

ОСОБЕННОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ГИБРИДАМИ ОЗИМОЙ РЖИ В ПЕРВОМ ПОКОЛЕНИИ

ГОРЯНИНА Татьяна Александровна, Самарский Федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Турайкова

Изложены результаты исследования наследования признаков продуктивности гибридами первого поколения озимой ржи на полях Самарского НИИСХ за 2012–2013 гг. Наследование признаков и гетерозис (гипотетический и соматический) зависят не только от родительских форм, но и от климатических факторов. Гетерозис по массе зерна с колоса положительно коррелирует с повышенным числом колосков с колоса, числом и массой зерен с колоса и растения, массой колоса, степенью доминирования и снижается при увеличении длины междуузия ($r = -0,23...-0,30$). Гетерозис по высоте растений коррелирует с увеличением массы 1000 зерен и «степенью доминирования (hp)» по высоте растений, гипотетический повышается при увеличении продуктивной кустистости ($r = 0,30 \pm 0,18$), истинный – снижается при повышении числа зерен в колосе ($r = -0,33 \pm 0,18$). Гетерозис по числу зерен в колосе повышается при увеличении количества и массы зерна с колоса и растения, массы колоса, гетерозиса по массе зерна с колоса, «степени доминирования (hp)» по массе зерна с колоса и числа зерен с колоса и снижается при увеличении длины верхнего междуузия ($r = -0,48...-0,49$). Гетерозис по массе 1000 зерен проявляется при увеличении продуктивной кустистости, длины колоса, гетерозиса массы зерна с колоса, гетерозиса по числу зерен с колоса, «степени доминирования (hp)» по массе зерна с колоса, массы 1000 зерен и снижается при увеличении числа зерен с колоса ($r = -0,22...-0,33$), истинного гетерозиса по высоте растений ($r = -0,21...-0,22$), «степени доминирования (hp)» числа зерен с колоса ($r = -0,34...-0,38$).

14

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2
2021

Введение. Озимая рожь – важная культура для сельского хозяйства. Реестр селекционных достижений ежегодно пополняется новыми сортами [3]. Зерно культуры богато белками, углеводами, минеральными элементами, содержит биологически активные вещества и пищевые волокна [2]. По этому поводу в 2012 г. в Самаре прошел Международный форум «Целебная сила ржи», организованный по инициативе компаний «Лейпурин Тукку» и «Самарский БКК» [7]. Питательные вещества, содержащиеся в зерне ржи, очень ценны для человека. Ржаной хлеб гораздо полезнее пшеничного. При этом рожь не прихотлива к почвам и устойчива к климатическим факторам среды. Результаты исследований показывают, что рожь низкозатратная по агрономическим показателям и экономически высокоэффективная культура [6]. Поэтому очень важно привлечь внимание к производству зерна, так как площади посева в Самарской области снижаются. В 2005 г. озимая рожь в Самарской области была высажена на площади 86,2 тыс. га, а к 2020 г. площадь составила 14,6 тыс. га. Перед селекционерами стоит задача создания универсальных сортов, которые способны конкурировать с немецкими гибридами, преобладающими в отечественном реестре. Эффективным методом создания продуктивных сортов является селекция на гетерозис. Для этого необходимо подобрать родительские компоненты с эффективным сочетанием хозяйственными-

полезных признаков и изучить характер наследования этих признаков.

Некоторые авторы считают, что явление гетерозиса взаимосвязано с условиями внешней среды [12]. И.А. Панченко [8] и Ю.Б. Трофимова [11] отмечают, что в первом поколении преобладает депрессия, а гетерозис, если он существует, носит дискретный характер. В рамках генетического баланса можно рассматривать теорию компенсационного комплекса генов и гипотезу ядерно-цитоплазматического гетерозиса [10]. Эффективность селекции во многом определяется изученностью характера наследования признаков, связанных с продуктивностью растений [9].

Генетическая сущность и биологический механизм гетерозиса изучены недостаточно.

Цель данного исследования – установить характер наследования гибридами F1 озимой ржи хозяйствственно-полезных признаков и проявление гетерозиса по ним.

Методика исследований. Экспериментальную работу проводили в 2012 и 2013 гг. на полях селекционного севооборота Самарского НИИСХ, расположенных в центральной зоне Самарской области (пгт Безенчук). Исходным служил гибридный материал, созданный в Самарском НИИСХ. Гибридизацию проводили с применением Краснодарского метода. Оценку степени доминирования (hp) у гибридов F1 осуществляли по методике К. Мазера и Дж. Джинкса:

$$Hp = F1 - MP / P - MP,$$

где F1 – значение признака гибрида; Р – родитель с более развитым признаком; МР – среднее значение признака родительских особей.

Значение истинного и гипотетического гетерозиса рассчитывали по формуле Д.С. Омарова:

$$\Gamma_{\text{гип}} = (F1 - P_{\text{ср}})100 / P_{\text{ср}};$$

$$\Gamma_{\text{ист}} = (F1 - P_{\text{лучш}})100 / P_{\text{лучш}},$$

где $\Gamma_{\text{гип}}$ – гипотетический гетерозис; $\Gamma_{\text{ист}}$ – истинный гетерозис; F1 – среднее значение признака гибрида первого поколения; $P_{\text{ср}}$ – среднее значение признака родительских форм; $P_{\text{лучш}}$ – среднее значение признака лучшей родительской формы.

Интерпретация степени доминирования: $-\infty < \text{Нр} < -1$ гибридная депрессия; $-1 < \text{Нр} < -0,5$ депрессия, обусловленная эффектом отрицательного доминирования; $-0,5 < \text{Нр} < 0,5$ промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов; $0,5 < \text{Нр} < 1$ доминирование; $1 < \text{Нр} < \infty$ сверхдоминирование (истинный гетерозис).

Корреляционный анализ проводили при помощи программы Excel 2016. Методами создания гибридов были простые и сложные ступенчатые скрещивания.

В питомнике F1 гибридные семена высевали вместе с семенами родительских форм осенью 2011 и 2012 гг. Всего было высажено 60 образцов: 20 гибридов и 40 родительских форм. В качестве родительских форм были взяты диплоидные сорта и популяции с полигенно-рецессивной и доминантно-моногенной системой короткостебельности.

Посевы ряда гибридов оказались изрежеными, с неравномерными всхожестью и созреванием. Часть растений сформировала колос без зерна. Это сложные гибриды и гибриды, в которых в качестве материнской формы – популяция.

В лабораторных условиях по выборке из 24 растений определяли высоту растений и элементы структуры урожая гибридных и родительских форм.

Агрометеорологические данные предоставлены Безенчукской АЭ [13]. Условия вегетации изученных сельскохозяйственных лет разделялись: в 2011 г. засухой осеннего периода ($\text{ГТК} = 0,26$), в 2012 г. засухой в мае ($\text{ГТК} = 0,41$), в 2013 г. засухой в мае ($\text{ГТК} = 0,36$) и июне ($\text{ГТК} = 0,27$). Среднемноголетнее значение гидротермического коэффициента по району исследований за последние 45 лет равно 0,70 [13]. Климатические условия 2012–2013 сельскохозяйственных годов характеризуются как среднестатистические для озимой ржи в Среднем Поволжье [4].

Результаты исследований. Снижение высоты растений у зерновых культур было определено благодаря открытию набора генов редукции высоты Rht [15]. Ген карликовости изначально обозначали как H1, много позже было дано другое обозначение Dw1 или Ddw1 [16]. Гомозигот-

ное состояние гена по рецессивному аллелю hlhl приводит к исчезновению низкорослости и способствует формированию высокорослых растений. В настоящее время у озимой ржи выявлены четыре типа короткостебельности [5]: рецессивно-полигенная с промежуточным наследованием признака; карликовость, контролируемая одним рецессивным геном с плейотропного действия; ветвистостебельная карликовость, контролируемая одним рецессивным геном широкого плейотропного действия; доминантная короткостебельность, контролируемая одним доминантным геном H1.

В Самарском НИИСХ сорта создаются с рецессивно-полигенной и доминантно-моногенной системами контроля высоты растений. Сорта с рецессивно-полигенным типом в наибольшей степени адаптированы к засушливым условиям, с доминантно-моногенным, наиболее устойчивы к полеганию, адаптированы к лесостепной зоне.

Ценность полученных гибридов озимой ржи определялась степенью характера наследования хозяйствственно-полезных признаков, которая имела различный характер: моногенный или полигенный.

Степень скрещиваемости в наших исследованиях составила 45,6–67,3 %. В гибридном материале выявлены растения с призматической, веретенообразной и удлиненно-эллиптической формами колоса, высокостебельные и низкостебельные, с очень узким и крупным колосом, с мелким и крупным зерном.

При определении типа наследования элементов структуры урожая чаще проявлялось промежуточное наследование, в меньшей степени депрессия. При этом с высокой долей достоверности можно было установить проявление доминантного или рецессивного гена.

Для сравнения в статье представлены 9 гибридов с разным типом короткостебельности. Степень доминирования в опытах рассчитана по основным элементам продуктивности: высоте растений, массе зерна с колоса, числу зерен в колосе и массе 1000 зерен (см. таблицу).

В наших исследованиях родительские формы гетерозиготны по комбинируемым признакам, поэтому фенотипическое расщепление проявилось уже в потомстве F₁. В потомстве сортов Грань (доминантный ген короткостебельности) и Malko (рецессивный ген короткостебельности) в первом поколении выявлен соматический и репродуктивный гетерозис по всем признакам от $\text{hp} = 1,06$ до $\text{hp} = 5,38$. В потомстве сортов Клич (доминантный ген короткостебельности) и Саратовская 7 (рецессивный ген короткостебельности) в первом поколении при снижении высоты растений $\text{hp} = -1,67$ по массе зерна с колоса и числу зерен в колосе проявилось промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффек-



Степень доминирования (hp) признаков (2012–2013 гг.)

Гибридная комбинация	Высота растений, см			
	♀	F	♂	hp
Грань / Malko	91,3	100,7	100,5	1,06
Саратовская 7 / Canrah	94,8	102,9	110,0	0,06
Саратовская 6 / SMH13 // Крупнозёрная 1 / Саратовская 6	100,6	95,0	106,2	-3,00
Клич / Саратовская 7	111,3	89,3	94,8	-1,67
Саратовская 7 / Danko	94,8	98,0	112,2	-0,63
Саратовская 7 / Stooling	94,8	111,7	108,4	1,48
Антарес / Бразетто	103,8	103,0	83,4	0,92
Крупнозёрная 1 / Саратовская 6 // Саратовская 6 / SMH13	106,2	104,6	100,6	0,43
Danko × Canrah	112,2	110,7	110,0	-0,36

16

Масса зерна с колоса, г

Грань / Malko	1,13	1,59	0,92	5,38
Саратовская 7 / Canrah	1,28	1,38	1,19	3,22
Саратовская 6 / SMH13 // Крупнозерная 1 / Саратовская 6	1,29	1,22	1,29	0,00
Клич / Саратовская 7	1,67	1,46	1,28	-0,08
Саратовская 7 / Danko	1,28	1,04	1,09	-1,53
Саратовская 7 / Stooling	1,28	1,21	1,09	0,26
Антарес / Бразетто	1,09	1,33	1,30	1,28
Крупнозёрная 1 / Саратовская 6 // Саратовская 6 / SMH13	1,29	1,29	1,29	0,00
Danko / Canrah	1,09	1,28	1,19	2,80

Число зерен в колосе, шт.

Грань / Malko	34,0	42,8	25,0	2,95
Саратовская 7 / Canrah	32,3	35,3	36,5	0,43
Саратовская 6 / SMH13 // Крупнозёрная 1 / Саратовская 6	34,2	37,8	35,8	3,50
Клич / Саратовская 7	46,3	39,5	32,3	0,03
Саратовская 7 / Danko	32,3	26,0	31,4	-13,0
Саратовская 7 / Stooling	32,3	30,8	32,9	-6,00
Антарес / Бразетто	30,2	38,5	42,1	0,39
Крупнозёрная 1 / Саратовская 6 // Саратов. 6 / SMH13	35,8	36,7	34,2	2,12
Danko / Canrah	31,4	33,8	36,5	-0,06

Масса 1000 зерен, г

Грань / Malko	28,5	39,5	37,0	1,59
Саратовская 7 / Canrah	41,7	40,0	32,0	0,65
Саратовская 6 / SMH13 // Крупнозёрная 1 / Саратовская 6	37,0	32,5	39,0	-5,50
Клич × Саратовская 7	35,0	35,5	41,7	-0,85
Саратовская 7 × Danko	41,7	45,5	33,5	1,93
Саратовская 7 × Stooling	41,7	41,0	30,0	0,88
Антарес × Бразетто	34,5	29,0	30,0	-1,44
(Крупнозёрная 1 × Саратовская 6) × (Саратовская 6 × SMH13)	39,0	38,0	37,0	0,00
Danko × Canrah	33,5	37,5	32,0	6,33

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**2
2021**





тами генов $hp = -0,08\text{--}0,03$, по массе 1000 зерен наблюдалась депрессия, обусловленная эффектом отрицательного доминирования $hp = -0,85$.

В комбинации с участием Саратовской 7 (рецессивный ген короткостебельности) с Canrah (домinantный ген короткостебельности) наблюдалось промежуточное доминирование по высоте растений и по числу зерен в колосе $hp = 0,06\text{--}0,43$, вызванное аддитивными эффектами генов. По массе зерна с колоса наблюдалось сверхдоминирование $hp = 3,22$, по массе 1000 зерен частичное доминирование в сторону материнской линии $hp = 0,65$. В гибриде Саратовская 7 (рецессивный ген короткостебельности) с доминантным сортом Danko по высоте растений проявилась депрессия ($hp = -0,63$), обусловленная эффектом отрицательного доминирования. При этом гибридная депрессия выявлена по массе зерна с колоса ($hp = -1,53$) и числу зерен с колоса ($hp = -13,0$), вариация этих признаков составила 38,3–40,7 %, соотношение крупного зерна к мелкому 1:2, масса 1000 зерен при этом увеличилась ($hp = 1,93$). При снижении высоты в этом гибридном увеличилась масса 1000 зерен, но снизилось количество зерна и соответственно масса зерна с колоса. При этом наблюдался плей-отропный эффект при значительном увеличении длины колоса ($hp = 3,57$) и количества колосков в колосе ($hp = 0,76$).

В комбинации скрещивания сорта Саратовская 7 (рецессивный ген короткостебельности) с Stooling (доминантный ген короткостебельности) при увеличении высоты растений ($hp = 1,48$) наблюдалось промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов ($hp = 0,26$), по массе зерна с колоса и доминирование ($hp = 0,88$) по массе 1000 зерен, но гибридная депрессия по числу зерен в колосе ($hp = -6,0$).

В комбинации с участием сорта Антарес (рецессивное наследование короткостебельности) и сорта Бразетто (доминантное наследование короткостебельности) проявилось доминирование по высоте ($hp = 0,92$), сверхдоминирование по массе зерна с колоса ($hp = 1,28$), промежуточное наследование ($hp = 0,39$), вызванное аддитивными эффектами генов по числу зерен с колоса, вариация этих признаков составила 22,9–28,1%, но наблюдалось снижение массы 1000 зерен ($hp = -1,44$).

В сложном гибридном, созданном с участием сложной гибридной популяции Крупнозёрная 1 (доминантная основа короткостебельности) и двух сортов с рецессивно-полигенной основой короткостебельности при снижении высоты растений $hp = -3,00$, наблюдалось уменьшение массы 1000 зерен $hp = -5,50$ и массы зерна с колоса $hp = 0,0$, при этом увеличилось число зерен в колосе $hp = 3,50$. Кроме того, в этом гибридном

значительно снизились масса снопа и соломы с 1 м², длина междуузлия, продуктивная кустистость.

В обратных комбинациях скрещивания, с таким же набором сортов, при промежуточном наследовании высоты растений $hp = 0,43$ увеличилось число зерен с колоса $hp = 2,1$. При этом масса зерна с колоса и масса 1000 зерен $hp = 0,0$ не уменьшились. Очевидно, что признаки крупности зерна в данном гибридном контролировались доминантными генами.

При скрещивании сортов Danko и Canrah (оба с доминантным наследованием высоты растений) по высоте ($hp = -0,36$) и числу зерен с колоса ($hp = -0,06$) наблюдалось промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов, а по массе зерна с колоса ($hp = 2,80$) и массе 1000 зерен ($hp = 6,33$) – сверхдоминирование. При этом колос стал длиннее на 0,7 см, увеличилось количество колосков на 4,0 ($hp = 0,0$), промежуточное наследование, вызванное аддитивными эффектами генов. Исследования Н. Kirchev, V. Delibalova и др. [14] показали, что вариация длины колоса и количества колосков в колосе у сортов ржи очень низкая, значит эти признаки, а точнее гены с низкой модификационной изменчивостью.

Сложно сказать, какие пары родительских форм будут генетически совместимы и дадут гетерозисное потомство. В основном это выясняется экспериментальным путем. Как известно, гетерозис в полной мере проявляется лишь в первом поколении. В последующих поколениях гибридная мощность резко снижается. Это явление связано с уменьшением гетерозиготности растений в гибридных популяциях.

Лишь определенные пары родительских форм дают гетерозисное потомство. Гетерозис по всем признакам прослеживался только в одной комбинации Грань / Malko (полигенный характер наследования практически всех признаков структуры урожая). В сложных комбинациях скрещивания гетерозис проявился только по числу зерен в колосе, при этом в прямой комбинации снизилась масса зерна с колоса и масса 1000 зерен. В комбинации двух сортов с доминантным наследованием высоты растений проявился репродуктивный гетерозис по массе зерна с колоса и массе 1000 зерен. Соматический гетерозис по высоте растений наблюдался в комбинациях Саратовская 7 / Stooling и Грань / Malko.

Корреляционный анализ был проведен по 30 признакам. Повышение признаков «число колосков с колоса» ($r = 0,34\text{--}0,46$), «число зерен с колоса» ($r = 0,53\text{--}0,55$), «масса зерна с колоса» ($r = 0,70\text{--}0,71$), «число зерен с растения» ($r = 0,54\text{--}0,55$), «масса зерна с растения» ($r = 0,69\text{--}0,70$), «масса колоса» ($r = 0,76\text{--}0,78$), «степень доминирования (hp)» ($r = 0,85\text{--}0,88$)



коррелирует с проявлением гетерозиса по массе зерна с колоса, но увеличение длины междуузлия – снижает ($r = -0,23\ldots-0,30$). Также выявили зависимость гетерозиса по массе зерна с колоса от осадков за вегетацию ($r = 0,53\ldots0,59$) и от суммы активных температур за вегетацию ($r = 0,31\ldots0,36$). Гетерозис гипотетический по высоте растений положительно коррелирует с увеличением продуктивной кустистости ($r = 0,30\pm0,18$), истинный – снижается при повышении числа зерен в колосе ($r = -0,33\pm0,18$).

Вероятность проявления истинного и гипотетического гетерозиса появляется при увеличении массы 1000 зерен ($r = 0,27\ldots0,32$), «степени доминирования (hp)» по высоте растений ($r = 0,46\ldots0,57$) и зависит от суммы положительных температур за вегетацию ($r = 0,31\ldots0,43$), снижается с повышением ГТК за вегетацию ($r = -0,36\ldots-0,40$). Вероятность проявления гетерозиса по числу зерен в колосе снижается при увеличении длины верхнего междуузлия ($r = -0,48\ldots-0,49$); повышается при увеличении элементов структуры урожая: «числа зерен в колосе» ($r = 0,57\ldots0,58$), «массы зерна с колоса» ($r = 0,62\ldots0,63$), «числа зерен с растения» ($r = 0,59\pm0,15$), «массы зерна с растения» ($r = 0,63\ldots0,64$), «массы колоса» ($r = 0,72\ldots0,73$), проявления гетерозиса по массе зерна с колоса ($r = 0,89\ldots0,93$), «степени доминирования (hp)» по массе зерна с колоса ($r = 0,66\ldots0,68$) и числа зерен с колоса ($r = 0,37\ldots0,38$), а также зависит от количества осадков за вегетацию ($r = 0,61\ldots0,62$) и суммы активных температур за вегетацию ($r = 0,27\ldots0,29$). Истинный гетерозис по массе 1000 зерен коррелирует с повышением высоты растений ($r = 0,24\pm0,18$), увеличением длины междуузлия ($r = 0,45\pm0,17$) и снижением числа зерен в колосе ($r = -0,25\pm0,18$).

Истинный и гипотетический гетерозис массы 1000 зерен проявляется при увеличении продуктивной кустистости ($r = 0,57\ldots0,61$), длины колоса ($r = 0,64\ldots0,69$) и повышении гетерозиса массы зерна с колоса ($r = 0,35\ldots0,58$), гетерозиса по числу зерен с колоса ($r = 0,21\ldots0,50$), увеличении «степени доминирования (hp)» по массе зерна с колоса ($r = 0,25\ldots0,29$) и массе 1000 зерен ($r = 0,59\ldots0,76$). Снижается при увеличении числа зерен с колоса ($r = -0,22\ldots-0,33$), истинного гетерозиса по высоте растений ($r = -0,21\ldots-0,22$) и «степени доминирования (hp)» числа зерен с колоса ($r = -0,34\ldots-0,38$).

Степень доминирования высоты растений снижается при повышении ГТК ($r = -0,65\pm0,14$), но вероятность гетерозиса повышается при повышении суммы активных температур ($r = 0,88\pm0,09$). Степень доминирования массы зерна с колоса в большей степени зависит от количества осадков за вегетацию ($r = 0,44\pm0,17$).

Степень доминирования числа зерен с колоса повышается при высоких значениях ГТК ($r = 0,39\pm0,17$) и суммы осадков за вегетацию ($r = 0,51\pm0,16$) и снижается при высоких температурах воздуха ($r = -0,24\pm0,18$). Степень доминирования массы 1000 зерен повышается при повышении суммы активных температур ($r = 0,27\pm0,18$), но снижается при большом количестве осадков за вегетацию ($r = -0,42\pm0,17$).

Из вышеизложенного следует, что проявление (тип наследования) признаков и гетерозис (гипотетический и соматический) зависят не только от родительских форм, но и от климатических факторов. Это подтверждается исследованиями Л.Л. Бондыревой, В.В. Бритвина, А.А. Гончаренко, С.В. Крахмалёва и др. [1, 5].

В сложных реципрокных комбинациях скрещивания наследование некоторых признаков проходило практически одинаково. Это объясняется тем, что ядерный материал, контролирующий развитие исследуемых признаков, привносится гаметами в зиготу поровну. Различия в наследовании признаков у растений реципрокных гибридов можно объяснить тем, что их развитие контролируется как ядерными, так цитоплазматическими генами.

Заключение. При определении типа наследования у исследуемых комбинаций гибридов F1 ржи чаще проявлялось промежуточное наследование элементов структуры урожая, в меньшей степени депрессия. Установлено, что наследование признаков и гетерозис (гипотетический и соматический) зависят не только от родительских форм, но и от климатических факторов. Различия в наследовании признаков у растений сложных реципрокных гибридов объясняются тем, что их развитие контролируется как ядерными, так цитоплазматическими генами.

В комбинациях, где в качестве материнской формы участвовал сорт с доминантным контролем высоты, мелкое зерно преобладало над крупным и контролировалось доминантным геном, признак крупное зерно – рецессивным. В комбинациях, где в качестве материнской формы участвовал сорт с рецессивным контролем высоты, крупное зерно доминировало над мелким и, следовательно, контролировалось доминантным геном, а признак мелкое зерно – рецессивным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондырева Л.Л., Бритвин В.В. Оценка гетерозиса по основным морфо-биологическим признакам и свойствам у гибридов F1 сорго зернового // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – №3 (65). – С. 225–229.



2. В зерне ржи – основа здоровья человека / В.А. Сысуев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 3–5.
3. Горянин Т.А. История возделывания озимой ржи в Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 2(2). – С. 276–279.
4. Горянин Т.А. Реализация потенциальной продуктивности озимых культур в Средневолжском регионе // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 7. – С. 15–19.
5. Диаллельный анализ инбредных линий озимой ржи по признакам продуктивности / А.А. Гончаренко [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 99–107.
6. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Роль ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова в инициации и становлении новых направлений в селекции озимой ржи в России // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – Т. 176. – Вып. 1. – С. 5–19.
7. Никулина Т.Н. Целебная сила ржи // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 5–7.
8. Панченко И.А. Проявление гетерозиса у озимой ржи при различных видах скрещивания // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника озимой ржи: тез. докл. – М., 1974. – С. 95–96.
9. Панькин А.И. Изменчивость, наследование и генетический контроль массы 1000 зерен сортов и линий мягкой яровой пшеницы с белой и красной окраской зерна // Земледелие, агрохимия, защита растений (Вестник НГАУ). – 2011. – № 4(20). – С. 34–40.
10. Семёнов О.Г., Njoka F.M., Артамонов В.Д. Ядерно-цитоплазматический гетерозис у яровых гибридов пшеницы (*T. aestivum L.*) и проблема его сохранения в поздних поколениях // Материалы Междунар. конф., посвящ. 60-летию ГБС им. Н.В. Цицина. – Пущино, 2005. – С. 451–453.
11. Трофимова Ю.Б., Боли Н.А. Завязываемость гибридных зёрен озимой ржи в dialleльных скрещиваниях в различные по метеоусловиям годы и оценка гибридов F1 // Вестник Тюменского государственного университета. – 2005. – № 5. – С. 230–23.
12. Dudash M.R. Relative fitness of selfed and outcrossed progeny in a self-compatible, protandrous species, *Sobatia angularis L.* (Gentianaceae): a comparison in three environments // Evolution, 1990, Vol. 44, P. 1129–1139.
13. Goryani O.I., Chichkin A.P., Dzhangabaev B.Z. et al. Scientific bases of stabilization of humus in ordinary chernozem in Russia // Polish Journal of Soil Science, 2019, Vol. 52, No. 1, P. 113–128.
14. Kirchev H., Delibaltova V., Yanchev I., Zheliazkov I. Comparative investigation of rye type triticale varieties, grown in the agroecological conditions of Thrace valley // Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2012, 18 (5), P. 696–700.
15. McIntosh R.A. A catalogue of gene symbols for wheat // Proc. 7th Int. Wheat Genet. Symp., Cambridge, England. Bath Press, Bath, Avon., 1988, P. 1225–1323.
16. Melz G. Results of cytogenetic investigations in rye (*Secale cereale L.*) // Arch Zuechtungsforschung, 1989, Vol. 19, P. 421–428.

Горянина Татьяна Александровна, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции серых хлебов, Самарский Федеральный исследовательский центр РАН, Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова. Россия.

443000, Самарская обл., п.г.т. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41.

Тел.: 89277377693; e-mail: tatyanaag@yandex.ru.

Ключевые слова: рожь; гибриды первого поколения; наследование; доминирование; гетерозис.

FEATURES OF INHERITANCE OF PRODUCTIVITY TRAITS BY WINTER RYE HYBRIDS IN THE FIRST GENERATION

Goryanina Tatyana Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Samara research Institute of agriculture – branch of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences

Keywords: rye; first-generation hybrids; inheritance; dominance; heterosis.

The results of the study of the inheritance of productivity traits by hybrids of the first generation of winter rye in the fields of the Samara Research Institute of Agricultural Sciences for 2012–2013 are presented. Inheritance of traits and heterosis (hypothetical and somatic) depend not only on the parental forms, but also on climatic factors. Heterosis for grain weight spike is positively correlated with an increased number of spikelets of the spike, number and weight of grains, and plants, weight of ear, degree of dominance and decreases with an increase in internode length ($r=-0,23 \dots -0,30$). Heterosis

for plant height correlated with an increase in the mass of 1000 grains and the “degree of dominance (hp)” plant height, hypothetical increases with increasing productive tillering ($r=0,30 \pm 0,18$), true – decreases with increasing number of grains per spike ($r=-0,33 \pm 0,18$). Heterosis for number of grains per spike increases with increasing number and weight of grain per spike and plant, weight of spike, heterosis for grain weight spike, “the degree of dominance (hp)” weight of grain per spike and number of grains and decreases with increasing the length of the top internode ($r=-0,48 \dots -0,49$). The heterosis for 1000-grain weight manifested by increasing productive tillering, ear length, the heterosis of grain weight from the ear of heterosis for number of grains, the “degree of dominance (hp)” on the weight of grains in spike, weight of 1000 grains and decreases with increasing number of grains ($r=-0,22 \dots -0,33 \dots$), true of heterosis for plant height ($r=-0,21 \dots -0,22$), “degree of dominance (hp)” the number of grains ($r=-0,34 \dots -0,38$).