

УДК 633.111:631.526.325:575.1

НАСЛЕДОВАНИЕ МАССЫ ЗЕРНА С КОЛОСА У ВНУТРИВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Л. В. Волкова, кандидат биологических наук
Зональный НИИ сельского хозяйства Северо-Востока
им. Н. В. Рудницкого
E-mail: VolkovKirov@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, гибридные популяции, масса зерна с колоса, наследование, эффективность отбора

Реферат. Рассмотрена роль массы зерна с колоса как одного из главных признаков, по которым ведется индивидуальный отбор на продуктивность у гибридов ранних поколений яровой пшеницы. На основе сравнительного изучения трех поколений гибридных популяций показано, что степень фенотипического доминирования может меняться в зависимости от комбинации скрещивания и условий года. В неблагоприятном по влагообеспеченности году отмечено увеличение числа комбинаций со сверхдоминированием признака. Выделены популяции, ежегодно превышающие по массе зерна с колоса лучшего родителя. Проанализированы индивидуальные отборы, проведенные во втором поколении, по сдвигу в потомстве и коэффициенту наследуемости. Показано, что эффективность отборов по массе зерна с колоса, несмотря на высокий уровень селекционного дифференциала, невысокая, что подтверждается и незначительным коэффициентом корреляции между поколениями F_2 – F_3 . Реализованная наследуемость признака в группах отбора варьирует от положительных до отрицательных значений.

Индивидуальный отбор по фенотипу растения остается основным методом селекции на высокий потенциал продуктивности. В то же время отбор в ранних поколениях гибридов – один из самых проблемных этапов в селекционном процессе, так как вероятность определения по фенотипу лучшего генотипа очень низка [1]. Чтобы предугадать у гибридов их будущую продуктивную ценность, необходимо знать признаки, определяющие урожайность. По мнению многих авторов [2–4], одним из таких показателей является масса зерна с колоса – сложный результирующий признак, который складывается из двух компонентных: числа зерен в колосе и массы одного зерна. Известно, что эти субпризнаки формируются в разные фазы органогенеза и могут менять свои вклады в зависимости от условий вегетации [5]. Кроме того, озерненность колоса и крупность зерна, как правило, отрицательно коррелируют между собой, и отбор по одному из них может противоречить отбору по другому. Задача селекционера – выделить и отобрать растения, формирующие за счет того или иного компонента стабильно высокий уровень результирующего признака в разных условиях среды.

Цель настоящего исследования – определить особенности наследования массы зерна с колоса в трех смежных гибридных поколениях яровой мягкой пшеницы, установить эффективность от-

боров по этому признаку в F_2 , по сдвигу в потомстве и реализованной наследуемости в F_3 .

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2011–2013 гг. на опытном поле ГНУ НИИСХ Северо-Востока. В 2010 г. путем межсортовых скрещиваний было создано 18 гибридных комбинаций, подбор родительских пар основывался на принципе различий по элементам структуры урожая. В качестве исходных форм использовались сорта селекции НИИСХ Северо-Востока: Ферругинеум 69–96 и Анюта, а также высокоурожайные в данных условиях сорта коллекции ВИР. Гибриды и родительские сорта высевали по схеме $P_{\text{♀}}$, F , $P_{\text{♂}}$ на двухрядковых делянках с нормой посева 50 зерен на 1 рядок. Структурный анализ проводили по 50 растениям. У гибридов первого, второго и третьего поколения определяли степень фенотипического доминирования (hp) по формуле, приведенной К. Мазером, Дж. Джиксом [6]. При сравнении родителей и гибридов использовали критерий Стьюдента, при котором разница между средними арифметическими показателями считалась достоверной при $t \geq 2,0$ [7]. Во втором поколении из гибридных популяций проводили отборы растений с высокой массой зерна с колоса при интенсив-

ности (i) около 10%, определяли селекционный дифференциал (S). В третьем поколении отобранные семьи высевали по той же схеме, что и исходные сорта и популяции, определяли эффективность отборов по массе зерна с колоса по сдвигу в потомстве (R). Реализованную наследованность вычисляли по формуле $h^2 = R/S$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Метеорологические условия 2011 и 2012 гг. по тепло- и влагообеспеченности способствовали благоприятному росту и развитию растений. В 2013 г. наблюдался сильный недостаток влаги в период «кущение – выход в трубку», что существенно повлияло на продуктивность яровой пшеницы.

Межпопуляционные значения массы зерна с колоса у гибридов первого поколения характеризовались значительной вариабельностью ($V=38\%$).

У родительских сортов признак был более однороден ($V=21\%$). Среднее значение массы зерна с колоса в гибридных популяциях было на 0,12 г выше, чем у отцовских форм, и на 0,08 г ниже, чем у материнских форм. Однако различие между ними не доказывается (t-критерий незначим).

Положительное сверхдоминирование ($hp=1,3-3,0$) наряду с максимальными значениями массы зерна с колоса (1,48–1,52 г) отмечено у 5 комбинаций скрещивания: Ферругинеум 69–96 х Памяти Рюба, Нја 23361 х Анюта, Ботаническая 3 х Памяти Рюба, Анюта х Тюменская 99, Анюта х Изиди. Отрицательное сверхдоминирование наблюдалось у 7 комбинаций, среди которых наибольшей депрессией признака характеризовались Анюта х Мальцевская 110 и Fortalesa х Ботаническая 3 ($hp=-4,4...-12,4$). Остальные гибриды наследовали признак промежуточно либо уклонялись в сторону одного из родителей (табл. 1).

Таблица 1

Наследование массы зерна с колоса у гибридов яровой пшеницы, г.

Комбинация скрещивания	2011 г.				2012 г.				2013 г.			
	P _♀	P _♂	F ₁	hp	P _♀	P _♂	F ₂	hp	P _♀	P _♂	F ₃	hp
Ферругинеум 69–96 х Памяти Рюба	1,40	0,80	1,51	Г	0,93	1,21	1,28	Г	0,64	0,77	1,12	Г
Ферругинеум 69–96 х Кинельская Отрада	1,40	1,00	1,40	Д ⁺	0,93	1,13	1,12	П	0,64	0,9	1,06	Г
Ферругинеум 69–96 х Анюта	1,40	0,90	1,16	П	0,93	0,84	0,88	П	0,64	0,80	0,91	Г
Нја 23361 х Степная 60	0,90	1,20	1,20	Д ⁺	0,50	0,84	0,92	Г	0,82	0,86	0,94	Г
Нја 23361 х Анюта	0,90	0,90	1,48	Г	0,50	0,95	0,90	П	0,82	0,80	0,90	Г
Ботаническая 3 х Кинельская Отрада	1,40	1,30	1,30	Д ⁻	0,90	1,15	1,11	П	0,67	0,92	1,03	Г
Ботаническая 3 х Памяти Рюба	1,40	0,80	1,52	Г	0,90	1,04	1,4	Г	0,67	0,61	0,63	П
Ботаническая 3 х Gutler	1,40	1,00	0,80	Дп	0,90	0,97	0,97	Д ⁺	0,67	0,78	0,78	Д ⁺
Анюта х Тюменская 99	1,40	1,00	1,50	Г	1,03	0,83	1,02	П	0,88	0,85	0,93	Г
Анюта х Омская 36	1,40	1,00	1,22	П	1,03	0,90	1,03	Д ⁺	0,88	1,08	0,72	Дп
Анюта х Степная 1	1,40	0,70	1,41	Д ⁺	1,03	0,82	1,22	Г	0,88	0,85	1,10	Г
Анюта х Воронежская 16	1,40	0,90	0,60	Дп	1,03	1,03	0,91	Дп	0,88	0,99	1,12	Г
Анюта х Мальцевская 110	1,40	1,10	0,64	Дп	1,03	0,74	0,93	П	0,88	1,05	0,97	П
Анюта х Эритроспермум 1129	1,40	1,20	1,10	Дп	1,03	0,94	0,82	Дп	0,88	0,57	0,72	П
Анюта х Энгелина	1,40	0,90	0,67	Дп	1,03	1,08	0,79	Дп	0,88	1,02	1,03	Г
Анюта х Изиди	1,40	1,30	1,50	Г	1,03	0,98	0,86	Дп	0,88	1,21	0,83	Дп
Fortalesa х Г-93	0,90	1,00	0,82	Дп	0,72	0,78	0,69	Дп	0,79	0,95	0,83	П
Fortalesa х Ботаническая 3	0,90	1,00	0,33	Дп	0,72	0,67	0,97	Г	0,79	0,85	0,52	Дп
Среднее	1,20	1,00	1,12	-	0,81	0,94	0,99	-	0,76	0,88	0,90	-

Примечание. P_♀, P_♂ – исходные формы; F₁, F₂, F₃ – гибридные популяции 1, 2, 3-го поколения; hp – тип наследования; Дп – депрессия или сверхдоминирование низкого показателя; Г – гетерозис или сверхдоминирование высокого показателя; П – промежуточное наследование; Д⁻ и Д⁺ – доминирование низкого и высокого показателя соответственно.

Таблица 2

Реакция гибридных популяций на отбор и реализованная в группах отбора наследуемость

Комбинация скрещивания	Селекционный дифференциал (S) в F_2 , г	Реакция на отбор (R) в F_3 , г	Реализованная наследуемость (h^2)
Ферругинеум 69–96 х Памяти Рюба	0,53	-0,26	-0,49
Ферругинеум 69–96 х Кинельская Отрада	0,53	0,01	0,02
Ферругинеум 69–96 х Анюта	0,42	-0,05	-0,12
Нја 23361х Степная 60	0,30	-0,07	-0,23
Нја 23361х Анюта	0,48	-0,11	-0,23
Ботаническая 3 х Кинельская Отрада	0,16	-0,02	-0,12
Ботаническая 3 х Памяти Рюба	0,19	0,38	2,00
Ботаническая 3 х Gutler	0,70	-0,03	-0,04
Анюта х Тюменская 99	0,28	-0,30	-1,07
Анюта х Омская 36	0,24	0,23	0,96
Анюта х Степная 1	0,26	-0,21	-0,81
Анюта х Воронежская 16	0,44	0,17	0,39
Анюта х Мальцевская 110	0,19	0,07	0,37
Анюта х Эритроспермум 1129	0,39	0,20	0,51
Анюта х Энгелина	0,45	-0,11	-0,24
Анюта х Изиды	0,39	0,35	0,90
Fortalesa х Г-93	0,63	-0,05	-0,08
Fortalesa х Ботаническая 3	0,35	0,12	0,34
Среднее	0,38	0,02	0,11

Во втором поколении сравнение групповых средних показало значительное превышение гибридов над материнскими формами ($t=3,2^*$), превышение же над отцовскими сортами было незначительным ($t=0,6$). Размах варьирования признака у гибридов составлял от 0,69 до 1,28 г ($V=18\%$), у сортов – от 0,67 до 1,21 г ($V=17\%$). Во втором поколении масса зерна с колоса у 5 комбинаций скрещивания превышала лучшего из родителей. При сопоставлении данных двух лет установлено, что только две популяции сохранили высокий уровень фенотипического доминирования в F_2 : Ферругинеум 69–96 х Памяти Рюба ($hp=1,5$) и Ботаническая 3 х Памяти Рюба ($hp=6,1$). Две популяции, характеризующиеся гетерозисом в F_1 , в следующем поколении наследовали признак по промежуточному типу и одна характеризовалась депрессией.

Большинство гибридов, имеющих промежуточное наследование или доминирование одного из родителей в F_1 , в следующем поколении тоже не выходили за пределы значений родительских форм. Исключение составляла популяция Анюта х Степная 1, которая в F_2 значительно превысила по массе зерна с колоса как отцовскую, так и материнскую формы (соответственно на 0,40 и 0,19 г). Из 7 гибридов с отрицательным сверхдоминированием признака в F_1 4 сохраняли низкий уровень признака и в F_2 ($hp=-2,0 \dots -10,6$).

В третьем поколении средняя масса зерна с колоса в гибридных популяциях составила 0,90 г, что на 0,14 г выше среднего значения материнских форм ($t=3,0^*$) и на 0,02 г выше среднего значения отцовских форм ($t=0,4$). Коэффициент варьирования признака у сортов и гибридов составлял соответственно 16 и 17%. В 10 комбинациях скрещивания средняя масса зерна с колоса у гибридов выходила за пределы среднего значения лучшего родителя ($hp=1,1-15,7$), а в 3 комбинациях она была ниже среднего значения худшего родителя ($hp=-1,3 \dots -10,0$). Преобладание сверхдоминирования в F_3 можно объяснить неблагоприятными погодными условиями в текущем году, когда решающее влияние оказывают неаллельные взаимодействия генов [8].

В результате трех лет изучения установлено, что характер наследования массы зерна с колоса у яровой пшеницы в ряду поколений был неоднородным и зависел как от комбинаций скрещивания, так и от условий произрастания. Существенное влияние условий вегетации на характер изменчивости признаков родительских форм и гибридов отмечают и другие исследователи [9, 10].

Наибольшую ценность имеют генотипы, сохраняющие стабильно высокий уровень продуктивности колоса в меняющихся условиях среды. В данных исследованиях перспективными по этому критерию можно считать комбинации,

формирующие максимальный показатель с наименьшей вариабельностью: Ферругинеум 69–96 х Памяти Рюба (масса зерна с колоса за 2011–2013 гг. составляла 1,12–1,51 г), Ферругинеум 69–96 х Кинельская Отрада (1,06–1,40), Анюта х Степная 1 (1,10–1,41 г).

Критериями генетической структуры гибридных популяций самоопыляющихся культур являются генотипический сдвиг по признаку (R) и его реализованная наследуемость в группах отбора (h^2). Используя эти характеристики, можно оценивать перспективность гибридных популяций на первых этапах селекции. В наших исследованиях, несмотря на высокий уровень селекционного дифференциала (в среднем по популяциям 0,38 г) и высокую интенсивность отбора ($\approx 10\%$), генотипический сдвиг в потомстве был очень низкий (в среднем 0,02 г) (табл. 2).

У большинства популяций показатель R имел отрицательные или близкие к нулю значения. Наиболее ощутимый сдвиг по массе зерна с колоса (+0,20 г и более) проявился в популяциях Ботаническая 3 х Памяти Рюба, Анюта х Омская 36, Анюта х Эритроспермум 1129, Анюта х Изида. Реализованная наследуемость признака в группах отбора была различной и варьировала очень сильно в зависимости от комбинации скрещивания. Отбор генотипов в F_2 был результативным в 7 популяциях ($h^2=0,34\text{--}2,00$).

Повторяемость массы зерна с колоса, рассчитанная по коэффициенту корреляции между поколениями, оказалась существенной лишь в системе $F_1\text{--}F_2$ ($r=0,49^*$), между F_2 и F_3 согласованность по-

казателя была низкая ($r=0,13$). Таким образом, эффективность отбора во втором поколении невысокая, что говорит о сложной генетической природе признака и сильном влиянии средовых факторов.

ВЫВОДЫ

1. Средние значения массы зерна с колоса у гибридов второго и третьего поколений яровой пшеницы достоверно превышали групповые средние материнских сортов и были на уровне отцовских форм, что свидетельствует о значительной роли отцовского компонента в комбинациях скрещивания.
2. Характер наследования признака в ряду поколений был непостоянным и менялся в зависимости от условий вегетации и происхождения гибридов. В неблагоприятном по влагообеспеченности году отмечено увеличение числа комбинаций со сверхдоминированием признака. Из 18 изученных популяций только 3 ежегодно формировали признак на уровне или выше лучшего родителя.
3. Эффективность индивидуальных отборов по массе зерна с колоса в F_2 , несмотря на высокий уровень селекционного дифференциала, была низкой, что подтверждается и невысоким коэффициентом корреляции между поколениями $F_2\text{--}F_3$. Реализованная наследуемость признака в группах отбора варьирует от положительных до отрицательных значений. Из всех изученных гибридных комбинаций отбор оказался результативным лишь в 7.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кочерина Н. В. Теория ошибок идентификации генотипов отдельных растений по их фенотипам по количественным признакам в расщепляющихся популяциях на ранних этапах селекции // С.-х. биология. – 2007. – № 1. – С. 96–102.
2. Лукьяненко П. П. Селекция и семеноводство озимой пшеницы: избр. тр. – М.: Колос, 1973. – 448 с.
3. Стрижова Ф. М. Параметры адаптивных свойств яровой пшеницы по массе зерна // Аграр. наука. – 2003. – № 5. – С. 15–16.
4. Шиндин И. М. Наследование количественных признаков гибридами мягкой яровой пшеницы в условиях Дальнего Востока // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 66–70.
5. Драгавцев В. А. К проблеме генетического анализа полигенных количественных признаков растений. – СПб., 2003. – 35 с.
6. Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. – М.: Мир, 1985. – 463 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
8. Поползухина Н. А. Селекция яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири на основе сочетания индуцированного мутагенеза и гибридизации: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Тюмень, 2004. – 31 с.
9. Никитина В. И. Изменчивость и наследование массы зерна с колоса у мягкой яровой пшеницы в условиях лесостепи Восточной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2006. – № 11. – С. 53–59.

10. *Наследование массы зерна с колоса в различных эколого-климатических условиях* / В. В. Пискарев, Р. А. Цильке, А. А. Тимофеев, В. М. Москаленко // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 1. – С. 26–27.

INHERITANCE OF GRAIN MASS PER SPIKE IN SOFT SPRING WHEAT INTRASPECIES HYBRIDS

L. V. Volkova

Key words: spring wheat, hybrid populations, grain mass per spike, inheritance, selection efficiency

Summary. The paper considers the role of grain mass per spike as one of the main traits for which an individual selection is carried on for productivity in the hybrids of early spring wheat generations. Based on comparative examination of three generations in hybrid populations it is shown that the degree of phenotypic dominance can vary with crossing combinations and season conditions. The increased number of combinations with the trait super dominance was marked in the year unfavorable for moisture supply. The populations were identified which every spike exceeded the best parent for grain mass per spike. Individual selections were analyzed which were carried out in the second generation for the shift in offspring and heritability coefficient. It is shown that despite the high level of breeding differential, the selection efficiency for grain mass per spike is small, which is confirmed by minor correlation coefficient between generations F_2 – F_3 . The trait heritability realized in the selection groups varies from positive to negative values.

УДК 633.16:633.11:631.53:632.26

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ РАЗНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМАХ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

А. П. Волощук, доктор сельскохозяйственных наук
И. С. Волощук, кандидат сельскохозяйственных наук
В. В. Глыва, научный сотрудник
Г. С. Герешко, научный сотрудник
О. М. Случак, научный сотрудник

Институт сельского хозяйства Карпатского региона
НААН Украины
E-mail: olexandravoloschuk@mail.ru

Ключевые слова: рентабельность, семена, пшеница озимая, предшественники, сроки посева

Реферат. На основании результатов исследований, проведенных в зоне рискованного ведения семеноводства Западной Лесостепи Украины, которая характеризуется низким естественным плодородием почв, их повышенной кислотностью, пестротой почвенного покрова и высоким гидротермическим коэффициентом (1,5–1,8), дана экономическая оценка выращивания семян сортов пшеницы озимой лесостепного экологического типа среднеранней и среднеспелой групп при разных нетрадиционных предшественниках и сроках посева. Рентабельность производства семян элиты зависела как от предшественников, так и от сортовых особенностей и составила по рапсу озимому 54–73, овсу – 39–57%, себестоимость 1 т семенной продукции – 1,89–2,04 и 2,00–2,26 тыс. грн. соответственно. Высокий уровень рентабельности обеспечил оптимальный срок посева – 71–134%, при котором себестоимость 1 т элиты озимой пшеницы была низкой – 1,35–1,84 тыс. грн. При допустимом сроке посева эти показатели соответственно составляли 60–100% и 1,57–1,97 тыс. грн./т, а при позднем – 35–78% и 1,76–2,32 тыс. грн./т.

Семеноводство – одна из важнейших отраслей растениеводства, которая играет важную роль в укреплении экономики страны, стабилизации со-

циально-экономической ситуации, росте экспортного потенциала и международного авторитета. Исходя из этого в научных разработках особое вни-