинтеза и формирования урожая.

3. Повышенные уровни мобильного марганца свойственны почвам лесных полос, что является следствием выноса элемента с полей с последующей аккумуляцией в лесополосах, его более высокого общего содержания в почвах лесных насаждений при менее выраженном отчуждении с урожаем, а также более высокого и стабильного увлажнения по сравнению с полевыми условиями.

### Литература:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат. 1987. 141 с.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Госком СССР по стандартам, 1985.
3. ГОСТ 26483-85. Приготовление солевой вытяжки и определение её рН по методу ЦИНАО. М.: Госком СССР по стандартам, 1985.
4. Добровольский В.В. Практикум по географии почв. М.: Гуманитарный изд. центр «Владос». 2001. 143 с.
5. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. - Ростов н/Д. Изд-во Рост. ун-та, 2003. 204 с.
6. Минеев В.Г. Проблема тяжелых металлов в современной земледелии / В.Г. Минеев // Тяжелые металлы и радионуклиды в агро системах. – М.: РАСХН, 1994. С. 5-11.
7. РД 52.18.191-89 – Определение валового марганца в почвах. – М. РД 52.18.289-90 - Определение подвижного марганца в почвах. – М.
8. Торшин С.П. Микроэлементы, экология и здоровье человека / С.П. Торшин, Т.М. Удельянова, Б.А. Ягодин // Успехи современной биологии. 1990. Т. 109. Вып. 2. С. 279-292.