

## Цинк в почвах юго-востока Беларуси

А.Ф. КАРПЕНКО

Анализируются результаты исследований определения содержания цинка в пахотной и луговой почве в районах Гомельской области, выполненных с четырёхлетним интервалом. Установлено колебание средневзвешенного показателя по отдельным районам в пахотной почве, в 2013 г., в пределах 2,56–4,09 мг/кг, в 2017 г. – 2,40 – 3,83 мг/кг, в луговой – соответственно 2,92–4,41 мг/кг и 2,80–4,89 мг/кг почвы. Отмечается, что за четырёхлетний период на пахотной почве уменьшение содержания цинка произошло на 0,28 мг/кг, на луговых угодьях – на 0,07 мг/кг.

**Ключевые слова:** почвы, цинк, содержание.

The results of studies on determining the zinc contents in arable and meadow soils of 6 districts of the GomeI region, carried out with a four-year interval are considered. The fluctuation of a weighted average was determined for each specific area. The weighted average values in arable soils fluctuated within 2,56–4,09 mg/kg in 2013 and 2,40–3,83 mg/kg in 2017. For the meadow soils, the ranges for the same years were 2,92–4,41 mg/kg and 2,80–4,89 mg/kg respectively. In a four-year period of time a decrease in zinc content of 0,28 mg/kg and 0,07 mg/kg was observed, respectively, in arable and meadow soils.

**Keywords:** soils, zinc, content.

**Введение.** Цинк выполняет важные функции в метаболизме растений. К наиболее важным из них относятся вхождение в состав разнообразных энзимов, таких, как дегидрогеназы, протеиназы, пептидазы и фосфогидролазы, участвующих в метаболизме белков и углеводов. Имеются данные, что цинк влияет на проницаемость мембран и что он стабилизирует клеточные компоненты и системы у микроорганизмов. Установлено, что цинк повышает устойчивость растений к сухим и жарким погодным условиям, к бактериальным и грибковым заболеваниям [1], [2], [3].

Растительные виды и разновидности ярко различаются по чувствительности к недостатку цинка. К наиболее важным факторам, приводящим к дефициту цинка у растений следует отнести низкое содержание цинка в почве, карбонатность почв и pH больше 7, низкое содержание органических веществ в почве, слабая микробиологическая активация цинка в почве, антагонистические эффекты, различия генотипов растений и др. [4], [5], [6].

Цинк относительно активен в биохимических процессах. Он участвует в биологических и химических реакциях с рядом элементов. Известны антагонистические отношения между цинком и медью, проявляющиеся в торможении поглощения одного элемента другим, между цинком и железом. Избыток в почве цинка ведёт к заметному понижению содержания железа в растениях. Взаимодействие цинка и фосфора отмечается весьма часто, особенно после внесения в почву фосфатов и извести. При интенсивном накоплении фосфора в почвах возникает дефицит цинка. Взаимодействие цинка с азотом обусловлено вторичным эффектом разбавления, связанным с ростом биомассы растений и её обогащением цинком. Взаимодействие цинка с кальцием и цинка с магнием зависят от вида растений и почвенной среды [7], [8].

Считается, что содержание цинка в растениях зависит от их генотипов и его концентраций в почвах. Вместе с тем, содержание цинка в пищевых растениях, зерне злаков и кормовых травах из разных стран мира сильно не различаются. Содержание цинка колеблется от 1,2 мг/кг в яблоках до 73 мг/кг сухой массы в листьях салата. Среднее содержание цинка в зерне пшеницы варьирует от 22 до 33 мг/кг сухой массы и не различается от мест произрастания. Среднее содержание цинка в почвах различных стран изменяется в пределах 17–125 мг/кг [1], [9].

Загрязнение цинком окружающей среды, особенно почв, заметно влияет на его концентрацию в растениях. Цинк наиболее подвижен и биологически доступен в кислых легких минеральных почвах. Его растворимость и доступность в почвах отрицательно коррелирует со степенью насыщенности кальцием и с содержанием соединений фосфора [2], [4].

Антропогенное загрязнение почв сельскохозяйственных угодий цинком обусловлено агротехнической деятельностью. Восстановление качества загрязненных цинком почв, основанное на ограничении его доступности, проводят путём известкования или внесения органических удобрений [7].

**Цель работы** – провести анализ результатов исследований на содержание цинка в почвах сельскохозяйственных районов Гомельской области.

**Материал и методы исследований.** Материалы работы – результаты многолетних исследований почв Гомельской области. Методы исследований – классические методы агрохимии и почвоведения. Кроме того, были также использованы общенаучные методы – анализа и синтеза, индукции и дедукции, аналогии и моделирования, абстрагирования и конкретизации.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В рамках Министерства сельского хозяйства и продовольствия в республике изучением агрохимических показателей почв занимаются областные проектно-изыскательские станции химизации сельского хозяйства (ОПИСХ), которые располагают необходимым для этого оборудованием и персоналом. Например, Гомельская ОПИСХ строит свою работу таким образом, чтобы один раз в четыре года обследовать почвы всех районов области на содержание минеральных веществ, в том числе цинка.

Станцией в 2017 г. было повторено изучение агрохимических показателей почв сельскохозяйственных земель шести районов Гомельской области, где до этого в 2013 г. оно проводилось. На периодичности обследования и изучении агрохимических показателей строится многолетняя работа предприятия.

В число шести районов входили Октябрьский, Мозырский, Лоевский, Буда-Кошелевский, Кормянский и Чечерский. В 2013 г. в этих районах было обследовано 174,3 тыс. га, в 2017 г. – 187,2 тыс. га пахотных земель сельскохозяйственных угодий в 52 сельхозпредприятиях (таблица 1).

Как следует из показателей таблицы 1, по содержанию цинка почвы сельскохозяйственных угодий распределяются на 4 группы с применением интервальной градации показателей. Например, для дерново-подзолистых почв установлены интервалы показателей цинка менее 3,0; 3,01–5,0; 5,01–10,0 и более 10,1 мг/кг почвы. Анализ результатов исследований свидетельствует, что от 49,9 % до 82,6 % площадей пахотных земель в исследованных районах в настоящее время содержат цинк до 3,00 мг/кг почвы. В целом по всем районам в пахотной почве за четырёхлетний период произошло увеличение с 56,6 % до 64,6 % площадей в данном диапазоне содержания цинка. Так, если в 2013 г. в распределение площадей по 1, 2, 3 и 4 группам содержания цинка выглядело как 56,6 %, 31,5 %, 10,8 % и 1,0 %, то в 2017 г. – соответственно 64,6 %, 25,6 %, 7,5 % и 2,2 %. В группе с содержанием цинка менее 3 мг/кг почвы количество площадей увеличилось с 98695 га до 120237 га или приросло на 22242 га за счёт уменьшения площадей во 2 и 3 группах.

Кроме увеличения площадей с самым низким содержанием цинка установлено увеличение площадей на 1,2 % в группе с самым высоким его содержанием. Количество площадей в данной группе увеличилось с 1801 га до 4122 га или на 2321 га.

На основании полученных результатов исследований динамики содержания цинка в пахотной почве можно заключить, что, несмотря на увеличение количества площадей на 1,2 % в диапазоне содержания цинка более 10,01 мг/кг почвы, в целом за четырёхлетний период произошло его снижение во 2 и 3 группах и, вследствие этого, перемещение площадей в сторону 1 группы или из диапазона содержания 3,01–10,00 мг/кг в диапазон менее 3,00 мг/кг.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотной почвы шести районов Гомельской области по содержанию цинка

Наименование района	Год обследования	Площадь, га	Содержание цинка, мг/кг почвы							
			менее 3,00 <sup>x</sup>		3,01–5,00		5,01–10,00		более 10,01	
			менее 10,09 <sup>xx</sup>		10,10–15,09		15,10–30,09		более 30,10	
		га	%	га	%	га	%	га	%	
Октябрьский	2013	23791	6958	29,2	11908	50,1	4651	19,5	274	1,2
	2017	27203	14504	53,3	9521	35,0	2898	10,7	280	1,0
	+ -	3412	7546	24,1	-2387	-15,1	-1753	-8,8	6	-0,2

Окончание таблицы 1

Мозырский	2013	21808	8764	40,2	9532	43,7	2837	13,0	675	3,1
	2017	22864	16753	73,3	3845	16,8	1323	5,8	943	4,1
	+ -	1056	7989	33,1	-5687	-26,9	-1514	-7,2	268	1
Лоевский	2013	23292	14449	62,0	6034	25,9	2601	11,2	208	0,9
	2017	23023	15024	65,3	6135	26,6	1752	7,6	112	0,5
	+ -	-269	575	3,3	101	0,7	-849	-3,6	-96	-0,4
Буда-Кошелёвский	2013	51919	27608	53,2	17550	33,8	6295	12,1	466	0,9
	2017	59756	29836	49,9	20721	34,7	6659	11,1	2540	4,3
	+ -	7837	2228	-3,3	3171	0,9	364	-1	2074	3,4
Кормянский	2013	30834	23293	75,6	5703	18,5	1676	5,4	162	0,5
	2017	31667	26083	82,4	4630	14,6	847	2,7	107	0,3
	+ -	833	2790	6,8	-1073	-3,9	-829	-2,7	-55	-0,2
Чечерский	2013	22639	17623	77,9	4174	18,4	826	3,6	16	0,1
	2017	22686	18737	82,6	3239	14,3	570	2,5	140	0,6
	+ -	47	1114	4,7	-935	-4,1	-256	-1,1	124	0,5

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

Определение средневзвешенного содержания цинка в пахотной почве в целом по шести районам, в 2017 г., было ниже на 0,21 мг/кг в сравнении с предыдущим обследованием данных почв (рисунок 1).

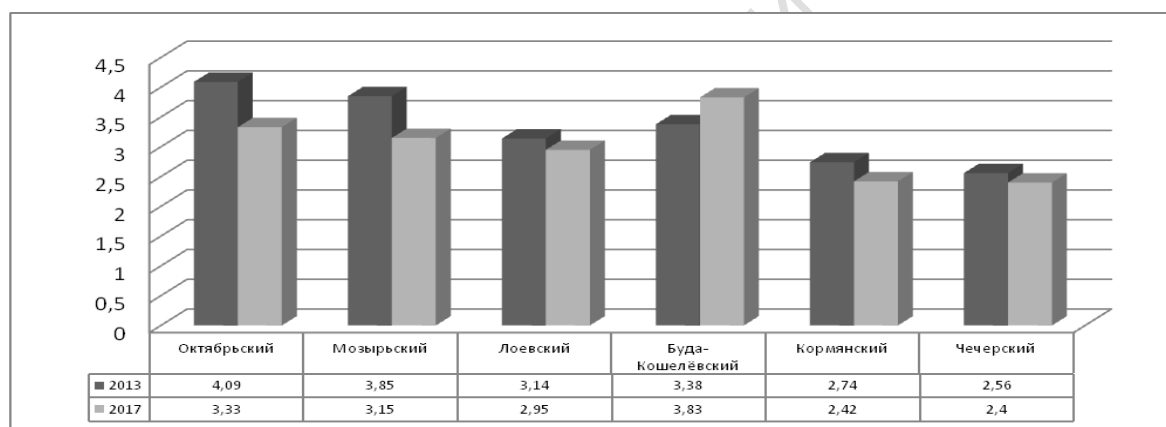


Рисунок 1 – Средневзвешенное содержание цинка в пахотной почве обследованных районов в 2013 и 2017 гг., мг/кг

Исключение составил лишь показатель в Буда-Кошелёвском районе, где он был выше на 0,45 мг/кг почвы. Колебание средневзвешенного показателя по отдельным районам в 2013 г. находилось в пределах 2,56–4,09 мг/кг, в 2017 г. – 2,40–3,83 мг/кг почвы.

Одновременно с пахотными почвами содержание цинка определялось и в луговых почвах (таблица 2). С этой целью были отобраны пробы почвы луговых земель на площади 66,9 тыс. га в 2013 г. и 57,0 тыс. га в 2017 г.

Распределение площадей по группам в соответствии с удельной концентрацией цинка в почве показало, что если в 2013 г. в первую группу их входило 46,1 %, во вторую группу 33,8 %, третью группу 17,6 % и четвертую группу 2,5 %, то в 2017 г. – соответственно 53,8 %, 27,9 %, 14,6 % и 3,7 %. Из этих показателей следует, что количество луговых почв с самым низким содержанием цинка (первая группа) приросло на 7,7 % и с самым высоким – на 1,2 % (четвёртая группа). Увеличение количества площадей в перечисленных группах произошло за счёт их снижения на 5,9 % во второй группе и на 3,0 % в третьей группе.

Обращает на себя внимание тот факт, что в Октябрьской и Мозырском районах количество угодий с содержанием цинка в почве менее 3,0 мг/кг увеличилось соответственно на 20,2 % и 26,9 %, в то время как в Буда-Кошелёвском на 5,1 % и Чечерском районе на 3,1 % уменьшилось, а в Лоевском районе практически их количество не изменилось.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика луговой почвы шести районов Гомельской области по содержанию цинка

Наименование района	Год обследования	Площадь, га	Содержание цинка, мг/кг почвы							
			менее 3,00 <sup>x</sup>		3,01–5,00		5,01–10,00		более 10,01	
			менее 10,09 <sup>xx</sup>		10,10–15,09		15,10–30,09		более 30,10	
		га	%	га	%	га	%	га	%	
Октябрьский	2013	12896	4735	36,7	6030	46,8	1907	14,8	224	1,7
	2017	10574	6020	56,9	3430	32,4	1034	9,8	90	0,9
	+ -	-2322	1285	20,2	-2600	-14,4	-873	-5	-134	-0,8
Мозырский	2013	7770	3981	51,2	2463	31,7	1248	16,1	78	1,0
	2017	7990	6240	78,1	1157	14,5	367	4,6	226	2,8
	+ -	220	2259	26,9	-1306	-17,2	-881	-11,5	148	1,8
Лоевский	2013	8263	4730	57,2	2075	25,1	1269	15,4	189	2,3
	2017	9085	5203	57,3	2428	26,7	1132	12,5	322	3,5
	+ -	822	473	0,1	353	1,6	-137	-2,9	133	1,2
Буда-Кошелевский	2013	24205	8614	35,6	8564	35,4	6084	25,1	943	3,9
	2017	17233	5248	30,5	6360	36,9	4568	26,5	1057	6,1
	+ -	-6972	-3366	-5,1	-2204	1,5	-1516	1,4	114	2,2
Кормянский	2013	6627	3654	55,1	1967	29,7	867	13,1	139	2,1
	2017	5030	3070	61,0	1105	22,0	607	12,1	248	4,9
	+ -	-1597	-584	5,9	-862	-7,7	-260	-1	109	2,8
Чечерский	2013	7113	5067	71,3	1537	21,6	414	5,8	95	1,3
	2017	7121	4853	68,2	1453	20,4	630	8,8	185	2,6
	+ -	8	-214	-3,1	-84	-1,2	216	3	90	1,3

Примечание: x – градация для минеральных почв, xx – градация для торфяных почв.

Изменение средневзвешенных показателей содержания цинка через четырехлетний период на почвах улучшенных луговых угодий приведено на рисунке 2.

Колебания средневзвешенного показателя по отдельным районам в 2013 г. находилось в пределах 2,92–4,41 мг/кг, в 2017 г. – 2,80–4,89 мг/кг почвы. В целом средневзвешенное содержание в луговой почве цинка по всем районам в 2013 г. было в количестве 3,63 мг/кг почвы, в 2017 г. – 3,56 мг/кг почвы или меньше на 0,07 мг/кг. Снизилось средневзвешенное содержание цинка в луговой почве в Октябрьском районе на 0,67 мг/кг почвы, в Мозырском районе – на 0,74 мг/кг, и, наоборот, увеличилось его содержание в Лоевском районе на 0,08 мг/кг, в Буда-Кошелевском районе на 0,47 мг/кг, в Кормянском районе на 0,19 мг/кг и Чечерском районе на 0,24 мг/кг.

Сравнение количества почв пахотных и луговых площадей по содержанию цинка свидетельствует, что если в 2013 г. 56,6 % пахотных и 46,1 % луговых почв находилось в первой группе, то в 2017 г. – уже 64,6 % пахотных и 53,8 % луговых. Это свидетельствует о снижении содержания цинка в обоих видах почв, так как в первой группе количество пахотных площадей приросло на 8,0 %, луговых на 7,7 %.

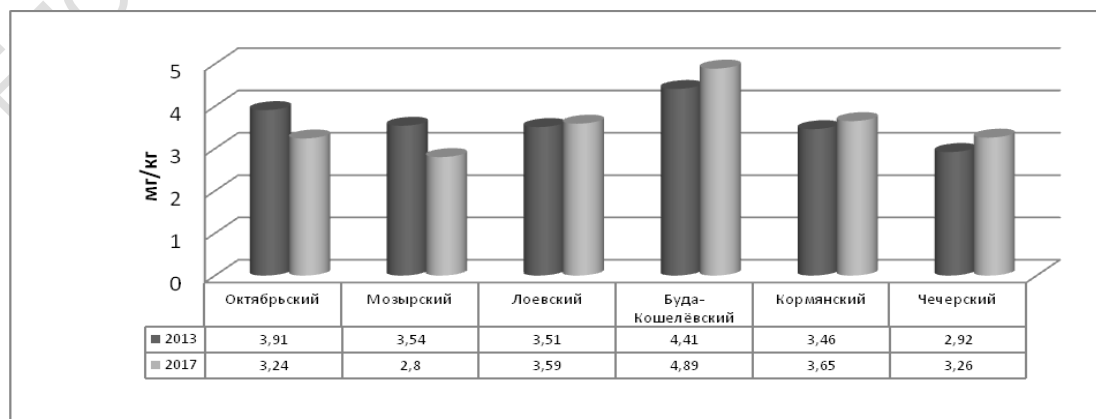


Рисунок 2 – Средневзвешенное содержание цинка в луговой почве обследованных районов в 2013 и 2017 гг., мг/кг

**Заключение.** Цинк относится к минеральным элементам, необходимым для роста и развития растений. Сельскохозяйственные растения получают цинк из почвы. Анализ результатов исследований по содержанию цинка в почве сельскохозяйственных районов Гомельской области свидетельствует о колебании его средневзвешенных показателей, в 2013 г. в пахотной почве находилось в пределах 2,56–4,09 мг/кг, в 2017 г. – 2,40–3,83 мг/кг, в луговой – соответственно 2,92–4,41 мг/кг, 2,80–4,89 мг/кг.

Средневзвешенное содержание цинка в луговой почве в 2013 г. имело значение на уровне 3,63 мг/кг, через четыре года – 3,56 мг/кг, в пахотной почве соответственно – 3,29 и 3,01 мг/кг почвы. Следовательно, за четырёхлетний период на пахотной почве уменьшение содержания цинка произошло на 0,28 мг/кг почвы, на луговых угодьях – 0,07 мг/кг.

### Литература

1. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас ; Пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – С. 118–135.
2. Подоляк, А.Г. Научные аспекты сельскохозяйственного производства в постчернобыльских условиях / А.Г. Подоляк, В.В. Валетов, А.Ф. Карпенко. – Мозырь : МГПУ им. И.П. Шамякина, 2017. – 240 с.
3. Кормопроизводство : учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / А.А. Шелюто [и др.] ; под ред А.А. Шелюто. – Минск : ИВЦ Минфина, 2009. – 472 с.
4. Лукашев, К.И. Микроэлементы в ландшафтах Белорусской ССР / К.И. Лукашев, Н.Н. Петухова // Почвоведение. – 1974. – № 8. – С. 47.
5. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л. : Наука, 1974. – 323 с.
6. Санько, П.М. Цинк в луговых почвах и травах Белоруссии / П.М. Санько, В.С. Аношко // Агрохимия. – 1975. – № 7. – С. 109.
7. Рекомендации по оптимизации системы применения удобрений под многолетние злаковые и бобово-злаковые травосмеси на загрязненной радионуклидами торфяных почвах / РНИУП «Институт радиологии» ; подгот. : А.Г. Подоляк [и др.]. – Минск : Институт радиологии, 2012. – 40 с.
8. Карпенко, А.Ф. Эколого-экономические проблемы агропроизводства Гомельской области после Чернобыльской катастрофы: монография / А.Ф. Карпенко. – Брянск : Дельта, 2012. – 258 с.
9. Георгиевский, В.И. Минеральное питание животных / В.И. Георгиевский, Б.Н. Анненков, В.Т. Самохин. – М. : Колос, 1979. – 471 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 11.04.2019