

Наследование элементов продуктивности у гибридов F₁ яровой твёрдой пшеницы и возможность прогноза их перспективности

В.П. Кадушкина, ст.н.с., **А.И. Грабовец**, член.-корр. РАН, д.с.-х.н., профессор, ФГБНУ ФРАНЦ

При создании сортов яровой твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) используются методы внутривидовой и межвидовой гибридизации, химический мутагенез (мутаген 1,4-бисдиазоацетилбутан). Большое значение при этом придаётся проблеме наследования и передачи количественных показателей от родителей к гибридам. Ряд исследователей высказывают суждения о перспективности гибридов, отобранных из комбинаций с гетерозисом в F₁, с доминированием более высоких значений признаков, реже – с промежуточным типом наследования [1, 2]. Другие авторы подчёркивают трудность прогнозирования ценности комбинации в дальнейшем в ранних поколениях из-за влияния условий вегетации [3]. По литературным данным известно, что количество комбинаций с депрессией заметно возрастает в благоприятные годы, что негативно сказывается на дальнейшей рекомбинации [4, 5].

По яровой твёрдой пшенице таких исследований очень мало, приводятся итоги исследований в основном по мягкой пшенице [6 и др.]. Поэтому целью нашего исследования стало изучение особенностей наследования признаков продуктивности у гибридов F₁ яровой пшеницы в условиях севера Ростовской области. Кроме того, была поставлена задача проанализировать связь характера доминирования в первом поколении с выделением перспективных линий в последующей работе.

Материал и методы исследования. Исследование выполняли в 2006–2018 гг. Погодные условия в годы проведения опытов были как удовлетворительными (2008, 2010, 2015–2017 гг.), так и в большинстве случаев неблагоприятными (засуха в 2006–2007, 2009, 2011–2014, 2018 гг.). Объектом исследования служили 1792 гибридные комбинации. В качестве исходных форм использовали линии собственной селекции гибридного, мутантного происхождения и рекомбинантов, полученных в результате гибридизации с экологически отдалёнными формами.

Посев гибридов F₁ проводили без повторений, количество рядов зависело от количества семян в каждой комбинации. Гибриды высевали в блоке с родительскими сортами по схеме: P♀×F₁×P♂. Убирали урожай вручную, обмолачивали на сноповой молотилке МС 400. Определение элементов продуктивности проводили по методике ВИР (1977) и Госкомиссии по сортоиспытанию (1989).

Степень фенотипического доминирования (hp) определяли по В. Griffing [7]. Она определялась

как отношение отклонения среднего значения признака у гибрида от среднего родительского к половине разности между значениями признака у родителей:

$$h_p = 2(F_1 - P_{cp}) / (P_l - P_x),$$

где h_p – степень фенотипического доминирования; F_1 – среднее значение абсолютных величин гибрида; P – среднее значение абсолютных величин родителей; P_l, P_x – соответственно среднее значение лучшего и худшего родителей.

Проявление типов наследования в комбинациях скрещивания оценивали согласно классификации рассчитанных значений степени доминирования:

$hp < -1,0$ – депрессия; $0 < hp < 0,5$ – частичное доминирование; $hp = 0,5$ – полудоминирование; $0,5 < hp < 1,0$ – неполное доминирование; $hp = 1,0$ – полное доминирование; $hp > 1,0$ – сверхдоминирование.

Были также изучены особенности наследования у гибридов F₁ высоты растений, длины колоса, массы зерна/растение, массы 1000 зёрен. На основе полевых опытов в последующих поколениях выделены константные трансгрессивные формы, которые прошли многократную проверку по продуктивности на всех последующих звеньях селекционного процесса.

Результаты исследования. Годы проведения исследования характеризовались контрастными гидротермическими условиями в период формирования зерна. Были благоприятные годы для вегетации яровой пшеницы и сильно засушливые. При этом практически каждый год в той или иной степени во время налива зерна был жарким и сухим. Особенности наследования элементов продуктивности при выращивании гибридов F₁ за годы исследования (в среднем по всем годам) представлены в таблице 1.

В среднем за годы исследования изучаемые признаки в основном наследовались по типу гетерозиса, промежуточно или депрессии (они были худшими, чем у родителей). Существенно меньшим было количество популяций с наследованием лучшего или худшего родителей.

По мнению ряда авторов, у гибридов F₁ по длине колоса в засушливые годы доля гетерозиса выше, чем депрессия [8–10]. Результаты нашего исследования подтверждают эту закономерность. По длине колоса в оптимальных условиях (2015 и 2017 гг.) чаще всего наблюдали преобладание промежуточного типа наследования (у 49–50%

1. Тип наследования гибридами F₁ некоторых свойств, % (среднее за 2006–2018 гг.)

Тип наследования	Высота растения		Длина колоса		Масса 1000 зёрен		Масса зерна с 1 растения	
	засушливые годы**	влажные годы***	засушливые годы	влажные годы	засушливые годы	влажные годы	засушливые годы	влажные годы
Г*	33	21	30	33	56	54	47	33
П	35	35	25	29	27	23	32	34
Д	22	34	18	21	12	19	18	30
P _л	5	5	13	7	3	2	2	1
P _х	4	4	10	9	2	2	1	2
=	1	1	4	1	0	0	0	0

Примечание: Г* – гетерозис (hp>1,0); П – промежуточное (0,5<hp<1,0); Д – депрессия (hp<-1,0); P_л – доминирование лучшего родителя (hp=1,0); P_х – доминирование худшего родителя (hp=-1,0); = – по типу обоих родителей; **2006–2007, 2009, 2011–2014, 2018 гг.; ***2008, 2010, 2015–2017 гг.

комбинаций) и депрессии (30–37%), в меньшей степени проявлялся гетерозис (13–22%). При неблагоприятных условиях вегетации (2006, 2009, 2011–2012 гг.) выявили обратную закономерность. Проявление гетерозиса обнаружено у 34–42% комбинаций. Депрессия варьировала от 6 до 19% от их общего числа. Промежуточный характер наследования, так же как и в благоприятные годы, превалировал и достигал 60%.

По массе зерна с растения при оптимальных условиях количество комбинаций с гетерозисом и с депрессией было примерно одинаковым и составляло соответственно 24–38% и 18–41%. Существенным было промежуточное наследование у гибридов (рис. 1).

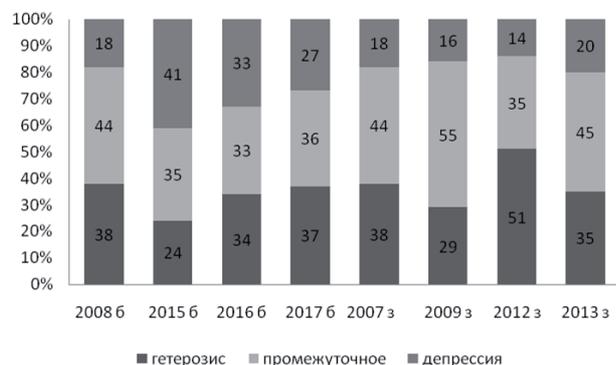


Рис. 1 – Наследование массы зерна с растения гибридами F₁ в благоприятные и засушливые годы: б – благоприятные, з – засушливые годы

При засухах по этому показателю число комбинаций с гетерозисом (29–51%) было несколько выше. По другим типам наследования по изучаемым комбинациям получены различные данные, что вполне закономерно. Наследование по промежуточному типу было выражено так же сильно, как и при благоприятных условиях (33–55% комбинаций). Депрессия при этом проявлялась примерно в 1,5–2 раза меньше. Исключение составил 2015 г. вследствие эпифитотии болезней.

Практически аналогичными были данные и по характеру наследования высоты растений. По этому признаку в засушливых условиях у подавляющего числа комбинаций наблюдали гетерозис или про-

межуточное наследование. Депрессия традиционно была высокой во влажные годы и менее выраженной в засушливые (рис. 2). Исключением был 2012 г. Несмотря на засуху гетерозис был довольно низким. Причина – использование исходных полукарликовых компонентов с генами rht.

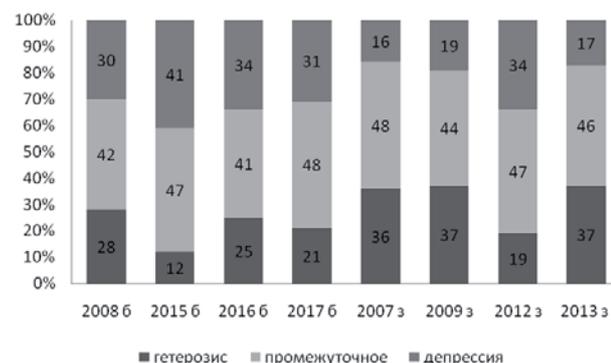


Рис. 2 – Наследование высоты растения гибридами F₁ в благоприятные и засушливые годы: б* – благоприятный год; з** – засушливый год

При благоприятных условиях сильнее были выражены депрессия и промежуточный характер наследования.

Масса 1000 зёрен независимо от условий выращивания гибридов наследовалась примерно одинаково. У подавляющего числа комбинаций наблюдали гетерозис или промежуточное наследование (54–56% и 27–32% соответственно). Депрессия была незначительной и составляла в среднем за годы исследования 12–19% (соответственно в засушливые и влажные годы) от числа изученных комбинаций (табл. 1).

В последующие годы наряду с практической селекцией были изучены взаимосвязи между степенью доминирования массы зерна с растения и 1000 штук у гибридов F₁ и свойств селекционного материала их них, прошедшего все звенья селекционного процесса вплоть до выхода на сорт. В данный момент сорта проходят изучение в конкурсном испытании (табл. 2).

По данным таблицы 2 следует, что при сверхдоминировании (hp>1) в F₁ признака масса зерна/растение как правило появляются трансгрессивные

2. Созданные линии и особенности доминирования массы зерна/растение и 1000 зёрен у гибридов F₁ (мутантов M₁), из которых они в последующем были выделены

Линия	Масса зерна с растения, г				Масса 1000 зёрен, г			
	P♀	P♂	F ₁	h _p	P♀	P♂	F ₁	h _p
Донэла М М7* Донская элегия ДАБ-0,1%	0,19	0,42	0,71	3,52	34,0	35,0	36,0	3,0
4783/15 F7 Харьковская 7×Донская элегия	1,40	0,30	1,00	0,27	33,5	25,7	30,0	0,1
4125/17 F7 [(М3 Оренбургская 10 ДАБ-0,1% ...× Степь 3>	2,00	1,90	2,10	3,00	30,8	25,6	29,4	0,5
4150/17 F5 [(Sellisopra×Новодонская)×Д-2093]×137/00	1,42	0,38	0,86	-0,08	32,2	25,4	31,3	0,7
4158/17 F5 (Дончанка×Новодонская)×Донская элегия	0,56	1,05	0,53	-1,12	26,4	28,3	35,2	8,3
4185/17 F5 (Вольнодонская×Тарасовская остистая)×М3 СД 4354 ДАБ-0,1%	0,72	0,71	1,41	19,0	29,1	24,3	32,4	2,4
4190/17 F5 [(Sellisopra×Новодонская)×Д-2093]×к. 44428 13355 США	1,42	0,53	0,77	-0,46	32,3	29,1	33,2	1,6
4193/17 F5 [(Sellisopra×Новодонская)×Д-2093]×к. 59187 СД-4354	1,42	0,52	0,39	-1,29	32,1	24,9	28,2	-0,1
4215/17 F5 к. 44421 Lakota США×Донская элегия	0,81	1,05	0,81	-1,00	27,9	28,0	29,1	23,0
4229/17 F5 М6 (Харьковская 7×Актюбинская 2)×137 с-28	0,81	0,43	1,85	6,47	33,2	27,4	34,1	1,3

Примечание: * у комбинаций скрещивания указан номер поколения 2018 г.

рекомбинанты. В нашем примере это перспективные линии Донэла М, 4125/17, 4185/17, 4229/17. У них же (кроме 4125/17) отмечено сверхдоминирование и по признаку масса 1000 зёрен. При частичном доминировании также выделена линия 4783/15, превысившая сорт-стандарт по урожаю зерна.

Видимо, на урожай зерна в условиях засух наряду с другими признаками положительное влияние оказала крупность зерна. У многих отобранных линий установлено сверхдоминирование этого признака.

Отрицательное сверхдоминирование, или депрессия (h_p<-1), по продуктивности растения отмечено у линии 4193/17. У линии 4158/17 было выявлено отрицательное сверхдоминирование по массе зерна с растения, но положительное – по массе 1000 зёрен (h_p=-1,12 и 8,3 соответственно). Она не является лидером по урожайности. В итоге у 50% комбинаций этого пула отмечается сверхдоминирование массы зерна с растения в F₁, у 60% – массы 1000 зёрен. Следовательно, по этим значениям наследования изученных признаков в первом поколении можно отбирать комбинации для дальнейшей работы.

Выводы. Характер наследования длины колоса, высоты растения и массы зерна с растения у F₁ яровой твёрдой пшеницы имеет много общих тенденций. В основном проявляется сверхдоминирование, неполное доминирование и депрессия. В засушливые годы преобладают гетерозис и промежуточный характер наследования, в благоприятные – депрессия и промежуточный характер.

По массе 1000 зёрен независимо от условий вегетации гибридов у большинства из них преобладают гетерозис или промежуточное наследование. Также установлена возможность прогнозирования перспективности созданных комбинаций по особенностям наследования у гибридов F₁ массы зерна с растения и массы 1000 зёрен.

Литература

1. Гриб С.И., Кадыров М.А. Трансгрессивная изменчивость и отбор на продуктивность у ярового ячменя // Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале: тез. докл. Одесса: ВСГИ, 1981. 311 с.
2. Али-Зале А.В. Типы наследования количественных признаков в F₁ и выход селекционно-ценных генотипов в F₂ экологически и географически отдалённых гибридов Triticum durum DESF // Генетика. 1981. Т. 17. № 6. С. 1060–1069.
3. Драгавцев В.А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений. СПб., 2003. 35 с.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений. Эколого-географические основы: в 2-х томах. М.: Изд-во РУДН, 2011. Т. 1. 780 с.
5. Грабовец А.И. Рекомбинация и селекция озимой пшеницы на продуктивность // Вестник РАСХН. 1993. № 1. С. 24–30.
6. Волкова Л.В. Изучение характера наследования признаков продуктивности у гибридов яровой мягкой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 2 (33). С. 8–12.
7. Griffing B. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Austral. J. Biol. Sci., 1956. № 9. P. 463–493.
8. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница: монография. Ростов-на-Дону: Юг, 2007. 600 с.
9. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Генетика и селекция растений на Дону. Вып. 3. Ростов-на-Дону: Акра, 2003. 320 с.
10. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Методы и результаты селекции озимой мягкой пшеницы на Северном Дону // Проблемы аграрного производства южного региона России. Селекция, семеноводство и возделывание полевых культур: сб. матер. междунар. науч.-практич. конф. Ростов-на-Дону, 2004. С. 164–184.