

УДК 633.11'14:631.559:631.816

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ УРОЖАЕВ ЗЕРНА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

Ю. П. ЖУКОВ, Т. П. ДАДАБАЕВА, С. А. ФИРСОВ, И. М. ХАЙРУЛЛИН

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Изучали влияние рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов систем удобрения в сочетании с принятыми в производстве пестицидами и ретардантами на урожай и качество зерна озимых культур, возделываемых в севообороте на дерново-подзолистой почве. Полученные результаты позволяют рекомендовать дифференцированные балансовые коэффициенты для получения планируемых урожаев озимых культур в Нечерноземье.

Обязательным элементом интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является научно обоснованное комплексное применение удобрений и химических мелиорантов в чистых от сорняков и не поврежденных вредителями и болезнями посевах [1, 4, 6, 7]. При этом должны быть обеспечены получение планируемых урожаев хорошего качества и одновременное регулирование плодородия почв, которое позволило бы исключить негативное влияние средств химизации не только на возделываемые культуры, но и на окружающую среду [2—5].

Нами изучалась возможность получения планируемых урожаев зерна озимых культур и регулирования плодородия почв при комплексном применении расчетных норм удобрения и принятых в производстве пестицидов и ретардантов.

Методика

Стационарные полевые опыты проводили в 1986—1990 гг. в учхозе «Михайловское» Подольского райо-

на, совхозах «Константиновский» Загорского района Московской области и «Романовский» Тверской области.

Схемы опытов наряду с абсолютным контролем включали варианты с удобрениями, нормы которых рассчитывали с помощью балансовых коэффициентов [3] с целью получения разных уровней урожайности озимой пшеницы и озимой ржи. Сравнивали эквивалентные по содержанию питательных элементов минеральные и навозно-минеральные варианты. Кроме того, изучали влияние меди и цинка в виде комплексонатов, модифицированной ими мочевины и сульфатов на урожай и качество зерна возделываемых культур. Модифицированная комплексонатом меди мочевина была изготовлена на Гродненском ПО «Азот» и содержала 0,2 % меди и 1 % оксизтилдифосфоновой кислоты.

Почва опытных участков (табл. 1) дерново-подзолистая, среднесуглинистая, различающаяся по степени окультуренности: в учхозе «Михайловское» — хорошо окультуренная,

Таблица 1

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почв

Показатель	Учхоз «Михай- ловское»	Совхоз	
		«Констан- тиновский»	«Романов- ский»
$pH_{\text{сол}}$	5,6—6,1	5,4—5,5	5,6—5,8
H_r , мг·экв/100 г	1,5—2,3	2,5—3,4	1,85
S, мг·экв/100 г	11,0—14,5	10—14	8—10
T, %	83—91	80—81	82—84
P_2O_5 , мг/100 г	15—26	6—9	6—7
K_2O , мг/100 г	15—27	9—13	4—5
Содержание гумуса, %	1,4—1,5	1,20—1,25	1,35
» подвижной меди, мг/1000 г	2,8	3,5	3,3
Содержание цинка, мг/1000 г	1,1	2,9	2,5

в совхозах «Константиновский» и «Романовский» — среднекультуренная, причем в последнем случае с низким содержанием обменного калия. Обеспеченность почвы всех опытных участков микроэлементами средняя (табл. 1).

В учхозе «Михайловское» и совхозе «Константиновский» возделывали озимую пшеницу сорта Мироновская 808, в совхозе «Романовский» — озимую рожь Восход 1.

Навоз, фосфорные (двойной суперфосфат) и калийные (хлористый калий) удобрения вносили ежегодно под основную обработку почвы до посева, азотные — в 2—3 приема, причем нормы удобрений каждый раз корректировали в соответствии с результатами почвенной (до посева) и растительной (подкормка) диагностики. Обработку растений комплексонатами и сульфатами микроэлементов в виде 0,2 % водных растворов (100 г/д. в. на 1 га) проводили в фазу выхода в трубку. Половину участков обрабатывали принятыми на практике пестицидами и ретардантами; дозы и сроки обработок соответствовали существующим рекомендациям. Расход рабочего раствора при опрыскивании определяли из расчета 400 л/га.

Урожай зерна учитывали сплошным методом, соотношение между зерном и соломой устанавливали по пробному снопу. Урожаи приводили к стандартной влажности (зерно — 14 %, солома — 16 %) и подвергали статистической обработке методом дисперсионного анализа на ЭВМ.

Результаты

В опыте на территории учхоза «Михайловское» (табл. 2) все расчетные нормы макроудобрений ежегодно и в среднем за 5 лет существенно повышали урожайность озимой пшеницы, обеспечивая на фоне пестицидов в первом случае превышение 1-го и 2-го планируемых уровней урожайности, кроме 1986 г., а во втором — всех трех планируемых уровней. Возделывание озимой пшеницы без удобрений в 1988—1990 гг. в варианте с интенсивным удобрением в предыдущие годы обеспечивало получение 2-го планируемого уровня урожая (табл. 2).

Применение в 1986—1987 гг. ретарданта и пестицидов, а в 1988—1990 гг. на фоне ретарданта только пестицидов ежегодно в первые

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы (ц/га) при комплексном применении средств химизации в учхозе «Михайловское»

Вариант	N	P	K	Доза микроэлементов, г д. в. на 1 га	Урожайность		
					без пе- сти- ци- дов	на фо- не пе- сти- ци- дов	пла- ни- руе- мая
<i>1986 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	21,8	13,0	—
2	30+90+35*	40	70	1527 ZnОЭДФ	<u>25,8</u> 29,0	<u>37,0</u> 31,5	40
3	40*+100+40	45	80	174 »	<u>29,0</u> 25,5	<u>42,8</u> 41,8	46
4	40+120*+40*	50	90	696 »	<u>33,3</u> 31,0	<u>45,0</u> 46,0	51
5	40*+120*40*	40	90	870 »	<u>30,3</u> 27,5	<u>44,5</u> 43,8	51
	НСР ₀₅	—	—	—	4,5	4,5	—
<i>1987 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	29,0	26,7	—
2	30+90+35	40	70	100 ZnОЭДФ	<u>44,2</u> 45,5	<u>60,9</u> 65,7	40
3	40+100*+40*	45	80	610 ZnSO ₄	<u>46,3</u> 48,1	<u>61,0</u> 61,7	46
4	40*+120*+40*	50	90	870 ZnОЭДФ	<u>38,2</u> 39,4	<u>61,2</u> 62,2	51
5	40+120+40	40	90	—	39,0	61,7	51
	НСР ₀₅	—	—	—	6,3	7,2	—
<i>1988 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	31,7	34,0	—
2	25+75+30*	45	95	130 CuОЭДФ	<u>43,8</u> 44,5	<u>48,0</u> 49,5	40
3	30+105+30	60	120	100 CuSO ₄	<u>48,1</u> 46,3	<u>45,1</u> 40,8	50
4	Последействие 40+120+40	50	90	100 CuОЭДФ	<u>48,0</u> 47,4	<u>45,0</u> 45,1	—
5	20+40+50	45	95	—	45,4	43,2	40
	НСР ₀₅	—	—	—	6,8	4,8	—
<i>1989 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	31,1	33,1	—
2	25+75+30	45	95	100 ZnОЭДФ	<u>45,4</u> 46,1	<u>49,8</u> 47,1	40

Вариант	N	P	K	Доза микроэлементов, г д. в. на 1 га	Урожайность		
					без пестицидов	на фоне пестицидов	плавнируемая
3	30+105+30	60	120	100 ZnSO ₄	53,8 48,9	54,2 52,9	50
4	Последствие 40+120+40	50	90	100 CuOЭДФ	48,7 50,0	44,2 45,0	—
5	20+40+30	45	95	100 CuSO ₄	47,1 51,9	46,5 52,2	40
	НСП ₀₅	—	—	—	5,9	5,9	—
<i>1990 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	24,0	26,1	—
2	25+75+30	45	95	100 ZnOЭДФ	55,6 55,3	56,0 57,3	40
3	30+105+30	60	120	100 ZnSO ₄	57,3 55,3	53,7 56,0	50
4	Последствие 40+120+40	50	90	100 CuOЭДФ	45,6 47,6	45,6 44,1	—
5	20+40+30	45	95	100 CuSO ₄	55,4 56,0	52,6 56,6	40
	НСП ₀₅	—	—	—	4,5	4,5	—
<i>Среднее за 1986—1990 гг.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	27,5	26,6	—
2	27+81+32	43	85	113 ZnOЭДФ } 43 CuOЭДФ }	42,9 44,1	50,3 50,2	—
3	34+103+34	54	104	35 ZnOЭДФ } 202 ZnSO ₄ } 33 CuSO ₄ }	46,9 44,8	51,5 50,6	—
4	16+48+16	20	36	315 ZnOЭДФ } 100 CuOЭДФ }	42,7 43,1	48,2 48,5	—
5	28+72+34	43	93	174 ZnOЭДФ } 100 CuSO ₄ }	43,4 45,1	49,5 50,8	—

Примечание. Здесь и в табл. 4 числитель — без микроэлементов, знаменатель — с микроэлементами; звездочка — азотные удобрения, модифицированные микроэлементами.

два года существенно повышало, в последующие — не влияло, но в среднем за 5 лет в большинстве случаев существенно увеличивало урожайность озимой пшеницы.

Оплата 1 кг д. в. удобрений прибавками урожая зерна в среднем за 5 лет в вариантах с ежегодным удобрением без пестицидов колебалась от 5,3 до 6,5 кг, а на фоне

пестицидов — от 7,3 до 8,8 кг, т. е. при комплексном применении средств химизации оплата удобрений прибавками зерна возросла на 35—37 %.

Удобрения, как правило, способствуют росту засоренности посевов. Регулированием с помощью научно обоснованных норм и комбинаций удобрений и принятых в практике гербицидов можно добиться существенного снижения засоренности посевов и создать лучшие условия для развития культуры.

Наиболее значительно численность и масса сорняков увеличились в варианте 3 (табл. 3), при дальнейшем повышении норм удобрений засоренность несколько снижалась, что объясняется неодинаковой реакцией на уровень удобрений отдельных видов сорняков.

Гербициды, примененные в фазы кущения и выхода в трубку, вызывали резкое снижение численности и массы сорняков (табл. 3). Расчетные нормы минеральных удобрений способствовали повыше-

Таблица 3

Засоренность посевов озимой пшеницы в учхозе «Михайловское» при расчетных нормах удобрений и сочетании их с другими средствами химизации (в скобках)

Вариант*	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
<i>Количество сорняков, шт/м²</i>					
в фазу выхода в трубку					
1	112(32)	34(15)	27(17)	13(11)	15(10)
2	128(36)	64(19)	51(30)	21(12)	26(10)
3	128(48)	43(19)	62(29)	24(13)	28(10)
4	128(40)	77(13)	49(31)	20(10)	26(11)
5	116(64)	77(12)	45(28)	24(10)	28(5)
перед уборкой урожая					
1	138(64)	34(30)	26(19)	16(12)	14(8)
2	104(72)	32(12)	43(21)	17(10)	21(7)
3	144(80)	34(15)	60(21)	22(13)	25(9)
4	112(64)	27(11)	45(30)	19(10)	21(10)
5	96(48)	46(16)	36(20)	25(10)	20(4)
<i>Масса сорняков, г/м²</i>					
в фазу выхода в трубку					
1	22,1(9,4)	3,2(2,8)	8,9(4,5)	22,5(14,5)	7,3(4)
2	43,2(16,1)	4,5(3,0)	15,6(10,0)	32,5(19,5)	14,7(7)
3	38,5(10,6)	18,2(3,0)	18,1(12,1)	39,5(19,5)	13,3(7,3)
4	44,4(12,7)	13,9(4,8)	13,5(9,6)	20,1(4,0)	16,7(6,3)
5	52,1(17,0)	20,5(2,4)	14,0(12,0)	37(28,5)	16,7(6,3)
перед уборкой урожая					
1	17,4(14,0)	34,1(28,4)	15,6(10,0)	26(17)	18,8(5,3)
2	34,0(24,0)	28,2(1,7)	36,4(21,6)	11,5(1,5)	25,4(5,3)
3	36,1(24,3)	48,2(2,6)	33,0(25,1)	19,0(1,8)	21,0(11,2)
4	30,0(16,1)	42,3(2,9)	40,5(29)	12,5(3,0)	20,5(12,6)
5	30,0(17,4)	32,1(5,9)	32,1(11,0)	25(6,0)	16,2(7,8)

* Дозы удобрений приведены в табл. 2.

нию эффективности гербицидов.

К моменту уборки урожая количество сорняков в контроле не изменилось, а масса их заметно увеличилась. В вариантах с удобрениями количество сорняков снизилось и стало значительно меньше, чем в контроле, а масса сорняков также уменьшилась, но была несколько выше, чем в варианте без удобрений, причем разница в засоренности между обработанными и необработанными гербицидом вариантами сократилась, однако закономерность в действии гербицидов сохранилась.

На основании полученных данных можно заключить, что применение гербицидов в посевах озимой пшеницы на фоне расчетных норм ми-

неральных удобрений более эффективно, чем без удобрений.

Во все годы исследований в учхозе «Михайловское» при внесении модифицированной цинком (1986—1987 гг.) и медью (1988 г.) мочевины, а также комплексонатов этих элементов (1987—1990 гг.) урожайность озимой пшеницы существенно не изменилась (табл. 2). В среднем за 5 лет на фоне пестицидов и без них урожайность пшеницы, возделываемой с применением микроэлементов, была равновалена таковой без их использования (табл. 2).

Таким образом, на высокообеспеченной питательными элементами дерново-подзолистой почве при расчетных нормах удобрений в среднем

Таблица 4

Урожайность озимой пшеницы (ц/га) при комплексном применении средств химизации в совхозе «Константиновский»

Вариант	N	P	K	Доза микроэлементов, г д. в. на 1 га	Урожайность		
					без пестицидов	на фоне пестицидов	планируемая
<i>1986 г.</i>							
1	Без удобрений				—	6,5	
2	40+80*+45	100	160	349 CuOЭДФ	—	<u>27,8</u> 26,5	45
3	50+80+45*	70	160	196 »	—	<u>24,5</u> 25,0	45
4	50+80*+45*	55	160	545 »	—	<u>21,3</u> 22,5	45
5	Навоз 40 т/га + 0+80+45	40	60	100 ZnOЭДФ	—	<u>28,6</u> 27,9	45
	НСР ₀₅	—	—	—	—	1,7	—
<i>1987 г.</i>							
1	Без удобрений				9,7	11,5	—
2	40+90+40	100	135	100 ZnOЭДФ	<u>27,8</u> 25,0	<u>36,4</u> 35,0	45

Продолжение табл. 4.

Вариант	N	P	K	Доза микроэлементов, г д. в. на 1 га	Урожайность		
					без пестицидов	на фоне пестицидов	планируемая
3	Навоз 40 т/га + 0+80*+30*	70	—	478 ZnSO ₄	20,4	27,6	45
					21,5	26,1	
4	30+70+30	55	105	100 >	28,7	35,8	35
					29,7	33,6	
5	Навоз 40 т/га + 0+40+30	25	—	—	17,0	26,6	35
					—	—	
	НСР ₀₅	—	—	—	4,8	3,6	—
<i>1988 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	23,0	32,3	—
2	40+90+40	100	135	100 ZnОЭДФ	32,3	37,4	45
					33,6	35,3	
3	Навоз 40 т/га + 0+80+30	70	—	100 ZnSO ₄	30,7	44,3	45
					32,0	46,2	
4	30+70+30	55	105	—	31,2	36,0	35
					—	—	
5	Навоз 40 т/га + 0+40+30	25	—	—	30,2	33,7	35
					—	—	
	НСР ₀₅	—	—	—	4,3	3,4	—
<i>1990 г.</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	23,4	20,6	—
2	40+90+40	100	135	—	40,1	43,5	45
3	Навоз 40 т/га + 0+80+30	70	—	—	47,7	52,0	
4	30+70+30	55	105	—	36,4	35,9	35
5	Навоз 40 т/га + 0+40+30	25	—	—	32,5	34,6	35
					—	—	
	НСР ₀₅	—	—	—	2,5	3,8	—
<i>Среднее за 4 года</i>							
1	Без удобрений	—	—	—	18,7	17,2	—
2	40+87+42	100	141	87 CuОЭДФ } 70 ZnОЭДФ }	33,4	36,3	45
				32,9	32,3		
3	Навоз 30 т/га + 12+80+34	70	40	49 CuОЭДФ } 133 ZnSO ₄ }	32,9	37,1	45
				33,7	32,4		
4	35+73+34	55	119	136 CuОЭДФ } 33 ZnSO ₄ }	32,1	34,6	38
				29,7	28,0		
5	Навоз 40 т/га + 0+50+34	29	12	25 ZnОЭДФ	26,6	30,9	38
					—	27,9	

за 5 лет исследований урожай зерна пшеницы составил 42,7—46,9 ц/га, а при использовании удобрений на фоне ретарданта и пестицидов — 48,2—51,5 ц/га. Применение разных форм меди и цинка практически не оказало влияния на урожай зерна (табл. 2).

Применение расчетных норм удобрений в опыте, проведенном в совхозе «Константиновский» (табл. 4), позволило ежегодно получать высокие прибавки урожая озимой пшеницы, однако в связи с плохой перезимовкой озимых культур в течение многих лет (в 1989 г. поле пересеяно ячменем) в среднем за 4 года урожай составил 70—85 % 1-го планируемого уровня без пестицидов и 73—91 % на фоне последних. В вариантах с более высокой насыщенностью удобрениями удалось получить 73—75 % 2-го планируемого уровня урожая без средств химизации и 72—82 % с примене-

нием таковых. Максимальная урожайность получена в 1990 г.: 47,7 ц/га без применения пестицидов и 52,0 ц/га с их использованием (3-й вариант).

При использовании гербицидов в посевах озимой пшеницы снижалась как численность, так и масса сорняков (табл. 5). К моменту выхода в трубку численность сорняков уменьшилась на 33—34 %, а перед уборкой — на 26—30 %, воздушно-сухая масса сорных растений — соответственно на 22—34 и 35—60 %. Значительно увеличилось количество и масса сорняков в вариантах с удобрением без гербицидов и на их фоне.

Масса сорных растений возрастала во всех вариантах под влиянием изучавшихся систем удобрения, причем к моменту выхода озимой пшеницы в трубку на фоне применявшихся гербицидов она была максимальной при наибольшей насы-

Таблица 5

Засоренность посевов озимой пшеницы в совхозе «Константиновский» при расчетных нормах удобрений и сочетании их с гербицидами (в скобках)

Вариант*	1988 г.		1990 г.	
	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²
<i>Фаза выхода в трубку</i>				
1	48(30)	40,3(25,2)	22(19)	3,1(4)
2	42(32)	45,4(37,1)	41(32)	36(21,3)
3	44(33)	45,0(33,8)	25(22)	10,3(9,8)
4	43(34)	44,6(34,2)	39(36)	17(9,6)
5	48(32)	46,3(33,3)	29(21)	18(17,4)
НСР ₀₅	6,4	2,8/6,4	3,0/2,5	1,5/2,4
<i>Перед уборкой урожая</i>				
1	170(125)	66,7(35,0)	24(19)	10,5(9)
2	205(142)	102,9(81,9)	46(38)	70,0(51)
3	199(135)	107,7(87,5)	35(29)	29,6(24)
4	206(139)	102,4(83,6)	45(40)	48,1(29)
5	192(132)	104,8(88,9)	33(27)	39,5(23,0)
НСР ₀₅	7,0/10,2	4,6/5,8	3,2/4,0	2,9/3,4

* Дозы удобрений приведены в табл. 4.

ценности удобрениями (2-й и 3-й варианты).

Во все годы исследований при внесении модифицированной медью и цинком мочевины, а также комплексонов этих элементов существенных изменений в урожайности озимой пшеницы не отмечено (табл. 4).

На урожайность возделываемой культуры применение микроэлементов не влияло. Для проверки качества основной продукции в Московском технологическом институте пищевой промышленности был проведен анализ зерна, муки и макаронных изделий из муки озимой пшеницы. Зольность всех исследуемых образцов находилась в пределах, допустимых стандартами [8], хотя под влиянием внесения модифицированной медью и цинком мочевины тенденция к снижению зольности зерна была более выражена (1,43 %), чем при использовании комплексонов этих элементов (1,54 %).

Под влиянием цинка (табл. 6) содержание железа, меди и цинка во всех видах продукции несколько уменьшилось по сравнению с их количеством не только в вариантах с удобрениями, но и в контроле. Содержание микроэлементов в муке было меньше, чем в зерне, что объясняется значительным содержанием их в частях зерна, удаляемых при помоле его в муку. Содержание микроэлементов в макаронных изделиях и исходной муке практически не различалось.

Оплата единицы действующих веществ удобрений прибавками урожая зерна в среднем за 4 года при ежегодном внесении удобрений без пестицидов колебалась от 3 до 4 кг, а на фоне пестицидов — от 3,4 до 5,5 кг.

Таким образом, применение расчетных норм удобрений обеспечило получение на среднеобеспеченной

питательными элементами дерново-подзолистой почве в среднем за 4 года 26,6—37,1 ц зерна озимой пшеницы на 1 га, причем навозно-минеральные и минеральные варианты при максимальной насыщенности удобрениями были практически равноценны, при минимальной насыщенности преимущество имели минеральные удобрения, применение медных и цинковых микроудобрений на фоне макроудобрений практически не сказывалось на урожайности, при этом содержание микроэлементов в зерне и продуктах его переработки не превышало допустимых пределов.

В совхозе «Романовский» планировалось получение двух уровней урожайности озимой ржи — 30 и 40 ц/га. Следует отметить, что уже в 1986 г. без пестицидов в 4-м варианте урожайность была близка к

Таблица 6
Содержание Fe, Cu, Zn и As в зерне, муке и макаронных изделиях из муки пшеницы (мг/кг)

Вариант	Fe	Cu	Zn	As
<i>Зерно</i>				
1	37,6	3,5	25,3	0,032
2	36,2	3,1	23,5	0,030
3	34,3	2,6	22,1	0,036
4	38,7	3,2	24,2	0,032
5	33,5	2,7	21,6	0,038
<i>Мука</i>				
1	20,8	1,9	12,4	0,023
2	22,7	1,5	10,8	<0,020
3	19,7	1,7	10,5	0,022
4	25,2	2,1	11,2	0,022
5	18,4	1,4	9,6	0,022
<i>Макаронные изделия</i>				
1	21,7	1,8	12,5	0,020
2	22,3	1,6	10,7	<0,020
3	20,9	1,7	10,4	0,020
4	25,4	2,6	10,9	<0,020
5	18,2	1,3	9,4	<0,020

1-му планируемому уровню. При использовании химических средств защиты растений этот уровень урожайности практически достигнут в 3, 4 и 5-м вариантах.

Погодные условия оказались наиболее благоприятными для возделывания озимой ржи в 1987 г., когда даже в варианте без удобрений и химических средств защиты растений получена урожайность 28,7 ц/га.

В среднем за 4 года 1-й плани-

руемый уровень урожайности (30 ц/га) при комплексном применении удобрений и пестицидов был превышен на 7—8 %, а 2-й уровень (40 ц/га) выполнен на 95 %. При сочетании макро- и микроудобрений с химическими средствами защиты растений 1-й уровень урожайности превышен на 12 %, а 2-й составил 100 %. При использовании химических средств защиты растений эффективность удобрений повышалась во все годы исследований и в среднем за 4 года (табл. 7).

Таблица 7

Урожайность озимой ржи (ц/га) при комплексном применении средств химизации (знаменатель — с микроэлементами)

Вариант	Комплексопат (доза — 100 г д. в. на 1 га)	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1990 г.	Сред- нее за 4 года
<i>Без пестицидов</i>						
1. Без удобрений	—	13,8	28,7	18,3	22,7	20,9
2. Навоз 28 т/га + 30N40P	CuOЭДФ	14,8	35,9	22,7	27,9	25,3
		23,4	37,8	18,9	38,5	29,7
3. Навоз 56 т/га + 10P	ZnOЭДФ	24,0	37,2	22,8	29,5	28,4
		32,8	41,2	24,3	32,4	32,7
4. Навоз 28 т/га + 65N60P40K	CuSO ₄	28,5	35,9	30,8	33,2	32,1
		25,7	45,9	31,9	45,2	37,2
5. Навоз 56 т/га + 35P	ZnSO ₄	23,2	40,6	22,5	31,9	29,6
		31,8	43,1	24,8	39,2	29,7
НСР ₀₅		3,7	4,9	5,4	2,8	—
		5,7	6,7	6,5	4,4	—
<i>На фоне пестицидов</i>						
1. Без удобрений	—	14,4	28,2	21,9	19,3	21,0
2. Навоз 28 т/га + 30N40P	CuOЭДФ	21,5	44,4	28,8	34,1	32,2
		21,6	47,4	26,0	40,2	33,8
3. Навоз 56 т/га + 10P	ZnOЭДФ	31,3	36,1	23,5	38,9	32,5
		30,7	43,1	19,5	41,4	33,7
4. Навоз 28 т/га + 65N60P40K	CuSO ₄	28,9	44,3	32,6	47,3	38,3
		26,9	50,3	32,7	51,5	40,4
5. Навоз 56 т/га + 35P	ZnSO ₄	29,2	48,3	28,8	46,4	38,2
		31,0	53,4	29,7	46,0	40,0
НСР ₀₅		2,6	10,0	7,3	5,5	—
		4,5	10,8	5,8	2,6	—

Оплата 1 кг д. в. прибавками урожая зерна в среднем за 4 года в вариантах без пестицидов колебалась от 2 до 5 кг, а на фоне пестицидов — от 3 до 6 кг, т. е. при комплексном применении средств

химизации оплата возросла на 20—50 %.

Достоверная прибавка урожая зерна озимой ржи (7,3 ц/га) получена в 1987 г. при внесении мочевины, модифицированной

Таблица 8

Влияние удобрений на содержание белка в зерне озимых культур (%)

Вариант	1986 г.		1987 г.		1988 г.		1989 г.	
	на фоне пестицидов	без пестицидов	на фоне пестицидов	без пестицидов	на фоне пестицидов	без пестицидов	на фоне пестицидов	без пестицидов
<i>Учхоз «Михайловское» (пшеница)</i>								
1	10,1	10,1	9,2	10,1	10,3	10,0	10,8	9,9
2	12,9	13,0	12,3	13,3	13,8	15,1	12,5	13,1
	15,4	13,2	13,4	13,5	14,2	15,3	12,3	13,5
3	15,1	13,0	14,1	13,3	14,2	15,1	15,8	15,5
	14,8	13,4	13,9	14,0	15,1	15,2	15,4	15,8
4	14,8	13,0	14,0	13,3	13,6	15,3	13,2	14,0
	13,8	13,0	13,5	13,5	14,0	15,3	12,3	13,5
5	13,9	14,9	14,3	13,3	14,0	15,0	12,0	13,8
	15,9	14,6	—	13,9	—	15,3	13,3	14,1
<i>Совхоз «Константиновский» (пшеница)</i>								
1	11,6	—	8,9	8,1	13,4	11,5	—	—
2	14,6	—	11,9	11,6	14,4	13,4	—	—
	15,1	—	12,1	12,0	15,3	14,0	—	—
3	14,5	—	12,0	12,1	14,8	13,5	—	—
	14,2	—	12,6	12,8	15,8	13,9	—	—
4	14,1	—	10,2	11,6	15,5	13,4	—	—
	14,7	—	11,1	11,6	—	—	—	—
5	15,1	—	11,5	11,8	15,9	13,2	—	—
	14,9	—	—	—	—	—	—	—
<i>Совхоз «Романовский» (рожь)</i>								
1	10,2	10,6	10,6	10,8	9,5	9,2	—	—
	10,5	10,8	10,6	10,8	10,5	8,8	—	—
2	11,2	11,6	10,9	9,8	8,6	9,5	—	—
	12,1	12,5	11,2	11,1	9,6	8,7	—	—
3	9,8	10,7	11,6	10,2	9,7	9,8	—	—
	10,9	11,5	11,4	11,1	9,8	9,8	—	—
4	11,0	11,6	12,1	11,6	9,1	11,1	—	—
	11,7	12,0	11,4	12,1	9,4	8,6	—	—
5	10,3	10,2	11,9	11,4	9,1	9,6	—	—
	11,5	11,1	12,1	12,3	9,4	8,7	—	—

ZnOЭДФ, в фазу кушения и в 1990 г. в варианте с CuOЭДФ на фоне пестицидов (6,1 ц/га), в вариантах без пестицидов — в 1986 г. (2, 3 и 5-й варианты), в 1987 г. (4-й вариант) и в 1990 г. (2, 4 и 5-й варианты).

Таким образом, в опыте, проведенном в совхозе «Романовский», применение расчетных норм удобрений в сочетании с ретардантом и пестицидами позволило в среднем за 4 года получать 32,2—38,3 ц зерна озимой ржи на 1 га, а при внесении одних удобрений — 25,4—32,1 ц. В результате применения на фоне расчетных норм макроудобрений и пестицидов медных и цинковых микроудобрений в среднем за 4 года урожайность озимой ржи возросла на 1,2—2,1 ц/га, а без пестицидов — на 4,3—5,1 ц/га.

Увеличение насыщенности посевов органическими удобрениями в большинстве случаев не влияло на урожайность, а рост общей насыщенности удобрениями сопровождался достоверным увеличением урожайности, особенно при меньшей насыщенности органическими удобрениями (табл. 8).

Применение макроудобрений, как правило, повышало содержание белка в зерне озимых культур во все годы исследований (табл. 8). Использование модифицированной цинком мочевины (1986 г., 2-й и 5-й варианты) и комплексонатов цинка (1987 г., 2-й вариант), а также сульфата меди (1988 г., 3-й вариант; 1989 г., 5-й вариант) при корневых и некорневых подкормках озимой пшеницы в учхозе «Михайловское» позволило заметно увеличить содержание белка в зерне, а в 1986 г. — и сырой клейковины (на 9,1—17,2 %). В совхозе «Константиновский» (табл. 8) под влиянием некорневых подкормок сульфатом цинка (1987—1988 гг.) и комплексонатом цинка в 1988 г. в зерне

озимой пшеницы также повышалось содержание белка и сырой клейковины (1986 г.).

Содержание белка в зерне озимой ржи (табл. 8, совхоз «Романовский») в 1987 г. возрастало под влиянием корневых и внекорневых подкормок модифицированной цинком мочевины, комплексонатов цинка и меди, а в 1988 г. — под влиянием внекорневых подкормок сульфатом цинка и меди. В большинстве остальных случаев в этом и других опытах (табл. 8) наблюдалась лишь тенденция к увеличению белковости зерна озимых культур под влиянием изучавшихся форм микроэлементов.

Действие пестицидов на содержание сырого белка в зерне в разные годы было неоднозначно и четко не проявилось. Однако сбор белка с урожаем при комплексном применении средств химизации во все годы исследований значительно возрастал.

Заключение

Применение рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов норм и комбинаций макроудобрений под озимые культуры, возделываемые в 4-польных севооборотах на разной по обеспеченности питательными элементами дерново-подзолистой почве, в среднем за 13 лет обеспечивало получение и превышение 1-го планируемого уровня урожайности (30 ц/га), практическое достижение 2-го (40 ц/га) и 80—95 % выполнение 3-го (50 ц/га).

Сочетание расчетных норм макроудобрений с ретардантом и пестицидами в среднем за годы исследований имело преимущество по сравнению с применением только макроудобрений.

Под влиянием медь- и цинксодержащих удобрений лишь в отдельные годы и не во всех вариантах урожайность зерновых культур увеличилась.

Эквивалентные по содержанию

питательных элементов более высокие нормы минеральных и навозно-минеральных удобрений в севообороте были практически равноценны, при более низких нормах преимущество имела навозно-минеральная система.

При комплексном применении средств химизации во всех опытах урожайность культур достоверно возрастала, оплата удобрений прибавками зерна была на 13—50 % выше, чем при использовании только расчетных норм удобрений.

Под влиянием всех изучавшихся норм и видов макроудобрений содержание белка в зерне озимой ржи и особенно озимой пшеницы, как правило, ежегодно возрастало, причем на фоне принятых в производстве пестицидов и ретардантов наиболее значительно.

В отдельных вариантах с микроэлементами почти каждый год содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы и озимой ржи повышалось, но четкой закономерности в действии отдельных форм микроэлементов в среднем за все годы исследований не обнаружено.

Результаты исследований позволяют рекомендовать дифференцированные в зависимости от уровня эффективного плодородия почв балансовые коэффициенты использования питательных элементов удобрений для определения оптимальных норм и соотношений макроудобрений под озимые культуры на разных по обеспеченности питательными элементами дерново-подзолистых почвах и в севооборотах для получения планируемых уро-

жаев зерна хорошего качества. Применение на фоне расчетных норм макроудобрений медь- и цинксодержащих удобрений целесообразно только при установлении в конкретных условиях положительного их влияния на возделываемую культуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А. М. Комплексное применение гербицидов в сочетании с удобрениями и другими средствами химизации в Нечерноземной зоне.— Борьба с сорняками при возделывании с.-х. культур. М., 1988, с. 27—36.— 2. Дадабаева Т. П., Парсункова С. А. Продуктивность севооборота на среднекультуренной дерново-подзолистой почве при комплексном применении расчетных доз удобрений с пестицидами и ретардантами.— В сб.: Актуальные вопросы интенсификации сельского хозяйства.— Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1989, с. 28—29.— 3. Жуков Ю. П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья.— М.: Московский рабочий, 1983.— 4. Жуков Ю. П. Комплексная химизация в интенсивных технологиях возделывания культур в Нечерноземье.— М.: ТСХА, 1989.— 5. Жуков Ю. П., Дадабаева Т. П., Аристархов А. А. Влияние разных форм меди на урожайность и качество клубней картофеля.— Тез. XI Всесоюз. конф. по биологической роли микроэлементов и их применению в сельск. хоз-ве и медицине.— Самарканд: Самаркандский с.-х. ин-т, 1990, с. 72—74.— 6. Ладонин В. Ф., Доманов Н. М. Эффективность комплексного применения средств химизации под озимую пшеницу.— Земледелие, 1988, № 9, с. 52.— 7. Паников В. Д., Минеев В. Ф. Почва, климат, удобрения и урожай.— М.: Агропромиздат, 1987.— 8. Рейни К. Металлические загрязнения пищевых продуктов.— М.: Агропромиздат, 1985.

Статья поступила 6 мая 1991 г.

SUMMARY

The effect of fertilization systems calculated using balance coefficients in combination with applied pesticides and retardants on the yield of winter grain crops cultivated in crop rotation on soddy-podzolic soils and on yield quality was studied. The obtained results allow to recommend using differentiated balance coefficients for producing programmed yields of winter grain crops in Non-chernozem zone.