

## МЕДЬ В ПАХОТНОЙ И ЛУГОВОЙ ПОЧВЕ ГОМЕЛЬЩИНЫ

А. Г. Подоляк<sup>1</sup>, А. Ф. Карпенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> — Гомельская областная проектно-изыскательская станция  
химизации сельского хозяйства, г. Гомель, Беларусь;

<sup>2</sup> — Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,  
г. Гомель, Беларусь

**Аннотация.** В статье анализируются результаты исследований определения содержания меди в пахотной и луговой почве в районах Гомельской области выполненных с четырёхлетним интервалом. Установлено колебание средневзвешенных показателей меди, в 2013 году, в пахотной почве в пределах 1,44–2,16 мг/кг, в 2017 году — 1,42–2,17 мг/кг почвы, в луговой — соответственно 1,55–2,20 и 1,83–2,20 мг/кг почвы. Отмечается увеличение количества площадей с более высоким содержанием в почве меди. Если в 2013 году 47,9% обследованных площадей пахотных почв имели удельную концентрацию меди более 1,51 мг/кг почвы, то по состоянию на 2017 год уже 50,2%, соответственно луговых почв — с 54,2% до 60,9%.

**Ключевые слова:** почвы, медь, содержание, обеспеченность.

**Введение.** Медь — элемент побочной подгруппы I группы периодической системы. В земной коре её содержится примерно 0,007 вес.% или в 600 раз меньше, чем железа. Медь входит в состав более 200 минералов, но главным её источником являются сульфидные руды [1, 3, 5, 15]. Почва является особенной частью биосферы, которая не только геохимически аккумулирует компоненты, как природных, так и антропогенных выбросов, но и выступает естественным буфером, контролирующим перенос химических элементов и соединений в атмосферу, гидросферу и живое вещество [2, 4, 11, 12]. Микроэлементы, поступающие из различных источников, попадают в конечном итоге на поверхность почвы, и их дальнейшая судьба зависит от ее химических и физических свойств [13, 14, 17, 18].

В настоящее время загрязнение почв происходит главным образом в промышленных районах и в центрах крупных населенных пунктов от предприятий, транспорта, коммунальных сточных вод. Источниками микроэлементов для почв также являются вносимые удобрения, пестициды, полив и орошение [2, 15, 19].

Из почвы растения могут накапливать микроэлементы, особенно тяжелые металлы, в тканях вследствие больших возможностей адаптации к изменениям почвенных химических свойств. Поэтому растения являются промежуточным резервуаром, через который микроэлементы переходят из почв в организм человека и животных [2, 15, 20].

Медь относится к одному из тяжелых металлов в почве. Преобладающей обычно в поверхностных средах подвижной формой меди является катион с валентностью +2, однако в почвах могут присутствовать и другие ионные формы. Ионы меди способны прочно удерживаться в обменных позициях, как на неорганических, так и на органических веществах [1, 3, 18, 19]. Медь является незаменимым элементом в жизни растений и животных. Несмотря на то, что в агрономической практике наибольшее значение имеют растворимые, а, следовательно, подвижные и доступные формы меди в почвах, при геохимических исследованиях основная доля получаемой информации — это валовые содержания меди в почвах [2, 7, 15, 16].

Распределение валовых содержаний меди в поверхностном слое почв различных стран колеблется в пределах 1–160 мг/кг сухой массы почвы [2, 7]. В песчаных почвах и подзолах Европейской части бывшего СССР в пределах 1,5–29 мг/кг или в среднем 11 мг/кг сухой массы [21], в суглинистой и глинистой почве Томской области в пределах 1–21 мг/кг или в среднем 12 мг/кг [6], в черноземах соответственно 16–70 или 27,5 мг/кг [6, 7, 9, 12].

После поступления в растения медь присутствует в основном в комплексных соединениях с низкомолекулярными органическими веществами и протеинами. Она входит в состав ферментов, имеющих жизненно важные функции для метаболизма растений, играет значительную роль в таких физиологических процессах как фотосинтез, дыхание, перераспределение углеводов, восстановление и фиксация азота, метаболизм протеинов и клеточных стенок. Медь контролирует образование ДНК и РНК, и ее дефицит заметно тормозит репродукцию растений, оказывает влияние на механизмы, определяющие устойчивость к заболеваниям. На её содержание влияет тип почвы, вид растений, стадия вегетации, внесение медьсодержащих удобрений [2, 7, 12]. В ряде работ сообщалось, что длительное использование неорганических фосфатных удобрений существенно повышает природный уровень меди и фосфора в почвах [8, 9].

Внимание практиков связано с такими проблемами медного питания животных как наличие биогеохимических провинций, дефицит меди у молодняка при выпаивании цельного молока и заменителя цельного

молока, вторичная недостаточность меди из-за её сложных взаимоотношений с другими элементами, опасности хронических медных токсикозов вследствие её неправильного использования в животноводстве или высокого содержания в кормах [10, 11].

**Цель работы** — провести анализ результатов исследований почв на содержание меди в сельскохозяйственных районах Гомельской области.

**Материалы и методы исследований.** Материалы работы — результаты многолетних исследований почв Гомельской области (Республика Беларусь). Методы исследований — классические методы агрохимии и почвоведения. Кроме того, были использованы общенаучные методы — анализа и синтеза, индукции и дедукции, аналогии и моделирования, абстрагирования и конкретизации.

**Результаты и их обсуждения.** В рамках Министерства сельского хозяйства и продовольствия в республике исследования агрохимических показателей почв проводят областные проектно-изыскательские станции химизации сельского хозяйства (ОПИСХ). Так, ежегодная работа Гомельской ОПИСХ направлена на обследование сельскохозяйственных земель ряда районов Гомельской области на содержание минеральных веществ в почве, в том числе меди.

Станцией в 2013 году были выполнены исследования сельскохозяйственных земель шести районов Гомельской области и в 2017 году, через четыре года, в этих же районах проведено повторное почвенное обследование. На периодичности обследования и изучения агрохимических показателей строится многолетняя работа предприятия.

В течение этих годов специалистами отдела почвоведения проведено полевое агрохимическое обследование в Октябрьском, Мозырском, Лоевском, Буда-Кошелевском, Кормянском и Чечерском районах. Так, в 2013 году в этих районах было обследовано 174,3 тыс. га, в 2017 году — 187,2 тыс. га пахотных земель сельскохозяйственных угодий в 52 сельхозпредприятиях (табл. 1).

Как следует из показателей таблицы 1, по содержанию меди в дерново-подзолистой и торфяной почвах применяется четырёх интервальная градация показателей. Анализ результатов исследований свидетельствует, что если удельный вес площадей первого интервала (менее 1,5 мг/кг почвы) в 2013 году составил 52,1% от всей площади обследованных площадей, то в 2017 году он был ниже на 2,27%. Если проанализировать показатели четвертого интервала, с самой высокой концентрацией меди, то можно отметить, что удельный вес площадей здесь прирос на 0,98% с 1,32% до 2,30%. Также отмечен прирост площадей на 0,05% во втором интервале и на 0,65% в третьем интервале.

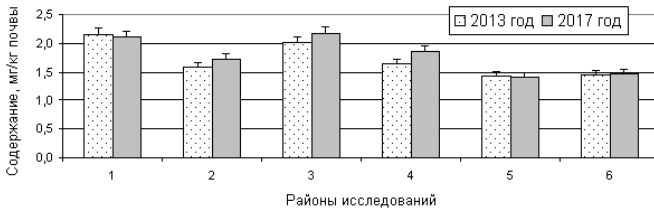
Таблица 1. Агрохимическая характеристика пахотной почвы шести районов Гомельской области по содержанию меди

Наименование района	Год обследования	Площадь, га	Содержание Cu, мг/кг почвы											
			менее 1,50 <sup>г</sup>		1,51–3,00		3,01–5,00		5,10–9,09		9,10–12,09		более 12,10	
			га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
			менее 5,09 <sup>г</sup>		5,10–9,09		9,10–12,09		9,10–12,09		9,10–12,09		более 12,10	
Октябрьский	2013	23791	7502	31,5	12910	54,3	2800	11,8	579	2,4				
	2017	27203	9490	34,9	14148	52,0	2508	9,2	1057	3,9				
	+	3412	1988	3,4	1238	-2,3	-292	-2,6	478	1,5				
Мозырский	2013	21808	14916	68,4	5423	24,9	902	4,1	567	2,6				
	2017	22864	13329	58,2	7745	33,9	998	4,4	792	3,5				
	+	1056	-1587	-10,2	2322	9,0	96	0,3	225	0,9				
Лоевский	2013	23292	7301	31,3	13253	57,0	2405	10,3	333	1,4				
	2017	23023	6168	26,8	13412	58,2	2987	13,0	456	2,0				
	+	-269	-1133	-4,5	159	1,2	582	2,7	123	0,6				
Буда-Копелевский	2013	51919	26953	51,9	23111	44,5	1353	2,6	502	1,0				
	2017	59756	26411	44,2	27833	46,6	3933	6,6	1579	2,6				
	+	7837	-542	-7,7	4722	2,1	2580	4	1077	1,6				
Кормянский	2013	30834	20660	67,0	9513	30,9	558	1,8	103	0,3				
	2017	31667	22204	70,1	8858	28,0	349	1,1	256	0,8				
	+	833	1544	3,1	-655	-2,9	-209	-0,7	153	0,5				
Чечерский	2013	22639	14102	62,3	8237	36,4	255	1,1	45	0,2				
	2017	22686	14675	64,7	7483	33,0	297	1,3	231	1,0				
	+	47	573	2,4	-754	-3,4	42	0,2	186	0,8				

Примечание: х — градация для минеральных почв, хх — градация для торфяных почв.

Из этого следует, что наблюдается увеличение количества площадей с более высоким содержанием в почве меди. Если в 2013 году 47,9% обследованных площадей имели удельную концентрацию меди более 1,51 мг/кг почвы, то по состоянию на 2017 год уже 50,2%.

При повторном определении средневзвешенное содержание меди в пахотной почве в целом по шести районам на 0,08 мг/кг было выше в сравнении с предыдущим обследованием данных почв (рис. 1). Исключение составляли лишь показатели в Октябрьском и Кормянском районах, где они были соответственно ниже на 0,06 и 0,02 мг/кг почвы. Колебания средневзвешенного показателя по отдельным районам в 2013 году находилось в пределах 1,44–2,16 мг/кг, в 2017 году — 1,42–2,17 мг/кг почвы.



**Рис. 1. Средневзвешенное содержание меди в пахотной почве обследованных районов в 2013 и 2017 годах**

Районы исследований:

- 1 — Октябрьский р-н, 2 — Мозырский р-н, 3 — Лоевский р-н,  
4 — Буда-Кошелевский р-н, 5 — Кормянский, 6 — Чечерский

Кроме пахотных почв одновременно обследованию подвергались и луговые почвы (табл. 2). С этой целью были отобраны пробы почвы луговых земель на площади 66,97 тыс. га в 2013 году и 57,0 тыс. га в 2017 году.

Распределение площадей по удельной концентрации в почве меди показало, что если в 2013 году первую группу их попало 45,8%, во вторую 41,4%, третью группу 9,7% и четвертую группу 3,1%, то в 2017 году соответственно 39,1, 42,4, 13,1 и 5,4%. Из этого следует, что количество луговых почв с более высоким содержанием меди увеличилось. Если количество площадей в первой группе уменьшилось на 6,7%, то на такое же количество их приросло во второй–четвертой группах. Во второй группе прирост составил 1,0%, третьей группе — 3,4% и четвертой группе — 2,3%. Количество площадей луговых земель с содержанием меди более 1,5 мг/кг почвы увеличилось с 54,2% до 60,9%.

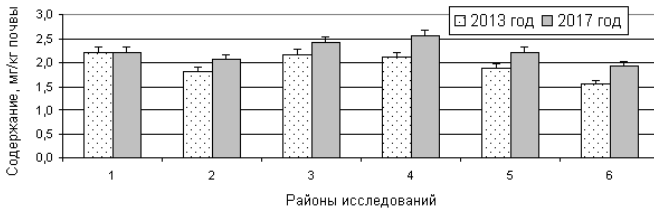
Таблица 2. Агрохимическая характеристика луговой почвы шести районов Гомельской области по содержанию меди

Наименование района	Год обследования	Площадь, га	Содержание Cu, мг/кг почвы											
			менее 1,50 <sup>г</sup>		1,51–3,00		3,01–5,00		5,01–10,00		10,01–15,00		более 15,00	
			га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
			более 12,10											
Октябрьский	2013	12896	4093	31,7	6951	53,9	1349	10,5	503	3,9				
	2017	10574	3719	35,2	5175	48,9	1056	10,0	624	5,9				
	+-	-2322	-374	3,5	-1776	-5	-293	-0,5	121	2				
Мозырский	2013	7770	4429	57,0	2509	32,3	581	7,5	251	3,2				
	2017	7990	3430	42,9	3189	39,9	1020	12,8	351	4,4				
	+-	220	-999	-14,1	680	7,6	439	5,3	100	1,2				
Лоевский	2013	8263	2910	35,2	3878	46,9	1138	13,8	337	4,1				
	2017	9085	2280	25,1	4845	53,3	1573	17,3	387	4,3				
	+-	822	-630	-10,1	967	6,4	435	3,5	50	0,2				
Буда-Копелевский	2013	24205	9351	38,6	10395	42,9	3354	13,9	1105	4,6				
	2017	17233	5046	29,3	7454	43,3	3415	19,8	1318	7,6				
	+-	-6972	-4305	-9,3	-2941	0,4	61	5,9	213	3				
Кормянский	2013	6627	3281	49,6	2671	40,3	540	8,1	135	2,0				
	2017	5030	2215	44,0	1896	37,7	617	12,3	302	6,0				
	+-	-1597	-1066	-5,6	-775	-2,6	77	4,2	167	4				
Чечерский	2013	7113	4459	62,7	2279	32,0	297	4,2	78	1,1				
	2017	7121	4125	57,9	2240	31,5	444	6,2	312	4,4				
	+-	8	-334	-4,8	-39	-0,5	147	2	234	3,3				

Примечание: х — градиция для минеральных почв, хх — градиция для торфяных почв.

Сравнение пахотных и луговых площадей по содержанию меди свидетельствует, что в первой группе луговых почв в 2017 году находилось 39,1%, пахотных почв — 49,8%. Из этого вытекает, что содержание меди в луговой почве выше, чем в пахотной. Такая же ситуация наблюдалась и при обследовании почв в 2013 году.

Изменение средневзвешенных показателей содержания меди через четырехлетний период на почвах улучшенных луговых угодий приведено на рисунке 2. Так, только в Октябрьском районе данный показатель в 2017 году был без изменений и на уровне 2,20 мг/кг почвы, в Мозырском районе выше на 0,25 мг/кг почвы, в Лоевском — на 0,23 мг/кг почвы, в Буда-Кошелёвском — на 0,37 мг/кг почвы, в Кормянском — на 0,33 мг/кг почвы и в Чечерском районе — на 0,28 мг/кг почвы.



**Рис. 2. Средневзвешенное содержание меди в луговой почве обследованных районов в 2013 и 2017 годах**

Районы исследований:

- 1 — Октябрьский р-н, 2 — Мозырский р-н, 3 — Лоевский р-н,  
4 — Буда-Кошелёвский р-н, 5 — Кормянский, 6 — Чечерский

Колебания средневзвешенного показателя по отдельным районам в 2013 году находилось в пределах 1,55–2,20 мг/кг, в 2017 году — 1,83–2,20 мг/кг почвы. Средневзвешенное содержание в луговой почве меди в 2013 году было в количестве 1,96 мг/кг почвы, в 2017 году — 2,21 мг/кг почвы или было больше на 0,25 мг/кг почвы.

Сравнение изменения средневзвешенных показателей содержания меди в пахотной и луговой почвах свидетельствует, что если за четырёхлетний период на пахотной почве прирост показателя составил 0,08 мг/кг почвы, то на луговых угодьях — 0,25 мг/кг. Следовательно, скорость накопления меди в луговой почве оказалась более чем в 3,1 раза высокой в сравнении с пахотной почвой.

**Выводы.** Медь является незаменимым элементом в жизни растений и животных. Почва относится к части биосферы, которая не только геохимически аккумулирует медь, но является естественным буфером,

контролирующим её перенос в растения.

Анализ результатов исследований на содержание меди в почве сельскохозяйственных районов Гомельской области свидетельствует о колебании средневзвешенных показателей, в 2013 году, для пахотной почвы в пределах 1,44–2,16 мг/кг, в 2017 году — 1,42–2,17 мг/кг почвы, в луговой — соответственно 1,55–2,20 и 1,83–2,20 мг/кг почвы. Наблюдается увеличение количества площадей с более высоким содержанием в почве меди. Если в 2013 году 47,9% обследованных площадей пахотных почв имели удельную концентрацию меди более 1,51 мг/кг почвы, то по состоянию на 2017 год уже 50,2%, соответственно луговых почв — с 54,2% до 60,9%.

Средневзвешенное содержание меди в луговой почве в 2013 году имело значение на уровне 1,96 мг/кг почвы, через четыре года — 2,21 мг/кг, в пахотной почве соответственно — 1,72 и 1,80 мг/кг почвы. Следовательно, если за четырёхлетний период на пахотной почве прирост показателя составил 0,08 мг/кг почвы, то на луговых угодьях — 0,25 мг/кг или более чем в 3,1 раза.

## References

- [1] *Adriano, D. C.* (2001). Trace Elements in the Terrestrial Environments. Biogeochemistry. Bioavailability and Risks of Metals. Springer-Verlag, New York.
- [2] *Alekseev, Yu. V.* (1987). Tyazhelye metallyi v pochvah i rasteniyah [Heavy metals in soils and plants]. Agropromizdat, Leningrad (in Russian).
- [3] *Chertko, N. K., & Chertko, E. N.* (2008). Geohimiya i ekologiya himicheskikh elementov: spravocnoe posobie [Geochemistry and ecology of chemical elements: a reference]. Publishing Center of the Belarusian State University, Minsk (in Russian).
- [4] *Dobrovolskiy, V. V.* (1983). Geografiya mikroelementov: globalnoe rasseyaniye [The geography of trace elements: global scattering]. Myisil, Moscow (in Russian).
- [5] *Georgievskiy, V. I., Annenkov, B. N., & Samohin, V. T.* (1979). Mineralnoe pitanie zhivotnyih [Mineral food of animals]. Kolos, Moscow (in Russian).
- [6] *Izerskaya, L. A., & Pashneva, G. E.* (1977). Marganets, med i kobalt v pochvah Tomskoy oblasti [Manganese, copper and cobalt in the



- soils at Tomsk region]. *Agrokhimiya* [Agricultural Chemistry], 5, 94 (in Russian).
- [7] *Kabata-Pendias, A., & Pendias, H.* (1989). *Mikroelementy v pochvah i rasteniyah* [Trace elements in soils and plants]. Mir, Moscow (in Russian).
- [8] *Karpenko, A. F.* (2012). *Ekologo-ekonomicheskie problemyi agroproduktstva Gomelskoy oblasti posle Chernobyilskoy katastrofyi* [Ecological and economic problems of agricultural production at Gomel region after the Chernobyl disaster]. Delta, Bryansk (in Russian).
- [9] *Karpenko, A. F.* (2018). *Radioekologicheskoe sostoyanie selskohozyaystvennyih zemel Gomelschinyi* [Radioecological condition of agricultural land of the Gomel region]. *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnyih i prirodno-tehnogennyih sistem* [Biodiagnostics of the state of natural and natural-man-made systems]. Proceedings of XVI All-Russian scientific-practical conference with international participation (Kirov, December 3-5, 2018). Vyatka State University, Kirov, Book 1, 292-297 (in Russian).
- [10] *Podolyak, A. G., Karpenko, A. F., Lasko, T. V., & Tagay, S. A.* (2012). *Rekomendatsii po optimizatsii sistemyi primeneniya udobreniy pod mnogoletnie zlakovyye i bobovo-zlakovyye travosmesi na zagryaznennoy radionuklidami torfyanyih pochvah* [Recommendations of the system fertilizer application optimizing for perennial cereal and legume-cereal grass mixtures at radionuclide-contaminated peat soils]. Institute of Radiology, Minsk (in Russian).
- [11] *Podolyak, A. G., Valetov, V. V., & Karpenko, A. F.* (2017). *Nauchnyie aspektyi selskohozyaystvennogo proizvodstva v postchernobyilskih usloviyah* [Scientific aspects of agricultural production in post-Chernobyl conditions]. Ivana Shamyakin Mozyr State Pedagogical University, Mozyr (in Russian).
- [12] *Protasova, N. A., & Scherbakov, A. P.* (2003). *Mikroelementy (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Ba, Sr, B, I, Mo) v chernozemah i seryih lesnyih pochvah Tsentralnogo Chernozemya* [Trace elements (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ga, Be, Ba, Sr, B, I, Mo) in Chernozems soils and gray forest soils of the Central Chernozems Region]. Voronezh State University Press Voronezh (in Russian).
- [13] *Savosko, V. N.* (2009). *Lokalnoe fonovoe sodержanie tyazhelyih metallov v pochvah Krivorozhskogo zhelezorudnogo regiona* [The heavy

- metals' local background content in soils at Kryvyi Rih iron-ore region]. *Gruntoznavstvo [Soil Science Journal]*, 10, 3–4(15), 64–73 (in Russian).
- [14] *Savosko, V. N.* (2010). Assotsiatsii tyzhelyih metallov v pochvah Krivorozhskogo zhelezorudnogo regiona [The heavy metals' associations in soils at Kryvyi Rih ore mining region]. *Gruntoznavstvo [Soil Science Journal]*, 11, 1–2(16), 85–90 (in Russian).
- [15] *Savosko, V. M.* (2016). Tyzhelyie metallyi v pochvah Krivbassa [Heavy Metals in Soils at Kryvbas]. Kryvyi Rih, Dionat (in Russian).
- [16] *Shkolnik, M. M.* (1974). Mikroelementyi v zhizni rasteniy [Trace elements in plant life]. Nauka, Moscow (in Russian).
- [17] *Sparks, D. L.* (2003). Environmental soil chemistry. Elsevier Science, San Diego.
- [18] *Sposito, G.* (2008). The Chemistry of Soils. Oxford University Press, New York.
- [19] *Tan, K. H.* (1982). Principles of soil chemistry. Marcel Dekker Inc, New York.
- [20] *Yakushevskaya, I. V., & Martynenko, A. G.* (1972). Mikroelementyi v landshaftah kolochnoy lesostepi [Trace elements in landscapes of the colossal forest-steppe]. *Pochvovedenie [Soviet Soil Science]*, 4, 92 (in Russian).
- [21] *Zborischuk, Yu. N., & Zyrin, N. G.* (1978). Med i tsink v pahotnom sloe pochv Evropeyskoy chasti SSSR [Copper and zinc in the soils arable layer at the European part of the USSR]. *Pochvovedenie [Soviet Soil Science]*, 1, 38 (in Russian).

**COPPER IN ARABLE AND MEADOW SOILS OF GOMEL REGION****A. G. Podolyak<sup>1</sup>, A. F. Karpenko<sup>2</sup>**<sup>1</sup> – *Gomel Region Planning and Surveying Station of Agricultural Chemicalization, Gomel, Belarus*<sup>2</sup> – *Francisk Scorina Gomel State University, Gomel, Belarus*

**Abstract.** The results of studying copper concentrations in arable and meadow soils in different areas of Gomel region are analyzed in the article. This research was carried out with an interval of four years. The fluctuations of weighted average values of copper in arable and meadow soils were in the range of 1.44–2.16 and 1.55–2.20 mg/kg in 2013, and, respectively, 1.42–2.17 and 1.83–2.20 mg/kg in 2017. The areas with increased concentrations of copper in soils are expanding over time. In 2013, specific concentrations of copper above 1.51 mg/kg were found in 47.9% of examined arable soils and 54.2% of grassland soils. In 2017, the areas increased to 50.2 and 60.9%, respectively.

**Keywords:** soils, copper, concentration, sufficiency.

Citation:

- APA** Podolyak, A. G., & Karpenko, A. F. (2019). Med v pahotnoy i lugovoy pochve Gomelschinyi [Copper in arable and meadow soils of Gomel region]. *Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia* [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 4, 56–66, DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2560 (in Ukrainian).
- ДСТУ 8302:2015** Подоляк А. Г., Карпенко А. Ф. Медь в пахотной и луговой почве Гомельщины. *Екологічний Вісник Криворіжжя*. 2019. Вип. 4. С. 56–66. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2560.