

УДК 633.11*321*631.811

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С ОБРАБОТКОЙ ХЛОРХОЛИНХЛОРИДОМ

В. Е. ДОЛГОДВОРОВ, МУХАНА АХМЕД

(Кафедра растениеводства)

Приведены данные о потреблении азота, фосфора, калия, кальция и магния органами растений яровой пшеницы сортов Московская 35 и Белорусская 80 при разных уровнях минерального питания и применении хлорхолинхлорида, а также о выносе этих элементов с урожаем и затратах их на 1 ц зерна.

К. А. Тимирязев писал: «Узнать потребности растений — вот область теории, прибыльно для себя удовлетворить эти потребности — вот главная задача практики» [9].

Потребность растений в элементах питания изменяется в течение онтогенеза [2, 5]. Это связано с изменением характера протекающих в них биохимических процессов и формированием органов с определенным химическим составом [1, 2, 4, 5]. Для наиболее полного удовлетворения потребности растения в питательных веществах необходимо знать потребление элементов питания и распределение их по отдельным органам в разные фазы развития [10, 11]. Познание главных закономерностей потребности растений в питательных веществах — основа для построения рациональной системы применения удобрений [3, 9]. Поэтому изучение химического состава растений в течение вегетации имеет большое значение.

Нами впервые были проведены исследования потребления элементов минерального питания яровой пше-

ницей сортов Московская 35 и Белорусская 80 и их накопления отдельными органами по фазам роста и развития при разных уровнях минерального питания и применении хлорхолинхлорида.

Методика

Опыты проводили на полях Лаборатории растениеводства Тимирязевской академии в 1987—1988 гг. Опыты закладывали в 3-кратной повторности, учетная площадь делянки 19,0—19,6 м², варианты размещались методом рандомизированных повторений.

Почвы участка дерново-подзолистые среднесуглинистые, глубина пахотного слоя 23—25 см. Содержание легкогидролизуемого азота по Тюрину и Жононовой — 4,55—3,22 мг; подвижной фосфорной кислоты по Кирсанову — 33,4—33,5 мг; подвижного калия по Масловой и Чернышовой — 6,4—13,8 мг на 100 г. Содержание гумуса — 3,88—3,5 %, рН_{сол} — 5,1—5,5. Норма высева — 6 млн всхожих семян на 1 га. Посев узкорядный сеялкой

СН-16 с шириной междурядий 10 см.

В опыте использовали следующие фоны минерального питания: 1 — без удобрений (контроль); 2 — рекомендованные нормы внесения минеральных удобрений ($60\text{N}60\text{P}_2\text{O}_560\text{K}_2\text{O}$); 3 и 4 — внесение минеральных удобрений в расчет на планируемую урожайность соответственно 50 и 70 ц/га.

Расчет норм внесения минерального удобрения проводили балансовым методом по И. С. Шатилову [8] с учетом коэффициентов использования из почвы ($\text{N} - 60\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 10$, $\text{K}_2\text{O} - 15\%$), удобрений ($\text{N} - 60\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 - 15$, $\text{K}_2\text{O} - 60\%$), выноса питательных элементов на формирование 1 ц зерна и соответствующего количества побочной продукции ($\text{N} - 3,5$ кг/ц, $\text{P}_2\text{O}_5 - 1,2$, $\text{K}_2\text{O} - 2,5$ кг/ц).

Фосфорные и калийные удобрения вносили под предпосевную культивацию, азотные — 50 % под предпосевную культивацию и 50 % в подкормку в период конец кушения — начало выхода в трубку.

Обработку посевов хлорхолинхлоридом проводили в период конец кушения — начало выхода в трубку в дозе 3 кг д. в. на 1 га.

Урожайность зерна учитывали поделаячно и проводили перерасчет на 100 % чистоту и 14 % влажность. Агротехника в опыте общепринятая в соответствии с рекомендациями для Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР.

Содержание элементов минерального питания оценивали отдельно в листьях, стеблях и колосьях. Содержание общего азота определяли фотоколориметрически по Къельдаю, фосфора — по методу К. Е. Гинзбург, Г. М. Щегловой на ФЭК, калия — на пламенном фотометре [6], кальция и магния — на атомно-абсорбционном спектрофо-

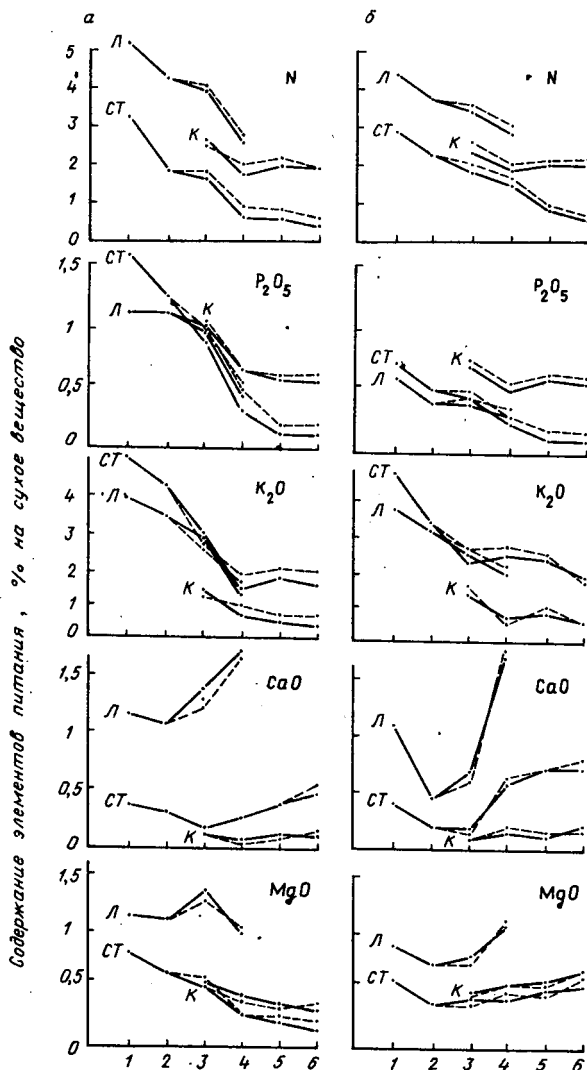
тометре по методу ЦИНАО [7]. Легкогидролизуемый азот в почве устанавливали по И. В. Тюрину, М. М. Кононовой, подвижную фосфорную кислоту — по А. Т. Кирсанову, доступную растениям окись калия — по А. Л. Масловой и З. В. Чернышевой [2].

Метеорологические условия в годы проведения опытов были различными, отличались от средних многолетних значений и оказывали существенное влияние на формирование и величину урожая.

Вегетационный период 1987 г. характеризовался пониженными температурами по сравнению со средними многолетними и обильным выпадением осадков. Так, в июле и августе среднесуточные температуры воздуха были ниже нормы на 1,2 и 1,1 °С, а количество осадков за вегетационный период превысило норму на 43,3 мм, что привело к удлинению вегетационного периода у яровой пшеницы. За вегетационный период 1988 г. количество осадков оказалось на уровне среднего многолетнего, но выпадали они очень неравномерно. Так, во II и III декадах мая количество осадков было в 7,2 и 3,8 раза ниже нормы, а во II декаде июня — в 2,2 раза выше. Среднесуточная температура с мая по август составляла 17,9 °С, на 2,4 °С выше, чем средняя многолетняя.

Результаты

Наибольшее содержание азота, фосфора, калия и магния в листьях отмечалось в фазу кушения, а кальция — в фазу молочной спелости (рисунок). Затем по мере роста и развития растений содержание их постепенно снижалось, за исключением кальция. В 1987 г. у сорта Московская 35 содержание азота составило 5,11 %, фосфора —



Содержание элементов питания в органах растений яровой пшеницы сорта Московская 35 на фоне внесения минеральных удобрений

а — 1987 г.; б — 1988 г.; Л — листья; СТ — стебли; К — колосья; сплошная линия — без обработки; пунктирная — с обработкой; 1 — фаза кущения; 2 — выход в трубку; 3 — колошение; 4 — молочная спелость; 5 — восковая спелость; 6 — полная спелость.

1,12, калия — 3,98, кальция — 1,18 и магния — 1,18 %; в 1988 г. — соответственно 4,25, 0,55, 3,85, 0,89 и 0,89 %. По сорту Белорусская 80 содержание азота в 1987 г. составило 4,95 %, фосфора — 1,18, калия — 3,95, кальция — 1,1 % и магния — 1,22 %; в 1988 г. соответственно 4,36, 0,49, 3,63, 0,77 и 0,69 % (рисунок). Так, в 1987 г. при внесении удобрений на планируемую урожайность 50 ц зерна с 1 га (вариант 3) у сорта Московская 35 содержание азота в листьях к концу вегетации снизилось в 2,2 раза, фосфора — в 2,33, калия — в 3,11, магния — в 1,30, а кальция увеличилось в 1,36 раза, в 1988 г. — соответственно в 1,45, 1,45, 1,88, 1,32 и 1,78 раза. Аналогичные изменения наблюдались и у сорта Белорусская 80.

Эти показатели находились в сильной зависимости от уровня минерального питания. При внесении рекомендованных и расчетных норм удобрений они были значительно выше, чем в контроле. Обработка посевов хлорхолинхлоридом способствовала увеличению содержания элементов питания в листьях яровой пшеницы.

Максимальное содержание элементов питания в стеблях яровой пшеницы наблюдалось в фазу кущения и наименьшее — в конце вегетации. Так, в 1987 г. по сорту Московская 35 в фазу полной спелости содержание азота снизилось с 3,2 до 0,47 %, фосфора — с 1,57 до 0,18, калия — с 5,78 до 1,37, магния — с 0,74 до 0,15 %, а кальция увеличилось с 0,31 до 0,48 %; в 1988 г. — соответственно с 2,76 до 0,56 %; с 0,69 до 0,11; с 4,91 до 1,82, с 0,51 до 0,34, а кальция увеличилось с 0,39 до 0,52 %. Похожие изменения происходили и у сорта Белорусская 80. Применение рекомендованных и расчетных норм

минеральных удобрений и обработка посевов хлорхолинхлоридом способствовали повышению этих показателей.

Содержание азота, фосфора, калия и магния в колосьях яровой пшеницы в течение вегетационного периода изменялось значительно меньше, чем в листьях и стеблях (рисунок).

Потребление элементов минерального питания органами растений яровой пшеницы зависело от уровня питания, сорта, условий вегетационного периода и применения ретарданта.

Наибольшее накопление азота, фосфора, калия и магния в стеблях и листьях отмечено в фазу колошения, а кальция в листьях — в период колошение — молочная спелость, в стеблях и колосьях — в фазы восковой и полной спелости.

Применение рекомендованных и расчетных норм внесения удобрений и хлорхолинхлорида способствовало накоплению элементов минерального питания как отдельно по органам, так и в целом по растению.

Из данных, представленных в табл. 1, 2, видно, что в 1987 г. при более высоком урожае зерна вынос элементов минерального питания был выше, чем в 1988 г.

Так, в 1987 г. в среднем по всем вариантам опыта вынос был выше по сорту Московская 35: азота — на 8,7, фосфора — на 12,1, калия — на 40,1, кальция — на 13,8 и магния — на 1,3 кг/га; по сорту Белорусская 80 — соответственно на 32,6; 17,0; 60,1; 15,8 и 4 кг/га.

Внесение рекомендованных и расчетных норм удобрений в среднем за 2 года значительно повысило вынос элементов минерального питания по сорту Московская 35: азота — в 2,2 раза, фосфора —

Таблица 1
Вынос элементов питания с урожая яровой пшеницы и их затраты на 1 ц зерна в 1987 г.

Вариант удобрения	Урожайность зерна, ц/га	Вынос, кг/га				Затраты на 1 ц зерна, кг					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Московская 35											
1 (контроль)	43,8	87,1	36,7	76,2	22,8	22,0	1,99	0,84	1,72	0,52	0,50
	41,1	85,7	33,5	89,1	33,3	31,5	2,09	0,82	2,17	0,57	0,52
2	71,2	184,6	61,3	175,7	43,7	35,8	2,59	0,86	2,47	0,61	0,50
	66,7	158,8	59,8	169,3	37,9	32,2	2,38	0,90	2,53	0,57	0,48
3	73,2	224,8	66,6	173,4	63,4	42,9	3,04	0,91	2,37	0,87	0,59
	63,0	197,6	48,7	149,5	51,7	35,7	3,14	0,77	2,40	0,82	0,57
4	66,9	214,8	47,4	201,6	58,7	42,7	3,21	0,71	3,01	0,88	0,64
	63,6	203,4	43,0	150,9	51,5	36,7	3,20	0,68	2,37	0,81	0,58
Белорусская 80											
1 (контроль)	41,8	84,1	32,7	72,6	15,5	22,4	2,04	0,78	1,74	0,37	0,54
	42,7	88,0	33,3	87,0	24,6	22,5	1,97	0,77	1,67	0,37	0,45
2	68,1	162,8	64,7	128,7	33,4	36,8	2,40	0,95	1,90	0,49	0,54
	67,1	161,0	59,7	155,1	45,1	44,6	2,40	0,89	2,31	0,67	0,56
3	68,9	189,2	54,3	144,8	35,5	38,4	2,75	0,79	2,10	0,52	0,56
	70,9	218,0	51,8	158,0	44,9	40,1	3,06	0,73	2,20	0,63	0,57
4	67,0	232,5	57,0	164,4	52,3	39,7	3,47	0,85	2,45	0,78	0,59
	69,6	236,9	57,3	292,2	77,7	49,2	3,69	0,82	2,70	1,12	0,71
НСР ₀₅	3,6										

Примечание. Здесь и в табл. 2 числитель — обработка хлорохлоридом, знаменатель — без обработки.

Таблица 2

Вынос и затраты элементов питания с урожаем яровой пшеницы в 1988 г.

Вариант удобрения	Урожайность зерна, ц/га	Вынос, кг/га				Затраты на 1 ц зерна, кг					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Московская 35											
1 (контроль)	35,1	88,3	27,8	59,0	17,7	23,4	2,52	0,79	1,68	0,50	0,67
	29,6	78,4	24,6	51,3	12,6	17,6	2,65	0,83	1,73	0,43	0,60
2	45,7	154,2	49,0	123,5	35,4	41,5	3,37	1,07	2,70	0,78	0,91
	43,5	139,5	45,6	110,2	31,7	40,2	3,21	1,05	2,53	0,73	0,92
3	45,8	172,8	40,7	129,5	41,4	43,1	3,77	0,89	2,83	0,90	0,94
	41,4	158,1	35,3	135,0	38,4	38,0	3,82	0,85	3,26	0,93	0,92
4	51,3	212,1	39,9	128,3	39,1	49,5	4,10	0,78	2,50	0,76	0,97
	43,9	284,2	37,3	127,7	36,8	36,3	4,20	0,85	2,91	0,84	0,83
Белорусская 80											
1	29,6	71,2	27,9	47,6	13,1	21,1	2,41	0,94	1,61	0,44	0,71
(контроль)	30,8	78,3	26,4	71,6	14,6	23,4	2,54	0,86	2,33	0,47	0,76
2	41,9	130,5	39,8	96,2	23,8	32,5	3,12	0,95	1,58	0,57	0,71
	42,9	132,3	40,8	107,0	27,0	34,8	3,10	0,95	2,50	0,63	0,81
3	40,1	164,1	35,2	97,4	29,6	39,1	3,64	0,88	2,43	0,74	0,98
	41,7	143,0	35,2	98,6	28,5	39,2	3,48	0,84	2,37	0,65	0,94
4	40,8	259,4	35,2	102,6	35,2	37,2	3,91	0,86	2,52	0,86	0,92
	39,1	153,3	34,5	101,6	30,5	34,4	3,92	0,88	2,42	0,78	0,88
НСР ₀₅	1,6										

в 1,6, калия — в 2,3, кальция — в 2,1 и магния — в 1,7 раза; по сорту Белорусская 80 — соответственно в 2,3; 1,6; 2,0; 2,2 и в 1,8 раза больше, чем в контроле.

Применение хлорхлорида на пшенице сорта Московская 35 в среднем за 2 года по всем вариантам опыта привело к увеличению общего выноса азота на 4,8, фосфора — на 5,2, калия — на 10,5, кальция — на 4,1 и магния — на 4,1 кг/га, а по сорту Белорусская 80 вынос азота повысился лишь на 0,6, фосфора — на 1,0 кг/га, а калия, кальция и магния уменьшился соответственно на 18,4, 3,8 и 2,5 кг/га, что связано со снижением доли зерна в урожае, а также с уменьшением урожайности в среднем за 2 года на 0,8 ц/га.

Значительный интерес при изучении особенностей питания яровой пшеницы представляют данные о выносе питательных веществ на формирование 1 ц основной и побочной продукции.

Внесение рекомендованных и расчетных норм удобрений значительно повысило затраты элементов питания на формирование 1 ц зерна у изучаемых сортов. Так, если в контроле (без внесения удобрений и без применения ретарданта) затраты азота у сорта Московская 35 в 1987 г. составили 2,09, фосфора — 0,82, калия — 2,17, кальция — 0,57 и магния — 0,52 кг/ц, то при внесении удобрений на планируемую урожайность 70 ц/га они повысились по азоту на 1,11, калию — на 0,2, кальцию — на 0,24 и по магнию — на 0,06 кг/ц, в то время как по фосфору снизились на 0,14 кг/ц. Аналогичные результаты получены и для сорта Белорусская 80. Как видно из данных табл. 1 и 2, на затраты фосфора минеральные удобрения оказывали незначительное влияние.

Обработки посевов хлорхлоридом практически не изменяли затрат элементов питания на единицу урожая. Так, в среднем за 2 года по всем вариантам опыта с обработками затраты азота по сорту Московская 35 составили 3,07, фосфора — 0,86, калия — 2,41, кальция — 0,73 и магния — 0,72 кг и в вариантах без обработки — соответственно 3,08, 0,84, 2,50, 0,71 и 0,68 кг/ц, по сорту Белорусская 80 — 2,99, 0,87, 2,05, 0,60, 0,70 и 3,62, 0,84, 2,34, 0,66, 0,71 кг/ц.

Исходя из соотношения элементов питания в урожае можно отметить, что растения яровой пшеницы затрачивают больше азота и калия и меньше фосфора, кальция и магния. Так, на одну часть затрат фосфора в среднем по всем вариантам приходится 3,6 части азота, 2,9 — калия, 0,85 — кальция и 0,82 — магния.

Сравнение затрат элементов питания на формирование 1 ц зерна и соответствующее количество соломы показало, что изучаемые сорта яровой пшеницы по этим показателям существенно не различаются.

Выводы

1. Соотношение элементов минерального питания в растениях яровой пшеницы изменялось по фазам развития: оно было более широким в начале вегетации и более узким в конце.

2. Содержание азота, фосфора, калия, кальция и магния в органах яровой пшеницы и их потребление при внесении расчетных норм удобрений были значительно выше, чем в вариантах с рекомендованными нормами и в контроле.

Максимальное потребление элементов минерального питания от-

дельными органами наблюдалось в период интенсивного нарастания надземной массы.

Применение рекомендованных и расчетных норм внесения удобрений увеличивало затраты элементов питания на формирование 1 ц зерна по обоим сортам.

3. При обработке растений хлоролинхлоридом содержание элементов минерального питания в органах растений повысилось. При этом значительно увеличился общий вынос их с единицы площади, но затраты элементов питания на формирование 1 ц зерна существенно не изменились.

4. По затратам элементов питания на формирование 1 ц зерна существенных различий между изучаемыми сортами яровой пшеницы не наблюдалось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Г. М., Михайлов С. Д. Некоторые вопросы сортовой агротех-

ники пшеницы.— Тр. Кирг. науч.-про-изв. объедин. по земледелию, 1981, вып. 18, с. 85—89.— 2. Журбицкий З. И. Влияние внешних условий на минеральное питание растений.— Агрохимия, 1965, № 3, с. 16—18.— 3. Иванов П. К. Яровая пшеница.— М.: Колос, 1971.— 4. Найдин П. Г. Удобрения зерновых и зернобобовых культур.— М.: Сельхозгиз, 1963.— 5. Насатовский А. И. Пшеница.— М.: Колос, 1965.— 6. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии.— М.: Колос, 1968.— 7. Практикум по агрохимии / Под ред. Б. А. Ягодина.— М.: Агропромиздат, 1987.— 8. Руководство по программированию урожая. / Сост. И. С. Шатилов, А. И. Столяров.— М.: Россельхозиздат, 1986.— 9. Тимирязев К. А. Избр. соч. Т. 1.— М.: Сельхозгиз, 1948.— 10. Шатилов И. С., Лискин А. Е. Потребление элементов минерального питания сахарной свеклой.— Изв. ТСХА, 1964, вып. 6, с. 86—101.— 11. Шатилов И. С., Павлова М. Ф. Потребление элементов минерального питания картофеля в разные фазы развития.— Изв. ТСХА, 1967, вып. 2, с. 57—74.

Статья поступила 25 февраля 1990 г.

SUMMARY

Data on consumption of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium by organs of spring wheat plants (Moskovskaja 35 and Belorusskaja 80 varieties) with different levels of mineral nutrition and application of chlorocholinechloride, as well as on removal of these nutrient elements by crop and their expenditures per 1 hw of grain are presented.