

УДК 631.81+632.954]:633.11

## **УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПРИМЕНЕНИИ РАСЧЕТНЫХ НОРМ УДОБРЕНИЙ И ПЕСТИЦИДОВ**

**Ю. П. ЖУКОВ, Т. И. ШАТИЛОВА, В. Т. СЕМКО, С. А. ПАРСУНКОВА**

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Выявлены наиболее благоприятные сочетания удобрений, фунгицида и ретарданта, позволяющие в условиях Нечерноземной зоны РСФСР повысить урожайность озимой пшеницы и содержание белка в зерне, а также улучшить хлебопекарные и макаронные свойства зерна.

Работа посвящена изучению возможности получения планируемых урожаев зерна озимой пшеницы сорта Мироновская 808 хорошего качества, возделываемой на дерново-подзолистой почве, при использовании норм удобрений, рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов [2], в сочетании с принятыми в практике ретардантами и пестицидами [3].

### **Методика**

Исследования проводили в 1987—1989 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в 1983 г. на территории совхоза «Константиновский» Загорского района Московской области. Опыт развернут во времени и в пространстве, повторность 4-кратная, расположение де-

лянок рендомизированное. Площадь опытной делянки 165 м<sup>2</sup>, учетной — не менее 22 м<sup>2</sup>. Схемой опыта наряду с контролем (без удобрений — 1-й вариант) предусмотрены варианты с нормами удобрений, рассчитанными с помощью балансовых коэффициентов на получение двух планируемых уровней урожайности (35 и 45 ц/га). Варианты различались по балансовым коэффициентам использования фосфорных удобрений (50 и 70 %). Сопоставлялись эквивалентные по содержанию питательных элементов минеральные (2-й и 4-й варианты) и навозно-минеральные (3-й и 5-й) системы с применением средств малой механизации и без них. Рассчитанные таким образом нормы удобрений для получения 45 ц зерна на 1 г составили 170N100P135K (2-й вариант)

и 40 т навоза на 1 га+110N70P (3-й вариант), а для 35 ц зерна — 130N55P50K (4-й вариант) и 40 т навоза на 1 га+70N25P (5-й вариант). Содержание N, P и K в навозе равнялось 0,4; 0,2 и 0,5 %. Фосфорные удобрения в виде двойного суперфосфата и калийные в виде калийной соли вносили под зяблевую вспашку, азотные в виде аммиачной селитры — дробно. Посевы озимой пшеницы для предотвращения их полегания ежегодно в фазу флаговый лист — начало колошения обрабатывали хлорхлоринхлоридом (2 кг препарата на 1 га), в фазу цветения — фунгицидом байлетоном (0,6 кг д. в. на 1 га). Содержание питательных элементов в товарной продукции и нетоварной части урожая после мокрого озольнения по Гинзбург определяли общепринятыми методами [6], микроэлементов — спектрофотометрическим способом [5, 8]. Качество макаронных изделий и хлеба, выработанных из муки пшеницы, которую выращивали на разных агрофонах, удовлетворяло требованиям ГОСТ 875—69 [5, 12]. Результаты полевых и лабораторных исследований обработаны методом дисперсионного анализа [1]. Данные, приведенные в таблицах, представляют собой величины, рассчитанные с учетом НСР.

## Результаты

Урожайность озимой пшеницы зависела от погодных и агротехнических условий, применения удобрений и пестицидов (табл. 1). Внесение одних удобрений позволило ежегодно и в среднем за 3 года получить значительные прибавки урожая, но запланированных уровней достичь не удалось. В результате применения удобрений и пестицидов во все годы исследований и в среднем за 3 года урожайность заметно возросла и был достигнут 1-й уровень урожайности, 2-й уровень получен в 1988 г. (3-й вариант).

Явное преимущество минеральных удобрений перед навозно-минеральными отмечалось лишь в 1987 г. в вариантах с ретардантом и фунгицидом и без них. Навозно-минеральные удобрения по действию на урожайность заметно превосходили минеральные в 1989 г. при использовании химических средств защиты растений. В среднем за 3 года преимущество минеральных удобрений перед навозно-минеральными наблюдалось в вариантах без ретарданта и фунгицида, а на их фоне различия в урожайности были менее значительны.

Содержание питательных элементов в растениях определяется биологическими особенностями культуры, фазой развития и условиями вы-

Таблица 1

Урожайность озимой пшеницы (ц/га)

Вариант	1987 г.	1988 г.	1989 г.	В среднем за 3 года
1	9,7(11,5)	23,0(35,3)	16,6(16,6)	16,4(21,1)
2	28,3(36,1)	31,1(35,3)	28,8(31,1)	29,4(34,2)
3	20,4(27,1)	31,1(44,3)	28,8(35,1)	26,8(35,5)
4	28,3(36,1)	31,1(35,3)	28,8(31,1)	29,4(34,2)
5	17,0(27,1)	31,1(35,3)	28,8(35,1)	25,6(32,5)

Примечание. Здесь и в последующих таблицах в скобках — урожайность при использовании ретарданта и фунгицида.

ращивания [11]. В зерне пшеницы содержание их изменялось в зависимости от применения удобрений и пестицидов и значительно колебалось по годам исследований (табл 2). В 1987 г. под влиянием расчетных норм удобрений без пестицидов содержание азота в зерне озимой пшеницы возросло на 0,61 %, а на фоне пестицидов — на 0,21—0,39 %. Под действием пестицидов в вариантах с удобрениями содержание азота в зерне уменьшилось на 0,22—0,40 %. В 1988 г. в результате применения удобрений содержание азота в зерне увеличилось на 0,34—0,69 %, а на фоне ретарданта и фунгицида (3-й и 4-й варианты) — на 0,3 %. Под влиянием пестицидов во всех вариантах этот показатель возрос на 0,24—0,63 %. В 1989 г. под влиянием удобрений содержание азота в зерне во всех вариантах без пестицидов повысилось на 0,31 %, а на их фоне — на 0,32—0,94 %. Под влиянием же пестицидов этот показатель увеличился на 0,27—0,63 % только в 3—5-м вариантах. Содержание фосфора и калия в зерне озимой пшеницы в сред-

нем за 3 года под действием удобрений и пестицидов не изменилось. Влияние удобрений на содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы ежегодно было аналогичным таковому на содержание азота (табл. 3). В среднем же за 3 года применение расчетных норм удобрений позволило повысить содержание сырого белка в зерне с 10,3 % (в контроле) до 12,6÷13,0 %, а на фоне пестицидов — соответственно с 11,5 до 12,9÷14,2 %. Действие пестицидов на содержание сырого белка в зерне в разные годы было неоднозначным, но в большинстве случаев положительным, причем при меньшей насыщенности удобрениями оно более выражено, чем при большей насыщенности. Однако сбор белка с урожаями в среднем за 3 года значительно увеличился как на фоне применения средств малой химизации (на 62—85 %), так и без них (на 86—111 %). Максимальные же сборы белка с урожаями ежегодно и в среднем за 3 года наблюдались при комплексном применении средств химизации.

В 1988 г. по фону пестицидов

Таблица 2

Содержание азота, фосфора и калия в зерне озимой пшеницы (% на абсолютно сухую массу)

Вариант	1987 г.	1988 г.	1989 г.	В среднем за 3 года
<i>Азот</i>				
1	1,43 (1,43)	2,02 (2,65)	1,96 (1,96)	1,80 (2,01)
2	2,04 (1,82)	2,36 (2,65)	2,27 (2,28)	2,23 (2,25)
3	2,04 (1,64)	2,71 (2,95)	2,27 (2,54)	2,34 (2,38)
4	2,04 (1,64)	2,36 (2,95)	2,27 (2,90)	2,22 (2,50)
5	2,04 (1,64)	2,36 (2,65)	2,27 (2,90)	2,22 (2,40)
<i>Фосфор</i>				
В среднем 1—5*	0,78 (0,78)	1,00 (1,0)	1,00 (1,0)	0,93 (0,93)
<i>Калий</i>				
В среднем 1—5*	0,41 (0,41)	0,71 (0,71)	0,73 (0,73)	0,62 (0,62)

\* Варианты не различались.

Содержание сырого белка в зерне озимой пшеницы и сбор его с урожаем

Вариант	1987 г.	1988 г.	1989 г.	В среднем за 3 года
<i>Содержание сырого белка, %</i>				
1	8,1(8,1)	15,5(15,1)	11,2(11,2)	10,3(11,5)
2	11,6(10,4)	13,4(15,1)	12,9(13,2)	12,6(12,9)
3	11,6(9,3)	15,4(16,8)	12,9(14,5)	13,3(13,5)
4	11,6(9,3)	13,4(16,8)	12,9(16,5)	12,6(14,2)
5	11,6(9,3)	13,4(15,1)	12,9(16,5)	12,6(13,6)
<i>Сбор с урожаем, кг/га</i>				
1	79(93)	264(533)	186(186)	176(271)
2	328(375)	417(533)	371(410)	372(439)
3	237(252)	479(744)	371(509)	362(502)
4	328(336)	417(593)	371(513)	372(481)
5	197(252)	417(539)	371(579)	328(455)

делянки делили пополам и на половину их в фазу колошения пшеницы вносили микроудобрения в виде минеральной формы ( $ZnSO_4$ ) и комплексоната  $ZnOЭДФ$  (100 г д. в. на 1 га). Урожайность озимой пшеницы при внесении микроудобрений не изменялась, что можно сказать и о качестве зерна, муки и макаронных изделий. Варианты опыта представлены в табл. 4—6. Так, макро- и микроудобрения не влияли на зольность продуктов переработки зерна, несколько снизилась лишь зольность зерна (табл. 4), причем

зольность всех исследуемых образцов оказалась в пределах принятых стандартов [7, 11].

В зерне пшеницы среднее содержание Fe составило 36,1 мг/кг, Zn — 23,4, Cu — 3,0, As — 0,0336 мг/кг, в пшеничной муке — соответственно 21,4, 10,9, 1,7 и 0,021 мг/кг. При внесении Zn наблюдалась тенденция к уменьшению содержания Fe, Cu и Zn во всех видах продукции, но в большей степени в зерне. В муке микроэлементов содержалось меньше, чем в зерне, что объясняется значительным содержанием их в частях зерна, удаляемых при сортовом помеле. Количество микроэлементов в макаронных изделиях и муке практически не различалось (табл. 5). Согласно литературным данным [10, 11], содержание Fe, Zn и As не превышает предельно допустимые концентрации в зерне пшеницы, муке и макаронных изделиях. При употреблении в пищу 100 г макаронных изделий [8, 13] в организм может попасть среднее количество микроэлементов: Fe — 2,9 мг, Zn — 1,2, Cu — 0,2 и As — менее 0,020 мг. Наличие прямой и тесной зависимости между содержанием микроэлементов и зольностью зерна и му-

Таблица 4

Зольность (%) зерна пшеницы, пшеничной муки и макаронных изделий

Вариант	Зерно оз. пшеницы	Пшеничная мука	Макаронные изделия
1. Без удобрений и пестицидов	1,68	0,66	0,67
2. 170N100P135K + пестициды	1,60	0,66	0,67
3. То же + ZnOЭДФ	1,54	0,66	0,67
4. 130N55P105K + пестициды	1,68	0,66	0,67
5. То же + ZnOЭДФ	1,43	0,66	0,67

Таблица 5

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

Вариант	Fe	Cu	Zn	As
<i>Зерно пшеницы</i>				
1. Без удобрений и пестицидов	37,6	3,5	25,3	0,032
2. 170N100P135K + пестициды	36,2	3,1	23,5	0,030
3. То же + ZnOЭДФ	34,3	2,6	22,1	0,032
4. 130N55P105K + пестициды	38,7	3,2	24,2	0,038
5. То же + ZnOЭДФ	33,5	2,7	21,6	0,038
<i>Пшеничная мука</i>				
1. Без удобрений и пестицидов	20,8	1,9	12,4	0,023
2. 170N100P135K + пестициды	22,7	1,5	10,8	0,020
3. То же + ZnOЭДФ	19,7	1,7	10,5	0,022
4. 130N55P105K + пестициды	25,2	2,1	11,2	0,022
5. То же + ZnOЭДФ	18,4	1,4	9,6	0,022
<i>Макаронные изделия из пшеничной муки</i>				
1. Без удобрений и пестицидов	21,7	1,8	12,5	0,020
2. 170N100P135K + пестициды	22,3	1,6	10,7	0,020
3. То же + ZnOЭДФ	20,9	1,7	10,4	0,020
4. 130N55P105K + пестициды	25,4	2,6	10,9	0,020
5. То же + ZnOЭДФ	18,2	1,3	9,4	0,020

ки подтверждается коэффициентами корреляции содержания Fe, Zn и Cu в зерне (0,99330), муке (0,92260) и макаронных изделиях (0,39024). Из-за низкого содержания As в пробах связь между содержанием этого элемента и зольностью не обнаружена.

В табл. 6 даны характеристика физических свойств теста и общая хлебопекарная оценка [5]. В 1—3-м вариантах озимая пшеница оценивается как удовлетворительный филлер, во 2, 5, 6-м — как хороший. В целом испытания на альвеографе и фаринографе позволяют характе-

Таблица 6

Физические свойства теста и хлебопекарная оценка

Вариант	Валориграф		Альвеограф			Хлебопекарная оценка	
	разжижение, е. в.	валориметрическая оценка, е. в.	упругость, мм	P/L	сила муки W, е. а.	V хлеба, мл	балл
1. Без удобрений	40	74	105	1,30	347	780	3,2
2. Без удобрений + пестициды	25	80	97	1,06	364	780	3,2
3. 170N100P135K + пестициды	30	74	147	2,3	402	870	3,4
4. То же + ZnOЭДФ	20	74	121	1,24	471	870	3,5
5. 130N55P105K + пестициды	20	83	105	1,10	417	870	3,6
6. То же + ZnSO <sub>4</sub>	10	81	132	1,44	489	840	3,5

ризовать пшеницу как сильную. Следует отметить, что на оценку хлебопекарных качеств муки оказало влияние внесение расчетных норм удобрений: например, в варианте без удобрений оценка хлеба была удовлетворительной, использование пестицидов не повлияло на оценку, в вариантах с удобрениями оценка хлеба оказалась вполне удовлетворительной.

### Выводы

1. При комплексном применении расчетных норм удобрений, ретарданта и фунгицида урожайность озимой пшеницы сорта Мироновская 808, выращиваемой на средне-плодородной дерново-подзолистой почве, в среднем за 3 года составила 32,5—35,5 ц/га, без пестицидов — 25,6—29,4, а без удобрений и пестицидов — 16,4 ц/га. При внесении удобрений содержание азота в зерне возрастало, а фосфора и калия — не изменялось.

2. При комплексном применении удобрений и пестицидов резко повышалось содержание белка в зерне и сбор его урожая, что позволило выработать муку, пригодную для хлебопечения и выработки стандартных макаронных изделий.

3. Под влиянием комплексоната  $ZnOЭДФ$  и его минеральной формы  $ZnSO_4$  содержание Fe, Cu и Zn в зерне озимой пшеницы, муке и выработанных из нее макаронных изделиях несколько уменьшилось. В целом же содержание микроэлементов в зерне, муке и макаронных изделиях при всех изучавшихся системах удобрений не превышало ПДК.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб.— М.: Агропромиздат, 1987.— 2. Жуков Ю. П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья.— М.: Московский рабочий, 1983.— 3. Жуков Ю. П. Совместное применение удобрений и гербицидов для получения плановых урожаев сельскохозяйственных культур.— Автореф. докт. дис. М., 1984.— 4. Клячков О. А., Беленького С. М. Методы анализа пищевых продуктов.— М.: Наука, 1988.— 5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Центр. лаб. Гос. комиссии по сортоиспытанию).— М.: Госагропром, 1988.— 6. Практикум по агрохимии / Под ред. Б. А. Ягодина.— М.: Агропромиздат, 1987.— 7. Рейни К. Металлическое загрязнение пищевых продуктов.— М.: Агропромиздат, 1985.— 8. Руководство по потребностям человека в пищевых веществах. ВОЗ.— Женева, 1976.— 9. Филлипов А. И. Продуктивность культур севооборота и плодородие дерново-подзолистой почвы при комплексном применении расчетных доз удобрений, гербицидов и ретардантов.— Автореф. канд. дис. М., 1986.— 10. Смирнова М. Г., Коньшев В. А., Тюрина В. П. К вопросу о потребностях человека в микроэлементах.— В кн.: Теоретические и практические аспекты изучения питания человека.— М.: Ин-т питания АМН СССР, 1980, т. 1, с. 80—81.— 11. Скурихин И. М., Соснина З. Н., Шатерников В. А. Введение. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, с. 5—15.— 12. Черноз М. Е., Медведев Г. М., Негруб В. П. Справочник по макаронному производству.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.— 13. Bowen H. S. Trace elements in Biochemistry Acad. Press London. New York, 1966.

Статья поступила 28 октября 1991 г.