

УДК 633.11<324>:631.527.5

**ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ГЛИАДИНОВ ПШЕНИЦЫ  
НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА, ОКРАСКУ КОЛОСА  
И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ГИБРИДНЫХ РАСТЕНИЙ F<sub>2</sub>**

**А. К. КАЛИНИНА, Б. П. ПЛЕШКОВ, Ф. А. ПОПЕРЕЛЯ**  
(Кафедра агрономической и биологической химии)

В результате гибридологического и моносомного анализов компонентного состава глиадинов у большого набора сортов пшеницы выявлены серии аллелей по каждому глиадинкодирующему локусу хромосом гомеологичных групп 1, 6 и сформулировано понятие «блока компонентов» [1, 2, 6]. Последние представляют собой группы сцепленно наследуемых компонентов и могут различаться по числу компонентов, их электрофоретической подвижности и интенсивности.

Рекомбинации компонентов электрофоретического спектра в пределах блока в процессе кроссинговера практически отсутствуют, что позволило использовать их в качестве единиц генетической классификации глиадинов, а также в качестве маркеров целых хромосом или их частей и ценных в селекционном отношении генов, локализованных в хромосомах и сцепленных с этими маркерами.

Компонентный состав глиадинов конкретных сортов и форм пшеницы обусловлен особенностями генотипа, он не зависит от условий выращивания растений [4, 7—10] и представляет собой сочетание различных блоков компонентов электрофоретического спектра. Генетическая интерпретация результатов электрофореза дает возможность оценить селекционный материал непосредственно по генотипу. Причем данные,

полученные при однократном проведении анализа (без повторностей), позволяют иметь достаточную информацию о свойствах того или иного генотипа. В этом случае необходимо предварительно идентифицировать блоки компонентов и изучить влияние блоков компонентов, присутствующих в генотипе, на наследование различных признаков и свойств у растений.

Нами исследовался компонентный состав глиадинов сорта Нови-Сад 302/2 и выяснялась роль отдельных блоков компонентов, присутствующих в генотипе сортов Безостая 1 и Нови-Сад 303/2 в наследовании пшеницей ценных в селекционном отношении признаков.

### Материал и методика исследований

В опыте изучали гибриды  $F_2$ , полученные от скрещивания сортов Безостая 1 и Нови-Сад 303/2. Растения выращивали в 1978—1979 г. в поле, площадь питания —  $40 \times 10$  см. Опыты закладывали на тяжелосуглинистом черноземе по черному пару. Реакция почвенного раствора в верхних слоях почвы слабокислая ( $pH_{KCl}$  6,8).

В процессе исследований определяли высоту растений, число колосьев и массу зерен с одного растения, массу 1000 зерен, а также число седиментации, которое хорошо коррелирует с основными признаками качества муки. При проведении анализов использовались общепринятые методы.

Электрофорез глиадинов проводили в 12—14 %-ных крахмальных гелях, содержащих мочевины в концентрации 3 моль, в стеклянных трубках диаметром 6 мм и длиной 120 мм в течение 4—5 ч при напряжении 200—220 В и силе тока 1 мА на трубку. Буферный раствор состоял из лактата алюминия и молочной кислоты ( $pH$  3,1). Для фиксации гель помещали в сосуд с 5 %-ным раствором ТХУ, затем окрашивали их в 2 %- водорастворимом нигрозине и промывали в проточной воде [5].

### Результаты исследований

На рис. 1 представлены электрофореграммы и схемы электрофореграмм глиадина родительских сортов, а также типы блоков компонентов, контролируемые в них глиадинкодирующими локусами 1А, 1В и 6А хромосом.

При изучении смеси зерен  $F_3$  с растений  $F_2$  были получены электрофореграммы, представленные на рис. 1.

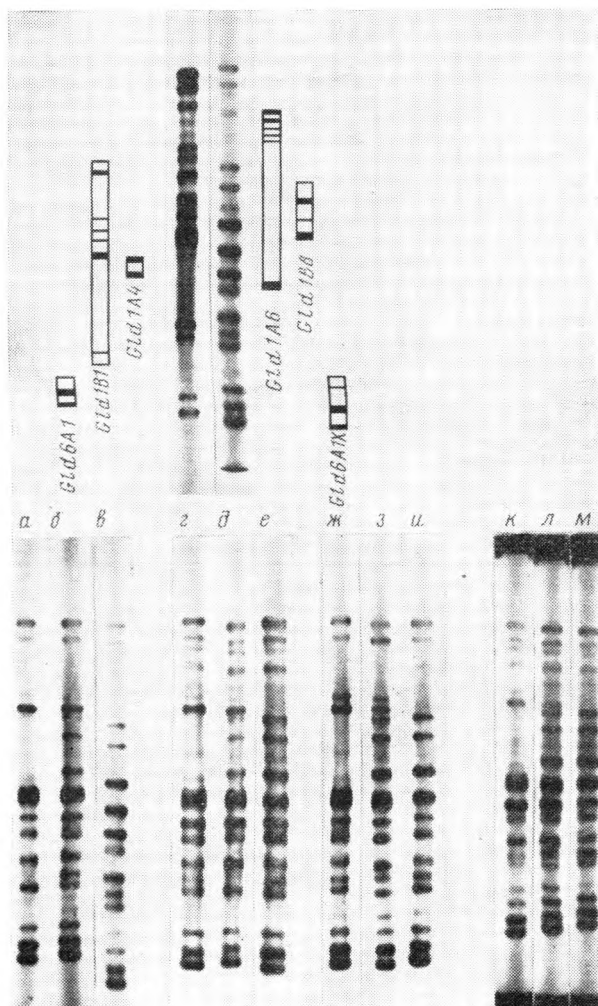
Первые три типа электрофореграмм, а также типы *ж*, *з*, *и* — это растения, гомозиготные по блоку Gld 1A4. Типы *г*, *д*, *е*, *к*, *л* и *м* — растения, гомозиготные по блоку 1A6 или же гетерозиготные по блокам Gld 1A4 — Gld 1A6. По блокам компонентов, контролируемым 1В хромосомой, легко выделяются три класса растений: гомозиготы Gld 1B1, (*а*, *г*, *ж*, *к* типы); гетерозиготы Gld 1B1 — Gld 1B8 (*б*, *д*, *з*, *л* типы); гомозиготы Gld 1B8 (*в*, *е*, *и*, *м* типы электрофореграмм).

По блокам компонентов, контролируемым 6А хромосомой, можно различить два класса: гомозиготы по блоку Gld 6A1 (*а* — *е* — типы элеткрофореграмм) и совокупность гомозигот Gld 6A1 и гетерозигот Gld 6A1 — Gld 6A1X (*ж* — *м* — типы электрофореграмм).

На основании данных табл. 1 можно рассчитать, что в урожае 1978 г. расщепление по блокам Gld 1A4 — Gld 1A6 соответствовало теоретически ожидаемому соотношению 1 : 3 ( $\chi^2=0,09$ ;  $P>0,75$ ), по блокам Gld 6A1 — Gld 6A1X — теоретически ожидаемому соотношению 1 : 3 ( $\chi^2=0,02$ ;  $P>0,75$ ), а расщепление по блокам Gld 1B1 — Gld 1B8 не соответствовало теоретически ожидаемому 1 : 2 : 1 ( $\chi^2=6,30$ ;  $P<0,05$ ). При этом обнаружен избыток гомозигот Gld 1B1 и недостаток Gld 1B8.

Рис. 1. Электрофореграммы гладинов сортов Безостая 1 (слева сверху), Нов-Сад 303/2 (справа) и гибридов F<sub>2</sub> от скрещивания этих сортов (внизу).

а — 4.1.1; б — 4.18.1; в — 4.8.1;  
 г — 46.1.1; д — 46.18.1; е —  
 46.8.1; ж — 4.1.IX; з — 4.18.IX;  
 и — 4.8.IX; к — 46.1.IX; л —  
 46.18.IX; м — 46.8.IX.



Анализ более 250 электрофореграмм отдельных зерен F<sub>2</sub> показал, что в семенах, высеянных в 1977 г., расщепление по блокам, контролируемым 1В хромосомой, на уровне значимости  $\chi^2$  более 0,75 соответствовало не только соотношению 1:2:1, но и 1:1:1:1. Подобное расщепление обусловлено тем, что электрофорез по одному зерну F<sub>2</sub> с растения F<sub>1</sub> в отличие от электрофореза смеси зерен F<sub>3</sub> с гетерозиготных растений F<sub>2</sub> (рис. 2) позволяет различать два класса гетерозиготных зерен [3, 6].

Таким образом, в результате анализа зерен F<sub>2</sub> было выяснено, что элиминация гомозигот Gld 1B8 произошла на уровне растений F<sub>2</sub>.

В урожае 1979 г. расщепление по блокам Gld 1A4 — Gld 1A6 соответствовало теоретически ожидаемому 1:3 ( $\chi^2=0,41$ ;  $P>0,50$ ), по блокам Gld 6A1 — Gld 6A1X — теоретически ожидаемому 1:3 ( $\chi^2=0,81$ ;  $P>0,25$ ), а по блокам Gld 1B1 — Gld 1B8 — теоретически ожидаемому 1:2:1 ( $\chi^2=0,42$ ;  $P>0,75$ ), т. е. элиминация отсутствовала.

Зимой 1978 г. на поверхности почвы образовалась притертая ледяная корка средней толщиной 6 мм, которая впоследствии стала подвесной, толщина слоя воды под ней достигала 2—3 см. Зимой 1979 г. корка не образовывалась. Если учесть, что в гибридах урожая 1978 г. не хватало гомозиготных растений по блоку Gld 1B8, а в 1979 г. их было

Окраска колоса растений и расщепление популяций гибридов урожая 1978 и 1979 гг. по аллелям блоков компонентов глиадина

Блоки компонентов глиадина	1978 г.					1979 г.				
	расщепление и окраска колоса									
	факти- ческое	теорети- ческое	красный	полукрас- ный	белый	факти- ческое	теорети- ческое	красный	полукрас- ный	белый
Gld 1B8	45	58	45	—	—	76	81	76	—	—
Gld 1B1—Gld 1B8	115	116	—	113	2	166	162	—	165	1
Gld 1B1	72	58	—	—	72	82	81	—	—	82
Gld 1A4	60	58	13	26	21	86	81	27	36	23
Gld 1A4—Gld 1A6+ + Gld 1A6	172	174	32	87	53	238	243	60	130	48
Gld6A1	57	58	15	30	16	88	81	35	41	12
Gld 6A1—Gld6A1X+ + Gld 6A1X	175	174	34	83	58	236	243	52	125	59

достаточно, как и в посевном материале 1977 г., то можно предположить наличие сцепленности локуса Gld 1B с локусом, контролирующим выживаемость растений в зимний период. Сорты Безостая 1 и Нови-Сад 303/2 различались по аллелям локуса, ответственного за наследование зимостойкости.

На основании данных табл. 1 можно также прийти к заключению о наличии сцепленности наследования окраски колоса с наследованием блоков компонентов глиадина, контролируемых 1B хромосомой. Из 232 гибридов урожая 1978 г. и 324 — урожая 1979 г. наблюдались соответственно 2 и 1 случай рекомбинации. В остальных случаях гибриды с блоком Gld1B8 имели красный колос, Gld 1B1 — белый, а гетерозиготные растения — полукрасный.

Ни высота растений, ни число колосьев, ни масса зерна с одного растения не зависели от присутствия того или иного типа блоков компонентов каждой изучаемой пары. Различия по этим показателям весьма незначительны и статистически недостоверны (табл. 2).

Нами установлено, что под действием блока Gld 1A6 качество зерна достоверно не снижается, тогда как, по литературным данным [1], блок Gld 1A1 (различия между ними по компонентному составу и электрофоретической подвижности незначительны, рис. 3) — единственный из всех контролируемых 1A хромосомой блоков, который вызывает ухудшение хлебопекарных качеств зерна и физических показателей теста.

Число седиментации достоверно изменяется только под действием блоков компонентов глиадина, контролируемых 1B хромосомой. Это четко обнаруживается даже в тех случаях, когда принимается во внимание различие в спектрах, вызываемое только 1B хромосомой без учета различий в других областях спектра. Из исследуемой пары блоков наибольшее число седиментации имели ги-

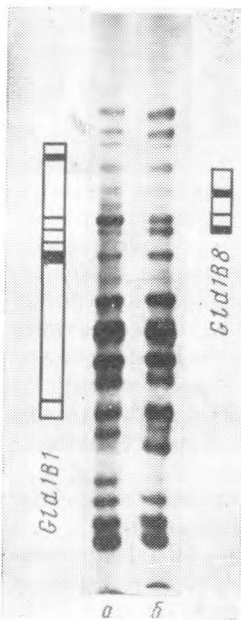


Рис. 2. Различия в дозе гена по блокам компонентов, контролируемым 1B хромосомой, при проведении электрофореза по одному зерну F<sub>2</sub>. а — 1B118; б — 1B188.

бриды, содержащие блок Gld 1B1. Оно было в среднем больше, чем у гибридов с Gld 1B8, на 2,6 и 3,6 мл соответственно в 1978 и 1979 гг. Наличие компонента X в блоке, контролируемом 6A хромосомой, при статистической оценке с использованием критерия *t* достоверно не влияло на число седиментации.

Дисперсионный анализ данных многофакторного полевого опыта показал, что прямое влияние на число седиментации оказывают лишь блоки, контролируемые 1B хромосомой. Блоки, контролируемые 1A хромосомой, не влияют на этот показатель. Блоки, контролируемые 6A хромосомой, не влияют непосредственно на число седиментации, но отмечается взаимовлияние блоков компонентов, контролируемых 1B и 6A хромосомами. Взаимодействие это выражается в том, что эффект от повышения качества муки под влиянием присутствия блока Gld 1B1 снижается, если в генотипе одновременно присутствует блок Gld 6A1X. Так, разница в величинах показателя числа седиментации между гибридами, содержащими Gld 1B1 и Gld 1B8, составляет в популяции урожая 1978 г. 2,6 мл (табл. 2), а если рассматривать отдельно группу гибридов с компонентом X и без него, то она составит соответственно 1,1 мл и 7,2 мл (табл. 3).

Таким образом, можно сделать вывод о снижении положительного эффекта присутствия блока Gld 1B1 в гомозиготном по этому блоку ра-



Рис. 3. Блоки компонентов Gld 1A1 и Gld 1A6.

Таблица 2

Высота растений и показатели продуктивности в зависимости от присутствия разных блоков компонентов глина в гибридах F<sub>2</sub>

Блоки компонентов глина	Высота растений, см	Число колосьев с 1 растения, шт.	Масса зерна с 1 растения, г	Число седиментации, мл	Масса 1000 зерен, г
Урожай 1978 г.					
Gld 1B8	98	5,3	13,0	28,0	42,7
Gld 1B1—Gld 1B8	99	6,0	15,1	29,8	46,5
Gld 1B1	100	5,7	13,7	30,6	48,3
Gld 1A4	98	5,8	14,7	30,6	46,7
Gld 1A4—Gld 1A6+Gld 1A6	99	5,7	14,1	29,3	44,3
Gld 6A1	98	5,7	14,2	30,6	47,1
Gld 6A1—Gld 6A1X+Gld 6A1X	97	5,6	13,6	29,6	45,0
Урожай 1979 г.					
Gld 1B8	87	5,3	13,3	32,6	31,8
Gld 1B1—Gld 1B8	89	6,0	11,8	32,1	32,8
Gld 1B1	89	5,7	13,6	36,2	30,5
Gld 1A4	89	5,8	11,8	34,6	32,0
Gld 1A4—Gld 1A6+Gld 1A6	89	5,8	12,9	32,8	31,7
Gld 6A1	88	5,6	13,2	32,4	32,7
Gld 6A1—Gld 6A1X+Gld 6A1X	89	5,7	12,4	33,4	31,1
HCP <sub>05</sub>	3,4*	0,9*	2,5*	2,3*	
	2,5**	0,8**	2,3**	2,0**	
	2,5***	0,7***	2,1***	1,9***	

Примечание. Одной звездочкой обозначена достоверность разницы между Gld 1B8 и Gld 1B1, двумя — между Gld 1A4 и Gld 1A4—Gld 1A6+Gld 1A6, тремя — между Gld 6A1 и Gld 6A1 — Gld 6A1X+Gld 6A1X.

Изменение разницы в числе седиментации в зависимости от наличия компонента X в гибридах F<sub>2</sub> урожая 1978 г.

Наличие компонента X	Средняя разница в числе седиментации		
	между Gld 1B1 и Gld 1B8	между Gld 1B1 и Gld 1B1—Gld 1B8	между Gld 1B1—Gld 1B8 и Gld 1B8
—	7,2	1,6	5,6
+	1,1	1,0	0,2

стении более чем в 6 раз и в гетерозиготном — более чем в 25 раз при наличии в генотипе блока Gld 6A1X по сравнению с генотипом, содержащим блок Gld 6A1.

### Заключение

Электрофорезом в крахмальном геле изучены глиадины семян пшеницы сортов Безостая 1 и Нови-Сад 303/2, а также их гибридов. Установлена прямая связь между наличием в глиадинах пшеницы блоков компонентов, контролируемых 1В хромосомой, а также косвенное влияние компонента X, контролируемого 6А хромосомой, на хлебопекарные качества зерна. Отмечены сцепленность наследования блоков компонентов, контролируемых 1В хромосомой, с окраской колоса, а также наличие связи между содержанием в составе глиадинов блока компонентов Gld 1B8 и зимостойкостью. Все изучаемые типы аллельных блоков не оказывают влияния на высоту растений, число колосьев и массу зерна с одного растения, а также на массу 1000 зерен.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Попереля Ф. А., Созинов А. А. Биохимическая генетика глиадина и селекция пшеницы. — В сб.: Проблемы повышения качества зерна. М.: Колос, 1977, с. 65—72.
2. Созинов А. А. Проблемы улучшения качества зерна. — В кн.: 50 лет ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1979, с. 207—225.
3. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Биохимическая генетика полигенных признаков на примере глиадина пшеницы. — Матер. 2-го Советско-Индийского симпозиума по проблемам генетики и селекции культурных растений. Баку, 1977, с. 23—24.
4. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Полнорморфизм запасных белков в селекции и генетике пшеницы. — В сб. науч. тр. ВСГИ, 1976, вып. 13, с. 10—24.
5. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Методика вертикального электрофореза в крахмальном геле и генетический принцип классификации глиадинов. Одесса, 1978.
6. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Полнорморфизм проламинов и селекция. — Вестник с.-х. науки, 1979, № 10, с. 21—34.
7. Coulson C. B., Sim A. K. — Biochem. J., 1961, vol. 80, N 3, p. 46—47.
8. Coulson C. B., Sim A. K. — Nature, 1964, vol. 202, N 4949, p. 1305—1308.
9. Doeke C. J. — J. Sci. Food Agric., 1968, vol. 19, N 3, p. 169—176.
10. Lee J. W., Ronalds J. A. — Nature, 1967, vol. 213, N 5078, p. 844—846.

Статья поступила 3 апреля 1981 г.

### SUMMARY

Gliadins of wheat seed of Bezostaja 1 and Novy Sad 303/2 varieties, as well as their hybrids, have been studied by means of electrophoresis in starch gel. It is found that there is a direct relation between the presence of Gld 1B1 component unit in wheat gliadins and the baking qualities of the flour, and that these qualities are indirectly influenced by X component referred to the 6A chromosome. It is also noted that there exists a relationship between the inheritance of units of the components referred to the 1B chromosome and the colour of the ear, as well as between the presence of Gld 1B8 component unit in gliadins and winter hardiness. All the types of allelic units studied do not affect the height of plants, the number of ears, and the mass of kernels from one plant, as well as the mass of 1000 kernels.