

НАСЛЕДУЕМОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДОВ
ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫTHE HERITABILITY OF COMMERCIALY VALUABLE CHARACTERS
OF SOFT WINTER WHEAT HYBRIDS

Ключевые слова: наследуемость, коэффициент наследуемости, популяция, фенотипическая вариация, генотипическая вариация, аддитивная вариация, диаллельные скрещивания, реципрокный гибрид, озимая мягкая пшеница, элементы продуктивности растения.

Одним из важных в селекции является понятие наследуемости и ее степени. Наследуемость – генетическая обусловленность изменчивости признака. Поскольку фенотип (совокупность признаков) организма определяется взаимодействием генотипа и условий среды, для большинства признаков имеет смысл говорить о степени наследуемости – вкладе генотипа в проявление признака. Очевидно, что знание коэффициента наследуемости признаков является необходимым условием для эффективной селекции. Если его значение мало и проявление признака обусловлено факторами среды, отбор по генотипу неэффективен. Чем выше величина коэффициента наследуемости, тем в большей степени фенотипическая изменчивость обусловлена наследственностью, тем выше генетическое разнообразие в данной популяции. Обсуждаются результаты исследований по изучению генотипического разнообразия хозяйственно-ценных признаков, выраженных через коэффициент наследуемости в диаллельных скрещиваниях сортов мягкой озимой пшеницы. Объектом исследования являлись 5 сортов и 1 линия мягкой озимой пшеницы. Схема скрещивания – диаллельная. В полевых условиях 2013–2014 гг. на базе СибНИИСХ г. Омска был заложен опыт. Проведенные исследования позволяют отметить, что коэффициент наследуемости не всегда следует за уровнем фенотипического проявления признаков. Более высокую наследуемость, исходя из эксперимента, имеют длина колоса, а в обратных скрещиваниях – число зерен в колосе и масса 1000 зерен. Изменение коэффициента наследуемости в годы исследований возможно за счет увеличения генотипической измен-

чивости. Отбор уникальных генотипов в расщепляющихся гибридных популяциях предпочтителен по длине колоса.

Keywords: heritability, heritability coefficient, population, phenotype variance, genotype variance, additive variance, diallel crossing, reciprocal hybrids, soft winter wheat, plant productivity characters.

One of the most important plant breeding concepts is heritability and its extent. Heritability is the genetic determination of character variability. Since the phenotype (the sets of characters) of an organism is determined by the interaction of genotype and environment conditions, for most characters the degree of heritability is a contribution of the genotype to the display of a character. It is obvious, that the knowledge of character heritability is a must for efficient plant breeding. If the heritability coefficient is low and the character display is determined by the environmental factors, the selection by the genotype is inefficient. The higher heritability coefficient, the more phenotypic variability is determined by heritability and the greater is the genetic diversity in the breeding population. This study deals with the genotypic diversity of commercially valuable characters expressed through the heritability coefficient in diallel crossings of soft winter wheat varieties. Five varieties and one line of soft winter wheat were the research targets. The trials were conducted at the Siberian Research Institute of Agriculture in 2013 and 2014. It may be concluded that the heritability coefficient does not always follow the level of phenotypic display of the characters. It has been found that the following characters had higher heritability: ear length; and in backcrossing – the kernels per ear and the thousand-kernel weight. The change in the heritability coefficient over the research years is possible due to the increased genotypic variability. The selection of unique genotypes in splitting hybrid populations is preferable according to ear length.

Мухордова Мария Евгеньевна, к.с.-х.н., доцент, вед. н.с., Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-50-51. E-mail: sibniish@bk.ru.

Mukhorodova Mariya Yevgenyevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Leading Staff Scientist, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-50-51. E-mail: sibniish@bk.ru.

Введение

Одним из важных в селекции является понятие наследуемости и ее степени. Наследуемость – генетическая обусловленность изменчивости признака. Поскольку фенотип (совокупность признаков) организма определяется взаимодействием генотипа и условий

среды, для большинства признаков имеет смысл говорить о степени наследуемости – вкладе генотипа в проявление признака.

Для количественного описания закономерностей фенотипического разнообразия был введен коэффициент наследуемости (H^2), который выражают в процентах (0–100%) или в

долях единицы (0-1). $H^2 = 100\%$ означает, что всё фенотипическое разнообразие популяции обусловлено разнообразием генотипов (генотипическая изменчивость). $H^2 = 0\%$ говорит о том, что фенотипическое разнообразие обусловлено воздействием среды (модификационная изменчивость). Разные признаки имеют различный коэффициент наследования.

Очевидно, что знание коэффициента наследуемости признаков является необходимым условием для эффективной селекции. Если его значение мало и проявление признака обусловлено факторами среды, отбор по генотипу неэффективен.

Чем выше величина коэффициента наследуемости, тем в большей степени фенотипическая изменчивость обусловлена наследственностью, тем выше генетическое разнообразие в данной популяции. Малая величина H^2 говорит о сниженном генетическом разнообразии, что может быть, в частности, следствием длительного и тесного инбридинга.

На величину коэффициента наследуемости влияют колебания во внешних условиях. При неблагоприятных условиях среды существенно возрастает доля паратипической изменчивости признака, следовательно, снижается величина коэффициента наследуемости. Более того, высокопродуктивные популяции при плохих условиях могут оказаться менее продуктивными, чем особи с худшим наследственным потенциалом. Благоприятные и стабильные условия среды способствуют повышению коэффициента наследуемости.

Величина коэффициента наследуемости по тому или иному признаку оказывает большое влияние на результативность селекции. При высоком значении коэффициента наследуемости селекционируемого признака в данной популяции массовый отбор по фенотипу может оказаться эффективным средством улучшения этого признака, особенно в оптимальных условиях среды.

При низком значении H^2 селекция потомков по фенотипу родителя будет мало результативной, массовая селекция не принесет большого успеха. В этих случаях работа должна основываться на индивидуальном подборе и отборе, анализе сочетаемости.

Таким образом, знание механизмов изменчивости и наследственности, закономерностей наследования и правильное использование различных форм отбора – необходимые условия для успешного проведения селекции [1-6].

Цель исследования – проведение анализа коэффициентов наследуемости по элементам продуктивности у гибридов озимой мягкой пшеницы в диаллельных скрещиваниях в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Объекты и методы

Объектом исследования являлись 5 сортов и 1 линия мягкой озимой пшеницы. Схема скрещивания – диаллельная. Представлена характеристика сортов.

1. Жемчужина Поволжья. Создан в Саратове (НИИСХ Юго-Востока). Разновидность лютеценс. Сорт среднеспелый. Зимостойкость 60%. Относится к сильным пшеницам, т.е. служит улучшителем слабых образцов зерна. Устойчив к комплексу патогенов (листой ржавчине, мучнистой росе, пыльной головне). Урожайность 2,32 т/га.

2. Юбилейная 180. Создан в Омске (СибНИИСХ) скрещиванием сортов Мироновская 25 и мутанта Ильичевки. Разновидность лютеценс. Масса 1000 зерен 40,7-41,8 г. Сорт среднеспелый, устойчив к полеганию. Зимостойкость в среднем 74,4%. Хлебопекарные качества хорошие, относится к ценным пшеницам. Урожайность 3,69 т/га.

3. Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114). Линия получена в Омске (СибНИИСХ). Разновидность лютеценс. Масса 1000 зерен 40 г. Линия среднеспелая. Зимостойкость 60%. Урожайность 3,67 т/га.

4. Сплав. Выведен во Владимире. Разновидность лютеценс. Сорт среднепоздний. Масса 1000 зерен 43,4 г. Зимостойкость 77,5%. Обладает устойчивостью к бурой ржавчине. Урожайность 2,37 т/га.

5. Минская. Создана в Белоруссии. Разновидность эритроспермум. Масса 1000 зерен 39,4 г. Сорт среднепоздний. Зимостойкость 81,3%. Содержание белка в зерне 16,76%. Урожайность 2,62 т/га.

6. Заларинка. Выведена в Иркутске. Разновидность альбидум. Масса 1000 зерен 32,7 г. Сорт среднепоздний. Зимостойкость 80%. Содержание белка в зерне 15,73%. Урожайность 1,43 т/га.

В полевых условиях 2013-2014 гг. закладывали опыты по следующей схеме P_1, F_1, P_2 (высевалось по 60 зерен). Длина рядка 1 м. Площадь питания растений 10х20 см. Повторность опыта трехкратная. Посев ручной сажалкой. Предшественник – кулисный пар.

Во время роста и развития растений проводились фенологические наблюдения по общепринятой методике. После уборки осуществлялся структурный анализ по ряду хозяйственно-ценных признаков.

По температурному режиму и количеству осадков условия вегетационного периода значительно различались по годам исследования.

Метеоусловия третьей декады августа 2012 г. (посев был проведен 21.08.12) сложились благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего процесса кущения. Полевая всхожесть составила 78,2%.

Характеризуя погодные условия зимнего периода 2013 г., можно сказать о том, что

пониженные температуры декабря и двух декад января отрицательно сказались на перезимовке озимых культур, в частности, мягкой озимой пшеницы. Количество осадков в декабрьский и февральский периоды также было пониженным.

Анализ гидротермического режима летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2013 г. как прохладную и влажную (исключение составляет июнь).

Метеоусловия третьей декады августа 2013 г. (посев был проведен 18.08.13) сложились благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего процесса кущения. Полевая всхожесть составила 76,4%.

В зимний период пониженные температуры были отмечены в третьей декаде января и первой февраля. Но они не повлияли отрицательным образом на перезимовку озимых культур, в частности мягкой озимой пшеницы, поскольку количество осадков в декабрьский и январский периоды было достаточным.

Гидротермический режим летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2014 г. как среднюю по температуре и засушливую.

В практике используется несколько методов расчета коэффициента наследуемости признака. Однако наилучшим методом измерения степени наследуемости является дисперсионный анализ, позволяющий определить величину фенотипической изменчивости признака и разложить ее на составляющие величины генетической и паратипической (средовой) изменчивости.

Статистическая обработка экспериментального материала осуществлялась с помощью дисперсионного анализа по П.Ф. Рокицкому [7] с разложением среднего квадрата на генотипическую (σ_g^2) и паратипическую (σ_e^2) вариации. Коэффициент наследуемости рассчитывается по формуле $H^2 = \sigma_g^2 / \sigma_g^2 + \sigma_e^2$, или $\sigma_g^2 / \sigma_{ph}^2$.

Результаты и их обсуждение

Представлены результаты исследований по изучению генотипического разнообразия хо-

зяйственно-ценных признаков, выраженного через коэффициент наследуемости в диалельных скрещиваниях мягкой озимой пшеницы.

Варьирование метеофакторов в годы исследований существенно повлияло как на выраженность признаков, так и на показатель наследуемости. Высокий показатель полевой всхожести был зафиксирован в 2013 г. (табл. 1). Он составил в прямых скрещиваниях 88,2%, в обратных – 84,0, а низкий – в засушливых условиях 2014 г. – 65,3 и 62,0% соответственно.

Но именно в худших условиях периода вегетации в значительной мере проявилось генотипическое разнообразие между гибридами. Анализ данных показывает, что коэффициент наследуемости увеличился за счет возрастания генотипической вариации (табл. 2).

В условиях 2014 г. генотипическое разнообразие резко снижается вследствие того, что у генотипов имелась возможность для максимального проявления полевой всхожести семян. Отмеченное обстоятельство характерно как для прямых, так и для обратных скрещиваний.

Перезимовка у рецiproкных гибридов также определяется погодными условиями. Поэтому наблюдаем противоположную картину в отличие от полевой всхожести. Более высокий показатель перезимовки был отмечен в 2014 г. как в прямых, так и в обратных скрещиваниях (табл. 2). В связи с этим коэффициент наследуемости оказался выше у гибридов с чужеродной цитоплазмой по годам исследования.

По длине стебля направление скрещивания не имеет существенного значения, т.к. показатели гибридов равновелики (табл. 1, 2).

В 2013 г. более высокий показатель наследуемости наблюдался в обратных скрещиваниях $H^2 = 65\%$ по сравнению с прямыми $H^2 = 55\%$ за счет увеличения генотипической вариации. 2014 г. отмечен обратным эффектом, то есть показатель наследуемости выше в прямых скрещиваниях ($H^2 = 57\%$), чем в обратных ($H^2 = 23$).

Таблица 1

Варьирование генотипического разнообразия признаков гибридов F₁ озимой мягкой пшеницы

Признаки	2013 г.									
	прямые скрещивания					обратные скрещивания				
	X _{сред.}	σ_g^2	σ_e^2	σ_{ph}^2	H ²	X _{сред.}	σ_g^2	σ_e^2	σ_{ph}^2	H ²
Полевая всхожесть	88,2	54,8	139,5	194,3	28	84,0	28,6	35,5	64,1	45
Перезимовка	57,3	173,9	74,4	248,3	70	45,6	136,4	47,4	183,8	74
Длина стебля	107,2	45,0	37,0	82,0	55	105,8	66,6	35,6	102,2	65
Длина колоса	11,4	42,9	30,8	73,7	58	11,3	126,9	15,7	142,6	89
Продукт. кустистость	14,8	14,6	4,4	19,0	77	15,0	15,4	5,4	20,8	74
Число зерен в колосе	40,8	12,4	15,7	28,1	44	41,6	7,0	2,1	9,1	76
Масса 1000 зерен	39,9	15,6	13,3	28,9	54	42,4	90,0	3,4	93,4	96
Масса зерна растения	15,9	14,7	47,6	62,3	24	15,2	57,3	9,6	66,9	86

Варьирование генотипического разнообразия признаков гибридов F₁ озимой мягкой пшеницы

Признаки	2014 г.									
	прямые скрещивания					обратные скрещивания				
	X _{сред.}	σ^2_{α}	σ^2_{ϵ}	σ^2_{ph}	H ²	X _{сред.}	σ^2_{α}	σ^2_{ϵ}	σ^2_{ph}	H ²
Полевая всхожесть	65,3	77,8	121,3	199,1	39	62,0	151,8	225,9	377,7	40
Перезимовка	82,1	109,8	142,5	252,3	44	73,2	374,4	411,4	785,8	48
Длина стебля	87,8	40,3	30,0	70,3	57	87,7	7,2	24,2	31,4	23
Длина колоса	10,7	55,5	18,4	73,9	75	11,2	67,8	35,4	103,2	66
Продукт. кустистость	10,5	3,5	4,6	8,2	43	11,1	2,8	6,3	9,1	30
Число зерен в колосе	42,2	10,4	19,4	29,9	35	41,2	48,5	15,3	63,7	76
Масса 1000 зерен	34,7	8,3	12,0	20,3	41	33,8	22,8	6,5	29,3	78
Масса зерна растения	11,2	2,9	7,5	10,4	28	11,2	10,4	12,8	23,2	45

Отмеченные закономерности по длине стебля характерны по годам исследования и для длины колоса. Но степень наследуемости длины колоса выше, чем у длины стебля.

В исследованиях использован разреженный посев, для максимального проявления продуктивной кустистости. Действительно, в среднем за годы эксперимента показатель составил 12,9 стеблей.

Следует отметить, что лучшее фенотипическое проявление признака наблюдалось в обратных скрещиваниях. Величина же коэффициента наследуемости, наоборот, выше в прямых скрещиваниях, но увеличение ее в 2013 г. было за счет снижения паратипической вариации, а в 2014 г. – за счет увеличения генотипической (табл. 1 и 2).

Величина показателя «число зерен в колосе» в зависимости от условий года и направления скрещиваний несколько различается. Так, он выше в 2013 году в обратных скрещиваниях (40,8 зерен против 41,6), а в 2014 г. – в прямых (42,2 зерна против 41,2). Коэффициент наследуемости же выше в обратных скрещиваниях по годам исследования, но в 2013 г. – за счет снижения паратипической или случайной вариации, а в 2014 г. – за счет увеличения генотипической.

Отмеченные закономерности для показателя «число зерен в колосе» верны и для массы 1000 зерен как по фенотипическому проявлению, так и по коэффициенту наследуемости.

По фенотипическому проявлению массы зерна растения по годам исследования отмечены равновеликие значения как в прямых, так и в обратных скрещиваниях. Коэффициенты наследуемости также имеют одинаковую тенденцию. Низкая степень наследуемости отмечена в прямых скрещиваниях, а за счет увеличения генотипического разнообразия в обратных она высока.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать некоторые выводы:

1. Уровень фенотипического проявления хозяйственно-ценных признаков реципрокных

гибридов F₁ в большей мере зависит от гидротермических условий. По отдельным годам отмечены преимущества обратных скрещиваний.

2. Генотипическое разнообразие не всегда следует за уровнем признака. Выявлены случаи, когда в более благоприятных условиях коэффициент наследуемости снижается за счет максимально возможного проявления всех генотипов, и, наоборот, в жестких условиях увеличивается.

3. Изменение коэффициента наследуемости возможно либо за счет увеличения генотипической, либо снижения паратипической изменчивости.

4. Более высокую наследуемость, исходя из эксперимента, имеет длина колоса (67% в прямых скрещиваниях, 78% – в обратных), а в обратных скрещиваниях – число зерен в колосе (76%) и масса 1000 зерен (87%). Низкий коэффициент наследуемости наблюдался по признаку «полевая всхожесть».

5. Отбор уникальных генотипов в расщепляющихся гибридных популяциях предпочтителен по длине колоса.

Библиографический список

1. Мухордова М.Е. Влияние генома и плазмона на изменчивость и наследование хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2000. – 16 с.

2. Мухордова М.Е., Калашник Н.А. Наследуемость хозяйственно-ценных признаков в реципрокных скрещиваниях яровой мягкой пшеницы / Деятельность академика И.И. Синягина в становлении и развитии сибирской аграрной науки: матер. Междунар. науч. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения акад. И.И. Синягина (г. Новосибирск, 20-22 марта 2006 г.) / РАСХН Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2007. – С. 316-324.

3. Мухордова М.Е. Наследуемость признаков продуктивности в реципрокных скрещиваниях пленчатых и голозерных форм овса // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 3. – С. 46-52.

4. Родин Е.А. Прогнозирование и повышение эффективности отбора в селекции растений на основе параметров генотипической изменчивости. – Киров, 1979. – 118 с.

5. Калашник Н.А. Генотипическое разнообразие отдельных признаков мутантов яровой пшеницы в разных условиях среды // Генетика. – 1972. – Т. 8. – № 9. – С. 11-13.

6. Salman R.M., Heyne E.G. Inheritance of six yield components of winter wheat (*Triticum aestivum*) / Trans. Kans. Acad. Sci. – 1987. – Vol. 90 (3-4). – P. 103-112.

7. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск, 1974. – 448 с.

References

1. Mukhordova M.E. Vliyanie genoma i plazmoma na izmenchivost' i nasledovanie khozyaistvenno-tsennykh priznakov yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Omsk, 2000. – 16 s.

2. Mukhordova M.E., Kalashnik N.A. Nasleduemost' khozyaistvenno-tsennykh priznakov v retsiproknnykh skreshchivaniyakh yarovoi myagkoi pshenitsy / Deyatel'nost' akademika

I.I. Sinyagina v stanovlenii i razvitii sibirskoi agrarnoi nauki: mater. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 95-letiyu so dnya rozhdeniya akad. I.I. Sinyagina (Novosibirsk, 20-22 marta 2006 g.) / RASKhN Sib. otd-nie. – Novosibirsk, 2007. – S. 316-324.

3. Mukhordova M.E. Nasleduemost' priznakov produktivnosti v retsiproknnykh skreshchivaniyakh plenchatykh i golozernykh form ovsya / Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – 2013. – № 3. – S. 46-52.

4. Rodin E.A. Prognozirovaniye i povysheniye effektivnosti otbora v selektsii rastenii na osnove parametrov genotipicheskoi izmenchivosti. – Kirov, 1979. – 118 s.

5. Kalashnik N.A. Genotipicheskoe raznoobrazie otdel'nykh priznakov mutantov yarovoi pshenitsy v raznykh usloviyakh sredy / Genetika. – 1972. – Т. 8. – № 9. – С. 11-13.

6. Salman R.M., Heyne E.G. Inheritance of six yield components of winter wheat (*Triticum aestivum*) / Trans. Kans. Acad. Sci. – 1987. – Vol. 90 (3-4). – P. 103-112.

7. Rokitskii P.F. Biologicheskaya statistika. – Minsk, 1974. – 448 s.



УДК 633.112.1 «321» 631.526.32 631.550

В.С. Юсов, М.Г. Евдокимов
V.S. Yusov, M.G. Yevdokimov

НАСЛЕДУЕМОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ПОЛЕГАНИЮ У ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

THE HERITABILITY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF DURUM WHEAT LODGING RESISTANCE IN THE FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA

Ключевые слова: твердая пшеница, полеганье, длина стебля, длина междоузлий, диаметр междоузлий, наследуемость.

Эффективность селекции яровой твердой пшеницы на устойчивость к полеганию во многом зависит от ценности родительских форм, используемых в скрещиваниях. Поэтому перед включением генотипов в гибридизацию необходимо изучить их по комплексу хозяйственно-ценных признаков, определить характер наследуемости. Изучение наследуемости признаков устойчивости к полеганию было проведено в трех опытах, заложенных в 2000 и 2001; 2004-2005 и 2006-2008 гг. Генетический анализ осуществлялся в первом опыте по полной диаллельной схеме, во втором – по методике оценки комбинационной способности для нерегулярных скрещиваний и в третьем – по методике оценки комбинационной способности для топкроссной системы скрещиваний. Метеорологические условия проведения опытов были достаточно контрастными. В результате исследований морфологических признаков устой-

чивости к полеганию выявлены существенные различия по коэффициентам наследуемости, а также их сильная зависимость от состава исходных родительских форм. Высокие коэффициенты наследуемости в узком смысле получены по длине стебля и по длине верхнего междоузлия от 0,67 до 0,80. Отбор по длине первого междоузлия малоэффективен. Коэффициенты наследуемости длины второго надземного междоузлия в узком смысле изменяются от 0,36 до 0,75. Отбор на увеличение диаметра первого и второго междоузлий будет более результативным с увеличением объемов выборки. Наследуемость толщины узлов первого и второго междоузлий в сильной степени зависит как от погодных условий, так и от образцов, включенных в скрещивания. Отбор будет эффективен как во влажные годы, так и в засушливые.

Keywords: durum wheat, lodging, culm length, internode length, internode diameter, heritability.

The effectiveness of durum wheat selective breeding for lodging resistance largely depends on