

УДК 633.11:631.811.1

СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ БЕЛКОВ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Б. П. ПЛЕШКОВ, А. Ф. ШУЛЫНДИН, И. П. ЕМЕЛЬЯНОВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Тритикале (пшенично-ржаные амфидиплоиды) за последнее десятилетие благодаря работе селекционеров превратились в сельскохозяйственную культуру. Наиболее ценным их качеством является то, что по урожайности и питательной ценности зерна они могут превосходить рожь и пшеницу [3, 11, 12].

Известно, что к важнейшим показателям качества зерна относится содержание в нем белков. Установлено, что содержание белков и клейковины в большей степени зависит от условий выращивания, чем от сортовых особенностей тритикале [2]. Изучение белков в зерне тритикале отечественной селекции начато сравнительно недавно и эта зависимость исследована еще очень слабо. Поэтому цель нашей работы состояла в том, чтобы выявить действие различных уровней азотного питания на урожай и качество зерна тритикале отечественной селекции.

Материал и методика

Для исследований использовали зерно трех гексаплоидных тритикале (2п-42) селекции А. Ф. Шулындина — АД 201, АД 206, АД 209, а также мягкой пшеницы сорта Мироновская 808 и ржи сорта Харьковская 55, которые были взяты в качестве стандартов.

В 1977—1980 гг. на Опытной станции полеводства и льноводства Тимирязевской академии были проведены мелкоделяночные опыты по следующей схеме: 1 — 90P90K (без N); 2 — 90N90P90K (90N); 3 — 140N90P90K (140N); 4 — 140N90P90K + некорневая подкормка 30N (140N + 30N).

Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Ее пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: $pH_{\text{с.о.л}}$ 5,8; N_T — 5,0; S — 11,5 мг-экв на 100 г, содержание гумуса — 2,1 %, содержание P_2O_5 и K_2O в вытяжке по Кирсанову — соответственно 5,0 и 8,0 мг на 100 г.

Фосфорные и калийные удобрения вносили осенью в виде двойного суперфосфата и хлористого калия, азотные — в виде аммиачной селитры дробно: 40 кг/га вместе с фосфорными и калийными, 50 и 100 кг/га соответственно в вариантах 2 и 3 в качестве ранневесенней подкормки.

Некорневую подкормку проводили 5 % раствором мочевины в начале формирования зерна.

Площадь делянки 1 м², учетная площадь 0,2 м². Повторность опыта для учета урожая 4-кратная.

В процессе созревания семян были отобраны пробы в фазы формирования зерна, молочной и молочно-восковой спелости. Сроки наступления фаз контролировали по влажности созревающих зерновок. Отобранный для анализа материал фиксировали жидким азотом и лиофильно высушивали.

Общий азот в зерне, а также азот белков и отдельных белковых фракций определяли микрометодом Кьельдаля, азот белков — после их осаждения основной солью сернокислой меди по Барнштейну [7]. Количество небелкового азота рассчитывали по разности между содержанием общего и белкового азота [7, 8]. Для пересчета азота на белок для пшеницы и тритикале использовали коэффициент 5,7, для ржи — 5,83 [4]. Белковые фракции выделяли по Осборну с некоторыми изменениями [8]. Статистическую обработку урожайных данных проводили дисперсионным методом по двухфакторной схеме [1].

Результаты и их обсуждение

Годы проведения опытов резко различались по количеству осадков и температуре, а также по условиям перезимовки. Хуже всего пшеница и тритикале АД 206 перезимовали в 1977/78 г., поэтому в этом году получены и наиболее низкие урожаи — соответственно 66,4—74,6 и 62,2—

Урожай тритикале, озимой пшеницы и ржи (г/0,2 м²) при разных уровнях азотного питания в 1978/79 г. (в числителе) и 1979/80 г. (в знаменателе)

Варианты	Тритикале			Пшеница Мионов- ская 308	Рожь Харьковская 55
	АД 201	АД 206	АД 209		
Без N	47,5	47,1	48,0	54,1	61,8
	66,7	41,4	52,3	56,8	47,6
90N	47,1	75,5	72,4	84,0	86,2
	87,2	86,8	77,3	84,4	53,7
140N	98,8	101,1	100,8	105,2	100,2
	94,4	108,2	97,4	103,6	65,3
140N + 30N	99,8	104,1	99,7	103,2	115,8
	105,4	118,4	102,1	102,1	78,1

НСР₀₅ 19,2 для 1978/79 г.; 14,0 для 1979/80 г.

76,7 г на 0,2 м² (НСР₀₅ 4,9). Весной 1979 г. наблюдалось частичное вымокание посевов тритикале и пшеницы. Рожь перезимовала лучше, в результате чего урожай этой культуры был более высокий, чем пшеницы или тритикале (табл. 1).

Несмотря на то, что лето 1978 г. было более важным, чем в среднем за много лет, в целом условия вегетации были благоприятными: в период налива зерна и уборки осадки почти не выпадали, что положительно сказалось на накоплении белков в зерне.

Лето 1979 г. было более сухим, чем обычно, и все культуры развивались нормально. Вегетационный период 1980 г. и особенно поздние фазы развития растений и уборочный период характеризовались низкими температурами и обилием осадков. Это привело к полеганию ржи и снижению ее урожайности, а также к прорастанию зерна в колосе у тритикале. Возможность последнего отмечалась автором амфидиплоидов АД 201, АД 206 и АД 209 А. Ф. Шульдинным, который указывал, что при уборке тритикале в дождливую погоду активизируется деятельность амилазного комплекса ферментов, в результате чего зерно начинает прорастать и качество его ухудшается [10].

При внесении возрастающих норм азотных удобрений наблюдалось значительное увеличение урожая всех трех культур (табл. 1). Так, прибавка его в варианте 2 составила в среднем за 2 года у тритикале АД 206, пшеницы и ржи соответственно 36,9, 28,8 и 15,3 г на делянку, что свидетельствует о большей отзывчивости АД 206 на внесение азотных удобрений. Дальнейшее повышение норм азота также приводило к увеличению сбора зерна, но в меньшей мере. Эффективность некорневой подкормки раствором мочевины зависела от культуры и условий года (табл. 2).

Как видно из табл. 1, все амфидиплоиды по урожайности не уступали пшенице, а в 1980 г. сорт АД 206 в варианте 4 превзошел ее.

По содержанию белка изучаемые сорта тритикале превосходили не только рожь, но и благоприятные годы и пшеницу. При низких температурах воздуха и больших количествах осадков (1980 г.) содержание белков в зерне всех трех культур было ниже, чем в благоприятный вегетационный период (в среднем разница составляла 2—4 %).

Различия по этому показателю между тритикале, с одной стороны, и пшеницей и рожью, с другой, были более значительными в засушливом 1979 г., чем во влажном 1980 г., что отмечалось и в ранее проведенном исследовании [5].

Содержание азота и белка (% от сухой массы) в зерне тритикале, пшеницы и ржи
в 1978/79 г. (в числителе) и 1979/80 г. (в знаменателе)

Варианты	Тритикале			Пшеница Миронов- ская 808	Рожь Харь- ковская 55
	АД 201	АД 206	АД 209		
Содержание азота, % на сухую массу белкового					
Без N	2,20	2,10	2,30	1,90	1,66
	1,79	1,83	2,01	1,75	1,59
90N	2,42	2,37	2,40	2,20	1,95
	1,83	1,80	2,12	1,91	1,65
140N	2,42	2,40	2,52	2,26	2,04
	1,70	2,01	1,98	2,00	1,79
140N + 30N	2,50	2,55	2,60	2,44	2,16
	1,81	1,87	2,03	2,10	1,66
небелкового					
Без N	0,08	0,11	0,33	0,23	0,12
	0,20	0,23	0,12	0,25	0,20
90N	0,11	0,18	0,31	0,10	0,10
	0,04	0,27	0,48	0,21	0,20
140N	0,15	0,21	0,33	0,12	0,14
	0,17	0,17	0,26	0,12	0,06
140N + 30N	0,23	0,30	0,40	0,04	0,14
	0,14	0,17	0,19	0,11	0,22
Содержание белка, % на сухую массу					
Без N	12,5	12,0	13,1	10,8	9,7
	10,2	10,4	11,5	10,0	9,3
90N	13,8	13,5	13,7	12,5	11,4
	10,4	10,3	12,1	10,9	9,6
140N	13,8	13,7	14,4	12,9	11,9
	9,7	11,5	11,3	11,4	10,4
140N + 30N	14,3	14,5	14,8	13,9	12,6
	10,3	10,7	11,6	12,0	9,7
Сбор белка, г/делянку					
Без N	5,9	5,6	6,3	5,9	6,0
	6,8	4,3	5,5	5,7	4,4
90N	10,5	10,2	9,9	10,5	9,8
	9,0	8,9	8,8	9,2	5,2
140N	13,6	13,8	14,5	13,6	11,9
	9,2	12,4	11,4	11,8	6,8
140N + 30N	14,2	15,1	14,8	14,4	14,6
	10,9	12,6	11,6	12,2	7,6

В засушливых условиях 1979 г. при внесении азотных удобрений содержание белков в зерне тритикале, пшеницы и ржи увеличивалось (разница 1,7—3,1 %). Некорневая подкормка раствором мочевины в начале формирования зерна также приводила к его повышению у тритикале и пшеницы, а у ржи, кроме того, увеличивала и сбор зерна. Пшеница несколько лучше реагировала на более высокие нормы азота по сравнению с тритикале, что ранее отмечалось другими авторами. В ее зерне при внесении 170N содержание белка было на 3,1 % выше, чем в варианте без азота, а у разных форм тритикале — на 1,7—2,5 %.

Таблица 3

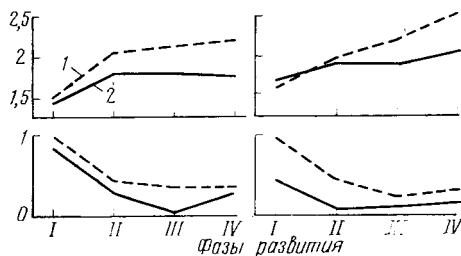
Фракционный состав белков зерна (% от N белков) тритикале, пшеницы и ржи при различных условиях азотного питания в 1978/79 г. (в числителе) и 1979/80 г. (в знаменателе)

Варианты	Альбумины и легкорастворимые глобулины	Глобулины	Проламины	Глютелины	Нерастворимый остаток
Тритикале АД 201					
Без N	$\frac{23,7}{17,9}$	$\frac{11,4}{11,8}$	$\frac{28,9}{24,0}$	$\frac{25,9}{31,8}$	$\frac{6,6}{4,5}$
140N	$\frac{22,7}{20,6}$	$\frac{8,3}{8,2}$	$\frac{30,6}{24,7}$	$\frac{30,2}{29,4}$	$\frac{8,3}{17,1}$
140N + 30N	$\frac{24,4}{22,1}$	$\frac{10,4}{8,8}$	$\frac{31,2}{36,5}$	$\frac{26,4}{26,0}$	$\frac{7,6}{16,6}$
АД 206					
Без N	$\frac{28,6}{18,6}$	$\frac{13,0}{10,4}$	$\frac{28,9}{30,6}$	$\frac{21,9}{25,7}$	$\frac{7,6}{14,8}$
140N	$\frac{24,9}{19,5}$	$\frac{12,7}{9,2}$	$\frac{31,4}{30,8}$	$\frac{23,2}{22,7}$	$\frac{7,8}{17,8}$
140N + 30N	$\frac{22,4}{17,1}$	$\frac{11,6}{9,1}$	$\frac{32,0}{29,4}$	$\frac{26,0}{25,1}$	$\frac{8,0}{19,3}$
АД 209					
Без N	$\frac{25,0}{24,1}$	$\frac{15,1}{9,6}$	$\frac{28,6}{26,8}$	$\frac{22,2}{24,5}$	$\frac{9,1}{15,0}$
140N	$\frac{16,8}{14,4}$	$\frac{13,2}{9,3}$	$\frac{30,0}{32,8}$	$\frac{26,4}{27,3}$	$\frac{13,6}{16,2}$
140N + 30N	$\frac{17,6}{19,8}$	$\frac{13,1}{7,7}$	$\frac{30,0}{30,2}$	$\frac{27,7}{26,1}$	$\frac{11,6}{16,2}$
Пшеница Мироновская 808					
Без N	$\frac{9,9}{12,4}$	$\frac{14,3}{14,9}$	$\frac{29,1}{29,2}$	$\frac{36,3}{34,2}$	$\frac{10,4}{9,3}$
140N	$\frac{11,1}{10,5}$	$\frac{11,5}{14,0}$	$\frac{36,5}{31,4}$	$\frac{35,6}{34,0}$	$\frac{5,3}{10,1}$
140N + 30N	$\frac{9,6}{10,0}$	$\frac{9,5}{13,8}$	$\frac{35,7}{31,0}$	$\frac{36,4}{33,3}$	$\frac{8,8}{11,9}$
Рожь Харьковская 55					
Без N	$\frac{33,9}{27,5}$	$\frac{19,1}{12,5}$	$\frac{13,1}{14,4}$	$\frac{21,1}{25,0}$	$\frac{14,8}{20,6}$
140N	$\frac{32,4}{26,3}$	$\frac{17,3}{14,0}$	$\frac{13,1}{13,4}$	$\frac{23,4}{24,0}$	$\frac{13,8}{22,3}$
140N + 30N	$\frac{34,6}{28,8}$	$\frac{18,6}{12,7}$	$\frac{11,1}{13,3}$	$\frac{21,1}{20,5}$	$\frac{14,6}{24,7}$

В 1980 г. (повышенная влажность и довольно низкие температуры) азотные удобрения не всегда повышали содержание белка в зерне (табл. 2). В ряде случаев у амфидиплоидов, а также у ржи оно снижалось, а азот удобрений использовался на создание дополнительной прибавки урожая. Указанные метеорологические условия отрицательно сказались на накоплении белков особенно у тритикале, так как налив зерна у них начинается на 7—10 дней позже, чем у пшеницы. Под влиянием некорневой подкормки мочевиной в этом году содержание белка в зерне пшеницы и тритикале тоже увеличивалось, но в меньшей степе-

Содержание белкового (*вверху*) и небелкового азота в зерне тритикале АД 206 (1) и пшеницы Мироновская 808 (2) при созревании в варианте 90N (*слева*) и 140N+30N некорневая подкормка. Опыт 1977/78 г.

I — формирование зерна; II — молочная спелость; III — молочно-восковая спелость; IV — полная спелость.



ни, чем в более засушливый год; у ржи оно снижалось, что можно объяснить увеличением активности гидролитических ферментов под действием азота удобрений во влажных условиях.

Анализ фракционного состава белков показал, что по содержанию отдельных белковых групп тритикале занимают промежуточное положение между пшеницей и рожью (табл. 3). Известно, что рожь по сравнению с пшеницей характеризуется более высоким содержанием в белках альбуминов и более низким — глобулинов. Изученные амфидиплоиды превосходили пшеницу по содержанию в белках водорастворимой фракции и приближались к ней по количеству проламинов.

Погодные условия оказывали заметное влияние на накопление отдельных белковых фракций, однако основные различия, обусловленные генетическими особенностями растений, сохранялись по годам.

При внесении возрастающих норм азота в зерне тритикале и пшеницы, как правило, возрастала концентрация спирторастворимых белков и снижалось содержание водо- и солерастворимых. В меньшей степени азотные удобрения влияли на соотношения белковых фракций в зерне ржи.

Тритикале АД 206 характеризовался более высоким содержанием белкового и небелкового азота по сравнению с пшеницей во все фазы вегетации. Количество белкового азота в зерне в варианте 2 (90N) у пшеницы и тритикале, достигнув определенного уровня в фазу молочной спелости, мало изменялось до уборки (рисунок). В варианте с некорневой подкормкой происходило быстрое увеличение относительного содержания белков в последние фазы созревания. Видимо, некорневая подкормка обеспечивала в начале формирования зерна резкое увеличение фонда небелкового азота, который в дальнейшем использовался на синтез белков.

Выводы

1. Независимо от условий азотного питания растений урожаи зерна тритикале мало отличались от урожаев пшеницы, а содержание белка в зерне тритикале часто было выше, чем у пшеницы.

2. Под влиянием азотных удобрений наблюдалось резкое повышение урожаев всех культур и значительное увеличение содержания белков в зерне, в результате чего общий сбор белка с единицы площади увеличивался в 2—3 раза.

3. Некорневая подкормка вызывала увеличение содержания белка в зерне пшеницы и тритикале (разница составляла 0,2—1,2 %).

4. По фракционному составу белков тритикале занимают промежуточное положение между пшеницей и рожью. Под влиянием возрастающих норм азотных удобрений в зерне тритикале и пшеницы снижалось содержание фракций легкорастворимых белков и увеличивалась концентрация белков клейковины.

5. В процессе созревания в зерне пшеницы и тритикале повышалось содержание белкового и снижалось количество небелкового азота. В зерне тритикале по сравнению с пшеницей во все фазы созревания содержалось больше белкового и особенно небелкового азота. В вариан-

те с некорневой подкормкой мочевиной в зерне пшеницы и тритикале относительное содержание белков в последние фазы созревания увеличивалось быстрее, чем в варианте 90 N.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 2. Жмакина О. А., Кретович В. Л., Сахарова И. А. Некоторые биохимические особенности зерна тритикале. — Приклад. биохим. и микробиол., 1976, т. XII, вып. 6, с. 909—913. — 3. Каталог амфидиплоидов пшеницы коллекции ВИР с характеристикой содержания в зерне белка, лизина, триптофана. Вып. 114. Л., 1973. — 4. Конарев В. Г. Молекулярно-генетические аспекты и стратегия улучшения растительного белка селекцией. — Вестн. с.-х. науки, 1974, № 4, с. 40—48. — 5. Кузнецова Н. Е., Плешков Б. П. Биохимическая характеристика белков зерна тритикале. — Приклад. биохим. и микробиол., 1979, т. XV, вып. 2, с. 165—172. — 6. Павлов А. Н., Чергинцев Б. И., Михалев Н. Н., Ваулина Г. Н. Условия минерального питания и формирование качества зерна тритикале. Сообщ. 1. Продуктивность растений и технологические свойства зерна. — Агрохимия, 1979, № 10, с. 55—59. — 7. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. М.: Колос, 1968. — 8. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976. — 9. Плешков Б. П., Новиков Н. Н., Миляева Т. Ф. Содержание и состав белков в зерне пшенично-пырейных гибридов при различных условиях азотного питания. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 2, с. 57—65. — 10. Шулыгин А. Ф. Перспективная культура. — Зерновое хозяйство, 1979, № 11, с. 32—36. — 11. Лебсок К. Л. Производство тритикале в США. — В кн.: Тритикале — первая зерновая культура, созданная человеком. М., 1978, с. 25—32. — 12. Ruckman I. E., Zscheile F. P. Jr., Qualset C. O. — J. agr. Food Chem., 1973, vol. 21, N 4, p. 697—700.

Статья поступила 12 ноября 1982 г.

SUMMARY

Under small plot field experiments for three years the influence of different rates of nitrogen fertilizers on the yield and grain quality of the three triticale varieties of domestic breeding (AD-201; AD-206; AD-209) was studied as compared to Mironovskaya-808 wheat and Kharkovskaya-55 rye. Regardless of plant nutrition conditions the yields of triticale grain approximately corresponded to those of wheat; protein content in triticale grain was often higher than in wheat grain. The influence of nitrogen fertilizers showed increase in yields of all the crops and considerable growth of protein content in the grain, due to which total yield of protein per unit of area was 2—3 times higher.