

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11:631.527.52:631.523.4

В.С. Валекжанин, Н.И. Коробейников
V.S. Valekzhanin, N.I. Korobeynikov

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ХАРАКТЕР НАСЛЕДОВАНИЯ МАССЫ 1000 ЗЕРЕН У СОРТОВ И ГИБРИДОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

THE VARIABILITY AND INHERITANCE OF THOUSAND-KERNEL WEIGHT IN SOFT SPRING WHEAT VARIETIES AND HYBRIDS IN DIALLEL CROSSING

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, селекция, сорт, масса 1000 зерен, изменчивость, диаллельные скрещивания, характер наследования, степень доминирования.

Обоснование принципов подбора родительских пар для скрещиваний до сих пор остаётся ключевой проблемой в селекции зерновых культур в Алтайском крае. Поэтому изучение закономерностей изменчивости и наследования основных хозяйственно-ценных признаков под влиянием условий внешней среды, генотипических особенностей и их взаимодействия в конкретных агроэкологических условиях позволят научно обоснованно подобрать родительские формы для гибридизации и качественно провести отбор селекционно-ценных рекомбинантов в расщепляющихся поколениях гибридов. Приводятся данные по одному из главных показателей, применяемых при отборе ценных гибридных форм мягкой яровой пшеницы – масса 1000 зерен. Установлено значительное влияние сортовых различий (95,2%) на изменчивость крупности зерна. Большинство гибридных комбинаций (71,1%) изучаемый признак наследует по типу сверхдоминирования (гетерозиса), у 17,8% гибридов – частичное и неполное доминирование родителя с большей либо меньшей выраженностью признака, у 11,1% комбинаций проявилась депрессия. Наибольшую селекционную ценность представляют гибридные комбинации с участием сортов и селекционных линий:

Омская 36, Алтайская 75, Тибальт, Лютесценс 1041 и Лютесценс 070326/1.

Keywords: spring soft wheat, plant breeding, variety, thousand-kernel weight, variability, diallel crossing, character of inheritance, degree of dominance.

The substantiation of choosing the parental pairs for crossing is still the key problem of crop selective breeding in the Altai Region. The study of the patterns of variability and inheritance of main economically valuable characters under the environment conditions, genotype factors and their interaction in particular agro-ecological conditions will enable to select scientifically based parental forms for crossing and to select valuable recombinants in segregating hybrid generations. The paper presents the data on thousand-kernel weight as one of the key characters used in the selection of hybrid segregants of spring soft wheat. Significant impact of varietal differences (95.2%) on the variability of the thousand-kernel weight has been revealed. Most hybrid combinations (71.1%) inherit the studied character by overdominance (heterosis) type; 17.8% hybrids have partial or incomplete dominance of parent with greater or smaller expression of the character; 11.1% combinations have depression. The hybrid combinations with the following varieties and lines are the most valuable for selective breeding: Omskaya 36, Altayskaya 75, Tibalt, Lutescens 1041 and Lutescens 070326/1.

Валекжанин Виталий Сергеевич, к.с.-х.н., с.н.с. лаб. селекции мягкой пшеницы, Алтайский НИИ сельского хозяйства (ФГБНУ Алтайский НИИСХ), г. Барнаул. E-mail: aniish@mail.ru.

Коробейников Николай Иванович, к.б.н., доцент, зав. лаб. селекции мягкой пшеницы, руководитель селекцентра, Алтайский НИИ сельского хозяйства (ФГБНУ Алтайский НИИСХ), г. Барнаул. E-mail: aniish@mail.ru.

Valekzhanin Vitaliy Sergeevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Soft Wheat Selective Breeding Lab., Altai Research Institute of Agriculture, Barnaul. E-mail: aniish@mail.ru.

Korobeynikov Nikolay Ivanovich, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Head, Soft Wheat Selective Breeding Lab., Head, Plant Breeding Center, Altai Research Institute of Agriculture, Barnaul. E-mail: aniish@mail.ru.

Введение

В современных социально-экономических условиях основная цель селекционной работы сводится к тому, чтобы создавать сорта, способные в максимальной степени реализовать генетический потенциал в конкретных агроэкологических условиях. При этом эффективность селекционных программ во многом определяется изученностью характера наследования количественных признаков, связанных с продуктивностью отдельного растения: продолжительность периода всходы-колошение, высота соломины, длина колоса, число колосков в колосе, число зерен в колосе, масса зерна колоса, масса 1000 зерен и некоторых других [1, 2].

Наиболее полную генетическую информацию об изменчивости количественных признаков сортов зерновых культур можно получить, используя систему диаллельных скрещиваний. Считается, что диаллельная схема скрещиваний является одной из самых эффективных методик получения сведений о характере наследования селекционируемых признаков, так как позволяет в результате анализа относительно небольшого числа растений первого поколения получить достаточно полную информацию о системе генетического контроля изучаемого элемента у исходных родительских форм [2-4].

При генетическом изучении основное внимание уделяется тем признакам, которые доступны и достаточно просты для измерения и при этом связаны с зерновой продуктивностью. К числу таковых относится и масса 1000 зерен.

Крупность зерна мало подвержена влиянию условий среды и является по существу одним из наиболее доступных структурных признаков для проведения индивидуального отбора в ранних поколениях расщепляющихся гибридов. Рядом авторов отмечено, что масса 1000 зерен характеризуется высокими значениями коэффициента наследуемости и контролируется в большинстве случаев по типу доминирования и сверхдоминирования [2, 5, 6] и поэтому представляет большой интерес в селекции на продуктивность.

Цель исследования – изучить изменчивость и характер наследования массы 1000 зерен мягкой яровой пшеницы в диаллельных скрещиваниях.

Материал, методика и условия проведения исследований

Экспериментальная часть работы проводилась в 2015 г. на опытном поле лаборатории селекции мягкой яровой пшеницы Алтайского НИИ сельского хозяйства.

В диаллельный анализ включены 7 сортов и 3 селекционные линии мягкой пшеницы, существенно различающиеся по происхожде-

нию, морфобиологическим свойствам, а также по степени приспособленности к местным агроклиматическим условиям: Омская 36, Геракл (Сибирский НИИСХ), Курагинская 2 (Красноярский НИИСХ), Мальцевская 110 (Курганский НИИСХ), Алтайская 75, Алтайская жница, Лютесценс 1022, Лютесценс 1041 (Алтайский НИИСХ), Тибальт и Лютесценс 070326/1 (Германия).

Посев родительских форм и гибридов F_1 проводился в период с 20 по 21 мая по черному пару ручной сажалкой РС-2. Площадь питания растений 100 см² (ширина междурядья 20 см, расстояние между растениями в рядке 5 см), глубина заделки семян 5 см. Делянки исходных генотипов и их гибридов состояли из 3 рядков, длиной 1 м. Опыт заложен в трёх повторениях (блоках), размещение вариантов (сорта и гибриды) в каждом блоке рандомизированное.

Статистическая обработка экспериментальных данных о достоверности влияния факторов внешней среды и генетической изменчивости на массу 1000 зерен проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7]. Степень доминирования признака у гибридов определяли по формуле А. Густафссона и И. Дормлинг [8]. Интегральные генетические параметры (\bar{D} и \bar{H}_1) крупности зерна рассчитаны на основе методических рекомендаций Р.А. Цильке и Л.П. Присяжной [9].

По данным Барнаульской агрометеорологической станции гидротермический режим вегетационного периода 2015 г. в целом характеризовался как удовлетворительный для роста и развития пшеницы. Главная особенность периода вегетации растений по сравнению с среднемноголетней тенденцией заключалась в высокой среднесуточной температуре воздуха на всем его протяжении (на 0,4-1,9°C больше нормы). Суммарное количество атмосферных осадков составило 194,9 мм, что на 7,1 мм меньше климатической нормы. Однако их распределение по отдельным периодам было крайне неравномерным. В частности, в мае осадков выпало на 23,3% больше нормы, а в июне их недостаток составил 38,3%. Сумма осадков за июль и август была близка к среднемноголетним значениям (63,6 и 50,5 мм против 64 и 49 мм). При этом основное их количество выпало в третьей (июль – 35,9 мм) и во второй (август – 33,3 мм) декаде месяцев, что привело к значительному поражению восприимчивых сортов и линий мучнистой росой и стеблевой ржавчиной.

Результаты исследований

Результаты дисперсионного анализа, представленные в таблице 1, показывают, что различия сортов и линий пшеницы по массе

1000 зерен, вызванные повторностями и генотипическими особенностями, высоко достоверны ($p < 0,01$).

При этом определяющее влияние на общее фенотипическое варьирование крупности зерна оказала изменчивость, обусловленная сортовыми различиями (95,2%). Вклад повторений и случайных факторов составлял 0,7 и 4,1% соответственно.

В таблице 2 отражены экспериментальные данные по массе 1000 зерен у родительских форм и гибридов F_1 . Так, среди родительских растений лишь 2 селекционные линии (Лютесценс 1022 и Лютесценс 1041) наиболее полно реализовали генетический потенциал по крупности зерна, достоверно превысив среднее значение признака на 3,1 и 4,3 г соответственно. Самым же мелким зерном в опыте (31,8 г) характеризовался скороспелый сорт Мальцевская 110, у которого фазы цветения и формирования зерна совпали с недостатком атмосферных осадков в эти периоды.

Среди гибридов F_1 , в среднем по повторяющемуся родителю, наиболее высокую массу 1000 зерен формировали популяции с участием сортообразцов Омская 36, Лютесценс 1041 и Лютесценс 070326/1 (табл. 2). Обращает на себя внимание и то, что средние значения признака по гибридам во всех случаях, кроме комбинаций с участием генотипов Алтайская жница и Лютесценс 1022, больше средней рекуррентного родителя, что свидетельствует о проявлении в большинстве комбинаций доминантных эффектов генов ($\bar{D} = 9,57$; $\bar{H}_1 = 57,4$). Анализ средних значений признака по всем диаллельным гибридам позволил установить, что максимальной крупностью зерна (более 44 г) отличались такие гибридные комбинации, как Омская 36 × Геракл, Омская 36 × Лютесценс 1022, Геракл × Лютесценс 070326/1, Курагинская 2 × Лютесценс 1041, Алтайская 75 × Лютесценс 1041 и Лютесценс 1022 × Лютесценс 1041.

Таблица 1

Дисперсионный анализ массы 1000 зерен в диаллельных скрещиваниях

Источники варьирования	Сумма квадратов отклонений	Степени свободы	Средний квадрат	F-фишера (экспер.)	F-фишера (таблич.), * $p < 0,01$	Доля влияния фактора, %
Общая	3593,416	164	-	-	-	100
Повторения	25,3863	2	12,69315	9,4088	3,0804	0,7
Генотипы	3422,329	54	63,37646	46,978	1,4562	95,2
Случайные отклонения	145,7	108	1,34908	-	-	4,1

Таблица 2

Масса 1000 зерен родительских форм и гибридов F_1 в диаллельных скрещиваниях, г

Родительские формы	Омская 36	Геракл	Кураг. 2	Мальц. 110	Алт. 75	Алт. жница	Лют. 1022	Лют. 1041	Тибальт	Лют. 070326/1	\bar{X}
Омская 36	34,5	44,4	40,2	36,3	43,2	41,8	45,5	43,6	42,0	43,4	42,3
Геракл		39,3	42,6	38,7	41,5	37,2	30,8	42,7	41,3	45,3	40,5
Курагинская 2			38,8	34,8	39,2	40,8	43,1	45,0	40,0	42,3	40,9
Мальцевская 110				31,8	35,5	20,7	27,2	40,2	38,7	39,0	34,6
Алтайская 75					39,3	39,9	42,7	44,8	42,6	42,9	41,4
Алтайская жница						39,5	40,1	43,7	41,7	42,8	38,7
Лютесценс 1022							41,0	45,8	42,4	41,5	39,9
Лютесценс 1041								42,2	42,3	43,5	43,5
Тибальт									36,3	38,0	41,0
Лютесценс 070326/1										36,2	42,1

Примечание. $НСР_{0,95} = 1,88$; $\bar{X}_p = 37,9$; $\bar{X}_{F_1} = 40,5$; $\bar{D} = 9,57$; $\bar{H}_1 = 57,4$.

Характер доминирования массы 1000 зерен гибридами F_1 в диаллельных скрещиваниях

Родительские формы	Омская 36	Геракл	Кураг. 2	Мальц. 110	Алт. 75	Алт. жница	Лют. 1022	Лют. 1041	Тибальт	Лют. 070326/1
Омская 36	-	СД	СД	СД	СД	СД	СД	СД	СД	СД
Геракл		-	СД	НДМ	СД	Д	Д	СД	СД	СД
Курагинская 2			-	Д	НДБ	СД	СД	СД	СД	СД
Мальцевская 110				-	СД	Д	Д	СД	СД	СД
Алтайская 75					-	СД	СД	СД	СД	СД
Алтайская жница						-	ЧДБ	СД	НДБ	СД
Лютесценс 1022							-	СД	СД	НДБ
Лютесценс 1041								-	ЧДБ	ПДБ
Тибальт									-	НДБ
Лютесценс 070326/1										-

Примечание. СД – сверхдоминирование; НДБ – неполное доминирование родителя с большей выраженностью признака; ЧДБ – частичное доминирование родителя с большей выраженностью признака; НДМ – неполное доминирование родителя с меньшей выраженностью признака; Д – депрессия.

Вместе с тем интересно проследить, как наследуется признак в зависимости от привлекаемых в скрещивания родительских форм. Так, оценка степени доминирования массы 1000 зерен у гибридов F_1 показала, что характер наследования признака в зависимости от гибридной комбинации варьировал в достаточно широких пределах (табл. 3). С позиций практической селекции при отборе на высокую крупность зерна наибольшую ценность будут представлять те гибриды, у которых проявилось сверхдоминирование, так как среднее значение данного признака у них выше, чем у родителя с большей выраженностью признака. В нашем опыте к этой категории генотипов относятся гибриды с участием сортов Омская 36, Алтайская 75, Лютесценс 1041, Тибальт и Лютесценс 070326/1.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что основное влияние на общее фенотипическое варьирование массы 1000 зерен оказали генотипические особенности (95,2%). Среди родительских форм достоверным превышением признака относительно среднего значения отличались селекционные линии Лютесценс 1022 и Лютесценс 1041. В среднем по гибридам F_1 наиболее высокую крупность зерна формировали комбинации с участием родительских форм: Омская 36, Лютесценс 1041 и Лютесценс 070326/1. Характер наследования признака в зависимости от гибридной комбинации изменялся в достаточно широком интервале – от депрессии до сверхдоминирования.

Библиографический список

1. Гребенникова И.Г. Диаллельный анализ в селекции тритикале // Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки на Алтае: сборник научных трудов / Россельхозакадемия, ГНУ Алтайский НИИСХ. – Барнаул, 2010. – С. 225-232.
2. Цильке Р.А. Генетика, цитогенетика и селекция растений // Собрание научных трудов / ред. С.Г. Икрянников. – Новосибирск: НГАУ, 2003. – 620 с.
3. Применение диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам в селекции: метод. рекомендации / В.В. Пискарев, Р.А. Цильке, А.А. Тимофеев: ГНУ Сиб. НИИ растениеводства и селекции Рос. акад. с.-х. наук. – Новосибирск, 2011. – 28 с.
4. Донцова А.А., Филиппов Е.Г. Изучение закономерностей наследования массы 1000 семян гибридами F_1 и F_2 озимого ячменя в диаллельных скрещиваниях // Экология, генетика, селекция на службе человечества: матер. Международ. научной конф. (п. Тимирязевский, 28-30 июня 2011 г.). – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – С. 20-27.
5. Пискарев В.В., Бойко Н.И. Изучение наследования массы 1000 зерен в парных скрещиваниях сортов пшеницы мягкой яровой с контрастным проявлением признака // Актуальные направления сельскохозяйственной науки в работах молодых ученых: Сборник научных трудов / ФГБУ Алтайский НИИСХ ФАНО России. – Барнаул, 2014. – С. 120-125.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

7. Gustafsson A., Dormling I. Dominance and overdominance in phytotron analysis of monohybrid barley // *Hereditas*. – 1972. – Vol. 70 (2). – P. 185-216.

8. Цильке Р.А., Присяжная Л.П. Методика диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам. – Новосибирск, 1979. – 13 с.

References

1. Grebennikova I.G. Diallel'nyi analiz v selektsii tritikale // *Sostoyanie i problemy sel'skokhozyaistvennoi nauki na Altae: Sbornik nauchnykh trudov / Rossel'khozakademiya, GNU Altaiskii NIISKh*. – Barnaul, 2010. – S. 225-232.

2. Tsil'ke R.A. Genetika, tsitogenetika i selektsiya rastenii. *Sobranie nauchnykh trudov / red. S.G. Ikryannikov*. – Novosibirsk: NGAU, 2003. – 620 s.

3. Primenenie diallel'nogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam v selektsii: metod. rekomendatsii / V.V. Piskarev, R.A. Tsil'ke, A.A. Timofeev: GNU Sib. NII rasstnievodstva i selektsii Ros. akad. s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 2011. – 28 s.

Kostylev P.I. Geneticheskii analiz kolichestvennykh priznakov risa, sorgo i yachmenya // *Geneticheskie osnovy selektsii: materialy Vserossi-*

iskoi shkoly molodykh selektsionerov im. S.A. Kunakbaeva; 11-15 marta 2008 goda. – Ufa: GNU BashNIISKh, 2008. – S. 170-182

4. Dontsova A.A., Filippov E.G. Izuchenie zakonornosti nasledovaniya massy 1000 semyan gibridami F1 i F2 ozimogo yachmenya v diallel'nykh skreshchivaniyakh // *Ekologiya, genetika, selektsiya na sluzhbe chelovechestva: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (p. Timiryazevskii, 28-30 iyunya 2011 g.)*. – Ul'yanovsk: UIGTU, 2011. – S. 20-27.

5. Piskarev V.V., Boiko N.I. Izuchenie nasledovaniya massy 1000 zeren v parnykh skreshchivaniyakh sortov pshenitsy myagkoi yarovoi s kontrastnym proyavleniem priznaka // *Aktual'nye napravleniya sel'skokhozyaistvennoi nauki v rabotakh molodykh uchenykh: Sbornik nauchnykh trudov / FGBU Altaiskii NIISKh FANO Rossii*. – Barnaul, 2014. – S. 120-125

6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.

7. Gustafsson A., Dormling I. Dominance and overdominance in phytotron analysis of monohybrid barley // *Hereditas*. – 1972. – Vol. 70 (2). – P. 185-216.

8. Tsil'ke R.A., Prisyazhnaya L.P. Metodika diallel'nogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam. – Novosibirsk, 1979. – 13 s.



УДК 633.11"321"

С.Б. Лепухов
S.B. Lepukhov

**ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОТИП-СРЕДА
У СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

**THE EFFECTS OF GENOTYPE-ENVIRONMENT INTERACTION
IN SPRING SOFT WHEAT VARIETIES**

Ключевые слова: взаимодействие генотип-среда, яровая мягкая пшеница, урожайность, селекция, засуха.

Феномен взаимодействия генотип-среда сопутствует всей истории селекции растений и является существенным фактором снижения точности оценок сортов. Методы линейной регрессии позволяют предсказать примерный уровень и знак взаимодействия в заданном ряде сред, но требуют, по меньшей мере, трехлетнего сортоиспытания либо постановки многофакторного опыта. Приводится оценка эффектов взаимодействия генотип-год в удобных для селекции единицах измерения (т/га), которая, с поправкой на неё, позволяет надёжнее судить о сортах на основе однолетнего

испытания. Эффекты взаимодействия генотип-среда оценивали по методике Кильчевского А.В., Хотылевой Л.В. (1985). Исследование включало 3 опыта общей продолжительностью 12 лет. Эффекты взаимодействия год-генотип по урожайности варьировали от незначительных до существенных (свыше 30% от среднесортной урожайности) и иногда превышали величину НСР. В 4 случаях из 5 величина данных эффектов находилась в интервале 0-15% от среднесортной урожайности и с 95%-ной вероятностью – в интервале 0-20%. Наличие засушливых лет в сортоиспытании вело к увеличению взаимодействия год-генотип. Генотипы с высоким потенциалом урожайности могут быть идентифицированы при умеренной засухе, но не при сильной.