

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ И СЕРА В ПОЧВАХ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Уткин Алексей Анатольевич, к.с.-х.н, доцент, заведующий кафедрой агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева
E-mail: aleut@inbox.ru*

Аннотация: *Определено, что исследуемые почвы имели высокую и очень высокую обеспеченность подвижным бором, цинком, медью и низкую – молибденом и серой. Среднее содержание бора, цинка и меди за период наблюдений увеличилось, а серы – снизилось.*

Ключевые слова: *микроэлементы, сера, серая лесная почва, дерново-подзолистая почва, реперные участки, Владимирская область.*

Введение. Микроэлементы играют большую роль для нормального протекания многих физиологических процессов в жизни культурных растений.

Недостаточная обеспеченность почв микроэлементами, как и их избыточное присутствие в виде концентраций, соответствующих тяжелым металлам, приводит к значительному снижению урожайности, более чем на 25-30%, а также ухудшению качества растениеводческой продукции и кормов [3]. Причем эта проблема является актуальной не только для Владимирской области, но и для других регионов России.

Снижение содержания микроэлементов в почве связано с выносом их урожаем культуры, потерями от вымывания и закрепления, снижением используемых доз удобрений на сельскохозяйственных угодьях и т.д. [4].

Наличие информации по обеспеченности почв микроэлементами позволит землепользователю эффективнее использовать удобрения, повысить урожайность культур и экономическую эффективность производства и др. [2, 5].

Информация, касающаяся содержания в почвах Владимирской области микроэлементов в настоящее время недостаточно полно используется сельскохозяйственными производителями, она требует дополнительного изучения, что повышает ценность проведенного исследования.

Цель – оценить по фактическому содержанию подвижных форм бора, меди, цинка, молибдена и серы обеспеченность микроэлементами серых лесных и дерново-подзолистых почв.

Материалы и методы. Объектами агроэкологического исследования являлись два основных типа почв Владимирской области – дерново-подзолистые, доля которых в сельскохозяйственном фонде почв области составляет 65% и серые лесные – 33%.

Обследование почв на содержание в них микроэлементов проводилось в 1993 и 2019 годах локально на 36 реперных участках, расположенных во всех районах области. Общая площадь обследованных почв реперных участков составила – 1250 га (100,0%), в том числе площадь занятая серыми лесными почвами – 480 га (38,4%), дерново-подзолистыми – 770 га (61,6%).

Крутизна склонов участков не превышала 5° при средней величине в 1,3°. Реперные участки располагались, в основном, на пахотных землях и кормовых естественных угодьях, преобладающая растительность участков – культурные растения, в редких случаях – злаковое разнотравье. Величины гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова за вегетационный период в 1993 и 2019 годах проведения обследований составляли 1,31 и 1,39, соответственно, что отвечает достаточному увлажнению территории.

Анализ почв были выполнены согласно принятым в агрохимической практике методикам: подвижная сера ($S_{\text{подв}}$) (по методу ЦИНАО): ГОСТ 26490–85; подвижный бор (В) (по методу Бергера и Труога в модификации ЦИНАО): ГОСТ Р 50688–94; подвижная медь (Cu) (по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО): ГОСТ Р 50684–94; подвижный цинк (Zn) (по методу Ринькиса в модификации Почвенного института им. В. В. Докучаева); подвижный молибден (Mo) (по методу Григга в модификации ЦИНАО): ГОСТ Р 50689–94.

Отдельные результаты исследования подвергались корреляционному анализу с расчетом коэффициента линейной корреляции Пирсона с помощью статистической программы MS Excel 2010.

Результаты и их обсуждение. Проанализируем данные по содержанию в почвах подвижных форм микроэлементов (табл.). Среднее содержание и пределы колебаний водорастворимых форм В в дерново-подзолистой и серой лесной почве согласуются с данными приведенными в работах Я. В. Пейве и М. В. Каталымова для этих почв. Согласно градации обеспеченности почв подвижными формами В и исходя из средних значений содержания элемента в исследуемых почвах участков, изучаемые почвы, в основном, имели высокую (0,7-1,1 мг В/кг) обеспеченность. Содержание подвижных (оксалатных) форм Мо в исследуемых почвах реперных участков согласуется с пределами его содержания в дерново-подзолистой (0,09-0,56 мг/кг) и серой лесной (0,05-0,41 мг/кг) почвах. По градации обеспеченности почв Мо его среднее содержание в серой лесной и дерново-подзолистой почвах указывает на низкую (0,08-0,14 мг/кг) обеспеченность элементом. Пределы содержания подвижных форм Си в дерново-подзолистой и серой лесной почвах значительно превышали пределы содержания, указанные в работе для данных почв – 1,1-5,4 и 6,6-7,8 мг/кг, соответственно. Серые лесные почвы как более гумусированные, чем дерново-подзолистые имели большую обеспеченность подвижной медью, что подтверждается исследованиями, в которых на накопление меди влияло увеличение присутствия в почве органического вещества. Между содержанием органического вещества и подвижной Си в серой лесной и дерново-подзолистой почвах в 2019 году установлена заметная и умеренная корреляционная связь: $r = 0,65$ и $r = 0,34$, соответственно.

Таблица. Концентрации микроэлементов и подвижной серы в почвах, мг/кг (2019 г.)

№ р. уч.*	Район	B	Cu	Zn	Mo	S _{подв}	№ р. уч.	Район	B	Cu	Zn	Mo	S _{подв}
<i>Серая лесная почва</i>													
2	Собинский	0,64	5,6	1,6	0,118	4,4	19	Кольчугинский	1,18	7,7	3,0	0,120	5,5
3	Ю.-Польский	0,78	11,5	1,5	0,103	3,5	29	Суздальский	0,91	12,2	5,1	0,120	8,1
4	Ю.-Польский	1,17	9,7	1,7	0,110	8,1	30	Суздальский	1,33	10,0	1,5	0,100	7,7
5	Суздальский	1,08	9,3	1,9	0,124	4,4	31	Муромский	0,06	5,5	1,8	0,143	3,9
12	Гороховецкий	0,56	5,0	2,8	0,124	3,1	32	Муромский	н/о**	н/о	н/о	н/о	н/о
16	Александровский	1,10	5,7	2,3	0,092	4,9	34	Суздальский	0,59	6,6	1,1	0,105	8,1
M ± m***									0,85	8,1	2,2	0,114	5,6
									±0,11	±0,78	±0,34	±0,004	±0,60
Коэффициент вариации, %									43,55	32,00	50,54	12,43	35,69
M (1993 г.)									0,62	5,7	1,5	н/о	16,0
<i>Дерново-подзолистая почва</i>													
1	Собинский	2,16	11,8	24,4	0,095	8,1	20	Судогодский	1,41	4,5	0,9	0,175	2,9
6	Суздальский	1,75	14,0	2,9	0,119	5,5	21	Судогодский	0,93	6,4	2,3	0,103	4,6
7	Суздальский	1,20	5,6	1,8	0,148	8,6	22	Селивановский	0,92	5,7	2,3	0,137	5,1
8	Суздальский	2,23	4,9	1,5	0,129	4,4	23	Ковровский	0,83	6,2	0,6	0,118	4,7
9	Камешковский	0,46	4,9	0,9	0,107	4,3	24	Ковровский	0,64	5,0	0,4	0,120	4,4
10	Петушинский	0,43	6,2	1,4	0,144	7,7	25	Камешковский	0,18	9,6	13,2	0,135	9,1
11	Собинский	0,18	5,3	2,0	0,116	2,6	26	Г.-Хрустальный	2,26	6,7	1,0	0,138	2,3
13	Вязниковский	0,85	4,6	1,6	0,112	4,3	27	Г.-Хрустальный	0,97	4,7	0,3	0,103	6,5
14	Вязниковский	1,60	2,9	2,4	0,149	2,1	33	Меленковский	0,37	3,4	0,5	0,137	4,4
15	Кольчугинский	0,90	5,3	1,2	0,130	2,1	35	Судогодский	0,68	3,9	2,9	0,103	3,4
17	Киржачский	0,57	2,7	0,7	0,085	2,9	36	Суздальский	0,98	4,5	3,4	0,086	3,9
18	Ю.-Польский	0,78	4,5	1,2	0,083	3,9	37	Камешковский	н/о	8,1	1,8	0,082	н/о
M ± m									1,01	5,9	3,0	0,119	4,7
									±0,13	±0,54	±1,06	±0,005	±0,42
Коэффициент вариации, %									61,30	45,07	174,70	20,33	43,84
M (1993 г.)									0,75	3,9	2,3	н/о	13,0

Примечание: р. уч.* – реперный участок; н/о** – не определяли; M ± m*** – среднее арифметическое и его ошибка.

Исходя из средней обеспеченности Cu дерново-подзолистых и серых лесных почв и согласно градации обеспеченности почв таежно-лесной зоны дерново-подзолистые почвы реперных участков имели высокую (4,0-6,6 мг/кг), а серые лесные – очень высокую (более 6,6 мг/кг) обеспеченность подвижными формами меди.

Пределы колебаний содержания подвижного цинка в дерново-подзолистой почве реперных участков, в основном, совпадают с пределами содержания его усвояемых форм (0,12-20,0 мг/кг) для данной почвы.

Серые лесные почвы Владимирской области имели более узкие и низкие пределы обеспеченности подвижными формами Zn, чем дерново-подзолистые.

Среднее содержание подвижных форм Zn в дерново-подзолистой и серой лесной почвах указывает преимущественно на высокую (2-4 мг/кг) обеспеченность данных почв цинком, как микроэлементом питания растений.

Общее содержание серы в почве определяется почвообразующими породами и содержанием в них органического вещества. Установлено, что с органическим веществом почвы связано до 70-90% валовых запасов серы. Между содержанием углерода органического вещества и серой в его составе установлена тесная прямая корреляционная связь линейной зависимости [1].

В нашем случае в 2019 году между содержанием органического вещества и подвижной серой в серой лесной почве была установлена заметной тесноты корреляционная взаимосвязь ($r = 0,64$), в дерново-подзолистой почве между указанными параметрами отмечена связь слабой силы ($r = 0,21$).

Исходя из среднего содержания подвижной серы исследуемые почвы в 2019 году имели низкий уровень обеспеченности подвижной серой ($< 6,0$ мг/кг почвы), а в 1993 году – высокий (12,1-18,0 мг/кг).

С 1993 года среднее содержание подвижных форм серы в серой лесной и дерново-подзолистой почвах снизилось к 2019 году на 63,8 и 65,0%, соответственно, что можно объяснить, например, уменьшением применения серосодержащих удобрений, систематическим ежегодным выносом серы из почвы с урожаем и вымыванием сульфатов из почв участков.

В течение всего периода наблюдений дерново-подзолистая почва была лучше обеспечена B, Zn и Mo, а серая лесная – Cu и $S_{\text{подв}}$.

За 26 летний период мониторинга среднее содержание B, Cu и Zn в почвах реперных участков увеличилось в серой лесной почве на 37,1, 42,1 и 46,7%, в дерново-подзолистой – на 34,7, 51,3 и 30,4%, соответственно. Предположительно, это повышение обеспеченности подвижными формами микроэлементов связано, как с поступлением в почвы дополнительных количеств указанных элементов от техногенных источников загрязнения, так и от внесения этих микроэлементов в почву с удобрениями.

Заключение. Дерново-подзолистые почвы по сравнению с серыми лесными имели бóльшую обеспеченность B, Mo, Zn и меньшую обеспеченность Cu и $S_{\text{подв}}$. Обеспеченность почв B, Zn и Cu находилась на высоком и очень высоком уровне, Mo и серой – на низком. Для повышения обеспеченности почв Mo и серой следует проводить внесение серо- и молибденсодержащих минеральных и органических удобрений.

В изучаемых почвах отмечалось увеличение среднего содержания В, Сu и Zn на фоне существенного снижения содержания $S_{\text{подв}}$ к уровню содержания элементов в 1993 году.

Библиографический список

1. Аристархов, А.Н. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность её применения [Текст] / А.Н. Аристархов // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2016. - №5. С. 39-47.
2. Кирюшин, В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия [Текст] / В.И. Кирюшин // Почвоведение. - 2019. - №9. - С. 1130-1139.
3. Уткин, А.А. Тяжелые металлы (цинк, свинец и кадмий) в системе: торфяная низинная почва - растение: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04, 03.00.16 / Уткин Алексей Анатольевич. - СПб-Пушкин: СПбГАУ, 2004. - 18 с.
4. Уткин, А.А. Химия минеральных удобрений : учебное пособие / А.А. Уткин. - Иваново: ФГБОУ ВО ИГСХА. 2021. - 91 с. - ISBN 978-98482-091-2.
5. Уткин, А.А. Оценка уровня плодородия и агроэкологического состояния выработанных торфяных почв Владимирской области [Текст] / А.А. Уткин, С.Н. Лукьянов // Агрохимия. - 2021. - №9. - С. 3-12.

TRACE ELEMENTS AND SULFUR IN THE SOILS OF REFERENCE SITES OF THE VLADIMIR REGION

Utkin A.A., candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agrochemistry and ecology

Ivanovo State Agricultural Academy, 153012, Russia, Ivanovo, Sovetskaya str., 45

Abstract: *It was determined that the studied soils had a high and very high availability of mobile boron, zinc, copper and low – molybdenum and sulfur. The average content of boron, zinc and copper increased during the observation period, and sulfur decreased.*

Key words: *trace elements, sulfur, gray forest soil, sod-podzolic soil, reference sites, Vladimir region.*