

АГРОНОМИЯ

УДК 633.111.1.«321»:575.2:575.1

И.Ф. Дёмина, С.В. Косенко
I.F. Demina, S.V. Kosenko

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДОВАНИЕ МАССЫ ЗЕРНА С КОЛОСА У ГИБРИДОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

VARIABILITY AND INHERITANCE OF GRAIN WEIGHT PER SPIKE IN OF SPRING SOFT WHEAT HYBRIDS IN THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Ключевые слова: пшеница мягкая яровая, гибриды, сорта, наследование, изменчивость, масса зерна с колоса, топкроссы, гетерозис.

Keywords: spring soft wheat, hybrids, varieties, inheritance, variability, grain weight per spike, top-cross, heterosis.

В условиях лесостепи Среднего Поволжья для изучения особенностей наследования признаков продуктивности, одним из которых является масса зерна с колоса, а также определения комбинационной способности образцов в 2002-2004 гг. выполнена серия скрещиваний по схеме полных топкроссов. Описаны погодные условия в годы проведения исследований. Изученные сорта существенно различались по продуктивности колоса. У материнских сортов масса зерна с колоса составила 1,1-1,2 г. Среди отцовских форм высокой массой зерна с колоса выделился сорт Омская 20 – 1,2-1,7 г. Показана изменчивость массы зерна с колоса: у гибридов F_1 – 16,9-19,7%, гибридов F_2 – 33,0-34,3%. В изменчивость данного признака наибольший вклад вносят условия вегетации (35,4%), а также взаимодействие «генотип-год» (24,9%). Наиболее тесная корреляционная связь признака наблюдалась с озернёностью растения ($r=0,719^{**}-0,805^{**}$) и колоса ($r=0,658^{**}-0,904^{**}$), а также массой зерна с растения ($r=0,867^{**}-0,884^{**}$) и массой растения ($r=0,634^{**}-0,762^{**}$). Данный признак наследовался в основном по типу сверхдоминирования и гибридной депрессии. Наибольший отрицательный гетерозис (депрессия) отмечен в 2005 г. у 58,4% гибридных комбинаций. Анализ комбинационной способности и коэффициента наследуемости по количественным признакам гибридов яровой мягкой пшеницы показывает, что лучшими донорами могут считаться сорта Тулайковская 10, Эритропермум 2375 и Alexandria (США), в комбинациях с участием этих сортов отбор возможен по массе зерна с колоса в F_2 . В целом же, отборы по продуктивности колоса нужно проводить в более поздних поколениях.

A series of crosses by a complete top-cross scheme was performed from 2002 to 2004 to study the feature of inheritance of the productivity characters and to determine the combining ability of spring soft wheat accessions under the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The research results on "the grain weight per spike" are presented; the weather conditions during the research are described. The studied varieties significantly differed in terms of spike productivity. The grain weight per spike in the maternal varieties made 1.1-1.2 g. The variety Omskaya 20 stood out by a higher grain weight per spike among paternal forms (1.2-1.7 g). The variability of grain weight per spike was as following in hybrids: F_1 hybrids – 16.9-19.7%; F_2 hybrids – 33.0-34.3%. The growing season conditions and the interaction "genotype-year" made the greatest contribution to the variability of this character, 35.4% and 24.9% respectively. The closest correlation of the grain weight per spike character was observed with the number of kernels per plant ($r = 0.719-0.805$) and per spike ($r = 0.658-0.904$), grain weight per plant ($r = 0.867-0.884$) and plant weight ($r = 0.634-0.762$). The grain weight per spike character was inherited mostly by the type of superdominance and hybrid depression. The greatest expression of negative heterosis (depression) was revealed in 2005 in 58.4% of hybrid combinations. The analysis of the combining ability and heritability coefficient of the grain weight per spike character showed that the varieties Tulaykovskaya 10, Erythrosperrnum 2375 and Alexandria may be considered the best donors of this character among the studied spring wheat accessions. The selection for the grain weight per spike character in the populations with these parental varieties may be started with the F_2 generation. In general, the selection for spike productivity should be carried out in later generations.

Дёмина Ирина Фёдоровна, к.с.-х.н., с.н.с., отдел селекции зерновых культур, Пензенский НИИ сельского хозяйства (ФГБНУ Пензенский НИИСХ). E-mail: deminaif@mail.ru.

Косенко Светлана Валентиновна, к.с.-х.н., вед. н.с., зав. отделом селекции зерновых культур, Пензенский НИИ сельского хозяйства (ФГБНУ Пензенский НИИСХ). E-mail: kosenkosv@mail.ru

Demina Irina Fyodorovna, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Dept. of Grain Crop Selective Breeding, Penza Research Institute of Agriculture. E-mail: deminaif@mail.ru.

Kosenko Svetlana Valentinovna, Cand. Agr. Sci., Head, Dept. of Grain Crop Selective Breeding, Penza Research Institute of Agriculture. E-mail: kosenkosv@mail.ru.

Введение

Одной из наиболее важных задач современного сельскохозяйственного производства является производство высококачественного зерна на основе роста урожайности. Главное направление её решения – создание и внедрение новых сортов.

При этом эффективность селекционной работы с зерновыми культурами увеличивается в тех случаях, когда она опирается на информацию о наследовании признаков, получаемую методами генетического анализа [1]. Успешная генетико-селекционная работа невозможна без знания характера наследования количественных признаков. Такая информация позволяет прогнозировать результаты будущих скрещиваний, подбирать исходный материал, выбирать направление и методы селекции, планировать объём скрещиваний и размеры гибридных популяций. Наследование и взаимодействие генов при гибридизации зависят от генотипа и условий внешней среды [2, 3]. Поэтому информация, полученная в зоне, для которой создаётся сорт, имеет исключительное значение для повышения эффективности селекционной работы.

Цель исследования – с помощью генетического контроля выделить доноры высокой массы зерна с колоса яровой мягкой пшеницы в условия лесостепи Среднего Поволжья.

При выполнении работы решались следующие задачи:

- изучить характер изменчивости и наследуемости массы зерна с колоса;
- определить комбинационную способность сортов яровой мягкой пшеницы и выделить доноры массы зерна с колоса.

Условия, объекты и методы

Объектом исследования служили 8 сортов, в качестве материнских форм использовали районированные сорта Пирамида, Нива 2 и Тулайковская 10, в качестве отцовских – сорта разных эколого-географических групп: Памяти Азиева, Славянка Сибири, Омская 20 (Западно-Сибирский регион), Кинельская 60 (Средневолжский регион), Прохоровка (Нижневолжский регион), CDC TEAL (Канада), Эритроспермум 2375 и Alexandria (США), которые были скрещены по схеме полных топкроссов.

Посев гибридов F_1 и F_2 поколения проводили в сравнении с родительскими формами. Полевые опыты закладывали по чистому пару в селекционном севообороте Пензенского НИИСХ. Семена высевали на делянках площадью $0,4 \text{ м}^2$ (F_1) и $1,0 \text{ м}^2$ (F_2) с нормой высева $100 \text{ шт}/\text{м}^2$, повторность трёхкратная.

Определение комбинационной способности проводили по методу полных топкроссов [4, 5]. Коэффициент наследуемости в широком смысле для признака определяли по схеме двухфакторного дисперсионного анализа [6]. Коэффициент наследуемости в узком смысле для сорта через варианты ОКС и СКС [7]. Тип наследования или показатель доминирования определяли по формуле [8]. Полученные данные обрабатывали методами корреляционного и дисперсионного анализов [9]. Достоверность коэффициентов корреляции на 5- и 1%-ных уровнях значимости обозначена, соответственно, одной и двумя звёздочками.

Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. 2003, 2004, 2005 гг. характеризовались избыточно-увлажнёнными в период кущение-колошение (ГТК=3,3; 1,8; 2,8 соответственно). Засуха наблюдалась в период налива зерна в 2005 г. (ГТК=0,7).

Результаты и их обсуждение

Сорта тестеры существенно различались по продуктивности колоса. У материнских сортов масса зерна с колоса составила 1,1-1,2 г. Среди отцовских форм высокой массой зерна с колоса выделился сорт Омская 20 – 1,2-1,7 г.

Изменчивость массы зерна с колоса у родительских сортов по годам исследований составила 16,3-17,5%, у гибридов F_1 – 16,9-19,7% (среднее варьирование), у гибридов F_2 – 33,0-34,3% (сильное варьирование).

Изучаемый признак сильно зависит от погодных условий [10]. В таблице приведены компоненты изменчивости признака массы зерна с колоса гибридов F_1 . Наибольший вклад в изменчивость рассматриваемого признака вносят условия вегетации (35,4%), а также взаимодействие генотип × год (24,9%).

Доля влияния генотипов и лет исследований на массу зерна с колоса гибридов яровой мягкой пшеницы (2003-2005 гг.)

Источник варьирования	Поколения	Степени свободы	Сумма квадратов	Критерий Фишера	Доля влияния фактора, %
Фактор А (генотип)	F ₁	23	0,106	1,879*	14,9
Фактор В (годы)	F ₁	2	2,901	51,392*	35,4
Взаимодействие А×В	F ₁	46	0,886	1,569*	24,9
Случайное отклонение	F ₁	72	0,056		24,8

Тесная корреляционная связь массы зерна с колоса наблюдалась с озёрностью растения ($r=0,719^{**}-0,805^{**}$) и колоса ($r=0,658^{**}-0,904^{**}$), а также массой зерна с растения ($r=0,867^{**}-0,884^{**}$) и массой растения ($r=0,634^{**}-0,762^{**}$).

Между массой зерна с колоса и массой 1000 зёрен выявлена слабая корреляционная связь ($r=0,198$) в 2003 г. и сильная ($r=0,763^{**}$) – в 2005 г.

Низкая корреляционная связь с массой 1000 зёрен в 2003 г. объясняется большей подверженностью этого признака влиянию погодных условий вегетации, доля влияния которых составляет почти 33%. Погодные условия 2003 г. вызвали перераспределение взаимосвязей многих признаков и элементов структуры урожайности. С высотой растений, длиной верхнего междоузлия и продуктивной кустистостью корреляционная связь была неустойчива, а длиной колоса, числом колосков в колосе корреляционная связь средней силы, с $K_{хоз}$ – средней степени и высокая ($r=0,606^{**}-0,769^{**}$).

Во втором поколении гибридов сопряжённость изучаемого признака с остальными значительно снизилась, но была также на уровне средних и высоких значений.

По данным А.П. Головоченко [11], в расщепляющихся гибридных популяциях вплоть до F₅ отмечаются все возможные типы наследования. С ростом поколения уменьшается частота положительного сверхдоминирования и полного доминирования и возрастает частота промежуточного наследования и депрессии элементов продуктивности гибридов.

У изученных гибридов наблюдались различные типы наследования от сверхдоминирования (гетерозис) до депрессии. П.П. Лукьяненко, В.В. Тимофеев [12] отмечали, что гетерозис по продуктивности колоса наблюдается редко, а в опытах В.И. Кравченко [13] – напротив, часто.

По массе зерна с колоса в 2003 г. гетерозис наблюдался у 29,2% комбинаций; в 2004 г. в F₁ – у 41,6% и в F₂ – у 20,9%; в 2005 г. в F₁ – у 33,2% и в F₂ – у 16,8%. Наибольший отрицательный гетерозис (депрессия) был отмечен в 2005 г. во втором поколении у 58,4% гибридных комбинаций.

Учитывая часто проявляющийся гетерозис (депрессию) по массе зерна с колоса в ранних поколениях гибридов, отбор желательнее проводить в поздних поколениях.

По мнению авторов Г.А. Абрамова, М.С. Наумова [14, 15], продуктивность колоса относится к высоконаследуемым признакам.

Для определения генетического разнообразия в общем фенотипическом был вычислен коэффициент наследуемости в широком смысле.

В F₁ масса зерна с колоса имела среднюю наследуемость $H^2=14,3-31,3\%$, с преобладанием коэффициента взаимодействия $H^2=6,3-25,3\%$. В F₂ продуктивность колоса имела низкую наследуемость $H^2=12,3-22,5\%$. Высокая наследуемость взаимодействия указывает на то, что при индивидуальном подборе определённых материнских форм значительный практический результат можно получить только с определёнными отцовскими сортами. Поэтому в целом отбор по массе зерна с колоса в F₂ не может гарантировать успех при любых скрещиваниях.

Сравнительный анализ ОКС и СКС и определение коэффициента наследуемости в узком смысле показали, что у материнского сорта Тулайковская 10 в F₂ в 2004 г. отмечается примерное равенство аддитивных и доминантно-эпистатических генов ($h^2=55\%$), а у сортов Пирамида и Нива 2 в обоих поколениях во все годы наблюдалось преимущественно доминантно-эпистатическое взаимодействие генов ($\sigma^2_{qij} < \sigma^2_{sij}$). Аналогичный тип взаимодействия отмечался и у отцовских сортов, исключение составили сорта Эритроспермум 2375 ($h^2=53\%$) F₂ – в 2004 г. и Alexandria ($h^2=56\%$) F₂ – в 2005 г., у которых было отмечено примерно равное соотношение доминантно-эпистатических и аддитивных генов. Наследуемость в F₂ у большинства сортов меньше показателя в F₁.

Выводы

Установлено, что в изменчивость признака массы зерна с колоса наибольший вклад вносят условия вегетации (35,4%), а также взаимодействие «генотип-год» (24,9%). Анализ комбинационной способности и коэффициента наследуемости по массе зерна с колоса

гибридов яровой мягкой пшеницы показывает, что лучшими донорами могут считаться сорта Тулайковская 10, Эритроспермум 2375 и Alexandria (США), в комбинациях с участием этих сортов отбор возможен в F₂.

В целом же, отборы по продуктивности колоса рекомендуется проводить в более поздних поколениях.

Библиографический список

1. Костылев П.И. Генетический анализ количественных признаков риса, сорго и ячменя // Генетические основы селекции: матер. Всерос. школы молодых селекционеров им. С.А. Кунахбаева / БашНИИСХ. – Уфа, 2008. – С. 172-175.
2. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М., Ничипоренко Н.Н. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 274. – № 3. – 720 с.
3. Лелли Я. Селекция пшеницы. Теория и практика. – М.: Колос, 1980. – 384 с.
4. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В.Г. Вольф, П.П. Литун и др. – Харьков, 1980. – 76 с.
5. Савченко В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. – Минск: Наука и техника, 1973. – С. 48-78.
6. Методические указания ВИР. – Л., 1976. – 35 с.
7. Федин М.А., Силис Д.Я., Смирязев А.В. Статистические методы генетического анализа. – М.: Колос, 1980. – 208 с.
8. Gustafsson A., Dormling I. Dominance and overdominance in phytotron analyses of monohybrid barley // Hereditas. – 1972. – Vol. 70 (2). – P. 185-216.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – М., 1985. – 351 с.
10. Пискарёв В.В., Цильке Р.А., Тимофеев А.А., Москаленко В.М. Наследование массы зерна с колоса в различных эколого-климатических условиях // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 1. – С. 26-27.
11. Головаченко А.П. Особенности адаптивной селекции яровой мягкой пшеницы в зоне Среднего Поволжья: дис. ... докт. с.-х. наук. – Кинель, 2001. – 380 с.
12. Лукьяненко П.П., Тимофеев В.Б. Изучение гетерозиса у озимой мягкой пшеницы // Вестник с.-х. науки. – 1970. – № 9. – С. 13-19.

13. Кравченко В.И. Гетерозис и характер наследования количественных и качественных признаков у межсортовых гибридов озимой пшеницы в условиях Молдавии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Кишинёв, 1972. – 25 с.

14. Абрамов А.Г. Наследуемость количественных признаков у гибридов и мутантов // Пути повышения урожайности кормовых, зерновых и овощных культур в Восточной Сибири: сб. науч. тр. / Иркут. СХИ. – Иркутск, 1980. – С. 29-31.

15. Наумова М.С. Наследуемость хозяйственно-ценных признаков у гибридов яровой пшеницы // Пути повышения урожайности кормовых, зерновых и овощных культур в Восточной Сибири: сб. науч. тр. / Иркут. СХИ. – Иркутск, 1980. – С. 31-37.

References

1. Kostylev P.I. Geneticheskii analiz kolichestvennykh priznakov risa, sorgo i yachmenya // Geneticheskie osnovy selektsii: Materialy Vserossiiskoi shkoly molodykh selektsionerov im. S.A. Kunakhbaeva: BashNIISKh. – Ufa, 2008. – S. 172-175.
2. Dragavtsev V.A., Litun P.P., Shkel' N.M., Nichiporenko N.N. Model' ekologo-geneticheskogo kontrolya kolichestvennykh priznakov rastenii // Doklady AN SSSR. – 1984. – Т. 274. – № 3. – 720 с.
3. Lelli Ya. Seleksiya pshenitsy. Teoriya i praktika. – М.: Kolos, 1980. – 384 с.
4. Metodicheskie rekomendatsii po primeniyu matematicheskikh metodov dlya analiza eksperimental'nykh dannykh po izucheniyu kombinatsionnoi sposobnosti / Vol'f V.G., Litun P.P. i dr. – Khar'kov, 1980. – 76 с.
5. Savchenko V.K. Metod otsenki kombinatsionnoi sposobnosti geneticheski raznokachestvennykh naborov roditel'skikh form // Metodiki genetiko-selektsionnogo i geneticheskogo eksperimentov. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1973. – S. 48-78.
6. Metodicheskie ukazaniya VIR. – Leningrad, 1976. – 35 s.
7. Fedin M.A., Silis D.Ya., Smiryaev A.V. Statisticheskie metody geneticheskogo analiza. – М.: Kolos, 1980. – 208 с.
8. Gustafsson A., Dormling I. Dominance and overdominance in phytotron analyses of monohybrid barley // Hereditas. – 1972. – Vol. 70 (2). – P. 185-216.
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya). – М., 1985. – 351 с.
10. Piskarev V.V., Tsil'ke R.A., Timofeev A.A., Moskalenko V.M. Nasledovanie massy zerna s kolosa v razlichnykh ekologo-klimaticheskikh usloviyakh // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2008. – № 1. – S. 26-27.

11. Golovochenko A.P. Osobennosti adaptivnoi selektsii yarovoi myagkoi pshenitsy v zone Srednego Povolzh'ya: diss. ... d-ra s.-kh. nauk. – Kinel', 2001. – 380 s.

12. Luk'yanenko P.P., Timofeev V.B. Izuchenie geterozisa u ozimoi myagkoi pshenitsy // Vestnik s.-kh. nauki. – 1970. – № 9. – S. 13-19.

13. Kravchenko V.I. Geterozis i kharakter nasledovaniya kolichestvennykh i kachestvennykh priznakov u mezhsortovykh gibridov ozimoi pshenitsy v usloviyakh Moldavii: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.05. – Kishinev, 1972. – 25 s.

14. Abramov A.G. Nasleduemost' kolichestvennykh priznakov u gibridov i mutantov // Puti povysheniya urozhainosti kormovykh, zernovykh i ovoshchnykh kul'tur v Vostochnoi Sibiri: Sb. nauch. tr. / Irkut. SKhI. – Irkutsk, 1980. – S. 29-31.

15. Naumova M.S. Nasleduemost' khozyaistvenno-tsennykh priznakov u gibridov yarovoi pshenitsy // Puti povysheniya urozhainosti kormovykh, zernovykh i ovoshchnykh kul'tur v Vostochnoi Sibiri: Sb. nauch. tr. / Irkut. SKhI. – Irkutsk, 1980. – S. 31-37.



УДК 633.11:631.582:631.85(571:15)

Д.В. Часовских
D.V. Chasovskikh

**ПРОДУКТИВНАЯ КУСТИСТОСТЬ СОРТОВ
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
НА РАЗЛИЧНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ ФОНАХ
В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

**PRODUCTIVE TILLERING OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES AGAINST DIFFERENT
AGROCHEMICAL BACKGROUNDS IN THE ALTAI REGION'S PRIOBYE (THE OB RIVER AREA)**

Ключевые слова: продуктивная кустистость, минеральные удобрения, интенсивный сорт, полунинтенсивный сорт, фосфорные удобрения, паровой предшественник.

Keywords: productive tillering, mineral fertilizers, intensive variety, semi-intensive variety, phosphorus fertilizers, fallow.

В условиях внедрения и адаптации современных систем земледелия необходимо эффективное использование любых удобрительных средств, изыскание приемов, технологий и способов их применения под культуры и в севооборотах с учетом почвенно-климатических, агротехнических и других агроэкологических факторов, определяющих их эффективность. Схема опыта представляет собой 24 варианта, которые включают четыре сорта, два варианта внесения удобрений в рядок при посеве и два уровня основного внесения удобрений. В 2012 г. у сорта полунинтенсивного типа Алтайская Жница наблюдался больший коэффициент продуктивной кустистости. В 2013 г. были более благоприятные погодные условия, и в целом показатель продуктивной кустистости был выше по всем сортам, но наибольший уровень наблюдался по-прежнему у сорта Алтайская Жница. У сортов Сибирский Альянс и Алтайская 110 наблюдается влияние рядкового внесения фосфорных удобрений на коэффициент продуктивной кустистости. В 2014 г. при улучшении азотного фона питания, сорт Алтайская Жница снова показывает наилучший коэффициент продуктивной кустистости среди изучаемых сортов. Таким образом, для формирования оптимальной густоты продуктивного стеблестоя необходим правильный подбор сорта. Улучшение фона минерального питания также способствует развитию узла кушения.

The introduction of modern farming systems requires efficient use of fertilizers and studying their application in crops and crop rotations taking into account the soil and climatic factors, agronomic and agro-environmental factors which influence the effectiveness of fertilizers. The trial arrangement included 24 variants, 4 varieties and 2 variants of fertilizer application: row fertilization at sowing and basal fertilization; 3 variants of the basal fertilization. The soil of the trial plot was leached chernozem. In 2012, a semi-intensive variety *Altayskaya zhnitsa* showed the greatest number of fertile tillers per plant. The weather conditions in 2013 were more favorable, and the overall rate of fertile tillering was higher for all varieties but the highest coefficient was also observed in the variety *Altayskaya zhnitsa*. The effect of row application of phosphorus fertilizers on the number of fertile tillers was found in the varieties *Sibirskiy alyans* and *Altayskaya 110*. In 2014, with the improvement of nitrogen nutrition, the variety *Altayskaya zhnitsa* once again showed the greatest coefficient of productive tillering among the varieties under study. Therefore, to form the optimum density of fertile spikes, the right variety should be selected. Improved mineral nutrition also promotes the development of tillering node.