

УДК 633.11+324+631.81.095.337

ДЕЙСТВИЕ КОБАЛЬТА И ЦИНКА НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Б. А. ЯГОДИН, С. А. ВАСИЛЬЕВА, И. А. СИРОТКИНА, Н. Б. БЕКМУХАМЕДОВА
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Систематическое применение удобрений, увеличение их норм способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур, но при этом возрастает вынос питательных веществ, что вызывает обеднение почв усвояемыми формами элементов питания, в том числе Zn, Co, Mn, B и другими. Содержание различных микроэлементов в почвах и их влияние на урожайность растений всесторонне исследовались в условиях Украины и Латвии [1, 2, 4, 5]. Имеются также данные о положительном влиянии B, Cu, Zn и других микроэлементов на качество урожая, и прежде всего на накопление белков и углеводов [3, 6—8]. Практическое значение этого факта настолько велико, что применение микроэлементов будет целесообразным даже в тех случаях, когда они окажут положительное влияние только на качество урожая.

Особый интерес представляет изучение действия микроэлементов на урожайность сельскохозяйственных культур и качество урожая при разном уровне азотно-фосфорно-калийного питания.

Нами исследовалось влияние кобальтовых и цинковых удобрений при различной обеспеченности основными элементами питания на урожай и качество зерна озимой пшеницы Мироновской 808 в стационарном опыте, заложенном в 1978 г. на экспериментальной базе «Михайловское».

Озимая пшеница выращивается в 4-польном севообороте: ячмень, горохо-овсяная смесь, озимая пшеница, картофель.

Методика постановки опыта и методы исследований

Схема опыта включает два уровня обеспеченности основными элементами питания: фон I—90N70P90K, фон II—180N150P200K. В качестве удобрений использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат, хлористый калий и сернокислые соли кобальта и цинка. Сульфат кобальта вносили совместно с азотными удобрениями под перепашку почвы в количестве 3,9 кг/га. Весной в фазу кущения проводили опрыскивание 0,1 % растворами $CoSO_4$;

0,2 % — $ZnSO_4$ (400 л раствора на 1 га). Повторность 4-кратная, учетная площадь делянки — 50 м².

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, $pH_{сол}$ —5,7; гумус—1,7 %; гидролитическая кислотность—3,2; сумма поглощенных оснований—12,6 мэкв/100 г; степень насыщенности основаниями—79,6 %; P_2O_5 (по Кирсанову)—6,9 мг/100 г; K_2O (по Масловой)—10,3 мг/100 г, подвижный кобальт (1 н. HNO_3 вытяжка)—0,5 мг/кг, подвижный цинк (1 н. KCl вытяжка)—0,6 мг/кг.

В растительных образцах после осадения белка по Барнштейну определяли содержание общего и белкового азота по методу Кьельдаля; общий фосфор—колориметрически по методу Ван Курмиса, после мокрого озоления; микроэлементы—после сухого озоления; кобальт—колориметрически с реактивом ПАН; цинк—на атомно-абсорбционном спектрометре. Повторность анализа 4-кратная.

Результаты исследований

Метеорологические условия в годы проведения опыта были различными. Так, вегетационный период в 1980 г. отличался повышенной влажностью и прохладной погодой. За май, июнь и август количество осадков в 1,5 раза превышало среднегодовую норму. Лето 1981 г. характеризовалось повышенной температурой и недостатком влаги. Температура воздуха в июне и июле была на 2,1—4,5° выше среднегодовой. С мая по июль осадков выпало на 73 мм меньше среднегодового количества. В этот год 11 июня провели полив посевов озимой пшеницы.

Урожай зерна озимой пшеницы (табл. 1) в контрольном варианте независимо от погодных условий достигал 31,3—32,4 ц/га. При внесении 90N70P90K урожай зерна и соломы возрастали. Так, в среднем за 2 года прибавка урожая зерна составила 10,7 ц/га, соломы—17,4 ц/га. Более высокая норма минеральных удобрений не приводила к дальнейшему увеличению урожая зерна и соломы.

Таблица 1

Урожай озимой пшеницы (ц/га)

Вариант	1980 г.		1981 г.		Среднее	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
1 — без удобрений	31,3	53,2	32,4	32,4	31,8	42,7
2 — фон I	33,2	63,1	51,8	57,0	42,5	60,1
3 — фон I + Co _{д.п.}	31,9	57,4	53,5	64,2	42,7	60,8
4 — » + Co _{в.п.}	31,8	70,0	48,6	48,6	40,2	59,3
5 — » + Z _{п.п.}	34,4	65,4	55,6	61,2	45,0	63,3
6 — фон II	31,5	56,7	54,1	64,9	42,8	60,8
7 — фон II + Co _{д.п.}	32,4	61,6	56,2	61,8	44,3	61,7
8 — » + Co _{в.п.}	33,6	67,5	55,6	72,1	44,6	69,8
9 — » + Z _{г.в.п.}	36,2	61,5	53,8	59,2	45,0	60,3
m, %	4,0		2,51			
НСР _{об}	3,88		3,86			

Примечание. Д. п. — до посева; в. п. — внекорневая подкормка.

Урожайность озимой пшеницы в значительной степени зависит от погодных условий. Во влажный (1980) год применение как 90N70P90K, так и 180N150P200K не дало положительного результата. Урожай зерна по вариантам варьировали незначительно по сравнению с контролем. В этот год отношение солома : зерно было особенно широким. При внесении кобальта перед посевом, а также кобальта и цинка в виде внекорневой подкормки по фону I и II урожай зерна не повысился. Однако внекорневая подкормка кобальтом способствовала развитию вегетативной массы озимой пшеницы. Урожай соломы возрос по фону I с 63,1 до 70,0 ц/га, по фону II — с 56,7 до 67,5 ц/га.

В сухой жаркий (1981) год применение 90N70P90K позволило получить прибавку урожая зерна 19,4 ц/га. При увеличении нормы минеральных удобрений урожайность озимой пшеницы не изменилась. Микроэлементы на фоне макроэлементов также не привели к повышению урожая зерна. Отношение побочной и основной продукции находилось в пределах 1,0—1,2 и мало варьировало в зависимости от внесения удобрений. Внекорневая подкормка кобальтом по

фону II обусловила увеличение урожая соломы.

Применение минеральных удобрений увеличивало содержание как общего, так и белкового азота в зерне озимой пшеницы (табл. 2). Цинк независимо от способа внесения и кобальт при предпосевном внесении по фону I способствовали дополнительному повышению количества общего азота в зерне. При внекорневой подкормке кобальтом во влажный год содержание как общего, так и белкового азота уменьшилось. В этом году кобальт при обоих способах применения по фону 180N150P200K обусловил накопление азота в зерне. При внекорневой подкормке цинком на фоне II содержание азота в зерне уменьшилось.

Налив и созревание зерна связаны с повышением в нем содержания белковых соединений азота. Их концентрация в зерне наиболее резко увеличилась в 1980 г. в вариантах 3 и 8, а в 1981 г. — в вариантах 8 и 9. По-видимому, кобальт и цинк на фоне 90N70P90K способствовали удлинению фазы созревания зерна в сухой жаркий год. Если в варианте 2 белковый азот составлял 95,9 % от общего, то в вариантах с кобальтом — 86,9—84,4 %, с цинком —

Таблица 2

Содержание форм азота в зерне озимой пшеницы (% на сухое вещество)

Вариант	1980 г.			1981 г.		
	общий	белковый	% от общего	общий	белковый	% от общего
1	1,95	1,64	84,1	1,82	1,61	88,4
2	2,18	1,99	91,3	1,99	1,91	95,9
3	2,16	2,07	95,8	2,30	2,00	86,9
4	1,97	1,66	84,3	2,38	2,01	84,4
5	2,26	2,00	88,4	2,33	2,02	86,7
6	2,27	2,20	96,9	2,32	2,00	86,2
7	2,42	2,05	84,7	2,38	2,15	90,3
8	2,47	2,31	93,5	2,32	2,24	96,5
9	2,09	2,05	98,1	2,36	2,28	96,6

Содержание зольных элементов в зерне озимой пшеницы (% на сухое вещество)

Вариант	1980 г.				1981 г.			
	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	1,04	0,53	0,20	0,09	0,90	0,43	0,16	0,07
2	1,13	0,48	0,21	0,10	0,75	0,37	0,15	0,07
3	1,10	0,46	0,19	0,10	0,82	0,37	0,16	0,08
4	0,97	0,53	0,19	0,10	0,98	0,38	0,16	0,07
5	1,01	0,49	0,20	0,08	0,84	0,36	0,15	0,08
6	1,09	0,47	0,20	0,11	1,00	0,39	0,15	0,08
7	1,13	0,44	0,23	0,10	1,07	0,37	0,16	0,07
8	1,19	0,46	0,20	0,11	1,03	0,34	0,16	0,09
9	1,16	0,40	0,21	0,10	1,26	0,38	0,16	0,07

86,7 %. При внесении микроэлементов по фону II фаза созревания зерна сокращалась.

По содержанию элементов питания в зерне судят об условиях питания растений, об эффективности использования минеральных удобрений.

Более высокое содержание зольных элементов в зерне озимой пшеницы в условиях повышенной влажности (табл. 3), по-видимому, связано с увеличением подвижности элементов питания в почве.

Содержание фосфора мало изменялось под действием основных минеральных удобрений. При внесении цинка по фону II оно было выше, чем при внесении кобальта по этому фону (в 1980 г. — 1,16 %, в 1981 г. — 1,26 %, в варианте 7 — соответственно 1,09 и 1,0 %).

При внесении как макро-, так и микро-

элементов содержание калия, кальция и магния оставалось на одном уровне при некоторых колебаниях по вариантам опыта.

Потребность культур в питательных веществах часто определяют по выносу их хозяйственной частью урожая, при этом затраты элементов на единицу основной продукции (зерно) рассчитывают с учетом соответствующего количества побочной (соломы). Озимая пшеница Мироновская 808 отличается не только большим выносом элементов питания, но и высокой относительной потребностью на единицу основной продукции. Известно, что средний вынос азота на 10 ц зерна озимой пшеницы составляет 35 кг, фосфора — 10, калия — 24 кг.

Результаты наших исследований показывают, что потребление зольных элементов озимой пшеницей, особенно калия, было ни-

Таблица 4

Вынос зольных элементов озимой пшеницей (на 10 ц зерна, кг)

Год	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азот									
1980	35	41	42	45	43	41	46	43	42
1981	24	24	28	29	29	30	29	29	31
Среднее	29	33	35	37	36	35	38	36	36
Фосфор									
1980	14	15	15	14	15	14	17	17	15
1981	10	9	10	11	10	12	12	12	15
Среднее	12	12	13	13	12	13	14	15	15
Калий									
1980	16	20	19	20	22	23	28	26	20
1981	13	16	16	14	15	17	17	18	15
Среднее	14	18	18	17	18	20	22	22	18
Кальций									
1980	6,7	9,5	8,2	9,4	8,6	7,0	8,6	8,2	8,6
1981	3,9	4,6	5,0	4,4	4,6	4,1	4,1	4,7	4,8
Среднее	5,3	7,0	6,6	6,9	6,6	5,6	6,3	6,5	6
Магний									
1980	1,5	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	1,9	1,9
1981	1,0	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2	1,0	1,4	1,0
Среднее	1,3	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,5	1,7	1,4

же среднего (табл. 4). При повышении уровня минерального питания расход N, P и K озимой пшеницей увеличился. Внесение кобальта и цинка мало сказалось на выносе зольных элементов озимой пшеницей.

Заключение

Под озимую пшеницу, возделываемую на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, бедной подвижными формами кобальта и цинка, при норме минеральных удобрений 180N150P200K необходимо применять кобальтовые и цинковые удобрения.

Действие микроэлементов на содержание азота в зерне озимой пшеницы отчетливее проявлялось в сухой год. Кобальт и цинк повышали содержание белка в зерне при обоих уровнях минерального питания.

Содержание зольных элементов, а также вынос их на 10 ц зерна озимой пшеницы под влиянием макро- и микроэлементов изменялись незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. В л а с ю к П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. Киев,

1969. — 2. В л а с ю к П. А. Микроэлементы в обмене веществ растений. Киев, 1976. — 3. З а п о р о ж а н З. Е. Влияние микроэлементов на урожай и качество картофеля и капусты в условиях Правобережной (центральной) лесостепи УССР. Автореф. докт. дис. Киев, 1973. — 4. К а т а л ы м о в М. А. Микроэлементы и микроудобрения. М.—Л.: Химия, 1965. — 5. П е й в е Я. В. Роль микроэлементов в химизации земледелия. — Вест. АН СССР, 1972, № 5, с. 59—65. — 6. С т а ш а у с к а й т е С. А. Значение меди и цинка в процессах роста и фосфорно-углеводного обмена растений. Автореф. докт. дис. Вильнюс, 1969. — 7. Ш а л ь т е н е н е Е. Изменение фосфорно-углеводного обмена в растениях под действием меди и цинка. Автореф. канд. дис. Вильнюс, 1965. — 8. Ш к о л ь н и к М. Я., М а к а р о в а Н. А. Значение микроэлементов в условиях сухого земледелия на черноземных почвах и их влияние на физиологические процессы, определяющие засухо- и жароустойчивость растений. — Тр. Ботанич. ин-та, 1958, сер. IV, вып. 12, с. 23.

Статья поступила 7 июля 1982 г.

S u m m a r y

Influence of cobalt and zinc on the yield and quality of grain of Mironovskaya-808 winter wheat under conditions of different supply of main nutritive elements was studied in the field experiment. It was found that for winter wheat cultivated on soddy podzolic medium loam soil low in mobile forms of cobalt and zinc, at the rate of mineral fertilizers as 180N150P200K, it is necessary to apply cobalt and zinc fertilizers. Application of cobalt and zinc contributes to the increase in protein content in grain with both levels of mineral nutrition (90N70P90K and 180N150P200K). Ash elements content and removal of these elements per ton of winter wheat grain under the influence of macro- and microelements changed inconsiderably.