

УДК 633.11 «324»: [631.811 + 632.954]

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ И ВЫСОКИХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ

СМИРНОВ Б. А., БАЗДЫРЕВ Г. И., КАМЕНЕЦКАЯ А. М., САФОНОВА Л. И.,
ПУГАЧЕВА Н. П.

(Кафедра земледелия и методики опытного дела и кафедра хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов)

В конце десятой пятилетки с ростом объема производства расширяются возможности внесения высоких доз удобрений и применения гербицидов. К этому времени намечено довести удобряемые площади до 143 млн. га, а обрабатываемые гербицидами — до 88,1 млн. га [5, 8, 10, 22].

В литературе имеются данные о действии удобрений [14, 18] и гербицидов [3, 6, 11, 20, 21] на урожай и его качество. Однако сведения об изменении качества зерна под действием гербицидов противоречивы. Большинство авторов указывают, что в этом случае качество зерна не изменяется [1, 3, 6, 11], другими отмечено его улучшение [9, 16, 20, 21]. Вместе с тем есть данные, свидетельствующие об ухудшении качества зерна при обработке посевов гербицидами [2].

В условиях нечерноземной зоны еще проведено мало исследований о действии длительного совместного применения высоких доз удобрений и гербицидов на урожайность сельскохозяйственных растений и качество продукции в севооборотах разной специализации. Недостаточно исследован вопрос об остаточных количествах гербицидов и их динамике в растениях при высоких уровнях питания.

В связи с этим основной задачей нашей работы было изучение совместного систематического применения высоких доз удобрений и гербицидов на урожай и качество зерна озимой пшеницы в плодосменном севообороте и бессменных посевах.

Условия и методика

Исследования проводились в многолетнем трехфакторном стационарном полевом опыте (табл. 1).

Опыт заложен летом 1968 г. на опытном поле Почвенно-агрономической станции им. В. Р. Вильямса методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая на покровном суглинке, по механическому составу — средний суглинок, по уровню плодородия — среднеокультуренная. Данные об агрохимических свойствах почвы перед закладкой опыта представлены в табл. 2.

В варианте V_1 удобрения внесены в дозах $N_{45}P_{60}K_{40}$, в вариантах V_2 и V_3 они рассчитаны на получение с 1 га 60 ц зерна озимой пшеницы и ячменя ($N_{228}P_{202}K_{116}$ и $N_{171}P_{187}K_{97}$ соответственно), 300 ц клубней картофеля ($N_{257}P_{256}K_{420}$) и 250 ц зеленой массы вико-овсяной смеси ($N_{210}P_{127}K_{112}$). До 1973 г. в варианте V_1 удобрения не применяли, а в вариантах V_2 и V_3 вносили их в расчете на получение с 1 га зерна озимой пшеницы 40 ц, ячменя — 30, клубней картофеля — 250, зеле-

Схема опыта

Варианты чередований	Удобрения	Гербициды
1 — оз. пшеница бессменно	1 — средний фон (N ₄₅ P ₆₀ K ₄₀)—В ₁	1 — без гербицидов
2 — ячмень бессменно	2 — высокий фон на заданный урожай (NPK)—В ₂	2 — производные 2,4-Д
3 — картофель бессменно	3 — высокий фон на заданный урожай (навоз+NPK)—В ₃	3 — смеси гербицидов (2,4-Д+дикамба)
4 — вико-овсяная смесь — озимые — картофель — ячмень (плодосменный севооборот)		
5 — пар черный — озимые — картофель — ячмень (зернопаро-пропашной (севооборот)		

ной массы вики — 200 ц. Перед закладкой опыта было проведено известкование почвы по полной гидролитической кислотности. Площадь элементарной делянки — 132,5 м² (5×26,5). Повторность 4-кратная.

Опытное поле расположено в юго-западной части Московской области и входит в среднеувлажненный подрайон с влагообеспеченностью 0,7—0,8 [1]. Метеорологические условия различались по годам

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Горизонт	Глубина взятия образца, см	Гумус по Тюрюну, %	Азот общий по Тюрюну, мг/100 г почвы	pH _{сол}	pH _{вод}	Сумма обменных оснований	Гидролитическая кислотность	P ₂ O ₅ по Кирсанову	K ₂ O по Пейве
						мэкв/100 г почвы	мг/100 г почвы	мг/100 г почвы	мг/100 г почвы
A _п	0—25	1,84	0,09	5,7	6,7	14,7	1,91	4,6	12,8
A ₂	25—33	0,55	0,03	4,2	5,5	6,5	3,18	3,4	6,5
B	56—104	0,39	0,04	3,9	5,3	12,6	5,43	6,7	18,5
C	104	0,10	0,02	3,9	5,4	15,2	5,05	4,0	13,5

опыта (1969—1976) и отличались от средних многолетних (табл. 3). Температура воздуха в периоды вегетации приближалась к средней многолетней. Исключением были лето 1972 г., когда стояла жаркая погода (отклонения средней суточной температуры от нормы в отдельные дни составляли 5—6° и более), и лето 1976 г., сравнительно холодное и исключительно влажное.

По сумме выпавших осадков за май—август 1969 и 1973 годы относятся к влажным, а 1970 и 1972 годы — к довольно сухим.

Вегетационные периоды 1974 и 1975 гг. по температурному режиму и влажности были благоприятными для зерновых культур.

В опыте выращивалась озимая пшеница сорта Мироновская 808. Применялась агротехника, рекомендованная научно-исследовательскими учреждениями для зоны, включающая ежегодную вспашку на 20—22 см.

Обработку гербицидами проводили весной в фазу кущения озимой пшеницы. 2,4-Д использовали в форме аминной соли в дозе

0,8 кг д. в. на 1 га. Смесь аминной соли 2,4-Д и дикамбы (далее указывается просто смесь) — 0,72 и 0,75 кг д. в. на 1 га соответственно — применяли до 1974 г. В 1975 г. использовали симазин сразу после посева +2,4-Д в фазу кущения в дозах 0,25+0,6, а в 1976 г. — симазин 0,25 кг д. в. на 1 га. Норма расхода жидкости 400 л/га.

Урожай во все годы, кроме 1971, убирали поделаяночно методом сплошной уборки переоборудованным комбайном; в 1971 г. — вручную методом скользящей метровки.

Для изучения качества использовали зерно, полученное в последний год первой ротации (1972) и первый год второй ротации (1973).

Т а б л и ц а 3

Среднесуточная температура воздуха и количество осадков в вегетационные периоды 1969—1976 гг. (по данным Обнинской агрометеобазы в «Михайловском»)

Месяц	Средняя многолетняя	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.
Температура воздуха, °С									
Май	11,5	10,4	12,4	11,8	11,7	12,5	8,9	14,9	10,0
Июнь	15,0	14,1	15,2	15,6	18,3	16,8	15,4	17,0	11,5
Июль	17,4	17,0	18,4	16,7	21,4	17,1	17,3	18,0	15,5
Август	15,5	15,4	15,5	15,8	19,7	15,0	15,2	14,6	13,8
Май — август	14,9	14,2	15,4	15,0	17,5	15,4	14,2	16,1	12,7
Сумма осадков, мм									
Май	46,0	39,6	11,3	26,1	35,1	36,9	95,9	36,3	103,9
Июнь	68,0	73,2	66,8	34,4	24,7	32,0	49,9	55,6	139,6
Июль	85,0	59,0	43,4	85,6	65,1	137,5	97,9	104,5	105,9
Август	73,0	46,0	36,4	14,7	35,4	245,3	33,9	99,2	63,6
Май — август	272,0	217,8	157,9	160,8	160,3	351,7	277,6	295,6	413,0

Натуру зерна, массу 1000 зерен, стекловидность, а также количество и качество сырой клейковины определяли по действующим стандартам.

Мукомольные испытания проводили на мельнице типа Бюлера, обеспечивающей выход муки около 70%.

Физические свойства теста устанавливали с помощью фаринографа и альвеографа по принятым методикам.

Пробную лабораторную выпечку хлеба осуществляли ускоренным методом с интенсивным замесом теста.

Остатки 2,4-Д выявляли по методу Маркварта в модификации Ракитина и Земской [7].

В данном сообщении рассматриваются результаты исследований, полученные в плодосменном севообороте и бессменных посевах, по среднему и высокому фону минеральных удобрений и во всех вариантах с гербицидами.

Результаты исследований

Применение высоких доз удобрений способствовало повышению урожайности озимой пшеницы (в среднем за две ротации севооборота) на 5,9 ц/га в плодосмене и на 8,0 ц/га при возделывании пшеницы бессменно (табл. 4). Однако эффективность удобрений изменялась в зависимости от условий возделывания. Так, во влажный 1973 г. под действием высокого фона питания и сорняков наблюдалось сильное полегание озимой пшеницы и снижение урожая.

Влияние высокого фона питания и гербицидов на урожайность озимой пшеницы в плодосменном севообороте и при бессменном возделывании (ц/га)

Гербициды	Плодосменный севооборот			Бессменные посеы		
	в среднем за 1969—1970 и 1972—1976 гг.	1972 г.	1973 г.	в среднем за 1969—1970 и 1972—1976 гг.	1972 г.	1973 г.
Средний фон (NPK)						
Без гербицидов	28,2	13,0	40,3	21,0	10,4	38,5
2,4-Д	31,2	14,2	42,3	21,7	12,6	38,1
Смесь	30,2	13,3	43,6	20,9	7,7	38,0
Высокий фон (NPK)						
Без гербицидов	34,1	24,2	38,1	29,0	22,8	35,7
2,4-Д	37,1	26,0	44,6	31,9	18,7	42,7
Смесь	34,6	21,8	38,8	30,7	19,2	38,0
НСР _{0,5}	1,7			2,2		

При обработке 2,4-Д прибавка зерна от дополнительного внесения удобрений составила 5,9 ц/га в севообороте и 10,2 ц/га в бессменных посевах, а при использовании смесей гербицидов — 4,4 и 9,8 ц/га соответственно.

Применение 2,4-Д в 1972 и 1973 гг. в севообороте и в 1973 г. в бессменных посевах было более эффективным по высокому фону питания.

Т а б л и ц а 5
Влияние удобрений и гербицидов на физические свойства зерна озимой пшеницы

Вариант	Фон питания	Нагура зерна, г/д	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %
В севообороте (в среднем за 1972—1973 гг.)				
Без гербицидов	1	764	36,8	82
	2	731	33,6	85
2,4-Д	1	767	37,5	82
	2	741	32,8	92
Смесь	1	779	37,8	74
	2	745	34,4	89
В бессменном посеве (1973 г.)				
Без гербицидов	1	771	36,2	92
	2	713	32,7	92
2,4 Д	1	713	36,4	99
	2	728	31,5	96
Смесь	1	713	37,4	100
	2	718	31,0	98

Прибавки урожая от гербицида по среднему фону питания составили до 2,2 ц/га, а по высокому — до 7,0 ц/га. Использование смесей гербицидов в плодосмене в 1972 и 1973 гг. и 2,4-Д в бессменных посевах в 1972 г. дало большую прибавку урожая по среднему фону питания. В 1972 г. по высокому фону питания в севообороте и по обоим фонам в бессменных посевах смеси гербицидов снижали урожайность озимой пшеницы, а в 1973 г. применение их в бессменных посевах по высокому фону питания было эффективно. По-видимому, снижение урожая произошло вследствие усиления фитотоксического действия гербицидов на культуру в условиях засухи.

В среднем за две ротации севооборота прибавка урожая от 2,4-Д в плодосмене составили 3,0 ц/га как по среднему фону, так и по высокому фону удобрений, в бессмен-

ных посевах — 0,7 и 2,9 ц/га соответственно; от применения смесей в плодосмене — 2,0 ц/га по среднему фону и 0,5 ц/га по высокому фо-

ну; в бессменных посевах по среднему фону прибавки не было, а по высокому урожаю увеличился на 1,7 ц/га.

Совместное систематическое применение высоких доз удобрений и гербицидов увеличивало урожай зерна по сравнению с урожаем на среднем фоне без гербицидов на 8,9 ц/га (2,4-Д) и 6,4 ц/га (смесь) в плодосменном севообороте и на 10,9 и 9,7 ц/га при бессменном возделывании соответственно.

Под влиянием высоких доз удобрений и гербицидов (табл. 5) из физических свойств наиболее значительно изменялась натура зерна.

Т а б л и ц а 6

Влияние удобрений и гербицидов на физические свойства теста

Вариант	Фон питания	Показания фаринографа					Показания альвеографа			
		время образования теста, мин	устойчивость теста, мин	разжижение теста, ед. фаринографа	калориметрическая оценка, ед. вальориметра	упругость, мм	растяжимость, мм	отношение упругости к растяжимости	удельная работа деформации теста, Дж · 10 ⁻⁴	
В севообороте (в среднем за 1972—1973 г.)										
Без гербицидов	1	2,3	0,5	90	48	75	61	1,3	172	
	2	3,3	2,0	30	65	82	97	0,9	296	
2,4-Д	1	2,3	0,8	60	53	77	72	1,1	202	
	2	3,6	2,8	25	68	81	107	0,8	323	
Смесь	1	2,5	1,5	73	55	74	128	0,7	188	
	2	4,8	2,3	13	72	87	91	1,0	310	
В бессменном посеве (1973 г.)										
Без гербицидов	1	2,0	0,5	120	40	72	69	1,0	196	
	2	2,5	0,5	65	50	66	122	0,5	294	
2,4-Д	1	2,5	0,0	110	42	84	67	1,2	220	
	2	2,0	0,5	140	40	118	61	1,9	342	
Смесь	1	4,0	0,0	130	38	79	69	1,2	224	
	2	3,0	1,5	60	58	76	130	0,6	341	

Так, в севообороте отмечено снижение указанного показателя под влиянием высоких доз удобрений в вариантах как с применением гербицидов (на 26 и 34 г/л в зависимости от вида гербицида), так и без них (на 33 г/л).

В бессменном посеве отрицательное влияние высоких доз удобрений на натуру зерна проявилось лишь в опыте без гербицидов.

Одновременно наблюдалось некоторое положительное влияние гербицидов на натуру по фону высоких доз удобрений и в севообороте, и в бессменном посеве, выразившееся в увеличении ее на 10—15 г/л.

При испытании физических свойств теста на фаринографе и альвеографе было установлено благоприятное влияние высоких доз удобрений и гербицидов на показатели силы муки (табл. 6).

Удельная работа деформации теста была больше при высоких дозах удобрений и в севообороте, и в бессменном посеве примерно на 120 Дж · 10⁻⁴. Под влиянием гербицидов она увеличивалась менее значительно: на 30 Дж · 10⁻⁴ в севообороте и на 48 Дж · 10⁻⁴ в бессменном посеве.

Аналогично изменялся и показатель разжижения теста. Исключение составил лишь вариант с 2,4-Д в бессменном посеве, где под влиянием высоких доз удобрений разжижение увеличилось на 30 ед. фаринографа.

Содержание белка, количество и качество клейковины являются наиболее важными показателями, характеризующими товарные, технологические и питательные достоинства зерна пшеницы.

Многие исследователи указывают [14, 15, 17], что существует прямая зависимость между содержанием в зерне белка и сырой клейковины. Полученные нами данные подтвердили это положение.

Из табл. 7 видно, что при возделывании пшеницы в севообороте и бессменно, под действием высоких доз удобрений повышалось содержание клейковины в зерне. Применяемые гербициды также способствовали увеличению этого показателя, но в меньшей степени.

Т а б л и ц а 7

Влияние удобрений и гербицидов на химический состав и хлебопекарные качества озимой пшеницы

Вариант	Фон питания	Белок, %	Клейковина, %	Крахмал, %	Водопоглощательная способность муки, %	Объемный выход хлеба, мл	Пористость, %
В севообороте (в среднем за 1972—1973 гг.)							
Без гербицидов	1	10,2	20,4	51,9	58,9	635	88
	2	12,6	27,9	51,4	61,0	745	91
2,4-Д	1	9,7	20,1	52,4	59,7	655	89
	2	12,1	30,0	52,5	60,3	845	92
Смесь	1	10,5	20,6	52,8	60,2	695	90
	2	12,8	31,1	50,3	62,5	775	90
В бессменном посеве (1973 г.)							
Без гербицидов	1	10,9	14,8	54,7	57,8	590	87
	2	12,5	28,0	54,3	60,0	720	90
2,4-Д	1	10,1	15,6	54,2	58,2	690	88
	2	12,5	28,1	53,2	76,0	—	—
Смесь	1	10,5	15,8	53,6	57,8	650	88
	2	12,9	30,4	53,9	60,0	975	90

Содержание крахмала в основном не зависело от вносимых удобрений и гербицидов. Однако выявлена обратная зависимость между накоплением белка и его крахмалистостью.

Результаты пробной выпечки хлеба показали, что внесение высоких доз удобрений приводило к увеличению объемного выхода хлеба и в севообороте и в бессменном посеве.

Положительное влияние гербицидов на хлебопекарные качества зерна более четко проявилось при их использовании на высоком фоне питания.

На качество продукции могут влиять остатки гербицидов. Данные об остаточных количествах и санитарно-гигиеническая оценка становятся обязательными показателями при определении качества продукции. Особое значение имеют исследования динамики остаточных количеств. В связи с тем, что детоксикация гербицидов является процессом метаболическим и зависит от обмена веществ, условия питания могут влиять на содержание их остатков [10, 13]. Мы проследили за содержанием остатков аминной соли 2,4-Д в озимой пшенице.

Улучшение уровня питания способствовало некоторому увеличению поступления гербицида в растение после опрыскивания. Однако в последующем количество остатков выравнивалось по фону питания и значительно сокращалось с увеличением уровня минерального питания. Через 59 дней после опрыскивания (20 июня) при высоких дозах удобрения нами не обнаружено остатков препаратов, тогда как в растениях со среднего фона они были найдены, хотя и в незначительном количестве. К моменту уборки остатков не обнаружено ни в зерне, ни в соломе независимо от уровня питания.

Заключение

Повышение фона питания и применение гербицидов увеличивало урожайность озимой пшеницы и сближало ее уровни в севообороте и при бессменном возделывании.

Высокие дозы удобрений, а также гербициды способствовали улучшению ряда показателей качества зерна (содержание белка и клейковины, сила муки, хлебопекарные достоинства). При этом высокие дозы удобрений влияли на указанные показатели сильнее, чем гербициды.

Удобрения способствовали увеличению скорости детоксикации гербицидов в растениях.

В урожае зерна и соломы озимой пшеницы остаточных количеств 2,4-Д не обнаружено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бука А. Я. Последствие гербицидов на засоренность посева, урожай и технологические качества зерна озимой пшеницы. «Химия в сельск. хоз-ве», 1968, № 6, с. 36—40. — 2. Шилов Г. Е. Влияние гербицидов на качество урожая с.-х. культур. «Бюл. ВИУА», 1976, № 30, с. 50—59. — 3. Воеводин А. В. Гербициды и качество продукции. Защита растений, 1976, № 9, с. 12—14. — 4. Воробьев С. А., Иванов Ю. Д., Лымарь С. А. Урожай и качество зерна озимой пшеницы при возделывании в различных севооборотах Нечерноземья «Вестн. с.-х. науки», 1974, № 2, с. 35—45. — 5. Груздев Г. С. Основные пути повышения эффективности гербицидов. Автореф. докт. дис. М., 1975. — 6. Захаренко В. А. Влияние гербицидов на качество урожая сельскохозяйственных культур. «Сельск. хоз-во за рубежом», 1973, № 5, с. 13—18. — 7. Земская В. А. Химический метод определения микроколичеств 2,4-Д в растениях. Методы определения регуляторов роста и гербицидов. М., «Наука», 1967. — 8. Зинченко В. А., Таболина Ю. П., Калитина Н. В. Особенности действия гербицидов при их систематическом многолетнем применении. «Изв. ТСХА», 1976, вып. 5, с. 157—169. — 9. Кулаков Е. П. Влияние пестицидов на качество продукции растениеводства. Достижения науки и передовой опыт в сельск. хоз-ве, «Информ. бюл.», 1976, № 8, с. 29—35. — 10. Ладонин В. Ф., Роль гербицидов при возрастании масштабов применения удобрений в земледелии. «Химия в сельск. хоз-ве», 1976, № 1, с. 58—64. — 11. Лысенко А. К. Влияние гербицидов на засоренность, урожай и качество озимой пшеницы. «Химия в сельск. хоз-ве», 1975, № 4, с. 44—49. — 12. Майер-Бодер Г. Гербициды и их остатки. М., «Мир», 1972. — 13. Мельников Н. Н. Пестициды и окружающая среда (разложение феноксиалкилкарбонных кислот и их производных в объектах окружающей среды). «Химия в сельск. хоз-ве», 1974, № 8, с. 70—74. — 14. Минеев В. Г., Тищенко А. Т., Семихова О. Д. Удобрение и качество зерна пшеницы. Обзор ВНИИТ-ЭИСХ, 1975. — 15. Мионовские пшеницы. М., «Колос», 1972. — 16. Петунова А. Н., Покровская Н. В. Действие гербицидов на урожай и химический состав зерна яровой пшеницы. «Агрохимия», 1974, № 5, с. 123—128. — 17. Пшеница и ее улучшение. М., «Колос», 1970. — 18. Рупошева Г. В., Безуглая Ю. М. Урожай и качество зерна озимой пшеницы сорта Мионовская 808 при разных дозах фосфорных удобрений. «Изв. ТСХА», 1976, вып. 3, с. 61—66. — 19. Смирнов Б. А., Баздырев Г. И., Синюков В. П., Сафонова Л. И., Аксенов А. А. Действие высоких доз удобрений на количество и видовой состав сорняков в бессменных посевах озимой пшеницы, ячменя и картофеля. «Изв. ТСХА», 1975, вып. 5, с. 129—140. — 20. Филиппенко И. А. Влияние 2,4-Д на семенные качества пшениц. «Физиология растений», 1957, т. 4, вып. 5, с. 470—475. — 21. Хрипунова Л. Г. Влияние 2,4-Д на содержание азота и клейковины в зерне яровой пшеницы. «Химия в сельск. хоз-ве», 1967, № 10, с. 44—45. — 22. Чесалин Г. А. Эффективность применения минеральных удобрений в сочетании с гербицидами. «Вестн. с.-х. науки», 1973, № 11, с. 36—38.

Статья поступила 25 мая 1977 г.

SUMMARY

In a long-term stationary trial on the experimental field of Williams Soil-Agronomy Station (Podolsk district, Moscow region) the efficiency of herbicides was increased by high doses of fertilizers. The application of fertilizers contributed to the increase of protein and gluten content, to the meal strength and to the volume yield of bread. No residues of 2,4-D have been found in the grain and straw yield of winter wheat.