

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ БЕЛКОВ В ЗЕРНЕ И ЛИЗИНА В БЕЛКАХ У ЯЧМЕНЯ ХАЙПРОЛИ И ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ СОРТОВ

Н. Г. РАКИПОВ, Б. П. ПЛЕШКОВ, Х. Д. КЬЮТС
(Кафедра агрономической и биологической химии)

При увеличении содержания белков в зерне возделываемых сортов ячменя, как известно, снижается их качество [10, 13], что объясняется уменьшением в них содержания незаменимых аминокислот и в первую очередь лизина [4, 11, 14]. Только у ячменя Хайпроли¹ высокое содержание белков в его зерне сочетается с высокой концентрацией лизина и других незаменимых аминокислот в белках [6, 7, 8]. В этой связи нами изучалась устойчивость высокого содержания лизина в белках ячменя Хайпроли при изменении содержания последних в зерне и для сравнения в белках широко возделываемых сортов — Московский 121 и Нутанс 244.

Материал и методы

Ранее нами было показано, что у ячменя Хайпроли в отличие от возделываемых сортов устойчиво сохраняется высокое содержание лизина в белках в резко различающихся по метеорологическим условиям годы (8). Однако в этих опытах само содержание белков в зерне в зависимости от года изменялось не очень сильно. Более

значительное изменение содержания и качества (аминокислотного состава) белков в зерне зерновых культур, как известно, достигается при дробном внесении удобрений, особенно азотных (перед посевом + подкормка в период вегетации), причем поздние подкормки более эффективны [1, 9, 11, 12]. Поэтому для получения зерна с разным содержанием белка мы использовали азотные подкормки в различные сроки.

Опыт проводили в 1973 г. в вегетационном домике Агрохимической опытной станции им. Д. Н. Прянишникова. Растения выращивали в сосудах Митчеллиха на тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почве, взятой в учебно-опытном хозяйстве «Дубки». Содержание P_2O_5 по Кирсанову в почве составляло 2,75 мг, K_2O по Пейве — 8,22 мг, сумма поглощенных оснований — 7,51 мэкв, гидролитическая кислотность — 4,52 мэкв/100 г, $pH_{сод}$ — 4,15. Для набивки сосудов брали 3,5 кг почвы и 3 кг кварцевого песка. Удобрения в виде гранулированного суперфосфата, хлористого калия и азотнокислого аммония вносили при набивке сосудов в количестве 1 г P_2O_5 , 0,5 г K_2O и 0,5 г N на сосуд (фон). Одновременно почву известковали, доза $CaCO_3$ рассчитана по 1/4 гидролитической кислотности.

Схема опыта включала следующие варианты: I — фон (контроль); II — фон + 1 г N при кущении + 2 г N в начале формирования колоса; III — то же, что в II варианте,

¹ Высоколизинный образец С1 3947 из Эфиопии, выделенный в 1968 г. из коллекции ячменей министерства сельского хозяйства США (USDA) шведскими учеными Л. Мюнком, А. Хагбергом и К. Карлсоном.

Содержание азота и белка в зерне ячменя (% на массу сухого вещества)

Вариант	Азот			Белок (белковый азот X 6,7)
	общий	белковый	небелковый	
Московский 121				
I	1,70	1,56	0,14	8,89
II	2,28	2,18	0,14	12,43
III	3,60	3,45	0,15	19,66
Нутанс 244				
I	1,65	1,50	0,15	8,55
II	2,47	2,37	0,10	13,51
III	3,85	3,65	0,20	20,80
хайпроли				
I	2,30	2,15	0,15	12,26
II	3,18	3,05	0,15	17,38
III	4,20	3,98	0,22	22,69

+1 г N при колошении +1 г N при молочной спелости зерна. Несколько необычная схема опыта, а также использование смеси почвы и песка в качестве субстрата объясняются необходимостью получения зерна с наиболее низким и высоким содержанием белков. По нашему мнению, только на основе такого материала можно достоверно судить о сохранении или изменении качества белков при больших различиях их содержания в зерне.

Ячмень высевали сухими семенами 25 апреля. После прорезывания в сосудах оставляли по 20 растений. Некорневые подкормки проводили мелкокапельным способом 3 %-ным раствором сернокислого аммония. Растения убирали в фазу полной спелости 5 августа. Повторность опыта 4-кратная.

Общий и белковый азот в зерне, а также азот белковых фракций определяли микрометодом Кьельдаля после мокрого озольнения соответствующей пробы согласно методике, принятой на кафедре агрономической и биологической химии Тимирязевской академии [2]. Белки отделяли от других азотистых соединений по Барнштейну [2]. Выделение препаратов суммарных белков и их кислотный гидролиз проводили по методике Б. П. Плешкова (2). Содержание лизина в гидролизатах определяли на анализаторе Hd-1200 E (ЧССР).

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее низкий урожай зерна у всех образцов ячменя был в варианте без азотной подкормки (табл. 1). Некорневая подкормка в фазу кущения в сочетании с подкормкой в начале формирования колоса позволила повысить урожай зерна всех образцов ячменя. Дополнительные подкормки в фазу колошения и в фазу молочной спелости на фоне предыдущих подкормок не сказались положительно на урожае зерна.

Урожайность Хайпроли во всех вариантах была почти в 4 раза меньше, чем у возделываемых сортов, что обусловлено главным образом более низкой продуктивной кустистостью и меньшим числом колосов на растении.

В контроле содержание как общего, так и белкового азота в зерне возделываемых сортов было практически одинаковым (табл. 2). Под влиянием азотной подкормки

содержание белка в зерне сильно возрастало, особенно в III варианте. При этом в зерне сорта Нутанс 244 белка накапливалось несколько больше, чем у сорта Московский 121. У ячменя Хайпроли во всех вариантах содержание обеих форм азота было значительно выше, чем у возделываемых сортов.

Содержание небелкового азота не зависело от образца ячменя и азотной подкормки, хотя в III варианте у всех изучаемых ячменей оно было несколько выше.

Закономерность изменения уровня белков в зерне под влиянием азотной подкормки и в зависимости от образца ячменя такая же, как и содержания общего и белкового азота. Следует отметить, что в III варианте под влиянием двух последних подкормок содержание белков в зерне возделываемых сортов

Т а б л и ц а 1

Урожай зерна ячменя (г/сосуд)

Ячмень	Вариант		
	I	II	III
Московский 121	17,2	22,4	21,2
Нутанс 244	16,3	21,5	21,0
Хайпроли	4,8	6,2	5,5
НСР ₀₅	1,3		

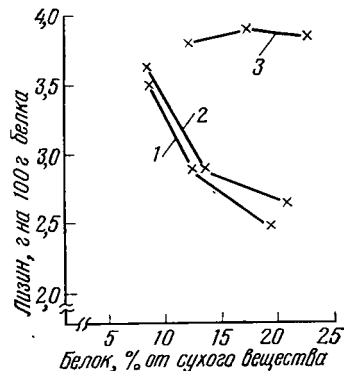


Рис. 1. Изменение концентрации лизина в белке при увеличении содержания белка в зерне ячменя сортов Московский 121 (1), Нутанс 244 (2) и Хайпроли (3).

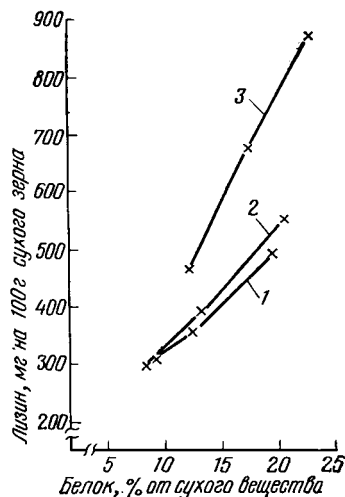


Рис. 2. Зависимость между содержанием белка и лизина в зерне ячменя сортов Московский 121 (1), Нутанс 244 (2) и Хайпроли (3).

ваемых сортов увеличивалось более чем на 7 %, а у ячменя Хайпроли — только на 5,3 %. Это показывает, что ячмень Хайпроли хуже реагировал на дополнительные подкормки азотом в III варианте, поскольку урожай зерна у него был намного ниже, а следовательно, меньше общая потребность в азоте.

Ячмень Хайпроли во всех вариантах отличался от возделываемых сортов не только повышенным содержанием белков в зерне, но и лизина в белках. У сорта Нутанс 244 в белках содержалось больше лизина, чем у Московского 121 (рис. 1). У двух последних сортов увеличение количества

белков в зерне сопровождалось значительным снижением концентрации лизина в белках, а у Хайпроли оно почти не изменялось. Последнее убедительно свидетельствует об отсутствии отрицательной корреляции между содержанием в зерне белков и концентрацией в них лизина, отмеченной нами у возделываемых ячменей (4).

В пересчете на сухую массу зерна содержание лизина возрастало при увеличении количества белков в зерне всех образцов ячменя (рис. 2). У возделываемых сортов это можно объяснить тем, что под влиянием азотных некорневых подкормок содержание белков в зерне увеличивалось значительно быстрее (на 10,7—12,25 %), чем снижалась концентрация лизина в белках (на 0,9—1,03 %).

Для уточнения причин снижения количества лизина в белках при увеличении их уровня в зерне у возделываемых сортов и устойчивости содержания этой аминокислоты у ячменя Хайпроли определяли фракционный состав суммарных белков. Из рис. 3 видно, что у обоих возделываемых сортов изменение количества суммарных белков в зерне приводило к значительному изменению в них соотношения отдельных белковых фракций. При увеличении в зерне содержания суммарных белков в них резко уменьшалось количество альбуминов, глобулинов и в меньшей степени нерастворимого остатка. Содержание глютелинов существенно повышалось только после первых подкормок и оставалось почти без изменения в последующем.

Известно, что наибольшее количество лизина содержится в легкорастворимых белках — альбуминах и глобулинах и в нерастворимом остатке, наименьшее — в проламинах. Глютелины занимают по этому показателю промежуточное положение [5, 7]. У возделываемых сортов содержание богатых лизином фракций белков — альбуминов и глобулинов — уменьшилось, а

Таблица 3

Изменение содержания лизина в белковых фракциях при увеличении количества белков в зерне ячменя

Вариант	Белок (белковый азот × 5, 7)	Лизин, %, в				
		альбуминах	глобулинах	проламинах	глютелинах	остатке
Московский 121						
I	8,89	5,30	5,29	0,66	3,18	5,18
II	12,43	5,18	5,40	0,72	3,25	5,00
III	19,66	5,26	5,30	0,62	3,21	4,90
Нутанс 244						
I	8,55	5,25	5,37	0,60	3,15	5,10
II	13,51	5,39	5,28	0,62	3,21	4,95
III	20,80	5,26	5,32	0,68	3,20	5,00
хайпроли						
I	12,26	6,20	5,42	0,64	3,38	5,35
II	17,38	6,26	5,27	0,66	3,47	5,28
III	22,69	6,18	5,35	0,70	3,42	5,40

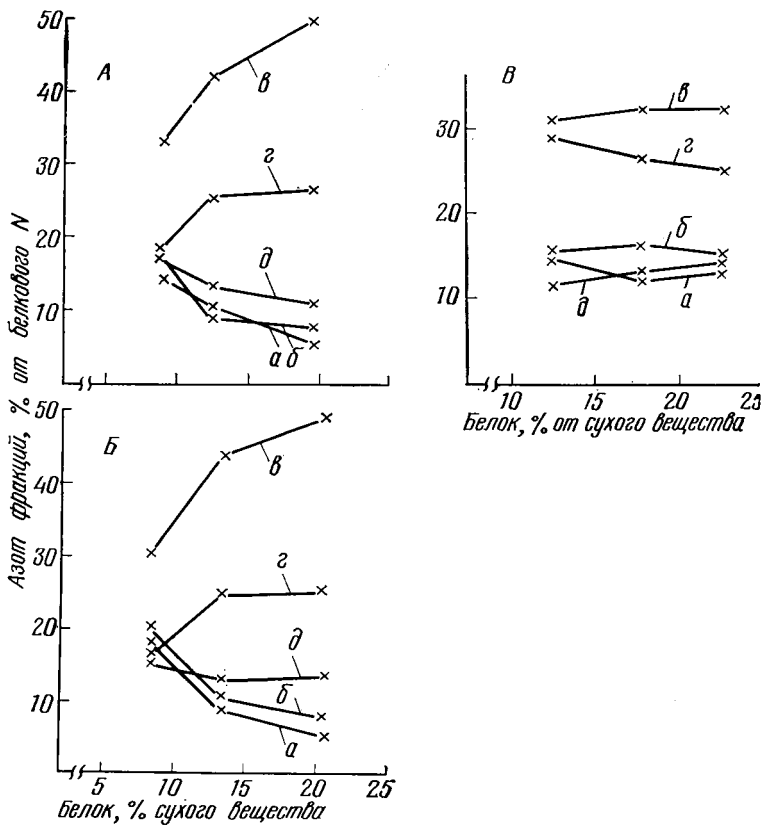


Рис. 3. Зависимость между фракционным составом и содержанием суммарных белков в зерне ячменя сортов Московский 121 (А), Нутанс 244 (Б) и Хайпроли (В).

а — альбумины; б — глобулины; в — проламины; г — глиutelины; д — нерастворимый остаток.

проламинов — сильно возросло. Это, видимо, и является основной причиной снижения концентрации лизина в суммарных белках при увеличении их содержания в зерне. Отмеченная отрицательная корреляция не характерна для ячменя Хайпроли (рис. 3). У этого образца даже при резко увеличении количества суммарных белков в зерне (от 12,26 до 22,69 %) соотношение отдельных белковых фракций практически осталось на прежнем уровне.

Содержание лизина в отдельных белковых фракциях как у возделываемых сортов, так и у Хайпроли почти не изменялось при увеличении уровня суммарных белков в зерне (табл. 3).

Таким образом, приведенные данные показывают, что подкормки в более ранние фазы роста растений способствуют увеличению в основном урожая зерна ячменя, а

в более поздние сроки — в фазу колошения и молочной спелости главным образом повышению количества белков в зерне. У ячменя сортов Московский 121 и Нутанс 244 под влиянием поздних азотных подкормок содержание белков в зерне увеличивается более значительно, чем у ячменя Хайпроли. Повышение в зерне количества белкового азота у возделываемых сортов приводит к снижению уровня лизина в белках. Это объясняется тем, что при увеличении в зерне содержания белкового азота в белках уменьшается количество альбуминов, глобулинов и нерастворимого остатка, т. е. фракций, наиболее богатых лизином. У ячменя Хайпроли при увеличении содержания белкового азота в зерне соотношение отдельных белковых фракций, концентрация в них лизина и содержание последнего в суммарных белках практически не меняются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зельке В. Поздние летние подкормки азотом — путь к повышению урожая и качества зерна. — Сельск. хоз-во за рубежом. Сер. Растениевод., 1964, № 10, с. 1—5. — 2. Плешков Б. П. Практикум по

биохимии растений. М.: Колос, 1976. — 3. Плешков Б. П., Неттевич Э. Д., Ракипов Н. Г. Биохимическая характеристика белков ярового ячменя Московского 121 и короткостебельного мутанта, выде-

ленного из этого сорта. — Докл. ВАСХНИЛ, 1975, № 4, с. 4—6. — 4. Плешков Б. П., Ракипов Н. Г. Аминокислотный состав белков зерна возделываемых сортов ячменя. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 1, с. 81—86. — 5. Ракипов Н. Г., Плешков Б. П. Фракционный состав белков зерна ячменя и содержание в них лизина. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 2, с. 99—102. — 6. Ракипов Н. Г., Плешков Б. П. Аминокислотный состав белков высоколизинового ячменя Хайпроли. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 4, с. 206—211. — 7. Ракипов Н. Г., Плешков Б. П., Неттевич Э. Д. Некоторые особенности водорастворимых белков зерна ячменя Хайпроли в сравнении с сортом Московский 121. — Докл. ВАСХНИЛ, 1975, № 10, с. 5—6. 8. Ра-

кипов Н. Г., Плешков Б. П., Неттевич Э. Д. Сравнительная характеристика белков зерна ячменя Хайпроли и возделываемых сортов. — Изв. ТСХА, 1975, вып. 6, с. 107—112. — 9. Anberger A. — Landwirt. Forschung, 1974, Sonderheft 30/1, S. 10—20. — 10. Eggum B. O. — Z. Tierphysiol. Tierernähr. und Futtermittelkunde, 1970, Bd 26, N 1, S. 65—71. — 11. Fritz A., Baumer M., Uloniska E. — Die Mühle und Mischfuttermitteltechnik, 1975, N 16, S. 215—217. — 12. Hoeser K., Oppitz K. — Bayer. landwirtsch. Jahrb., 1975, Bd 51, N 8, S. 915—930. — 13. Munck L. — Hereditas (Lund), 1964, vol. 52, N 1, p. 1—35. — 14. Rhodes A. P., Mathers J. C. — J. Sci. Food a. Agr., 1974, vol. 25, N 8, p. 963—972.

SUMMARY

The results of model experiments with high rates of nitrogen dressings are discussed in the paper. Barley Hiproly was compared with widely grown varieties Moscow 121 and Nutans 244. It is found that higher amount of protein nitrogen in grain of the two latter varieties results in lower concentration of lysin in proteins. This is due to the fact that while the amount of protein nitrogen in grain increases, the amount of albumins, globulins and non-soluble residue (i. e. those fractions which contain the highest amount of lysin) in proteins becomes lower. In Hiproly barley the ratio of certain protein fractions, lysin concentration in them and the amount of the latter in total proteins do not practically vary with the increase of protein nitrogen content in grain.