

**Растениеводство, защита и биотехнология растений**

УДК 633.19:631.527

DOI: 10.31857/S2500262721040049

**ОСОБЕННОСТИ ТРАНСГРЕССИВНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ**

**А.В. Крохмаль**, кандидат сельскохозяйственных наук,  
**А.И. Грабовец**, член-корреспондент РАН,  
**Е.А. Гординская**, научный сотрудник

Федеральный Ростовский аграрный научный центр,  
 346735, Ростовская обл., Аксайский р-н, пос. Рассвет, ул. Институтская, 1  
 E-mail: grabovets\_ai@mail.ru

*Исследования проводили с целью выявления особенностей формообразования в популяциях тритикале в условиях нарастания аридности климата. Работу выполняли в 2010–2020 гг., в северо-западной зоне Ростовской области на чернозёмах по черному пару. Изучали гибриды, популяции и линии озимых тритикале зернового направления, всего 3001 комбинация внутривидовых и 57 – отдаленных скрещиваний. Методы селекции общепринятые – педигри и балк-метод. Селекционный питомник закладывали необмолоченными колосьями. Частота трансгрессий в гибридных потомствах внутривидовых комбинаций возрастала от  $F_3$  к  $F_{6-9}$ , у отдельных комбинаций она оставалась высокой до  $F_{10-12}$ . У отдаленных гибридов пик частоты трансгрессий приходился на  $F_7$  и  $F_{12-14}$ . В селекционном питомнике (СП) изучено 299 тыс. семей внутривидового происхождения, в контрольном питомнике (КП) – 4278 линий. Результативность отбора перспективных кроссов в СП составила 1,4 %, в КП – 15,2 %. У отдаленных потомств эффективность отбора была равна 1,8 и 18,0 %. Процесс рекомбинации у тритикале может длиться до 18 поколения, особенно при отдаленной гибридизации. Его продолжительность зависит от исходных компонентов скрещивания. Комбинации с гетерозисом по продуктивности в первом поколении перспективны и в дальнейшем. Степень доминирования массы зерна с растения может служить показателем селекционной ценности комбинации. В результате проведенных исследований за изучаемый период выведено 10 сортов тритикале (Гектор, Алмаз, Ацтек, Донслав, Капрал, Пилигрим, Азнавур, Арзус, Арюн и др). Высококароотиноидный сорт Рамзес создан с использованием в качестве одного из родителей озимой мягкой пшеницы. Все сорта, за исключением сорта Рамзай, выведены при двух-трехкратных отборах, что ещё раз подтверждает высокую эффективность повторных отборов при селекции тритикале.*

**FEATURES OF TRANSGRESSIVE VARIABILITY AND MORPHOGENESIS IN THE BREEDING OF TRITICALE FOR PRODUCTIVITY**

**Krokhmal A.V., Grabovets A.I., Gordinskaya E.A.**

Federal Rostov Agricultural Research Center,  
 346735, Rostovskaya obl., Aksaiskii r-n, pos. Rassvet, ul. Institutskaya, 1  
 E-mail: grabovets\_ai@mail.ru

*The data of studies carried out in 2010-2020 in the north-western zone of the Rostov region on chernozems on black steam are presented. Hybrids, populations and lines of winter triticale grain crops were studied. A combination of intraspecific and 57 – distant crosses was performed in 3001. The breeding methods are generally accepted-pedigree and balk-method. The breeding nursery is laid with un-threshed ears. The article presents the results of the breeding program carried out on the Don during triticale breeding, the role of determining the degree of productivity dominance in first-generation hybrids, and the assessment of the frequency and degree of transgression in hybrid generations. An increase in the frequency of transgressions in hybrid offspring of intraspecific combinations from  $F_3$  to  $F_6-9$  was found, in some combinations it remains high up to  $F_{10-12}$ . In distant hybrids, the peak frequency of transgressions falls on  $F_7$  and  $F_{12-14}$ . In the breeding nursery (SP), 299 thousand families of intraspecific origin were studied, in the control nursery (CP) – 4278 lines. The effectiveness of the selection of promising crossovers in the joint venture is 1.4 %, in the KP-15.2 %. In remote off spring, the selection efficiency was 1.8 and 18.0 %. Process degree of dominance of the grain mass from the plant can serve as an indicator of the selection value of the combination. Based on these studies, 10 varieties of triticale (Hector, Diamond, Aztec, Donslave, Capral, Pilgrim, Aznavour, Argus, Arion, etc.) were bred during the study period. The high-carotenoid variety Ramses was obtained using winter soft wheat as one of the parents. All varieties, with the exception of the Ramzai variety, were created using two-three-time selections, which once again confirms the high efficiency of repeated selections in the breeding of triticale.*

**Ключевые слова:** тритикале, селекция, гибрид, отбор, продуктивность, трансгрессивная изменчивость, формообразование

**Key words:** triticale, hybrid, breeding, productivity, transgressive variability

К сожалению, посевные площади тритикале в Российской Федерации из-за слабо развитого животноводства, отсутствия рекламы и должной цены на мировом рынке за последние 10 лет сократились почти вдвое. Одновременно в связи с глобальным изменением климата селекция этой культуры успешно развивается [1, 2]. Ожидается, что тритикале в будущем займет свое место в посевах. Поэтому селекцио-

неры работают на перспективу. Сортимент тритикале постоянно расширяется. Так, в Госреестре сортов, допущенных к использованию в производстве в 1993 г., было всего 29 сортов, из которых 72 % имели допуск в одном регионе, в 2020 г. число озимых сортов достигло 92 ед., из которых 32 % допущены к использованию в 3...6 регионах РФ. Расширение ареала возделывания сортов тритикале – несомненный

успех селекции на продуктивность и экологическую пластичность.

Немаловажную роль в успешном ведении селекции играет разработка научно обоснованной модели сорта [3, 4]. Новые сорта этой культуры сегодня создают во многих научных учреждениях, в различных почвенно-климатических зонах. Причем в каждом учреждении оптимизируют ведение селекционного процесса с учетом зональных особенностей [4, 5, 6].

Эффективность селекционных программ обеспечивает грамотное использование особенностей трансгрессивной изменчивости, формообразования и стабилизации биотипов тритикале [7, 8].

Цель исследований – выявление особенностей формообразования в популяциях в условиях нарастания аридности климата.

Для ее достижения решали следующие задачи:

установить особенности создания генетической изменчивости, доступной отбору, гарантирующей отбор генотипов нового поколения, адаптированных к широкому диапазону сред;

определить принципы подбора родителей и методологию работы с гибридами и популяциями во всех питомниках.

**Методика.** Работу выполняли в 2010–2020 гг. в Федеральном Ростовском аграрном научном центре (ФРАНЦ), в северо-западной зоне Ростовской области. Почва опытного участка – среднemosный южный карбонатный чернозем. Мощность гумусового горизонта – 60...70 см. Содержание гумуса в пахотном слое находилось в пределах 3,6 % (ГОСТ 2613-91), гидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 67 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по ГОСТ 26204-91) – 25 и 320 мг/кг соответственно. Сумма поглощенных оснований (по ГОСТ 27281-88) – 68 мг-экв./100 г, pH – 7,4 ед. [9].

Полевые питомники сортов и линий озимого тритикале размещали по черному пару. Гибриды F<sub>1</sub> высевали и убирали вручную, обмолачивали на сноповой молотилке. Гибридные популяции F<sub>2</sub> высевали рядовым способом с нормой высева 2,5 млн/га в количестве 150...250 комбинаций по 1000 растений в каждой. После браковки на корню проводили индивидуальную отбор элитных колосьев согласно модели сорта. Селекционный питомник (СП) закладывали необмолоченными колосьями. Константные семьи убирали и обмолачивали на сноповой молотилке.

Контрольный питомник (КП), конкурсные сортоиспытания (КСИ) высевали с нормой 4 млн/га, повторность трехкратная, стандартный сорт во всех питомниках на протяжении всех лет исследований – Каприз. Размещение делянок рендомизированное. Уборку проводили комбайном Сампо 130. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием программы Excel. Частоту и степень трансгрессий определяли по Воскресенской Г.С. и Шпота В.И. [10]. Критерием при отборе трансгрессивных линий был средний урожай в питомнике + НСР + 13 %. Степень доминирования рассчитывали по Гриффину В. А. [11]:

$$h_p = (F_1 - x_p) / (H_p - x_p),$$

где F<sub>1</sub> – показатель гибрида; x<sub>p</sub> – среднее значение родителей, H<sub>p</sub> – показатель лучшего родителя.

Климат зоны проведения исследований характеризуется недостаточным и неустойчивым увлажнением с

неравномерным выпадением осадков по сезонам. Сумма осадков в среднем составляет 451 мм в год. Осень обычно теплая, продолжительная, зима короткая, мягкая, с периодами возобновления вегетации. Лето сухое и жаркое.

Из 11 лет проведения исследований (2010–2020 гг.) 4 года были острозасушливыми (316...392 мм), 4 – влажными (530...688 мм), 3 – на уровне среднегодовой нормы (435...496 мм). Период налива зерна (июнь) в 7 случаях из 11 протекал в условиях острой засухи, 2 года – при достаточном увлажнении, 2 года при удовлетворительной влагообеспеченности.

Процесс трансгрессивной изменчивости и длительность формообразования у разных комбинаций в зависимости от исходных компонентов сильно различаются. Для определения особенностей формообразования, а также связи его с характером наследования продуктивности в первом поколении и степенью трансгрессии были выбраны типичные гибридные комбинации (11 внутривидовых и 3 отдаленных). Исследуемые комбинации были получены путем гибридизации местных сортов и линий тритикале (2811/04, 2922/09, 2990/03Б, 3557/66, Кентавр, Бард, Водолей, 2669/15, 3792/10 и др.) с сортами краснодарской (Валентин, Лидер, Сотник) и зарубежной (Magnat, Bogo) селекции. Отдаленные гибридные комбинации получены с использованием озимой мягкой пшеницы 743/00, Танаис и Губернатор Дона.

**Результаты и обсуждение.** Внутривидовая гибридизация – наиболее простой и распространенный метод получения генетической изменчивости признаков, поддающейся отбору. Отдаленная гибридизация дает возможность обогащать геном тритикале геной плазмой современных сортов пшеницы, не прибегая к трудоемкому синтезу первичных тритикале [8, 11, 12].

За годы исследований была выполнена 3001 внутривидовая (AABBRR × AABBRR) и 57 отдаленных (AABBRR × AABBDD) комбинаций скрещивания, опылено 604992 цветка и получено 259200 семян внутривидовых гибридов, 319859 цветка и 28422 семян отдаленных комбинаций. Завязываемость гибридных семян составила 42,8 и 8,9 % соответственно. Результаты изучения характера наследования гибридами F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub> массы зерна с растения, содержания в зерне белка, клейковины и крахмала, массы 1000 зерен, длины колоса и др., в сравнении с родительскими формами, были опубликованы ранее [7, 11, 12].

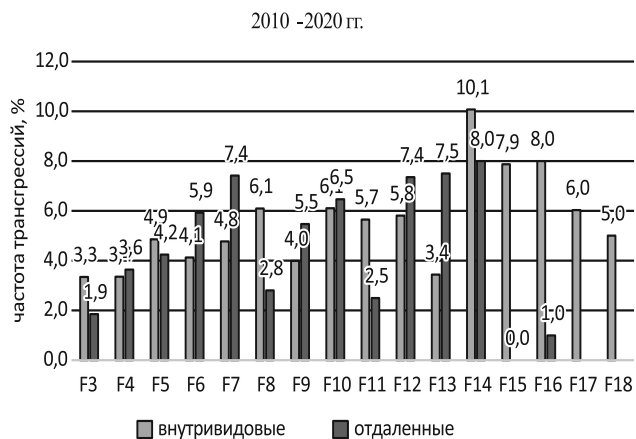


Рис. 1. Частота трансгрессий у внутривидовых и отдаленных гибридов.

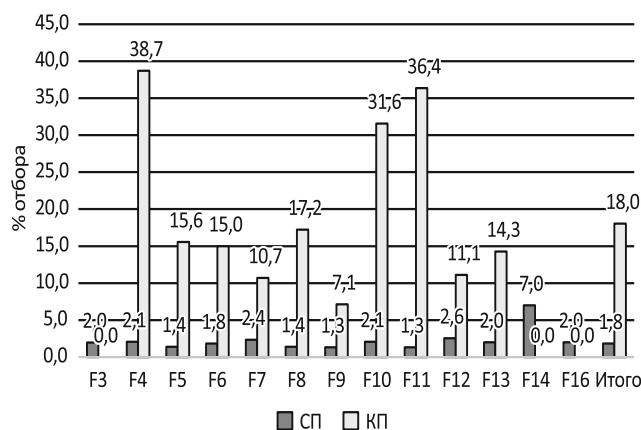
**Табл. 1. Эффективность отборов в питомниках в зависимости от гибридного поколения внутривидовых гибридов (2010–2020 гг.)**

Поколение	СП, число семей			Доля перспективных генотипов, %*	КП, число линий			Доля перспективных генотипов, %*
	изучено	убрано	отобрано		изучено	убрано	отобрано	
F <sub>3</sub>	171081	10265	2070	1,2				
F <sub>4</sub>	14598	847	178	1,2	2050	638	241	11,8
F <sub>5</sub>	48764	4138	787	1,6	156	67	26	16,7
F <sub>6</sub>	17890	1333	296	1,7	773	304	127	16,4
F <sub>7</sub>	13276	1131	262	2,0	306	148	77	25,2
F <sub>8</sub>	10166	1016	218	2,1	314	135	46	14,6
F <sub>9</sub>	8770	632	130	1,5	240	139	62	25,8
F <sub>10</sub>	5628	545	126	2,2	148	67	24	16,2
F <sub>11</sub>	3260	270	61	1,9	105	46	15	14,3
F <sub>12</sub>	2250	243	54	2,4	66	22	7	10,6
F <sub>13</sub>	1810	161	30	1,7	61	29	15	24,6
F <sub>14</sub>	820	96	19	2,3	36	9	6	16,7
F <sub>15</sub>	710	63	16	2,3	23	8	4	17,4
Итого	299023	20740	4247	1,4	4278	1612	650	15,2

\*критерий отбора – средний урожай в питомнике + НСР + 13 %.

Объем исследуемого материала в селекционном питомнике (СП) составлял 30...40 тыс. в год. Начиная с третьего поколения изучали трансгрессивную изменчивость в потомствах. Частота выщепления трансгрессивных по продуктивности рекомбинантов у гибридов увеличивалась от F<sub>3</sub> к F<sub>5</sub>, оставалась высокой в F<sub>8...10</sub>, резко возрастала в F<sub>14</sub>, затем снижалась (рис. 1).

В целом, процесс формообразования у тритикале, как при внутривидовой, так и при отдаленной гибридизации у отдельных популяций может длиться до 16...18 поколения. Процесс стабилизации биотипов и возможность выделения высокопродуктивных константных форм повышается в поздних поколениях.



**Рис. 2. Эффективность отборов в питомниках в зависимости от гибридного поколения отдаленных гибридов (2010–2020 гг.).**

Частота трансгрессий у отдаленных гибридов имела два пика выщепления: F<sub>7</sub> и F<sub>12...14</sub>. Это объясняется особенностями коадаптации – приспособления взаимодействующих аллелей в генофонде популяции, обусловленного рекомбинацией генов, давлением селекции и среды (разной в конкретные годы).

За годы исследований было изучено 299 тыс. семей в селекционном и 4278 линий в контрольном питомниках потомств внутривидового происхождения (табл. 1). Результативность при отборах перспективных генотипов в СП составила 1,4 %, в КП – 15,2 %. В зависимости от гибридных поколений самую низкую эффективность отбора в СП отмечали в F<sub>3...4</sub>, более высокую – в F<sub>7...12</sub>. В контрольном питомнике наибольшую долю отобранных ценных форм отмечали в F<sub>7</sub>, F<sub>9</sub> и F<sub>13</sub>.

На этапе СП изучено 16096 семей отдаленного происхождения, в КП – 338 семей. Доля отбора перспективных форм составила 1,8 % и 18,0 % соответственно. Среди потомств отдаленных скрещиваний в селекционном питомнике максимальная в рамках исследований эффективность отбора трансгрессивных кроссверов отмечена в F<sub>14</sub> (рис. 2). Результативность отбора у отдаленных популяций в контрольном питомнике в среднем была выше, чем у внутривидовых. Абсолютные результаты выхода ценных форм у отдаленных потомств также были больше, чем у внутривидовых, превышая 30 % в четвертом, десятом и одиннадцатом поколениях.

В целом, выход перспективных трансгрессивных рекомбинантов в ранних гибридных поколениях (F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub>) невысок как при внутривидовой, так и при отдаленной гибридизации. Поэтому необходимо увеличивать долю более поздних потомств в селекционном питомнике,

Табл. 2. Частота и степень трансгрессий по продуктивности у ряда комбинаций (2010–2020 гг.), %

Комбинация		F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>	F <sub>8</sub>	F <sub>9</sub>	F <sub>10</sub>	F <sub>11</sub>	F <sub>12</sub>	F <sub>15</sub>	F <sub>16</sub>
2811/04 × Корнет	частота	9,0*		0									
	степень	28,6		-39,0									
2922/04 × Трибун	частота	7,0		1,0*									
	степень	26,9		-15,0									
2990/03 × 2735/04	частота	4,0		0,5	5,5*		3,3	11,7		8,7	4,0		
	степень	51,7		-31,0	-19,0		-26,0	72,5		14,0	13,1		
2811/04 × 2812/04	частота	4,5		2,1*			1,0*						
	степень	17,6		-18,0			-19,0						
3557/06 × Magnat	частота	4,6		3,1*									
	степень	16,1		-10,0									
3096/06 × Bogo	частота	2,8		2,5	8,0*								
	степень	-1,5		-16,0	19,0								
Кентавр × Валентин	частота	3,3		5,6		28,0*		6,0		2,0			
	степень	12,8		-0,6		61,1		14,2		2,7			
2669/15 × Бард	частота	2,7			5,5			8,0*		7,0			
	степень	17,0			23,4			23,0		34,1			
3792/10 × Magnat	частота	4,0			5,0*								
	степень	5,0			39,8								
Лидер × Водолей	частота	2,0		4,5	6,3		4,2		5,0	16,2		8,3	4,7
	степень	117,0		-3,0	-14,0		7,1		21,4	58,4		34,3	21,3
Сотник × Водолей	частота	4,5		5,0			17,0		10,5	12,7	19,0		
	степень	10,0		26,7			139,0		22,6	57,0	65,0		
Дон × озимая пшеница 743/00	частота		1,0		8,0*				2,1		1,0		
	степень		56,2		21,9				-5,5		-25,0		
Гармония × озимая пшеница Танаис	частота			1,3	14,0	5,0	11,0	6,0	11,0	0			
	степень			-1,7	50,3	46,4	15,1	39,1	46,2	-9,6			

\*выделен сорт

проводя повторные отборы в неконстантных формах из КП и КСИ.

При определении особенностей формообразования, а также его связи с характером наследования продуктивности в первом поколении и степенью трансгрессии, длительный период рекомбинации (до 12...16 поколения) наблюдали у комбинаций Лидер × Водолей, Сотник × Водолей и др. (табл. 2).

У комбинации 2811/04 × Корнет плюстрасгрессии выделены только в третьем поколении, а степень трансгрессии в среднем составила 28,6 % (варьирование от -28 до 79 %). В комбинациях 2922/04 × Трибун, 3557/06 × Magnat формообразование длилось до F<sub>5</sub>. Средняя степень трансгрессий в F<sub>3</sub> составила соответственно 26,9 и 16,1 %, в F<sub>5</sub> – 15,2 и 10,3 %

Интерес представляет комбинация Лидер × Водолей. Процесс формообразования у нее прослежен до 16 поколения. Самая высокая частота трансгрессий отмечена в 11 поколении – 16,2 %, наибольшая степень – в третьем (17 %).

У комбинации 2990/03 × 2735/04 пик частоты трансгрессий по продуктивности выявлен в F<sub>9</sub>. В этом же поколении была самая высокая степень трансгрессии – 72,5 %.

У комбинации Сотник × Водолей частота оставалась

высокой с 8 по 12 генерацию, с максимумом в F<sub>12</sub>. Степень трансгрессий во всех поколениях была положительной, наиболее высокая также отмечена в F<sub>12</sub> – 139 %.

В гибридных потомствах отдаленных скрещиваний пик частоты трансгрессий приходился на F<sub>6...7</sub>. Наибольшую их степень у комбинации Дон × пшеница 743/00 наблюдали в F<sub>4</sub>, Гармония × пшеница Танаис – в F<sub>6</sub>, 2977/05 × пшеница Губернатор Дона – в F<sub>9</sub>.

Большинство изученных комбинаций наследовали продуктивность по типу сверхдоминирования (hp>1,0). Однако были и исключения. Так, в F<sub>1</sub> у комбинации 2992/03 × 2735/05 выявлена депрессия (hp = -20,0). В первом поколении популяции 3557/06 × Magnat продуктивность наследовалась промежуточно и обуславливалась доминантным действием генов (табл. 3).

В целом, продолжительность процесса формообразования зависела от характера наследования продуктивности гибридами в первом поколении. Однако у одних комбинаций со сверхдоминированием (гетерозисом) формообразование затухало в F<sub>5</sub> (2811/04 × Корнет; 2922/04 × Трибун), у других продолжалось до F<sub>12</sub> (Сотник × Водолей) и F<sub>16</sub> (Лидер × Водолей).

В десяти изученных комбинациях были выделены сорта (табл. 3). Их родоначальные семьи отобраны в разных поколениях, большинство из которых имели

Табл. 3. Результативность селекции озимых тритикале в зависимости от поколения отбора

Комбинация	Степень домини-рования в $F_1$ , hp	Изучено семей	Поколение отбора		Степень трансгрессии, %	Сорт	Внесен в Госреестр
			элитных колосьев	родоначальной семьи			
2811/04 × Корнет	16,0	380	2	$F_3$	113,5	Рамзай	2017
2922/04 × Трибун	14,7	300	2, 4	$F_5$	3,7	Атаман Платов	2018
2990/03 × 2735/04	-20,0	1340	2, 4, 5,	$F_6$	48,4	Гектор	2019
2811/04 × 2812/04	3,1	440	2, 4, 7	$F_8$	33,0	Приам	2020
3557/06 × Magnat	0,8	460	2, 4	$F_5$	8,6	Блюз	2021
3096/06 × Vogo	1,6	980	2,4, 5	$F_6$	50,3	Форте	2021
Кентавр × Валентин	1,7	610	2, 4, 6	$F_7$	106,4	Азнавур	
2669/15 × Бард	1,4	550	2, 5, 8	$F_9$	44,7	Аргус	
3792/10 × Magnat	5,5	200	2, 5	$F_6$	30,2	Арион	
Лидер × Водолей	13,0	1230					
Сотник × Водолей	33,7	1002					
Дон × 743/00*	-	850	3, 5	$F_6$	53,1	Рамзес	2017
Гармония × Танаис*	-	850					

\*озимая мягкая пшеница.

достаточно высокую степень трансгрессии. Один сорт (Рамзай) получен путем однократного индивидуального отбора в популяции  $F_2$ , 4 сорта выделены в результате двукратного, 5 сортов – трехкратного отбора в старших гибридных поколениях. Это свидетельствует о том, что селекционная проработка культуры тритикале имеет свои особенности, процесс рекомбинации в гибридных поколениях может быть длительным. Сорт Рамзес получен путем двукратных отборов из популяции Дон × линия озимой мягкой пшеницы 743/00.

Таким образом, в течение 2010–2020 гг. в условиях Федерального Ростовского АНЦ была выполнена 3001 гибридная комбинация с различными схемами скрещиваний, различной удаленностью генотипов родителей, видов злаков. По каждой комбинации было прослежено формообразование.

Для отбора высоко продуктивных и экологически пластичных сортов требуется создать генетическую изменчивость признаков, поддающихся отбору, купирующих разнообразие погодных факторов во всем их диапазоне. Это достигается путем гибридизации местных форм с большим числом общих генов и географически отдаленных генотипов из разных стран, что дает возможность получать популяции с высокой гетерогенностью.

У комбинаций с наследованием продуктивности в первом поколении по типу гетерозиса высока вероятность получения в популяциях спектра рекомбинантов с возможными трансгрессиями по многим признакам, в том числе и по продуктивности. Высокий показатель степени доминирования ( $hp > 1,0$ ) может служить косвенным признаком перспективности и селекционной ценности комбинации, что необходимо учитывать при браковке.

Процесс рекомбинации у тритикале, как при внутривидовой, так и при отдаленной гибридизации у от-

дельных популяций может в зависимости от исходных компонентов длиться до 9...18 поколения. Комбинации, у которых родители имеют мало общих генов, контролирующих селективируемые признаки, и отдаленные в эколого-географическом отношении, обычно образуют очень гетерогенные популяции с более длительным формообразованием по годам. С участием дивергентных родителей частота трансгрессий повышается с  $F_3$  к  $F_{6...9}$ , а у отдельных комбинаций остается высокой в  $F_{10...12}$ . Таким образом, результативность отборов у внутривидовых гибридов в селекционном питомнике повышается в старших поколениях, начиная с шестой генерации. У отдаленных комбинаций высокая эффективность отборов приходится на более поздние поколения, когда завершится коадаптация генов в популяции. Все сорта, за исключением сорта Рамзай, выделены путем двух-трехкратных отборов.

На основе приведенных методологических разработок создано 10 сортов озимого тритикале (Рамзай, Атаман Платов, Гектор, Приам, Блюз, Форте, Азнавур, Аргус и Арион).

#### Литература.

1. Meale S.J., McAlister T.A. Grain for feed and energy // *Triticale / ed. F.Eudes. Lethbrids: Springer, 2015. P.167–188.*
2. Wos Y.F., Brzezinski W.A. Triticale for food – the quality driver // *Triticale/ ed. F.Eudes. Lethbrids: Springer, 2015. P.189-212.*
3. Grabovets A.I., Krokhmal A.V. Winter triticale cultivar model on the Don // *Russian Agricultural Sciences. 2020. Vol. 47. No. 2. P. 95–105. doi: 10-3103/S1068367421020063*
4. Зенкина К.В., Асеева Т.А. Модель адаптированного сорта ярового тритикале для условий Дальнего Востока // *Российская сельскохозяйственная наука. 2020. №3. С. 3–5.*

5. Соколенко Н.И., Комаров Н.М., Годин Е.А. Селекционно-ориентированное изучение тритикале в условиях Северо-Кавказского региона // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т.32. № 6. С. 42–45. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10610.
6. Гриб С.И., Бушневич В.Н. Приоритетные направления и результаты селекции тритикале в Беларуси // *Тритикале: матер. заседания секции тритикале ОСХН РАН. «Тритикале. Селекция, генетика, агротехника и технологии переработки сырья»*. Ростов-на-Дону: ООО «Издательство «Юг», 2021. С. 19–32. doi: 10.34924/FRARC/2020.35.87.002.
7. Grabovets A.I., Fomenko M.A. Plus-Transgression in Winter Wheat Breeding on Frost Resistance and Productivity// *Russian Agricultural Sciences*. 2019. Vol. 45. No. 5. P. 407–411. doi: 10-3103/S1068367419050082.
8. Blum A.W. The abiotic stress response and adaptation of triticale (a review) // *Cereal research communications*. 2014. Vol. 42. No. 3. P. 359–375
9. Листопадов И.Н., Шапошникова И.М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. М.: Россельхозиздат, 1988. 203 с.
10. Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учёта этого явления// *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. №7. С. 18–20.
11. Griffing V.A Concert of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // *Austral. J Biol.Sci.* 1956. P. 463–493.
12. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале (*Triticosecale* Wittmack) / И.П. Диордиева, Я.С. Рябовол, Л.О. Рябовол и др. // *Сельскохозяйственная биология*. 2019. Т. 54. № 1. С. 31–37. doi: 10.15389/agrobiology.2019.1.31rus.

**Поступила в редакцию 15.03.2021**

**После доработки 22.04.2021**

**Принята к публикации 25.05.2021**