

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КОБАЛЬТА В ПОЧВАХ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

DYNAMICS OF THE COBALT CONTENT IN THE SOILS OF THE BENCHMARK SITES OF THE LIPETSK REGION

Воропаев В.Н. — д.с.-х.н., профессор
Демидова А.Н. — аспирант

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
Россия, Липецкая область, г. Елец, ул. Коммунаров, д. 28
E-mail: main@elsu.ru

Voropaev V.N. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Demidov A.N. — Graduate

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yelets State University named after I. A. Bunin" Kommunarov St. 28, Yelets, Lipetsk region, Russia
E-mail: main@elsu.ru

Изучение содержания кобальта в почве и растениях проводили в 7 районах 14 СХП на постоянных участках двух природно-хозяйственных районов (южный и северный) Липецкой области. Как свидетельствуют результаты агрохимического обследования пахотного слоя почв реперных участков, содержание подвижного кобальта по Пейве-Ринькису характеризуется как среднее. Однако содержание подвижного кобальта за исследуемый период (1995–2003, 2011–2013 годы) подвергалось существенным изменениям и постепенно снижалось. Эти изменения отмечаются не только по отдельным участкам (хозяйствам), годам, но и в зависимости от географического расположения (северный или южный природно-хозяйственный район). Если обеспеченность подвижным кобальтом в среднем по северному району в 1995 году составляла 1,7 мг/кг почвы, то в южном — 1,31. Наблюдается большая разница в содержании кобальта и по участкам. Например, этот показатель в почвах СХП «Восход» составлял — 1,9 мг/кг, а в СХП «Дружба» — 0,91 (южного природно-хозяйственного района); в СХП «Заря» — 2,6 мг/кг почвы, а в СХП «им. Калинина» — 1,1 (северного природно-хозяйственного района). Результаты исследования содержания подвижного кобальта в почвах (2005–2010 годы) в ацетатно-аммонийном буферном растворе (рН 4,8) в табл. 2 показали, что за исследуемый шестилетний период в среднем по всем участкам содержание кобальта осталось на прежнем уровне (0,11–0,12 мг/кг) и соответствует низкой обеспеченности. При сплошном обследовании почв области (ЦАС «Липецкий») обеспеченность кобальтом по Пейве-Ринькису составила 1,5 мг/кг, что соответствует среднему значению. Однако было выявлено, что 17% площадей характеризуются низким содержанием. Поэтому в почвах с низким содержанием кобальта необходимо вносить кобальтосодержащие удобрения, а также ими обрабатывать семена, проводить внекорневые подкормки растений. В особенности это необходимо на кормовых культурах, которые резко повышают продуктивность животноводства.

Ключевые слова: кобальт, подвижные формы, реперные участки, снижение содержания.

Введение

Кобальт как микроэлемент имеет широкое применение в животноводстве. В последние годы проведены исследования, свидетельствующие о его эффективности и необходимости применения в растениеводстве.

В организме животных и человека кобальт играет важную биохимическую роль. В составе витамина В₁₂ содержится 4–5% кобальта. При недостатке этого витамина в организме животных нарушаются процессы обмена веществ: ослабляется синтез некоторых аминокислот, белков и образование гемоглобина — красного пигмента крови.

Недостаток витамина В₁₂ в кормлении животных вызывает заболевание их анокальтозом, сухоткой или авитаминозом В₁₂.

A study on cobalt content in soils and plants was carried out in 7 regions of 14 agricultural enterprises in Lipetsk region. The results of the study on the tilth top soil conducted according to Peive and Rinkis method showed an average cobalt content. However, during the study period (1995–2003, 2011–2013) the cobalt content gradually decreased. These changes also depended on the geographical location (northern or southern region). In 1995, the availability of cobalt in the northern region was 1.7 mg/kg, in the southern region — 1.31. Different values of the cobalt content were found on different sites. In "Voshod" this indicator was 1.9 mg/kg, "Druzhba" (southern region) — 0.91, "Zarya" — 2.6 mg/kg, "im. Kalinina" — 1.1 (northern region). The results of the study on the cobalt content in the soils (2005–2010) in ammonium acetate buffer solutions (pH 4.8) showed that the cobalt content remained at the same level on all the sites (0.11–0.12 mg / kg), it indicated low availability. The total survey of the soils conducted according to Peive and Rinkis method revealed that the cobalt content was 1.5 mg/kg, which corresponded to the average value. However, 17% of the areas were characterized by low content. Therefore, soils with low cobalt content need cobalt-containing fertilizers, it is also necessary to treat seed with them and to perform foliar top dressing. Feed crops need it mostly, due to their ability to increase livestock productivity.

Keywords: cobalt, mobile forms, benchmark sites, reducing the content.

Недостаток усваиваемого растениями кобальта в почвах приводит к низкому содержанию этого элемента в кормах, что ведет к ослаблению синтеза витамина В₁₂, и также к вышеуказанным заболеваниям. При содержании кобальта в почвах менее 2,5 мг на 1 кг почвы корма уже не имеют достаточного количества этого элемента [1].

Содержание кобальта в растениях колеблется от 0,01 до 0,85 мг/кг сухой массы и в среднем составляет 0,2 мг/кг. Дефицит, оптимум и избыток кобальта в тканях растений составляет, соответственно, 0,02; 0,03–1,00 и 1,01–50,00 мг/кг сухого вещества [2].

В основном этот элемент содержится в генеративных органах и в клубеньках бобовых культур. В растениях он участвует в окислительно-восстановительных процессах

клетки. В составе V_{12} участвует в реакциях изомеризации, катализирует превращение глутамина в метил-аспарагиновую кислоту и метилмалонил-коэнзим [3]. Кобальт благоприятно действует на синтез хлорофилла растений, усиливает интенсивность дыхания, увеличивает содержание аскорбиновой кислоты в растениях, сахаров и жира, оказывает положительное влияние на активность фермента гидрогеназы и нитратредуктазы. Кобальт оказывает положительное действие на дыхание растений, усиливает жаростойкость, устойчивость к засухе и болезням [4]. Кобальт оказывает положительное влияние на рост и развитие пшеницы, свеклы сахарной, томата, капусты, ячменя, овса, бобовых культур, в особенности на почвах, которые хорошо обеспечены остальными элементами минерального питания [5].

Содержание кобальта в почвах связано с происхождением материнских пород и почвообразованием [6]. В Центральном Черноземье общее количество кобальта в пахотном слое чернозема равно 9,2–14,0 мг/кг и зависит от почвенного типа. Содержание подвижного кобальта увеличивается в ряду: светло-серые лесные < серые лесные < темно-серые лесные почвы; оподзоленные < выщелоченные < типичные < обыкновенные < южные черноземы. В черноземе выщелоченном подвижного кобальта содержится от 0,5 до 3,8 мг/кг [7].

При дефиците кобальта в почвах (менее 2 мг/кг почвы) для выращивания полноценных кормов необходимо применять кобальтовые удобрения. В почвах кобальт вносят от 200–400 г/га. Для предпосевной обработки семян и внекорневых подкормок применяются 0,01–0,10 % растворы кобальта [8].

Методика исследования

Изучение содержания кобальта в почве и растениях проводили в 7 районах 14 СХП на постоянных участках двух природно-хозяйственных районов (южный и северный) Липецкой области. Почвы — чернозем выщелоченный тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержат по участкам (в среднем): гумус — 5,6%; рНсол — 5,4–5,6; P_2O_5 — 8–10; K_2O — 10–12 мг/100 г почвы. В опытах изучали динамику содержания подвижного кобальта в пахотном слое. Анализы почвенных и растительных образцов проводили по ГОСТ и общепри-

нятым методикам в лабораториях ФБГУ «САС Елецкая» в соответствии с Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения [9]. Анализы содержания подвижного кобальта в образцах почвы проводили по Пейве-Ринькису, а также в ацетатно-аммонийном буферном растворе с рН 4,8.

Результаты исследований и их обсуждение

В Липецкой области 1,6 млн га пашни. Основным типом почв является чернозем выщелоченный тяжело- и среднесуглинистого гранулометрического состава. Система удобрений в годы исследований (1995–2005 годы) отличалась значительным снижением количества (NPK) минеральных и органических удобрений. Поэтому содержание подвижного кобальта по Пейве-Ринькису за исследуемый период (1995–2003, 2011–2013 годы) постепенно снижалось (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что содержание подвижного кобальта за время исследований подвергалось существенным изменениям. Эти изменения отмечаются не только по отдельным участкам (хозяйствам), годам, но и в зависимости от географического расположения (северный или южный природно-хозяйственный район). Если обеспеченность подвижным кобальтом в среднем по северному району в 1995 году составила 1,70 мг/кг почвы, то в южном — 1,31.

Наблюдается большая разница в содержании подвижного кобальта и по участкам. Например, в почвах реперного участка СХП «Восход» этот показатель составил 1,9 мг/кг, а в СХП «Дружба» — 0,91 (южного природно-хозяйственного района). Если в СХП «Заря» в почвах реперного участка подвижного кобальта содержалось 2,6 мг/кг, то в СХП «им. Калинина» — 1,1 мг/кг (северного природно-хозяйственного района). За исследуемый период (1995–2003, 2011, 2013 годы) отмечается постепенное снижение содержания подвижного кобальта в почвах по всем исследуемым реперным участкам. Обеспеченность подвижным кобальтом согласно градации (по Пейве-Ринькису) средняя. Такие колебания в содержании подвижного кобальта, по-видимому, связаны с изменением рН почвы, а также с поступлением органических удобрений (остатков органики, соломы), что отмечается в других исследованиях [10].

Таблица 1.

Содержание подвижного кобальта в пахотном слое почвы реперных участков, мг/кг (по Пейве-Ринькису)

Почва, район	№ реп. уч.	Годы исследований										
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2011	2013
Северный район												
Елецкий												
СХП «Маевка»	5	2,1	1,3	1,2	1,3	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5	1,2	1,3
СХП «Воронецкое»	6	2,1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,3	1,2	1,4	1,2
Становлянский												
СХП «Становое»	8	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6
СХП «Нива»	18	1,5	1,5	1,2	1,1	1,2	0,9	1,0	1,4	1,5	1,7	1,5
Краснинский												
СХП «им. Калинина»	21	1,1	1,5	1,3	1,3	1,1	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,4
СХП «Заря»	16	2,6	2,2	2,4	1,4	1,0	1,2	1,1	1,4	1,5	1,3	1,2
Измалковский												
СХП «Афанасьевское»	11	1,2	1,3	1,2	1,2	0,9	0,9	0,9	1,1	1,3	1,2	0,9
СХП «Слобода»	19	1,7	1,7	1,5	1,3	1,9	1,4	1,5	1,7	1,6	1,4	1,3
Среднее по северному		1,7	1,49	1,41	1,26	1,24	1,16	1,18	1,33	1,44	1,34	1,3
Южный район												
Тербунский												
СХП «Пятилетка»	1	1,52	1,52	1,4	1,4	1,2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,3
СХП «Ударник»	2	1,0	1,9	1,5	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,3	1,4	1,5
Долгоруковский												
СХП «Дружба»	3	0,91	1,0	1,4	1,5	1,4	1,1	1,1	1,5	1,7	1,9	1,1
СХП «Заря»	4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	1,2	1,1	1,0	1,2
Задонский												
СХП «Владимирское»	20	1,1	1,2	2,0	1,9	1,2	1,0	0,9	1,0	1,2	0,8	0,7
СХП «Восход»	14	1,9	1,8	1,8	1,4	1,2	1,1	1,0	1,3	1,1	0,6	1,1
Среднее по южному		1,31	1,47	1,57	1,45	1,22	1,08	1,06	1,18	1,25	1,15	1,15
Среднее по 14 участкам		1,50	1,48	1,49	1,36	1,23	1,12	1,12	1,23	1,34	1,25	1,23

Результаты исследований содержания подвижного кобальта в почвах реперных участков (2005–2010 годы) в ацетатно-аммонийном буферном растворе (рН 4,8) приведены в таблице 2. Содержание подвижного кобальта несколько изменялась по годам и также по участкам. Однако за исследуемый период (шесть лет) в среднем по всем участкам осталось на прежнем уровне, и согласно градации, соответствует низкой обеспеченности.

Наши исследования подтверждают ранее проведенные наблюдения за содержанием подвижного кобальта в почвах Липецкой области [11, 12].

Выводы

Результаты исследований показали, что обеспеченность почвы реперных участков подвижным кобальтом (по Пейве-Ринькису) средняя. Однако содержание подвижного кобальта в ацетатно-аммонийном буферном растворе (рН 4,8) низкое.

Превышение содержания МДУ кобальта в продукции не отмечалось. Поэтому, в перспективе в связи с повышением урожая, а также недостаточным поступлением кобальта в почву в системе удобрений необходимо предусмотреть его применение. При этом особо нуждаются в кобальте кормовые культуры, способствующие резкому повышению продуктивности животноводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пейве Я.В. Избр. труды: Агрохимия и биохимия микроэлементов. — М.: Наука, 1980. — 430 с.
2. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
3. Кретович В.Л. Биохимия растений. — М.: Высшая школа, 1986. — 503 с.
4. Кедров-Зихман О.К. Известкование почв и применение микроэлементов. — М.: Сельхозиздат, 1957. — 431 с.
5. Ягодин Б.А., Папонов И.А. Постановка полного факторного эксперимента при изучении периодического питания томата азотом, кальцием и калием // Овощеводство и плодоводство. — Урал-Пермь, 1992. — С. 33–39.
6. Малюга Д.П. К геохимии рассеянных никеля и кобальта в биосфере // Тр. биогеохимии. Лаборатории, 1946. — Т. 8. — № 75.
7. Протасова Н.А., Щербак А.П. Микроэлементы (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ca, Be, Sr, Ba, B, I, Mo) в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья / ВГУ, 2003. — 368 с.
8. Удобрения и урожай / Материалы региональной научно-практической конференции (г. Краснодар, 8–10 декабря 2004). Под ред. Шеуджена А.Х. — Майкоп, ГУРИПП «Адыгея», 2005. — 484 с.
9. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Под ред. Державина Л.М., Булгакова Д.С. — М.: ФГНЦ, Росинфармагротех, 2003. — 240 с.
10. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области. — Белгород, 2011. — 302 с.
11. Квасов В.А. Эколого-агрохимические основы плодородия черноземов и продуктивность земледелия в условиях лесостепи ЦЧЗ. Монография. — Воронеж, 2003. — 220 с.
12. Сискевич Ю.А., Юшина В.И. Комплексный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Липецкой области / Материалы международной юбилейной научно-практической конференции (10 лет с/х факультету ЕГУ им. И.А. Бунина), 15–16 мая 2012 г. — Елец, 2012. — С. 144–152.

Таблица 2.

Содержание подвижного кобальта в пахотном слое почвы реперных участков, мг/кг

Почва, район	№ реп.уч.	Годы исследований							среднее
		2005	2006	2007	2008	2009	2010		
Северный район									
Елецкий									
СХП «Маевка»	5	0,10	0,12	0,10	0,18	0,10	0,10	0,12	
СХП «Воронецкое»	6	0,10	0,10	0,10	0,14	0,11	0,11	0,11	
Становлянский									
СХП «Становое»	8	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,11	0,11	
СХП «Нива»	18	0,11	0,13	0,10	0,14	0,12	0,10	0,12	
Краснинский									
СХП «им. Калинина»	21	0,10	0,10	0,10	0,16	0,16	0,10	0,12	
СХП «Заря»	16	0,11	0,13	0,10	0,12	0,14	0,12	0,12	
Измалковский									
СХП «Афанасьевское»	11	0,14	0,12	0,13	0,13	0,10	0,12	0,12	
СХП «Слобода»	19	0,10	0,14	0,10	0,17	0,14	0,10	0,13	
Среднее по северному		0,11	0,12	0,10	0,15	0,12	0,11	0,12	
Южный район									
Тербунский									
СХП «Пятилетка»	1	0,12	0,14	0,12	0,15	0,10	0,15	0,13	
СХП «Ударник»	2	0,13	0,13	0,14	0,13	0,10	0,12	0,13	
Долгоруковский									
СХП «Дружба»	3	0,10	0,10	0,10	0,16	0,12	0,10	0,11	
СХП «Заря»	4	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	
Задонский									
СХП «Владимирское»	20	0,13	0,15	0,15	0,14	0,10	0,11	0,13	
СХП «Восход»	14	0,10	0,12	0,10	0,14	0,10	0,10	0,11	
Среднее по южному		0,12	0,13	0,12	0,14	0,11	0,12	0,12	

Ацетатно-аммонийный буферный раствор (рН 4,8)

REFERENCES

1. Peive Ya.V. Fav. Works: Agrochemistry and biochemistry of microelements. — Moscow: Nauka, 1980. — 430 p.
2. Kabata-Pendias A., Pendias H. Microelements in soils and plants. — Moscow: Mir, 1989. — 439 p.
3. Kretovich V.L. Biochemistry of plants. — Moscow: Higher School, 1986. — 503 p.
4. Kedrov-Zikhman O.K. Liming of soils and application of trace elements. — Moscow: Selkhozizdat, 1957. — 431 p.
5. Yagodin B.A., Paponov I.A. Statement of the full factor experiment in the study of the periodic nutrition of tomato with nitrogen, calcium and potassium // Vegetable production and fruit growing. — Ural-Perm, 1992. — P. 33–39.
6. Malyuga D.P. To the geochemistry of dispersed nickel and cobalt in the biosphere, Tr. biogeochemistry. Laboratories, 1946. — Т. 8. — № 75.
7. Protasova N.A., Shcherbakov A.P. Microelements (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, Zr, Ca, Be, Sr, Ba, B, I, Mo) in chernozems and gray forest soils of the Central Chernozem Region / VSU, 2003. — 368 s.
8. Fertilizers and Harvest / Materials of the Regional Scientific and Practical Conference (Krasnodar, December 8–10, 2004). Ed. Sheudzhena A.H. — Maykop, Guriff «Adygea», 2005. — 484 p.
9. Methodological guidelines for conducting integrated monitoring of soil fertility of agricultural land. Ed. Derzhavina LM, Bulgakova DS — Moscow: FGNTS, Rosinfarmagrotech, 2003. — 240 p.
10. Lukin S.V. Agroecological state and productivity of soils of the Belgorod region. — Belgorod, 2011. — 302 p.
11. Kvasov V.A. Ecological and agrochemical basis of fertility of chernozems and productivity of agriculture in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region. Monograph. — Voronezh, 2003. — 220 p.
12. Siskevich Yu.A., Yushina V.I. Complex monitoring of agricultural land in the Lipetsk region / Materials of the International Jubilee Scientific and Practical Conference (10 years of agricultural work at YSU Faculty of I, A, Bunin), May 15–16, 2012 — Yelets, 2012. — P. 144–152.