

УДК 633.11:547.962.7:631.523

СВЯЗЬ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ГЛИАДИНА С ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ У ГИБРИДОВ F_2

А. К. КАЛИНИНА, Ф. А. ПОПЕРЕЛЯ, Н. Н. НОВИКОВ
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Изучение сортового полиморфизма и характера наследования компонентного состава глиадинов пшеницы позволило разработать генетическую классификацию этих белков. Единицей классификации является группа сцепленно наследуемых и менделирующих компонентов электрофоретического спектра (блок компонентов глиадина), контролируемая сложный локусом определенной хромосомы 1-й и 6-й гомеологических групп. При обозначении блока компонентов указывают хромосому и геном, отвечающие за его синтез, а также порядковый номер (тип) идентифицированного аллеля [6, 9, 10]. Подобное обозначение позволяет записывать электрофореграммы глиадина различных сортов пшеницы в виде генетических формул. Так, например, формула пшеницы сорта Безостая 1 выглядит следующим образом: Gld 1A4 1B1 1D1 6A1 6B1 6D1 (или 4.1.1.1.1.1).

В серии опытов лаборатории биохимической генетики Всесоюзного селекционно-генетического института (ВСГИ, г. Одесса) установлена существенная связь большинства идентифицированных блоков компонентов глиадина с технологическими и хлебопекарными свойствами муки, показана возможность их использования в качестве генетических маркеров ряда других хозяйственно важных признаков [3, 5, 8]. В результате сформулировано представление, согласно которому можно оценивать селекционный материал непосредственно по генотипу.

Поскольку опыты ВСГИ проводились главным образом в условиях юга Украины, важно выяснить характер указанных связей в иных почвенно-климатических условиях. С этой целью нами изучались компонентный состав глиадина гибридов F_2 , полученных при скрещивании сортов озимой мягкой пшеницы Безостая 1 и Askertmanns saugu, и его связь с выживаемостью растений, окраской колоса, элементами структуры урожая и качеством муки в контрастных почвенно-климатических условиях.

Материал и методика

Гибриды F_1 от скрещивания отмеченных выше сортов были выращены в 1981 г. на опытном поле ВСГИ. Две одинаковые выборки зерен с растений F_1 (по 1000 шт.) высевали одновременно в Московской области и в Одессе на выравненном агрофоне по единой методике 10-метровыми рядками; площадь питания одного растения 10×40 см.

В процессе исследований оценивали элементы структуры урожая гибридов F_2 , характер расщепления по окраске колоса, выживаемость растений, определяли число седиментации. При проведении анализов использовались общепринятые методы.

Глиадины разделяли методом вертикального дискового электрофореза в крахмальном геле [9] в стеклянных трубках. Сила тока на трубку равнялась 2,5 мА, напряжение — 300 В. Продолжительность электрофореза — 2,5—3 ч. Буфер готовили из молочнокислого алюминия и молочной кислоты (рН 3,1).

При математической обработке результатов исследований для оценки существенности разности средних использовали критерий Стьюдента, а оценка соответствия между наблюдаемыми и теоретически ожидаемыми распределениями проводилась по критерию χ^2 [1].

Результаты исследований

Генетические формулы глиаина сортов Безостая 1 и Ackermanns saft записываются соответственно 4.1.1.1.1.1. и 2.5.1.1.1.1., т. е. различия в компонентном составе глиаина родительских сортов обусловлены аллелями локусов 1А и 1В хромосом (рис. 1).

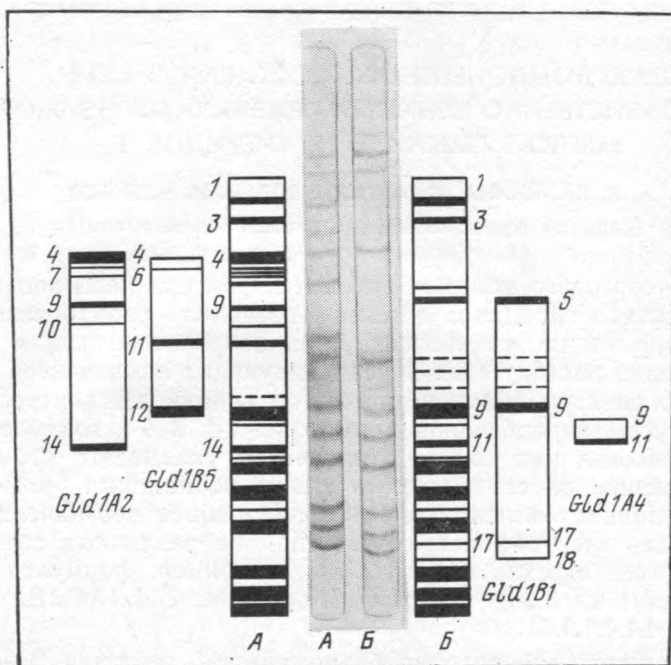


Рис. 1. Электрофореграммы глиаина сортов Ackermanns saft (А) и Безостая 1 (Б) и блоки компонентов, контролируемые хромосомами 1А и 1В.

В F_2 данной комбинации скрещивания гетерозиготы по локусу Gld 1А и гомозиготы по аллелю Gld 1А2, а также гетерозиготы по локусу Gld 1В и гомозиготы по аллелю Gld 1В5 мало различаются.

Таким образом, в гибридной популяции можно четко выделить лишь 4 фенотипических класса по глиадину: 1—4.1.1.1.1.1.; 2—

Таблица 1

Распределение растений F_2 по блокам компонентов глиаина, контролируемым хромосомами 1А и 1В

Место выращивания	Gld 1А				Gld 1В				Выборка п	χ^2	Р
	4.4		4.2+2.2		1.1		1.5+5.5				
	теоретически ожидаемое	фактическое	теоретически ожидаемое	фактическое	теоретически ожидаемое	фактическое	теоретически ожидаемое	фактическое			
Московская область	47,25	53	141,75	136	47,25	32	141,75	157	189	0,93	$>0,25$
Одесса	60,25	62	180,75	179	60,25	57	180,75	184	241	0,07	$>0,75$
									241	0,20	$>0,50$

Примечание. Значение χ^2 рассчитано для теоретически ожидаемого расщепления 1:3.

4.5.1.1.1.1. + 4.(1,5).1.1.1.1.; 3 — 2.1.1.1.1.1. + (4,2).1.1.1.1.1.; 4 — 2.5.1.1.1.1. + (4,2).5.1.1.1.1. + 2.(1,5).1.1.1.1. + (4,2).(1,5).1.1.1.1. (рис. 2). Теоретически ожидаемое соотношение между ними 9:3:3:1.

Как видно из табл. 1, в популяции, выращенной в Одессе, расщепление по блокам компонентов глиаина, контролируемым аллелями локусов Gld 1A и Gld 1B, совпадало с теоретически ожидаемым. В популяции, выращенной в Московской области, распределение по аллелям локуса Gld 1A существенно не отличалось от теоретически ожидаемого, тогда как соотношение классов по локусу Gld 1B не соответствовало ожидаемому.

Поскольку в Московской области и Одессе высевали равное количество зерен одних и тех же растений F₁, а число сохранившихся к уборке растений было неодинаковым (189 и 241), то можно заключить, что условия выращивания оказали заметное влияние на выживаемость гибридов F₂. Исходя из этого, наиболее вероятно, что несоответствие расщепления в F₂, выращенного в Московской области, по локусу Gld 1B теоретически ожидаемому 1:3 обусловлено повышенной элиминацией генотипов с аллелем Gld 1B1 в период переживков.

Таким образом, результаты наших исследований подтверждают высказанное ранее предположение о довольно тесном сцеплении аллелей глиаинкодирующего локуса 1B хромосомы с аллелями локуса, контролирующего выживаемость растений в зимний период [2, 4].

Так как родительские сорта различаются по окраске колоса, нами изучалось наследование этого признака в зависимости от компонентного состава глиаина.

Локус, контролирующий окраску колоса, наследовался независимо от глиаинкодирующего локуса 1A в популяции, которая была выращена в Московской области, где соотношение фенотипических классов соответствовало теоретически ожидаемому (табл. 2). Во всех остальных случаях фактическая численность классов существенно отличалась от теоретической.

Гены, контролирующие красную окраску колоса, и гены, ответственные за синтез соответствующих компонентов глиаина, локализова-

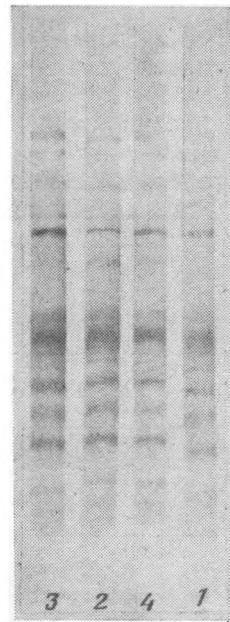


Рис. 2. Электрофореграммы глиаина растений F₂, полученных в результате скрещивания сортов Безостая 1 и Ackermanns sagu.

1 — 4.1.1.1.1.1.; 2 — 4.5.1.1.1.1. + 4.1+5.1.1.1.1.; 3 — 2.1.1.1.1.1. + 4 + + 2.1.1.1.1.1.; 4 — 2.5.1.1.1.1. + 4 + + + 2.5.1.1.1.1. + 2.1 + + 5.1.1.1.1. + 4 + 2.1 + + 5.1.1.1.1.

Таблица 2

Расщепление по аллелям локусов Gld 1A, Gld 1B и окраске колоса в F₂

Расщепление по аллелям локусов		Число растений в классах				Выборка n	χ ²	P
X	x	XRg1	Xrg1	xRg1	xrg1			
Московская область								
1A2+1A (4,2)	1A4	104	32	39	14	189	1,15	>0,75
1B5+1B (1,5)	1B1	133	24	10	22	189	37,44	<0,01
Одесса								
1A2+1A (4,2)	1A4	153	26	43	19	241	11,53	<0,01
1B5+1B (1,5)	1B1	179	5	17	40	241	108,53	<0,01

Примечание. Значение χ² рассчитано для теоретически ожидаемого расщепления 9:3:3:1.

ны в коротком плече 1В хромосомы [12]. Существует также сцепленное наследование Gld 1B8 и локуса, контролирующего красную окраску колоса [2, 4].

Наследование локусов Gld 1B и Rg 1 (локуса, контролирующего красную окраску колоса) сцепленное (табл. 3). Значения рекомбинации между изучаемыми локусами рассчитывали методом максимального правдоподобия [11]. Увеличение процента рекомбинации в популяции, выращенной в Московской области, обусловлено скорее всего элиминацией гомозигот по Gld 1B1.

Таблица 3
Оценка сцепления локусов Gld 1B и Rg1/rg1 у гибридов F₂

Место выращивания	Символ аллелей локусов	Выборка n	χ^2	Процент рекомбинации
Московская область	B1 B5×Rg1 rg1	189	30,84	22±3
Одесса	B1 B5×Rg1 rg1	241	103,15	11±2

Несоответствие фактического соотношения классов, различающихся по аллелям локуса Gld 1A и окраске колоса, теоретически ожидаемому объясняется, вероятно, гибелью растений класса X rg 1 (т. е. гетерозигот по локусу Gld 1A и гомозигот по Gld 1A2 с белым колосом).

Анализ элементов структуры урожая (табл. 4) показал, что ни число колосьев с растения, ни озерненность колоса, ни масса 1000 зерен не связаны с наличием в генотипе растений того или иного блока компонентов каждой изучаемой аллельной пары. Различия по этим показателям незначительны и статистически несущественны.

Таблица 4
Связь компонентного состава глиаина с элементами структуры урожая и числом седиментации у гибридов F₂

Блок компонентов глиаина	Продуктивность растения, г	Число колосьев на растении, шт.	Озерненность колоса, шт	Масса 1000 зерен, г	Число седиментации, мл
Московская область					
Gld 1B1	5,64	8,75	22,23	29,53	36,20
Gld 1B5+Gld 1B (1,5)	7,25	8,28	27,04	29,70	35,22
Gld 1A4	7,02	8,79	26,77	29,92	34,86
Gld 1A2+Gld 1A (4,2)	6,96	8,81	26,12	29,58	35,60
Одесса					
Gld 1B1	7,50	—	—	43,00	42,83
Gld 1B5+Gld 1B (1,5)	8,33	—	—	44,20	40,09
Gld 1A4	8,30	—	—	43,74	40,97
Gld 1A2+Gld 1A (4,2)	8,09	—	—	43,96	40,59

Вместе с тем у гомозиготных по Gld 1B1 растений число седиментации больше, чем у растений, гетерозиготных по локусу Gld 1B или гомозиготных по Gld 1B5. В одесской популяции различия по данному показателю статистически существенны ($d=2,74$ мл, НСР₀₅ 2,55 мл), а в московской — несущественны ($d=0,98$ мл, НСР₀₅ 2,53 мл).

Таким образом, преимущество блока компонентов Gld 1B1 перед Gld 1B5 по связи с улучшенным качеством муки, которое наблюдается в популяции, выращенной в Одессе, что согласуется с данными ВСГИ для условий юга Украины [2, 4, 5, 6, 8], нивелируется в условиях Московской области. Никаких значимых различий по числу седиментации, как и по продуктивности растений, при изменении аллельного состояния по локусу Gld 1A не обнаружено.

Из табл. 4 видно, что в популяции гибридов F_2 , выращенной в Одессе, значимые различия по продуктивности отсутствуют, хотя у растений с Gld 1B5 этот показатель несколько выше, чем у гомозиготных по Gld 1B1.

В популяции Московской области связь компонентного состава глиаина с продуктивностью статистически существенна при 1% уровне значимости. У растений с Gld 1B5 данный показатель в среднем на 1,61 г (НСР₀₁ 1,44 г) больше, чем у растений, гомозиготных по Gld 1B1. Это, вероятно, объясняется резким снижением продуктивности гомозиготных по Gld 1B1 гибридов F_2 при выращивании их в Московской области. Если в одесской популяции средняя продуктивность таких растений составляла 7,50 г, то в московской — лишь 5,64 г. Различия, обусловленные изменением зоны выращивания, составляют 1,86 г и существенные при 5% уровне значимости, НСР₀₅ 1,75 г.

Таким образом, для условий Московской области блок компонентов Gld 1B5 представляет собой более ценный аллель, чем Gld 1B1. Растения с этим блоком компонентов глиаина более продуктивны, они лучше выживают после зимовки, чем растения с Gld 1B1, что в конечном счете положительно сказывается на урожайности озимой пшеницы, причем качество муки существенно не снижается.

Изучение фенотипического класса гибридов F_2 , в состав которого входят гетерозиготы по локусу Gld 1B и гомозиготы по Gld 1B5, показало, что растения данного компонентного состава глиаина, имеющие красный колос, существенно превосходят по продуктивности растения с белым колосом. Продуктивность растений с красным колосом, выращенных в Московской области и Одессе, составила соответственно 7,55 и 8,44 г, а растений с белым колосом — 5,51 и 4,64 г. Исходя из различий по продуктивности, составляющих 2,04 г в московской популяции (НСР₀₅ 1,57) и 3,80 г в одесской (НСР₀₅ 2,95 г), можно предположить, что белоколосые сорта с блоком Gld 1B5 будут характеризоваться более низким уровнем продуктивности, чем красноколосые сорта того же компонентного состава глиаина. Однако эти данные требуют дальнейшей проверки.

Заключение

Условия выращивания оказывают влияние на характер связей между компонентным составом глиаина и хозяйственно ценными признаками озимой мягкой пшеницы у гибридов F_2 , полученных в результате скрещивания сортов Безостая 1 и Askertmanns saju.

Анализ гибридных популярий выращенных в Одессе и Московской области, показывает, что гибриды, в составе которых есть аллель Gld 1B5, в условиях Московской области заметно превосходят по продуктивности генотипы с аллелем Gld 1B1.

Отмечено сцепление локуса Gld 1B с локусом, контролирующим окраску колоса. Подтверждена связь этого глиаинкодирующего локуса с выживаемостью растений в зимний период, что может быть результатом довольно тесного сцепления локуса Gld 1B с аллелями локуса, контролирующего выживаемость.

Связь компонентного состава глиаина с озерненностью колоса, числом колосьев с растения и массой 1000 зерен не обнаружена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. — 2. Калинин А. К., Плешков Б. П., Попереля Ф. А. Влияние компонентного состава глиаинов пшеницы на хлебопекарные качества зерна, окраску колоса и выживаемость гибридных растений F_2 . — Изв. ТСХА, 1982, вып. 3, с. 73—78. — 3. Попереля Ф. А., Бабаянц П. Т. Блок компонентов глиаина

Gld 1B3 как маркер гена, обуславливающего устойчивость пшеницы к стеблевой ржавчине. — Докл. ВАСХНИЛ, 1978, № 6, с. 6—8. — 4. Попереля Ф. А., Бито М., Созинов А. А. Связь блоков компонентов глиаина с выживаемостью растений и их продуктивностью, окраской колоса и качеством муки у гибридов F_2 от скрещивания сортов Безостая 1 и Цвена Звезда. —

Докл. ВАСХНИЛ, 1980, № 4, с. 4—7. — 5. Попереля Ф. А., Созинов А. А. Биохимическая генетика глиадина и селекция пшеницы. — В кн.: Проблема повышения качества зерна. М.: Колос, 1977, с. 65—79. — 6. Принципы биохимической генетики как теоретическая основа решения практических задач селекции. — Матер. ВСГИ к заседанию Президиума ВАСХНИЛ, Одесса: ВСГИ, 1976. — 7. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Биохимическая генетика полигенных признаков на примере глиадина пшеницы. — В кн.: Матер. Второго Сов. инд. симпозиума по проблемам генетики и селекции культурных растений. Баку, 1976, с. 23—24. — 8. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Вертикальный электрофорез спирторастворимого белка эндосперма в крахмальном геле как метод улучшения генетических особенностей пшеницы. — Докл. ВАСХНИЛ, 1971, № 2, с. 9—11. — 9. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Методика вертикального дискового электрофореза в крахмальном геле и генетический принцип классификации глиадинов. Одесса: ВСГИ, 1978. — 10. Созинов А. А., Попереля Ф. А. Генетически детерминированный полиморфизм белков растений и селекция. — В кн.: Генетика и благосостояние человечества. М.: Колос, 1981, с. 412—425. — 11. Allard R. W. — *Hilgardia*, 1956, vol. 24, N 10, p. 235—278. — 12. McIntosh R. A. — *Proceedings of the fourth international wheat genetics symposium*, Columbia, Missouri, USA, 1973, p. 895—920.

Статья поступила 8 января 1985 г.

SUMMARY

The component structure of F_2 hybrids resulted from crossing soft wheat Bezostaya 1 and Ackermanus caru has been studied through electrophoresis in starch gel.

Growing conditions have been found to influence the character of the links between the component structure of gliadin and productive characteristics of wheat.

Advantage of Gld 1B5 components block over Gld 1B1 under conditions of the Moscow region and its connection with higher yielding capacity of wheat have been shown.

Cohesion of the locus in Gld 1B with loci controlling the head colour has been marked. This gliadin-coding locus has been proved to be connected with plants survival rate during winter period, which may be due to rather close cohesion of Gld 1B locus with alleles of one of the loci controlling survival rate.

There has been found no connection of gliadin component structure with number of kernels per head, number of heads per plant and the mass of 1000 kernels.