

М. И. КНЯГИНИЧЕВ и Ю. К. ПАЛИЛОВА

**РАЗЛИЧИЯ ТВЕРДЫХ И МЯГКИХ ПШЕНИЦ ПО СВОЙСТВАМ
БЕЛКОВ**

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 1 XII 1938)

Морфологические признаки зерна пшеницы позволяют систематикам с давних пор различать его видовую принадлежность. Между тем по биохимическим признакам, насколько нам известно, до сих пор не получено четких различий между отдельными видами пшениц. Это обстоятельство обуславливается неизученностью строения главнейших запасных высокомолекулярных веществ семени, какими являются белки и крахмал, вследствие чего до сего времени не созданы методы, с помощью которых представлялась бы возможность различать характерные структуры, специфичные для того или другого вида пшениц.

Среди многочисленных видов этой культуры наиболее резко различающимися по физико-химическим свойствам клейковинного комплекса белков являются два вида: мягкие (*Tr. vulgare*) и твердые (*Tr. durum*) пшеницы. Эти различия наблюдаются как по хлебопекарным свойствам, так и по реагированию на различные окислители, особенно на прибавление бромата (бромноватокислого калия— KBrO_3) в слабых концентрациях ⁽¹⁾. Улучшающее или ухудшающее действие последнего на качество хлеба нужно считать невыясненным ⁽²⁾. Однако многочисленные данные, собранные к настоящему времени исследователями, свидетельствуют прежде всего о том, что мягкие и твердые пшеницы в процессе эволюции наиболее сильно дифференцировались, по крайней мере в смысле структурных различий, по белку. Наше исследование 11 видов пшениц, зерно которых было получено из различных мест произрастания, показало, что во всех эколого-географических зонах массового распространения пшеничных посевов сорта твердых и мягких пшениц наиболее сильно отличались между собою. Другие виды пшеницы не имели столь сильных различий, и например по основным физическим свойствам клейковины (эластичность) их можно отнести по существу к мягким пшеницам, сорта которых по этому признаку имели весьма широкую амплитуду изменчивости.

Это обстоятельство указывает, что в процессе эволюции дифференциация запасных веществ семени шла не параллельно дифференциации морфологических признаков.

В настоящей работе мы попытались установить степень подвижности клейковинного студия белков различных пшениц под воздействием различных промывных жидкостей. Для этого клейковина из каждого сорта отмывалась с помощью одной из следующих жидкостей: 1) дистиллиро-

ванной воды, 2) 0.001% раствора бромата, 3) 50% раствора глицерина и 4) 10% раствора салицилового натра. Полученная клейковина растягивалась тонким слоем на пластинки и высушивалась при комнатной температуре на воздухе. Как известно, при такой сушке не происходит заметных изменений в свойствах клейковины⁽³⁾. В течение двух суток клейковина высыхала настолько, что легко растиралась в ступке или на шаровой мельнице. Укажем, что клейковина после отмывки глицерином была промыта дистиллированной водой. При применении 10% раствора салицилового натра, как и следовало ожидать⁽⁴⁾, клейковины отмыть не удалось, а при отмывке раствором глицерина выход клейковины был на 50—60% меньше, чем в случае отмывки водой или раствором бромата.

Для изучения подвижности клейковинного комплекса белков высушенная и растертая на шаровой мельнице клейковина последовательно экстрагировалась растворами: 5% сернокислого калия и 70% этилового спирта; щелочерастворимая фракция вычислялась по разности. Материалом для исследования послужили сорта пшениц, произросшие на Пушкинской станции (под Ленинградом) Всесоюзного института растениеводства (ВИР). Результаты анализа клейковины сведены в табл. 1.

Таблица 1

Название пшеницы	Промывная жидкость	% азота в клейковине	Содержание в % от общего азота клейковины			Отношение глютеина к глиадину	
			Глобулин	Глиадин	Глютеин	Абсолютное	Относительное
<i>Triticum durum</i> gr. <i>hordeiforme</i> (Гордейформе 0189)	Вода	13.25	11.3	28.6	60.1	2.10	126
То же	0.001% раствор KBrO ₃	12.90	8.1	34.4	57.5	1.67	100
То же	50% раствор глицерина	12.50	9.4	30.8	60.4	1.95	117
<i>Triticum vulgare</i> gr. <i>graecum</i> (Грекум 0283)	Вода	13.58	8.0	12.9	79.1	6.13	381
То же	0.001% раствор KBrO ₃	12.80	8.2	35.2	56.6	1.61	100
То же	50% раствор глицерина	13.50	6.8	33.3	59.9	1.80	112

Как видно из таблицы, отношение глютеина к глиадину в клейковине резко менялось при отмывке различными жидкостями, особенно при применении раствора бромата. Клейковинные белки из зерна мягкой пшеницы претерпевают при этом значительно большие изменения, чем белки из твердых пшениц. Содержание азота в ней колеблется незначительно как по сортам, так и при применении различных промывных жидкостей. Сравнительно небольшое уменьшение азота в клейковине повидимому объясняется частичным дезаминированием белков, вследствие чего, возможно, и получаются различия в свойствах растворимости.

Различие между твердыми и мягкими пшеницами по подвижности белкового комплекса клейковины сохраняется и при специальном выращи-

вании этих пшениц на высоких дозах удобрений* (Пушкинская станция ВИР, урожай 1937 г.), хотя оно значительно сглаживается (табл. 2).

Таблица 2

Название пшеницы	Промыв- ная жид- кость	% азота в клей- ковине	Содержание в % общего азота			Отношение глютенина к глиадину	
			Гло- булин	Глиа- дин	Глю- тенин	Абсо- лютное	Относи- тельное
<i>Triticum durum</i> gr. <i>hordeiforme</i> (Гордеи- форме 0189)	Вода	14.72	4.7	30.4	64.9	2.13	122
То же	0.001% раствор KBrO ₃	14.39	4.8	34.4	60.8	1.74	100
<i>Triticum vulgare</i> gr. <i>erythrospermum</i> (Эрит- роспермум 0341)	Вода	15.34	3.3	25.4	71.3	2.81	142
То же	0.001% раствор KBrO ₃	14.91	3.1	32.5	64.4	1.98	100

В этом случае у клейковины из мягких пшениц наблюдается также более сильное увеличение отношения глютенина к глиадину по сравнению с клейковиной из твердых пшениц.

Таким образом условия роста и развития зерна хотя и оказывают весьма существенные сдвиги в структурных особенностях белков, но несомненно, что у этих видов пшениц существуют различия в степени подвижности белкового комплекса. Учитывая большой полиморфизм видов твердых и, особенно, мягких пшениц, можно предвидеть, что наблюдаемое различие будет выражаться у одних сортов в большей, у других в меньшей степени при одинаковых условиях роста и развития.

Различия запасных белков зерна твердых и мягких пшениц по свойствам растворимости наблюдаются и при высевах в различных эколого-географических районах. В табл. 3 приведены результаты анализа муки из нацело смолотого зерна, произросшего в различных районах Союза ССР в 1936 г.

Из таблицы видно, что в условиях нечерноземной полосы (Пушкинская станция ВИР) твердые пшеницы в значительно большей степени повышают отношение глютенина к глиадину по сравнению с мягкими. Два других вида—сферококкум и спельта,—относящиеся к группе мягких 42-хромосомных пшениц, характеризуются тем же свойством. У них как на севере, так и на юге Союза ССР отношение этих двух фракций белков меняется мало.

Следует отметить, что твердая пшеница *Tr. durum* v. *arraseita* № 19565 дает клейковину, по физическим свойствам резко отличную от твердых пшениц степного типа, какой например является Гордеиформе 0189.

* Парниковый посев в вазоны с последующей пересадкой в поле и неоднократное внесение удобрений в различные фазы роста. Урожай сам-800. Стекловидность зерна Гордеиформе 0189 была резко снижена—71.5%, тогда как у эритроспермум 0341 была близка к норме—69.0%.

Таблица 3

Название пшениц	Место произрастания	% азота в зерне	Содержание в % от общего азота зерна			Отношение глютенина к глиадину	
			Глобулин	Глиадин	Глютеин	Абсолютное	Относительное
Группа 42-хромосомных пшениц							
<i>Triticum vulgare</i> gr. <i>erythrospermum</i> (Эритроспермум 0341), происх. из Саратова	Днепропетровск	3.02	29.8	35.1	35.1	1.00	100
То же	Пушкинская станция ВИР	2.75	29.8	32.7	37.5	1.15	115
<i>Triticum sphaerococcum</i> v. <i>tumidum</i> , происх. из Индии, по каталогу ВИР № 23824	Днепропетровск	3.51	26.5	39.3	34.2	0.87	100
То же	Пушкинская станция ВИР	2.98	24.2	39.3	36.2	0.92	105
<i>Triticum spelta</i> , v. <i>coeruleolens</i> , происх. из Испании, по каталогу ВИР № 20538	Днепропетровск	3.99	25.6	31.6	42.8	1.35	100
То же	Пушкинская станция ВИР	2.98	29.2	31.2	39.6	1.27	94
Группа 28-хромосомных пшениц							
<i>Triticum durum</i> gr. <i>hordeiforme</i> (Горденформе 0189), происх. из Саратова	Днепропетровск	3.21	30.2	34.0	35.8	1.06	100
То же	Пушкинская станция ВИР	2.57	29.2	29.2	41.6	1.43	135
<i>Triticum durum</i> v. <i>arabaeum</i> , происх. из Абиссинии, по каталогу ВИР № 19565	Днепропетровск	3.15	28.6	36.2	35.2	0.97	100
То же	Пушкинская станция ВИР	3.42	26.3	29.2	44.4	1.52	157

Она может быть приравнена лишь к плохим сортам мягких пшениц (не упругая, весьма слабая). Поэтому мы склонны не придавать значения соотношению глютенина к глиадину, как показателю качества пшеницы, так как вообще сомневаемся в реальном существовании этих двух белков. Свойством растворимости мы пользуемся за неимением других простых методов, которыми можно было бы воспользоваться для вскрытия подвижности клейковинного комплекса белков различных видов пшениц.

Причины столь различных реакций одних и тех же сортов и видов на одинаковое изменение условий произрастания повидимому нужно приписать главным образом специфичности требований этих видов к температурным условиям и влажности при созревании зерна. Известно, что в условиях нечерноземной полосы созревание зерна происходит при пониженных температурах и при повышенной влажности почвы и воздуха по сравнению с югом. Можно указать, что в условиях высокогорного Памира (2 700 м над уровнем моря) зерно твердых пшениц содержало глиадин в $1\frac{1}{2}$ —2 раза меньше по сравнению с зерном, полученным из основных пшеничных районов.

Что касается вопроса о том, какие же структурные особенности белков обуславливают свойства растворимости в различных растворителях, то его нужно считать открытым до тех пор, пока не будет установлена специфика структуры белка, присущей отдельным видам пшениц, и методов определения этих структур.

Изложенные данные позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Различия между твердыми и мягкими пшеницами, найденные по соотношению глютеина к глиадину в отмытой различными жидкостями клейковине, свидетельствуют о структурных различиях клейковинного комплекса белков этих двух видов пшениц. Агротехнические приемы возделывания хотя и сильно сглаживают эти различия, но не уничтожают их вовсе.

2. Группа мягких 42-хромосомных пшениц (*Tr. vulgare*, *Tr. sphacrococcum* и *Tr. spelta*), как в черноземной, так и не черноземной полосе, дает зерно практически с одинаковым соотношением глютеина к глиадину. Твердые же пшеницы (*Tr. durum*) в нечерноземной полосе дают зерно с резко повышенным отношением между этими белками.

3. Изучение клейковинного комплекса белков, выделяемого с помощью различных промывных жидкостей или с помощью каких-либо других аналогичных приемов, позволяет ближе подойти к установлению различий по свойствам белков у отдельных видов пшениц.

Биохимическая лаборатория
Всесоюзного института растениеводства.
Ленинград.

Поступило
8 XII 1938.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. K. Larmour, Cereal Chem., 7, 35—49 (1929); 8, 179—189 (1930); Sci. Agr., 9, 477—490 (1930); 10, 1—22 (1929). ² H. Jørgensen, Bioch. ZS., 280, 1 (1935); 283, 134 (1935); М. И. Розин, Биохимия, 2, 823—830 (1937); Cer. Chem., 13, 346 (1936); J. Read a. L. Naas, Cer. Chem., 14, 752 (1937). ³ М. С. Резниченко и Е. А. Алякринская, Изв. Томского ин-та зерна и муки, 2, 7 (1936); Т. R. Aitken a. W. F. Geddes, Cer. Chem., 15(2), 181—196 (1938) и др. ⁴ М. И. Княгиничев и Т. М. Горелкина, ДАН, XV, № 8, 419—422 (1937).