

Л.В.Новикова, научный сотрудник

С.И.Гриб, академик ААНРБ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Белорусский НИИ земледелия и кормов

УДК 631.524:633.112.9

## Характер наследования полиморфизма запасных белков глиадинов у гибридов секалотритикум

*Изложены результаты изучения наследования компонентного состава глиадина F1-F2 ржано-тритикальных гибридов (секалотритикум).*

*The article provides the results of the studies on the inheritance of the composition of the gliadin F-1 and F-2 rye-triticale hybrids (sekalotriticum).*

Создание ржано-пшеничных амфидиплоидов на цитоплазме ржи — секалотритикум имеет особое значение для селекции тритикале на экологическую адаптивность. Генетическая система тритикале включает шесть геномов (АВД, митохондрий и хлоропластов), причём пять из них принадлежит пшенице.

В связи с этим наблюдается ингибирование ряда генетических систем и признаков ржи у тритикале. У секалотритикум возникает паритет по геномам пшеницы и ржи (геном R, геном митохондрий и хлоропластов принадлежит ржи). Такой геномный состав секалотритикум способствует более полной экспрессии геномов ржи и проявлению её ряда признаков и физиологических свойств: зимостойкость, экологическая адаптивность, устойчивость к болезням.

Разработанный нами метод создания секалотритикум основан на скрещивании озимой тетраплоидной ржи (RRRR,  $2n=42$ ) и гексаплоидных тритикале (AABBRR,  $2n=42$ ) и идентификации форм секалотритикум методом электрофореза по наличию компонентов глиадина в  $\alpha$ -зоне маркирующих геном секалотритикум (2).

Сложная структура полигенома секалотритикум требует адекватных методов генетического анализа. Одним из эффективных является метод белковых маркеров, основанный на изучении компонентного состава запасных белков глиадинов. Генетический анализ с использованием белковых маркеров способствует точному и достаточно быстрому определению видовой принадлежности, образца, оценке геномного и хромосомного состава гибридов, анализу морфологически однородных популяций. Электрофоретический анализ возможно проводить на одной зерновке или половинке эндосперма. Это позволяет сохранить жизнеспособность семенного материала, осуществлять контроль за включением геномов и отдельных хромосом родительских форм у гибридов, проводить отбор ценных генотипов в ранних поколениях секалотритикум (2,4,6).

### Материал и методика исследований

Материалом исследований служили ржано-тритикальные гибриды F1-F2 секалотритикум и их исход-

ные родительские формы: сорта озимой тетраплоидной ржи Сябровка, Верасень, Новосибирская; сорта и образцы озимого гексаплоидного тритикале: Уго, Л246, АД206, АД269.

Для электрофоретического (ЭФ) анализа использовали половинки зерновок (40-50 шт.) гибридных растений.

Электрофорез проводили в полиакриламидном геле по методике ВИРА, применительно к белкам пшеницы (1,5). Компоненты глиадина, исследуемых зерен, сравнивали по спектрам белка с исходными родительскими формами. В ЭФ спектрах учитывали различия по наличию или отсутствию соответствующих компонентов степени интенсивности их выраженности.

### Результаты исследования

Исходные родительские формы озимой тетраплоидной ржи и гексаплоидных тритикале имеют свои специфические электрофоретические спектры глиадинов. Глиадины тритикале сохраняют общую структуру пшеничного спектра, однако в пределах отдельных зон имеются некоторые отличия. Глиадины тритикале представлены компонентами четырёх зон:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\omega$ . В пределах каждой зоны количество, подвижность и интенсивность компонентов варьируют в зависимости от генотипа, что позволяет определить видо- и сортоспецифичность (6). Тритикале в  $\alpha$ -зоне наследуют компоненты, гомологичные  $\alpha$ -глиадинам пшеницы. В  $\beta$ - и  $\gamma$ -зонах существенных различий не наблюдается. Наиболее гетерогенна и специфична структура  $\omega$ -зоны. Здесь выявляется наибольшее количество компонентов. Для тритикале характерно наличие в  $\omega$ -зоне компонентов  $\omega$ -234 маркирующих геном R (1R) ржи и  $\omega$ -89 геном Д (1D) пшеницы. Практическая значимость белковых маркеров  $\omega$ -89 и  $\omega$ -234 состоит в том, что с хромосомой 1D обусловлено качество клейковины и хлебопекарные свойства, хромосомой 1R-устойчивость к ряду грибных заболеваний (4).

В целом спектр глиадина тритикале состоит из 10-12 компонентов.

ЭФ спектры ржи в значительной степени отличаются от ЭФ спектров пшеницы и тритикале. В глия-

Таблица 1. Электрофоретические компоненты глинадинов гибридов F1 секалотритикум и их родительских форм

Гибриды и их исходные формы	Компоненты глинадина				Число компонентов
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\omega$	
Сябровка (рожь)	-	2345	45	234578	12
F1 (Сябровка $\times$ Уго)	56	12345	12 4	234 5 7	15
Уго (тритикале)	56	2345	3	234 8	11
F1 (Сябровка $\times$ Л-269)	5	2345	23	1234	11
F1 (Сябровка $\times$ Л-206)	567	2345	23	234 78	14
Л-269 (тритикале)	56	2345	34	1234 6 8	14
Ал-206 (тритикале)	567	12345	2 45	2345678	18
Верасень (рожь)	-	2345	5	2345 78	11
F1 (Верасень $\times$ Л-221)	567	12345	2 45	23456 89	18
Л-221(тритикале)	56	2345	34	1234 6 8	14
Новосибирская (рожь)	-	2345	34	2345 78	12
F1(Новосибирская $\times$ Л-246)	56	2345	123	234 6 8	14
Л-246 (тритикале)	567	2345	12 4	1234 678	17

дине ржи отсутствуют компоненты самой подвижной  $\alpha$ -зоны. При этом наиболее подвижные глинадины в  $\beta$ -зоне. У ржи полиморфизм проявляется по компонентам  $\beta, \gamma, \omega$ -зон. Для всех сортов ржи характерно присутствие компонентов  $\omega$ -234. Сорта ржи отличаются друг от друга соотношением спектров. Электрофоретический анализ полиморфизма глинадинов у секалотритикум F1 показал, что гибриды наследуют компонентный состав глинадина ржи и тритикале по кодоминантному типу. В отдельных случаях наблюдаются элиминации компонентов в  $\alpha, \beta, \gamma, \omega$ -зонах. В  $\alpha$ -зоне гибриды секалотритикум наследуют компоненты, гомологичные  $\alpha$ -глиадином тритикале, так как у ржи эта зона отсутствует. Наименьшей изменчивости у секалотритикум F1 подвержена  $\beta$ -зона. Все компоненты этой зоны соответствуют компонентам  $\beta$ -зоны тритикале и ржи.

Наиболее гетерогенными являются  $\gamma$ - и  $\omega$ -зоны. Внутрипопуляционная изменчивость по  $\gamma$ -зоне проявляется главным образом в элиминации отдельных компонентов, родительским сортам. Для секалотритикум F1 характерно наличие в  $\omega$ -зоне компонентов  $\omega$ -234, маркирующих геном R ржи и  $\omega$ -89, маркирующих геном D пшеницы.

Изучение компонентного состава глинадинов секалотритикум в F2 показало более широкий формообразовательный процесс по ЭФ спектру. В исследованных комбинациях количество электрофоретических спектров варьирует от 11 до 18. Наименьшим разнообразием характеризуются компоненты быстро и средне подвижных фракций. У отдельных генотипов в  $\alpha$ -зоне отмечена элиминация компонента,  $\alpha$  7. Структура  $\beta$ -зоны представлена глинадинами ржи и тритикале. Компоненты наследуются сцепленно группами или блоками  $\beta$ -2345. В комбинации Верасень Л-229 обнаружен новый компонент  $\beta$ -1, которого нет у ро-

дительских сортов (табл.1). Следует отметить, что у секалотритикум F2, как и у F1, наиболее изменчивы  $\gamma$ - и  $\omega$ -глиадины (табл. 2). У отдельных генотипов в  $\gamma$ -зоне наблюдается элиминация компонентов  $\gamma$ 3,  $\gamma$ 4,  $\gamma$ 5 и присутствует компонент  $\gamma$ 1. В зоне слабоподвижных компонентов,  $\omega$ -глиадинов выделено несколько видов спектров. Все анализируемые генотипы F2 наследуют ржаной триплет  $\omega$ -234, маркирующий 1R хромосому и компонент  $\omega$ -5, присущий многим сортам ржи. Большинство ЭФ спектров секалотритикум F2 включают компоненты  $\omega$ -89, маркирующий 1D хромосому, в отдельных генотипах он наследует не полностью, а только  $\omega$ -8. Иногда  $\omega$ -зона заканчивается компонентом  $\omega$ -6 или даже  $\omega$ -234, вероятно это связано с частичной или полной элиминацией генома пшеницы.

Таким образом, у секалотритикум F2 выявлен широкий полиморфизм запасного белка по типам ЭФ спектров глинадина. Все они объединяют в своей структуре компоненты родительских форм. Однако имеют свои специфические способности и не повторяют спектры родителей. Широкий полиморфизм по числу компонентов обусловлен полиморфизмом по генетическому составу исследуемых популяций секалотритикум, а также проявлением взаимодействия генетических систем пшеницы и ржи, контролирующих биосинтез исследуемых белков.

## Выводы

1. Компонентный состав секалотритикум F1 представляет кодоминантный тип наследования глинадинов ржи и тритикале. В  $\alpha$ -зоне секалотритикум наследуют пшеничные компоненты, гомологичные  $\alpha$ -глиадином тритикале, у ржи эта зона отсутствует. У всех анализируемых генотипов выявлен триплет  $\omega$ -234, маркирующий геном R ржи, у отдельных генотипов компонентов  $\omega$ -89, маркирующие геном D пшеницы.

Таблица 2. Полиморфизм глиадинов секалотритикум F2

Гибридная комбинация	Типы спектров и формулы глиадина				Количество компонентов
	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\omega$	
СябровкаxУго	67	2345	234	234 67	14
	6	2345	23 5	1234 8	13
	57	2345	2 4	234 6 8(9)	14
	56	12345	12 4	2345 7	15
	6	2345	34	234	14
	7	2345	2 5	2345 7	12
СябровкаxАд 206	56	2345	34	1234 6 8	14
	7	2345	2 (5)	2345 7	12
	56	2345	23	234 78	13
	567	2345	2 4	234	12
СябровкаxЛ-269	7	2345	34	2345 89	14
	5	2345	23	1234	11
	7	2345	12 45	234 6 8	14
	56	2345	3 5	234 6 8	13
ВерасеньxЛ-269	567	12345	2 4	234 678	16
	7	12345	2 4	234 89	13
	567	12345	123 5	12345 89	19
ВерасеньxЛ-221	67	12345	23 5	234 89	15
	567	12345	2 45	2345 789	18
	7	2345	2 45	2345 78	14
	56	2345	1 3 5	234 6 8	14
	7	2345	5	23456 8	12
НовосибирскаяxЛ-246	567	2345	2 45	234 6 89	16
	6	12345	345	1234 6 89	16
	6	12345	12345	234 789	17
	5	2345	2	234 6	10
	7	2345	2 45	2345 89	13
	567	12345	2 4	234 678	16

2. У секалотритикум F2 выявлен значительный полиморфизм ЭФ спектров глиадинов, что свидетельствует о широком формообразовательном процессе в гибридной популяции и целесообразности проведения отбора в более поздних поколениях.

### Литература

1. Гавришук И.П., Губарева Н.К., Конарев В.Г. Выделение, фракционирование и идентификация белков, используемых в геномном анализе культурных растений: Тр. по прикл. бот., ген., сел. – Москва, 1973. – Т. 52. – Вып.1. – С. 249-281.
2. Гордей И.А., Гордей Г.М., Новикова Л.В., Клименко Е.П. Способ получения секалотритикум: А.с. 1734602.
3. Гордей И.А., Гордей Г.М., Новикова Л.В. Генетические основы создания тритикале (triticale). Создание ржано-пшеничных амфидиплоидов секалотритикум. // Генетика, 1996. – Т. 32. – С. 783-787.
4. Гордей И.А. Тритикале. Генетические основы. – Минск, 1992.
5. Конарев В.Г. Белки растений как генетические маркеры. – Москва: Колос, 1983.
6. Новикова Л.В. Секалотритикум // Создание и селекционно-генетическое изучение: Сб. научн. тр. – Жодино, 1998. – С. 196-200.