

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И УРОЖАЙ ЯЧМЕНЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ КОБАЛЬТА НА МЕЛИОРИРОВАННОЙ ТОРФЯНО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЕ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА

Комплексная мелнорация торфяно-болотных почв может быть наиболее эффективной при правильном подборе оптимального режима питания для различных культур, основанном на учете содержания валовых и подвижных форм макро- и микроэлементов в этих почвах. В результате многолетних исследований удалось выявить [1—3], что торфяно-болотные почвы слабо обеспечены кобальтом и внесение его может быть важным резервом повышения продуктивности растений.

Вновь осваиваемые торфяно-болотные почвы переходного типа обладают высоким потенциальным и очень низким эффективным плодородием, поэтому использование их может быть успешным при освоении интенсивной системы земледелия, одним из основных элементов которой является обоснованное применение минеральных и органических удобрений.

Материал и методика

Кобальт вносили под ячмень, который высевали после пропашной культуры. Первой культурой в севообороте был картофель сорта Темп. Фоновое удобрение ($N_{60}P_{60}K_{180} + 15$ т/га доломитовой муки + 10 т/га компоста) обеспечило урожайность картофеля 170,3 ц/га. Агрохимические показатели почвы оказались более благоприятными за счет последнего внесения внесенных удобрений. Гидролитическая кислотность уменьшилась почти в четыре раза (36 мг-экв/100 г почвы), увеличились сумма поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями более чем в два с половиной раза (132 мг-экв/100 г почвы), содержание подвижного калия в шесть и подвижного фосфора в четыре раза (12 и 15,5 мг/100 г почвы соответственно) [4].

Опыты проводили на экспериментальной базе БелНИЖ «Будагово» (Минская область) в течение 1976—1977 гг. Площадь делянок 50 м², повторность четырехкратная. Сорт ячменя Зефир, норма высева семян 140 кг/га. На контроле вносили $N_{50}P_{60}K_{180}$ в виде аммиачной селитры, гранулированного двойного суперфосфата и калийной соли. Содержание подвижного кобальта в почве 0,50 мг/кг, что свидетельствует о крайне низкой обеспеченности ее исследуемым микроэлементом. Сернокислый кобальт вносили в почву вместе с основным удобрением в количестве 2 кг/га (в расчете на элемент).

Фотосинтетический аппарат исследовали в фазе колошения (7-й лист). Промеры клеток и хлоропластов, подсчет их в клетках сделаны на свежем материале в середине нижней четверти листовой пластинки между первой и второй боковыми жилками, считая от главной, по методике [5]. Из той же зоны листа брали высечки для извлечения пигментов и определения сырого и сухого веса единицы площади листа. Повторность определения пигментов четырехкратная. Измерение листа, а также параметров клеток и хлоропластов, подсчет числа хлоропластов в клетке проведены в шестидесятикратной повторности.

Результаты и их обсуждение

Кобальт интенсифицировал ростовые процессы, что выражалось в увеличении числа побегов в кусте ($2,20 \pm 0,12$ в контроле и $2,90 \pm 0,19$ при внесении микроэлемента). Удельная поверхностная плотность листа в контроле составляла 242—249 см²/г, а в опытных вариантах увеличилась до 281 см²/г, видимо, кобальт активизировал отток ассимилятов в репродуктивные органы, что очень существенно, поскольку роль последнего листа (флага) особенно велика в наливе зерна злаковых [6].

Морфоанатомические показатели 7-го листа (флага) ячменя

Вариант	Лист			Клетки			Хлоропласты		
	площадь, см ²	толщина, мм	толщина хлоропла- стов, мм	длина, мм	ширина, мм	объем, тыс. мм ³	число в клетке	объем, мм ³	поверх- ность, мм ²
1976 г.									
Контроль	5,49	139,35	92,52	27,57	23,49	11,9	23,75	48,62	66,41
	±0,25	±0,69	±2,58	±0,75	±0,48		±0,63		
Со 2 кг/га	5,60	136,35	86,13	32,70	21,93	12,8	26,85	45,12	61,28
	±0,28	±2,85	±2,46	±0,93*	±0,81*		±0,71*		
1977 г.									
Контроль	7,11	123,18	82,68	28,74	18,00	7,3	22,00	30,70	47,41
	±0,40	±1,29	±1,41	±0,53	±0,37		±0,59		
Со 2 кг/га	9,39	123,93	82,92	27,45	17,04	6,2	23,68	52,37	69,68
	±0,39*	±1,86	±1,32	±0,90	±0,39*		±0,63		

* Достоверные изменения относительно контроля (то же в табл. 2).

Таблица 2

Насыщение единицы площади 7-го листа (флага) клетками, хлоропластами, пигментами

Вариант	Клетки, тыс.	Хлоропла- сты, млн.	Поверхность хлоропла- стов, см ²	Хлорофилл (a + b), мг·10 ⁻²	Каротино- иды, мг·10 ⁻²	Хлоро- филл, мг 10 ⁻⁹		Каротино- иды, мг·10 ⁻⁹	Хлоропла- сты, млн.	Хлорофилл (a + b), мг
						a	b			
						на 1 см ² толщи листа				
1976										
Контроль	775	18,4	11,8	2,77±0,12	1,10±0,04	1,25	0,25	0,60	101,2	0,15
Со 2 кг/га	698	18,7	11,5	3,72±0,11*	1,27±0,03*	1,61	0,38	0,68	104,7	0,21
1977										
Контроль	1131	24,9	11,8	2,58±0,12	0,81±0,05	0,78	0,25	0,32	177,0	0,18
Со 2 кг/га	1325	31,4	21,2	2,84±0,11	0,88±0,03	0,69	0,22	0,28	294,8	0,27

Площадь листа (флага) составляла 5,5—9,4 см². Большею она была в более влажном 1977 г. (табл. 1) и достоверно возрастала при внесении кобальта на 32 %. При большей площади листа толщина листа и мезофилла оставались на уровне контроля, а объем мезофилла в листе увеличивался на 32 %. Кобальт стимулировал деление и растяжение клеток, что выражалось в достоверном росте длины и числа клеток в единице площади (табл. 2). В основе механизма действия кобальта на процесс деления и растяжения клеток лежит его взаимосвязь с гормональным балансом клетки. Кобальт угнетает биосинтез этилена [7, 8] — ингибитора клеточного деления и растяжения [9].

Под действием кобальта увеличилось число хлоропластов в клетке, причем в сухой год оно не сопровождалось возрастанием размеров хлоропластов. В более влажном и прохладном 1977 г. отмечалось значительное укрупнение хлоропластов при одинаковом их числе в клетке. Достоверное увеличение количества хлоропластов происходило па-

раллельно росту объема клетки, что, вероятно, связано с торможением биосинтеза этилена, поскольку в недавно опубликованной работе японских исследователей [10] указывается на снижение числа хлоропластов и их размеров в плодах мандарина, обработанных этиленом.

В разные по степени увлажнения годы действие кобальта на накопление пигментов в хлоропласте проявлялось неодинаково. В сухой 1976 г. при меньшей площади листа значительно возрастало содержание хлорофилла и каротиноидов в единице площади листа и в хлоропласте. Причем при внесении кобальта хлорофилл *b* накапливался в хлоропласте в большей мере (на 52 %), чем хлорофилл *a* (на 29 %). Содержание хлорофилла *a* в единице объема хлоропласта превышало этот показатель в контроле на 39 %, *b* — 62 %, каротиноидов — 24 %. Накопление белка в расчете на 1 г сырых хлоропластов достоверно увеличивалось при внесении кобальта на 27 %.

В более влажном 1977 г. при большей площади листа возрастало число клеток и хлоропластов в единице площади листа и листе. Общая фотоактивная поверхность хлоропластов превышала контроль почти вдвое, содержание пигментов в хлоропласте снижалось на 12—13 %, причем в равной мере для хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов. В единице объема хлоропласта хлорофиллов *a* и *b* накапливалось вдвое меньше, чем в хлоропластах контрольного варианта.

Сбор зерна ячменя при внесении кобальта достоверно увеличивался на 2,1 ц/га в 1976 г., составляя $38,20 \pm 0,26$ ц/га против $36,10 \pm 0,17$ в контроле. В 1977 г. урожай зерна остался на уровне контроля ($40,25 \pm 5,13$ ц/га), а сбор соломы увеличился на 21 % ($78,50 \pm 7,65$ в контроле и $95,25 \pm 6,75$ при внесении кобальта).

Таким образом, действие кобальта на торфяно-болотной почве переходного типа в сухой год проявилось в увеличении урожая зерна, в более влажный год — в увеличении общей биомассы. Это явление можно объяснить тем, что с повышением температуры атмосферного воздуха резко возрастает количество этилена [11]. Следует отметить, что внесение кобальта на торфяно-болотной почве переходного типа в условиях повышенного увлажнения может быть эффективным при возделывании трав на корм скоту.

При оценке эффективности действия кобальта необходимо учитывать большее накопление кобальта в семенах, что ценно при использовании их в кормовых и пищевых целях, в семеноводстве, а также возможность длительного последствия этого удобрения [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кедров-Зихман О. К., Розенберг Р. Е., Проташик Л. М.— В сб.: Микроэлементы в сельском хозяйстве. Рига, 1956, с. 51.
2. Вашкевич Л. Ф.— В сб.: Актуальные вопросы почвоведения и агрохимии: Тез. докл. второй конф. молодых ученых. Минск, 1973, с. 226.
3. Дубиковский Г. П., Микулович Л. С.— В сб.: Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. Ивано-Франковск, 1978, т. 2, с. 186.
4. Иванов Н. П., Чертко Н. К., Колешко О. И.— Докл. АН БССР, 1976, т. 10, № 7, с. 646.
5. Липская Г. А., Коломенцова Н. В.— Вестн АН БССР, Сер. биол. наук, 1980, № 2, с. 34.
6. Кумаков В. А.— В сб.: Физиология растений, ВИНТИ, 1977, т. 3, с. 108.
7. Grover S., Purves W. K.— Plant Physiol., 1976, v. 57, N 6, p. 886.
8. Lau O. L., Jang S. F.— Plant Physiol., 1976, v. 58, N 1, p. 114.
9. Burg S. P.— Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1973, v. 70, N 2, p. 591.
10. Shimokawa K., Sakanoshita A.— Bull. Fac. Agr. Miyazaki Univ., 1977, v. 24, N 1, p. 27.
11. Blaschke H.— Flora, 1977, v. 166, N 3, p. 471.
12. Липская Г. А. Кобальт и структурно-функциональная организация листа.— Минск, 1980, с. 144.