

УДК 631.453(477.1)

Т. Н. Мыслыва

к. с.-х. н.

Ю. А. Белявский

к. с.-х. н.

П. П. Надточий

д. с.-х. н.

Житомирский национальный агроэкологический университет

МЕДЬ В ПОЧВАХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Установлено, что в верхнем 0–20 см слое почв агроландшафтов фиксируется относительно низкое содержание валовых форм меди, которое колеблется в среднем от

© Т. Н. Мыслыва, Ю. А. Белявский, П. П. Надточий

1–2 до 6–8 мг/кг. Коэффициент концентрации сильнофиксированной меди в пахотном слое почв агроландшафтов в среднем колеблется в пределах от 1,11 до 2,42, а индекс насыщенности почвы отвечает фоновому содержанию, величина которого соответствует низкой обеспеченности, поэтому данный элемент следует рассматривать не как загрязнитель, а как дефицитный микроэлемент, запасы которого в почвах нуждаются в пополнении. Характерной чертой распределения меди по почвенному профилю является ее аккумуляция в верхних гумусово-аккумулятивных горизонтах, что является результатом комплексного действия природных (биологическая аккумуляция) и техногенных (привнесение в качестве загрязнителя) факторов. Для почв супесчаного гранулометрического состава характерным является повышение содержания сильнофиксированной меди в направлении к материнской породе, что предопределено крепким ее связыванием в этих почвах органическим веществом. Определяющими факторами, способствующими аккумуляции меди в почве, является содержание органического вещества и гранулометрический состав.

Ключевые слова: медь, почва, миграция, загрязнение, агроландшафт, коэффициент концентрации, индекс насыщенности.

Постановка проблемы

Медь является одним из наиболее важных микроэлементов, принимает участие в процессах окисления, усиливает интенсивность дыхания, способствует синтезу белков и входит в состав 19 ферментов, являющихся медьсодержащими протеинами. Однако, будучи жизненно необходимой для живых организмов, в аномально высоких концентрациях медь токсична для растений, животных и человека и переходит в разряд тяжелых металлов, а также согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 принадлежит к веществам второго класса опасности [4]. Сведения о формах нахождения и особенностях миграции меди в почвах дадут возможность оценить как общую степень загрязнения почвенного покрова этим элементом, так и достоверность накопления его растениеводческой продукцией.

Анализ последних исследований и публикаций

Хотя в литературе и имеется определенное количество сведений относительно загрязнения почвенного покрова Житомирского Полесья медью [1, 5], они носят фрагментарный характер, а мониторинговых исследований относительно оценки уровня загрязнения данным элементом природных и агроландшафтов в Житомирской области за последние 40–45 лет практически не проводилось.

Цель, задачи и методика исследований

Ввиду выше изложенного, нами были поставлены следующие задачи: 1) установить особенности распространения валовых и сильнофиксированных форм меди в почвах агроландшафтов Житомирского Полесья; 2) оценить уровень загрязнения почвенного покрова агроландшафтов на основании определения геохимических коэффициентов. Исследования выполняли на протяжении 2003–2014 гг. в пределах полесской части Житомирской области. Экстрагирование валовой меди проводили концентрированной HNO_3 , а

сильнофиксированной – 1н HNO₃. Определение концентрации Cu выполняли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе марки С 115–1М. Оценку содержания меди в почве осуществляли на основании определения таких геохимических коэффициентов, как коэффициент концентрации (Кс) [1] и индекс насыщенности медью почвы I_{PCu} [2]. Статистическая обработка экспериментальных данных была проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel та Statistica 10.0.

Результаты исследований

Известно, что основные почвообразующие породы Житомирского Полесья традиционно бедны медью [3]. Особенно мало ее содержат флювиогляциальные и древнеаллювиальные песчаные отложения, а также продукты выветривания кристаллических пород. В связи с этим и почвы данного региона характеризуются относительно низким содержанием валовой меди, колеблющимся в среднем от 2–4 до 10–12 мг/кг (табл. 1).

Таблица 1. Содержание валовых форм меди в отдельных почвенных разностях агроландшафтов Житомирского Полесья, 2003–2014 гг., слой почвы 0–20 см

Название почвы	Площадь, га	Интервал содержания меди, мг/кг					
		1–2	2–4	4–6	6–8	8–10	>10
Дерново-слабоподзолистая песчаная на флювиогляциальных отложениях	45	$\frac{7,2}{16}$	$\frac{21,6}{48}$	$\frac{16,2}{36}$	–	–	–
Дерново-среднеподзолистая супесчаная на флювиогляциальных отложениях	80	$\frac{4,0}{5}$	$\frac{36,8}{46}$	$\frac{22,4}{28}$	$\frac{16,8}{21}$	–	–
Дерново-среднеподзолистая супесчаная на морене	60	–	$\frac{31,2}{52}$	$\frac{18,0}{30}$	$\frac{10,8}{18}$	–	–
Светло-серая оподзоленная супесчаная на лессовидных суглинках	50	$\frac{14,0}{28}$	$\frac{36,0}{72}$	–	–	–	–
Серая оподзоленная крупнопылевато-легкосуглинистая на лессовидных суглинках	50	–	$\frac{22,0}{44}$	$\frac{28,0}{56}$	–	–	–
Темно-серая оподзоленная песчано-легкосуглинистая на лессовидных суглинках	40	–	$\frac{12,0}{30}$	$\frac{23,2}{58}$	$\frac{4,8}{12}$	–	–
Дерновая глубокая глеевая супесчаная на водно-ледниковых отложениях	40	–	–	–	$\frac{23,2}{58}$	$\frac{16,8}{42}$	–
Луговая оподзоленная суглинистая на бескарбонатных глинах	40	–	–	–	$\frac{21,2}{53}$	$\frac{18,8}{47}$	–

Примечание: в табл. 1 и 2 числитель – га; знаменатель – % от обследованной площади.

Максимальные количества валовой меди – 9–12 мг/кг – содержат дерновые глинистые, луговые и болотные почвы, а минимальные – 2–4 мг/кг – дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы, сформированные на древнеаллювиальных и флювиогляциальных отложениях.

Характерной чертой распределения меди по почвенному профилю является ее аккумуляция в верхних гумусово-аккумулятивных горизонтах. Это явление есть результатом комплексного воздействия природных (биологическая аккумуляция) и техногенных (привнесение в качестве загрязнителя) факторов. На накопление и формы нахождения Cu в почвенной экосистеме влияют также и экологические условия (характер растительного покрова, его количественный и качественный состав). Низкие запасы валовых форм меди в полесских почвах предопределяют и сравнительно невысокое содержание в них ее сильнофиксированных форм. Обеспеченность пахотного слоя сильнофиксированной медью является низкой и средней и находится на уровне 0,9–2,3 мг/кг. Относительно высокое среднее содержание сильнофиксированных форм меди (2–4 мг/кг) отмечено в пахотном слое светло – серой оподзоленной почвы (табл. 2).

Таблица 2. Содержание сильнофиксированных форм меди в отдельных почвенных разностях агроэкосистем Житомирского Полесья, 2003–2014 гг., слой почвы 0–20 см

Название почвы	Площадь, га	Интервал содержания меди, мг/кг				
		0,1–0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–4,0	4,0–6,0
Дерново-подзолистая глееватая супесчаная	145	$\frac{8,7}{6}$	$\frac{17,4}{12}$	$\frac{89,9}{62}$	$\frac{23,2}{16}$	$\frac{5,8}{4}$
Дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая	80	–	–	–	$\frac{76,8}{96}$	$\frac{3,2}{4}$
Дерново-подзолистая супесчаная глеевая	55	$\frac{4,4}{8}$	$\frac{8,2}{15}$	$\frac{35,8}{65}$	$\frac{3,3}{6}$	$\frac{3,3}{6}$
Дерново-супесчаная осушенная	70	$\frac{4,2}{6}$	$\frac{7,0}{10}$	$\frac{40,6}{58}$	$\frac{18,2}{26}$	–
Дерново-подзолистая глинисто-песчаная глеевая	90	–	$\frac{3,6}{4}$	$\frac{20,7}{23}$	$\frac{56,7}{63}$	$\frac{9,0}{10}$
Дерново-подзолистая неоглеенная глинисто-песчаная	80	–	–	$\frac{63,2}{79}$	$\frac{16,8}{21}$	–
Дерново-подзолистая супесчаная, подстиленная элювием массивно-кристаллических пород	90	$\frac{10,8}{12}$	$\frac{21,6}{24}$	$\frac{50,4}{56}$	$\frac{7,2}{8}$	–
Дерново-подзолистая глееватая глинисто-песчаная	90	$\frac{5,4}{6}$	$\frac{13,5}{15}$	$\frac{17,1}{19}$	$\frac{46,8}{52}$	$\frac{7,2}{8}$
Дерново-подзолистая глеевая глинисто-песчаная осушенная	80	$\frac{16,0}{20}$	$\frac{53,6}{67}$	$\frac{10,4}{13}$	–	–
Дерново-подзолистая неоглеенная супесчаная	50	$\frac{3,0}{6}$	$\frac{8,5}{17}$	$\frac{34,5}{69}$	$\frac{4,0}{8}$	–
Дерново-подзолистая супесчаная поверхностно-глееватая	80	–	$\frac{15,2}{19}$	$\frac{56,8}{71}$	$\frac{8,0}{10}$	–
Дерново-подзолистая неоглеенная песчаная	80	–	$\frac{61,6}{77}$	$\frac{18,4}{23}$	–	–
Дерново-подзолистая глинисто-песчаная глеевая	50	$\frac{2,5}{5}$	$\frac{7,0}{14}$	$\frac{36,0}{72}$	$\frac{4,5}{9}$	–
Светло-серая оподзоленная глееватая супесчаная	50	–	–	$\frac{7,5}{15}$	$\frac{42,5}{85}$	–
Светло-серая оподзоленная легкосуглинистая	50	–	–	$\frac{5,5}{11}$	$\frac{44,5}{89}$	–

Достаточно высоким оказалось содержание сильнофиксированных форм меди в дерново-подзолистых глинисто-песчаных глееватых и глинистых почвах, 52–63 % от обследованной площади которых соответственно содержат от 2 до 4 мг/кг, а 8–10 % – от 4 до 6 мг/кг данного элемента. Наименее обеспеченными сильнофиксированной медью оказались почвы, сформировавшиеся на продуктах выветривания кристаллических пород.

Не смотря на то, что коэффициент концентрации сильнофиксированной меди в пахотном слое в среднем колеблется в пределах от 1,11 до 2,42, а общая площадь обследованных почв, где этот показатель превышает единицу, составляет от 50 до 100 %, медь нельзя считать загрязнителем почв агроэкосистем (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициент концентрации K_c сильнофиксированных форм меди и индекс насыщенности медью $I_{P_{Cu}}$ отдельных почвенных разностей агроландшафтов Житомирского Полесья, 2003–2014 гг., слой почвы 0–20 см

Название почвы	Площадь, га	K_c			Индекс насыщенности почвы, $I_{P_{Cu}}$
		среднее значение пределы колебания	≤ 1	> 1	
Дерново-подзолистая глееватая супесчаная	145	$\frac{1,46}{0,34-4,61}$	$\frac{*26,1}{18}$	$\frac{118,9}{82}$	$\frac{**1,21}{0,58-2,15}$
Дерново-подзолистая глееватая легкосуглинистая	80	$\frac{2,41}{2,14-2,57}$	–	$\frac{80}{100}$	$\frac{1,55}{1,46-1,60}$
Дерново-подзолистая супесчаная глеевая	55	$\frac{1,40}{0,31-4,41}$	$\frac{12,6}{23}$	$\frac{42,4}{77}$	$\frac{1,18}{0,56-2,10}$
Дерново-подзолистая глинисто-песчаная глеевая	90	$\frac{2,36}{0,75-6,51}$	$\frac{3,6}{4}$	$\frac{86,4}{96}$	$\frac{1,54}{0,87-2,55}$
Дерново-подзолистая глинисто-песчаная, подстеленная элювием массивно-кристаллических пород	80	$\frac{0,95}{0,40-1,24}$	$\frac{35,2}{44}$	$\frac{44,8}{56}$	$\frac{0,97}{0,63-1,11}$
Дерново-подзолистая песчаная, подстеленная элювием массивно-кристаллических пород	55	$\frac{1,15}{0,34-2,34}$	$\frac{19,8}{36}$	$\frac{35,2}{64}$	$\frac{1,07}{0,49-1,53}$
Дерново-подзолистая глееватая глинисто-песчаная	90	$\frac{2,26}{0,31-7,41}$	$\frac{18,9}{21}$	$\frac{71,1}{79}$	$\frac{1,50}{0,56-2,72}$
Дерново-подзолистая глеевая глинисто-песчаная осушенная	80	$\frac{0,93}{0,47-1,44}$	$\frac{69,6}{87}$	$\frac{10,4}{13}$	$\frac{0,96}{0,68-1,20}$
Дерново-подзолистая неоглеенная супесчаная	50	$\frac{1,47}{0,34-2,92}$	$\frac{11,5}{23}$	$\frac{38,5}{77}$	$\frac{1,21}{0,59-1,71}$
Дерново-подзолистая неоглеенная глинисто-песчаная	80	$\frac{1,11}{0,58-1,47}$	$\frac{12,8}{16}$	$\frac{67,2}{84}$	$\frac{1,06}{0,76-1,21}$
Дерново-подзолистая глинисто-песчаная глеевая	50	$\frac{1,65}{0,46-2,24}$	$\frac{9,5}{19}$	$\frac{40,5}{81}$	$\frac{1,28}{0,68-1,50}$
Светло-серая оподзоленная глееватая супесчаная	50	$\frac{2,25}{1,49-2,99}$	–	$\frac{50}{100}$	$\frac{1,50}{1,22-1,73}$
Светло-серая оподзоленная легкосуглинистая	50	$\frac{2,42}{1,57-2,97}$	–	$\frac{50}{100}$	$\frac{1,55}{1,25-1,72}$

Примечание: *числитель – га; знаменатель – % от обследованной площади; ** – числитель – среднее значение показателя, знаменатель – пределы колебания показателя.

Для почв современных агроэкосистем Житомирского Полесья медь является дефицитным микроэлементом, запасы которого нуждаются в пополнении, особенно ввиду того, что в результате длительного экономического кризиса в аграрном секторе экономики применение микроудобрений, в том числе и медьсодержащих, сведено к нулю. Об этом свидетельствует и величина индекса насыщенности почвы медью $I_{p_{Cu}}$, которая характеризует педогеохимический статус экосистемы и в целом отвечает фоновому содержанию, величина которого 0,96 мг/кг, в свою очередь, соответствует низкой обеспеченности почвы. Исключения составляют лишь светло-серые оподзоленные почвы, индекс насыщенности которых медью в среднем составляет 1,5–1,55, что свидетельствует о преобладании в них аккумулятивных процессов над миграционными.

Итоги и перспективы дальнейших исследований

1. В почвенном покрове агроландшафтов Житомирского Полесья фиксируется относительно низкое содержание валовых форм меди, колеблющееся в среднем от 1–2 до 6–8 мг/кг, и достигающим уровня 8–10 мг/кг лишь в дерновых глинистых и луговых почвах. 2. Характерной чертой распределения сильнофиксированной меди по почвенному профилю является ее аккумуляция в верхних генетических горизонтах, богатых органическим веществом. 3. Коэффициент концентрации сильнофиксированной меди в пахотном слое почв агроландшафтов в среднем колеблется в пределах от 1,11 до 2,42, а индекс насыщенности почвы отвечает фоновому содержанию, величина которого соответствует низкой обеспеченности, поэтому медь следует рассматривать не как загрязнитель, а как дефицитный микроэлемент, запасы которого в почве нуждаются в пополнении.

Последующие исследования должны быть сосредоточены в направлении детальной оценки уровня содержания валовых и сильнофиксированных форм меди в урбаноземах и урбогрунтах на территории Житомирской области.

Литература

1. Валерко Р. А. Забруднення важкими металами ґрунтового покриву і фітоценозів на території м. Житомира та прилеглих до нього агроекосистем / Р. А. Валерко // Вісн. ДАЕУ. – 2008. – № 1. – С. 356–366.
2. Дмитрук Ю. М. Оцінка вмісту нікелю в ґрунтах Покутсько-Буковинських Карпат на основі геохімічних коефіцієнтів / Ю. М. Дмитрук // Ґрунтознавство. – 2003. – Т. 4. – № 1–2. – С. 78–83.
3. Мислива Т. М. Мідь у ґрунтах природних, агро- і урболандшафтів // Т. М. Мислива, Ю. А. Білявський, Г. М. Мартенюк // Вісн. ЖНАЕУ. – 2015. – № 1 (47), т. 1. – С. 106–124.
4. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ: ГОСТ 17.4.3.06-86 [Действителен от 1986-10-03]. – Госстандарт СССР, 1986. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.vsesnip.com/Data1/8/8934/index.htm.
5. Самчук А. І. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу / А. І. Самчук, І. В. Кураєва, О. С. Єгоров. – К. : Наук. думка, 2006. – 108 с.