

red. akad. Rosselkhozakademii I.F. Khramtsova. – Omsk, 2011. – 78 s.

6. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhay. – M.: VNIIA. 2005. – 302 s.

7. Tikhonovich I.A., Kruglov Yu.V. Biopreparaty v selskom khozyaystve. Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve. – M., 2005. – 154 s.

8. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kozhemyakov A.P. Ispolzovanie biopreparatov - dopolnitelnyy istochnik elementov

pitaniya rasteniy // Plodorodie. – 2011. – No. 3 (60). – S. 9-13.

9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – M., 1989. – Vyp. 2. – 194 s.

10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

11. Agroklimaticheskie resursy Altayskogo kraya. – L.: Gidrometioizdat, 1971. – 155 s.

12. Vavilov P.P. Rastenievodstvo // pod red. P.P. Vavilova. – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1986. – 512 s.



УДК 633.11

С.Б. Лепехов
S.B. Lepexov

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОЦЕНОК ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ИХ СЕЛЕКЦИОННОЙ ЦЕННОСТЬЮ

RELATIONSHIP BETWEEN THE ESTIMATIONS OF SEGREGATING POPULATIONS OF SPRING SOFT WHEAT AND THEIR BREEDING VALUE

Ключевые слова: селекция, яровая мягкая пшеница, гибридная популяция, селекционная ценность, урожайность, браковка, визуальная оценка.

Селекционеры вынуждены ежегодно работать с большим числом комбинаций скрещивания. Гибридные популяции этих комбинаций различаются по способности формировать перспективные линии. Поиск критериев для выделения перспективных гибридных популяций на ранних этапах способен повысить эффективность селекции. Исследование проведено в ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий в 2010-2016 гг. 68 гибридных популяций F₃ яровой мягкой пшеницы изучены по урожайности и признакам зерна (крупность, выполненность и стекловидность) на основе отбора 100 колосьев с каждой популяции. Потомства F₄ этих популяций визуально оценены в полевых и лабораторных условиях. Селекционную ценность комбинации скрещивания определяли по количеству отобранных из неё линий в F₄. Среди групп гибридных популяций, классифицированных на основе урожайности, за 3 года исследования имелось лишь одно достоверное различие в селекционной ценности. Классификация гибридных популяций на основе визуальных оценок зерна позволяет лучше разделить комбинации скрещивания по их селекционной ценности, чем классификация по урожайности.

Гибридные популяции F₃ с низкой оценкой по зерну формировали в среднем от 1,0 до 2,0 перспективных линий F₄, – гибридные популяции F₃ со средней и высокой оценкой по зерну – в среднем от 1,9 до 3,0 перспективных линий F₄. Гибридные популяции, получившие наименьшую оценку по крупности, выполненности и стекловидности зерна, обладают наименьшей селекционной ценностью.

Keywords: plant breeding, spring soft wheat, segregating population, breeding value, yield, discard, visual assessment.

Plant breeders annually work with a large number of hybrid combinations. Segregating populations of these combinations vary in ability to segregate promising lines. The search of criteria for finding promising segregating populations in early stage may enhance breeding process efficiency. The study was carried out at the Federal Altai Scientific Centre of Agro-Biotechnologies in 2010-2016. The progenies F₄ of these populations were visually assessed in the field and laboratory conditions. The yield and grain traits (size, plumpness and hardness) based on selection of 100 spikes per population of 68 segregating populations F₃ of spring soft wheat were studied. The breeding value of the combination was defined by the number of selected lines F₄. For 3 years,

only one significant difference of breeding value was found among the groups of segregating populations classified according to the yield. The classification of segregating populations based on visual assessment of grain allows better dividing the crosses for breeding value than the classification based on the yield. The segregating populations F_3 with low

assessment of grain traits formed on average from 1.0 to 2.0 promising lines F_4 . The segregating populations F_3 with medium and high assessment of grain traits formed on average from 1.9 to 3.0 promising lines F_4 . The segregating populations with the lowest assessment of grain size, plumpness and hardness have the worst breeding value.

Лепехов Сергей Борисович, к.с.-х.н., с.н.с., лаб. селекции мягкой пшеницы, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, г. Барнаул. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Lepekhov Sergey Borisovich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Soft Spring Wheat Selective Breeding, Federal Altai Scientific Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Введение

В современной селекции растений используется большое число комбинаций скрещивания для создания наследственной изменчивости в гибридных популяциях и последующего индивидуального отбора. Селекционный материал уже в ранних поколениях может быть оценён по его перспективности для дальнейшей работы. Shinde и Deshmukh предложили использовать в качестве такого показателя величину гетерозиса [1]. Nass обнаружил, что линии от комбинаций с наибольшей урожайностью в F_1 также обладали высокой урожайностью и в F_4 [2]. Показано, что высокоурожайные линии F_3 в среднем имели высокую урожайность и в F_4 [3, 4]. Коновалов и др. установили, что гибридные популяции, имеющие самую низкую продуктивность колоса, массу 1000 зёрен за 3-летний период репродуцирования и получившие наименьшую оценку в питомнике отбора, могут быть забракованы без риска потери ценных генотипов [5].

В лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий ежегодно осуществляется 90-120 парных скрещиваний. Индивидуальный отбор в полученных гибридных популяциях начинается в F_2 - F_3 . Каждая гибридная комбинация пересевается 2-3 года, а лучшие – до 6 лет. Для оптимизации селекционного процесса необходимо научное обоснование принципов браковки гибридных популяций.

Цель исследования заключалась в выявлении взаимосвязи между оценками гибридных популяций яровой мягкой пшеницы и их селекционной ценностью.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования являлись 68 гибридных популяций яровой мягкой пшеницы третьего поколения 2010, 2011 и 2012 гг. скрещивания (21, 25 и 22 шт. соответственно). Гибридные популяции были посеяны по паровому предшественнику на делянках площадью 10 м² в однократной повторности. Комбинации скрещивания 2010 г. испытывались в 2013 г., 2011 – в 2014 г. и 2012 – в 2015 г. В фазу полной спелости в каждой гибридной популяции был проведён индивидуальный отбор 100 колосьев. Учёт урожайности проводился после уборки делянок комбайном Сампо 130. В каждый год гибридные популяции были разделены на низкоурожайные (от U_{\min} до $U_{\min}+(U_{\max}-U_{\min})/3$), среднеурожайные (от $U_{\min}+(U_{\max}-U_{\min})/3$ до $U_{\max}-(U_{\max}-U_{\min})/3$) и высокоурожайные (от $U_{\max}-(U_{\max}-U_{\min})/3$ до U_{\max}), где U_{\min} – минимальная урожайность в опыте, U_{\max} – максимальная урожайность. После обмолота колосьев каждая гибридная популяция оценивалась по крупности, выполненности и стекловидности зерна по пятибалльной шкале. Три оценки суммировались. На основе суммы баллов гибридные популяции были разделены на 3 группы аналогично урожайности. Потомства отобранных колосьев высевались в селекционном питомнике первого года (СП-1). Селекционную ценность комбинации скрещивания определяли согласно Л.И. Волошиной и Л.А. Животкову [6] по количеству отобранных линий с комплексом хозяйственно ценных признаков в СП-1, включая браковку по зерну в лабораторных условиях. Статистическая обработка результатов исследования проведена по Г.Ф. Лакину [7].

Результаты исследования и обсуждение

Оценки гибридных популяций по урожайности и признакам зерна не были достоверно ($p=0,05$) связаны между собой во все три года исследования (r от $-0,04$ до $0,34$), что даёт возможность классифицировать комбинации скрещивания, используя два разных подхода. Группы гибридных популяций, классифицированные на основе двух вышеописанных способов, обладали различной селекционной ценностью (табл. 1, 2).

Среди групп гибридных популяций, классифицированных на основе урожайности, за 3 года ис-

следования обнаружено лишь одно достоверное различие в селекционной ценности. Только в 2015 г. высокоурожайные комбинации скрещивания формировали большее количество линий, отобранных селекционером, чем низкоурожайные гибридные популяции.

Большую информацию о селекционной ценности гибридных популяций даёт их классификация на основе оценок по зерну. Обнаружены ежегодные достоверные различия в селекционной ценности между гибридными популяциями с различными оценками по зерну (табл. 2).

Таблица 1

Селекционная ценность гибридных популяций яровой мягкой пшеницы, классифицированных на основе урожайности

Год скрещивания	Параметры гибридных популяций	Группы гибридных популяций		
		низкоурожайные	среднеурожайные	высокоурожайные
2010	Урожайность, т/га, 2013 г.	2,59±0,09	3,05±0,06	3,35±0,15
	Количество отобранных в СП-1 линий, шт., 2014 г.	2,3±0,5	2,9±0,9	2,5±0,6
2011	Урожайность, т/га, 2014 г.	3,06±0,13	3,26±0,03	3,43±0,04
	Количество отобранных в СП-1 линий, шт., 2015 г.	2,4±0,8	3,2±1,2	1,8±0,6
2012	Урожайность, т/га, 2015 г.	2,73±0,07	2,98±0,05	3,23±0,07
	Количество отобранных в СП-1 линий, шт., 2016 г.	1,3±0,4	2,2±0,9	2,8±0,6

Таблица 2

Селекционная ценность гибридных популяций яровой мягкой пшеницы, классифицированных на основе оценок по зерну

Год скрещивания	Параметры гибридных популяций	Группы гибридных популяций		
		низкая оценка по зерну	средняя оценка по зерну	высокая оценка по зерну
2010	Оценка зерна, балл, 2013 г.	10,3±0,3	11,4±0,1	12,0±0,0
	Количество отобранных в СП-1 линий, шт., 2014 г.	2,0±0,5	3,3±0,7	3,0±1,3
2011	Оценка зерна, балл, 2014 г.	10,1±0,5	11,4±0,1	12,1±0,
	Количество отобранных в СП-1 линий, шт., 2015 г.	1,0±0,0	3,0±0,7	2,6±1,1
2012	Оценка зерна, балл, 2015 г.	10,5±0,0	11,3±0,1	12,4±0,3
	Количество отобранных в СП-1 линий, шт., 2016 г.	1,0±0,0	1,9±0,4	2,9±1,0

Анализ данных таблиц позволяет заключить, что классификация гибридных популяций на основе визуальных оценок зерна, при браковке отобранных колосьев, дает возможность лучше отделить комбинации скрещивания с высокой либо средней селекционной ценностью от комбинаций с низкой селекционной ценностью, чем классификация их по урожайности. Однако ни один из двух способов не является более эффективным в плане выделения гибридных популяций с наибольшей селекционной ценностью. Существенным моментом является то, что группы гибридных популяций со средней и высокой урожайностью либо со средними и высокими оценками по зерну не имели достоверных различий по селекционной ценности за 3 года исследования между собой. Таким образом, на основе визуальных оценок зерна гибридных популяций можно выявить лишь популяции с наименьшей селекционной ценностью. К аналогичному выводу о том, что отбор в ранних поколениях эффективен, главным образом для устранения худших семей, пришли и другие исследователи [8, 9]. Тем не менее комбинации скрещивания с низкими оценками также способны формировать перспективные линии, хотя и в меньшем количестве, поэтому они не должны механически забраковываться селекционером.

Среди причин большей эффективности оценок селекционной ценности гибридных популяций, на основе признаков зерна отобранных колосьев перед урожайностью, выделяем различия в фенотипическом варьировании данных показателей и наследуемости. Так, Н.И. Коробейников установил, что линейные размеры зерновки пшеницы характеризуются слабой модификационной изменчивостью (коэффициенты вариации толщины зерновки 4%, ширины – 5, длины – 3, массы 1000 зёрен – 10%) [10]. В исследовании Бебякина и др. [11] коэффициент вариации стекловидности зерна гибридов F₂-F₄ яровой мягкой пшеницы составил от 6,2 до 17,4%, а генотипический сдвиг данного признака в F₃ при отборе 10% лучших потомств в F₂ оказался наиболее ощутимым. В случае урожайности картина выглядит иначе. В исследовании Бойко и др. коэффициент вариации урожай-

ности у большей части сортов характеризовался значительной изменчивостью (39,7-60,5%) [12]. К этому следует добавить, что оценки по признакам зерна выставляются после просмотра 100 обмоченных колосьев, а урожайность обычно измеряется однократно, так как гибридные популяции высеваются в бесповторном опыте. В эксперименте Lungu и др. [13] обнаружена сильная корреляция между массой 1000 зёрен отдельных растений в F₂, F₃ и урожайностью их потомств в F₄. Можно ожидать, что косвенный отбор по урожайности на основе массы 1000 зёрен и других признаков зерна окажется эффективнее прямого отбора по урожайности. Так, в работе Saadalla [14] прибавка урожайности в результате отбора растений F₂ по массе 1000 зёрен была больше, чем от прямого отбора по урожайности линий F₃.

Заключение

Классификация гибридных популяций на основе визуальных оценок зерна отобранных колосьев позволяет лучше разделить их по селекционной ценности, чем классификация по урожайности. Однако таким образом можно отделить лишь гибридные популяции с низкой селекционной ценностью от популяций со средней либо высокой селекционной ценностью.

Библиографический список

1. Shinde N.V., Deshmukh R.B. (1989) Heterosis in urdbean. *Indian Journal of Pusles Research*. 2 (2): 119-124.
2. Nass H.G. (1979) Selecting superior spring wheat crosses in early generations. *Euphytica*. Vol. 28 (1): 161-167.
3. Knott D.R. (1972) Effects of selection for F₂ plant yield on subsequent generations in wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 52 (5): 721-726.
4. DePauw R.M., Shebeski L.H. (1973) An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticum aestivum* // *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 53 (3): 465-470.
5. Коновалов Ю.Б., Михкельман В.А., Аль-Собахи С.С., Кадиков Р.К., Апенников С.А. Прогнозирование селекционной ценности гибридных популяций ярового ячменя при модифицирован-

ном методе пересева // Известия ТСХА. – 1991. – Вып. 3. – С. 44-52.

6. Волошина Л.И., Животков Л.А. Селекционная ценность образцов озимой пшеницы западноевропейского экотипа // Селекция и семеноводство. – 1982. – № 2. – С. 21-23.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.

8. Dahiya B.S., Waldia R.S., Kaushik L.S., Solanki I.S. (1984) Early generation yield testing versus visual selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. Vol. 68 (6): 525-529.

9. Rosal, C.J. de S.; Ramalho, M.A.P.; Goncalves, F.M.A.; Abreu, A. de F.B. (2000). Early selection for common bean grain yield. *Bragantia*. 59 (2): 189-195.

10. Коробейников Н.И. Изменчивость и характер наследования линейных размеров и массы зерновки у сортов и гибридов мягкой яровой пшеницы // Научно-технический бюллетень СО ВАСХНИЛ. – 1985. – № 45. – С. 19.

11. Бебякин В.М., Кулеватова Т.Б., Кочеткова Н.В. Оценка гибридных популяций яровой мягкой пшеницы по общей стекловидности зерна на основе их фенотипической и генетической структуры. // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – № 1 (1). – С. 26-27.

12. Бойко Н.И., Пискарев В.В., Тимофеев А.А. Особенности формирования урожайности пшеницы мягкой яровой в контрастных погодных условиях лесостепи Приобья // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 3 (19). – С. 135-141.

13. Lungu D.M., Kaltsikes P.J., Larter E.N. (1990). Intra- and intergeneration relationships among yield, its components and other related characteristics in spring wheat. *Euphytica*. Vol. 45 (2): 139-153.

14. Saadalla M.M. (1994) Response to early-generation selection for yield and yield components in wheat. *Cereal Research Communications*. Vol. 22 (3): 187-193.

References

1. Shinde N.V., Deshmukh R.B. (1989) Heterosis in urdbean. *Indian Journal of Pusles Research*. 2 (2): 119-124.

2. Nass H.G. (1979) Selecting superior spring wheat crosses in early generations. *Euphytica*. Vol. 28 (1): 161-167.

3. Knott D.R. (1972) Effects of selection for F₂ plant yield on subsequent generations in wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 52 (5): 721-726.

4. DePauw R.M., Shebeski L.H. (1973) An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticum aestivum* // *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 53 (3): 465-470.

5. Konovalov Yu.B., Mikhkelman V.A., Al-Sobakhki S.S., Kadikov R.K., Apennikov S.A. Prognozirovanie selektsionnoy tsennosti gibridnykh populyatsiy yarovogo yachmenya pri modifitsirovannom metode pereseva // *Izvestiya TSKhA*. – 1991. – Vyp. 3. – S. 44-52.

6. Voloshina L.I., Zhivotkov L.A. Seleksionnaya tsennost obraztsov ozimoy pshenitsy zapadnoevropeyskogo ekotipa // *Selektsiya i semenovodstvo*. – 1982. – No. 2. – S. 21-23.

7. Lakin G.F. *Biometriya*. – М.: Vysshaya shkola, 1980. – 293 s.

8. Dahiya B.S., Waldia R.S., Kaushik L.S., Solanki I.S. (1984) Early generation yield testing versus visual selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. Vol. 68 (6): 525-529.

9. Rosal, C.J. de S.; Ramalho, M.A.P.; Goncalves, F.M.A.; Abreu, A. de F.B. (2000). Early selection for common bean grain yield. *Bragantia*. 59 (2): 189-195.

10. Korobeynikov N.I. Izmenchivost i kharakter nasledovaniya lineynykh razmerov i massy zernovki u sortov i gibridov myagkoy yarovoy pshenitsy // *Nauchno-tekhnicheskii byulleten SO VASKhNIL*. – 1985. – No. 45. – S. 19.

11. Bebyakin V.M., Kulevatova T.B., Kochetkova N.V. Otsenka gibridnykh populyatsiy yarovoy myagkoy pshenitsy po obshchey steklovidnosti zerna na osnove ikh fenotipicheskoy i geneticheskoy struktury // *Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka*. – 2009. – No. 1 (1). – S. 26-27.

12. Boyko N.I., Piskarev V.V., Timofeev A.A. Osobennosti formirovaniya urozhaynosti pshenitsy myagkoy yarovoy v kontrastnykh pogodnykh uslovi-

yakh lesostepi Priobya // Vestnik APK Stavropolya. – 2015. – No. 3 (19). – S. 135-141.

13. Lungu D.M., Kaltsikes P.J., Larter E.N. (1990). Intra- and intergeneration relationships among yield, its components and other related char-

acteristics in spring wheat. Euphytica. Vol. 45 (2): 139-153.

14. Saadalla M.M. (1994) Response to early-generation selection for yield and yield components in wheat. Cereal Research Communications. Vol. 22 (3): 187-193.



УДК 631.861

О.И. Антонова, М.Г. Желтунов, Е.М. Комякова, В.В. Калпокас

O.I. Antonova, M.G. Zheltunov, Ye.M. Komyakova, V.V. Kalpokas

К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ (ОМУ) ИЗ БИОКОМПОСТА НА ОСНОВЕ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА КРС В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

ON THE TECHNOLOGY OF MAKING ORGANO-MINERAL FERTILIZERS FROM BIOCUMPOST BASED ON LITTER CATTLE MANURE IN THE ALTAI REGION

Ключевые слова: подстилочный навоз, биопродукты, химический состав, удобрительные свойства, биокомпосты, ОМУ, гельминты, озимая пшеница, сорняки.

Keywords: litter cattle manure, biological products, chemical composition, fertilizing properties, bio-compost, organo-mineral fertilizers (OMF), helminthes, winter wheat, weeds.

С использованием препаратов «Байкал ЭМ-1», «Санвит-К» при компостировании подстилочного навоза наземным открытым способом получены биокомпосты. Более высоким удобрительными свойствами обладают биокомпосты с применением 100 г/т препарата «Санвит-К» и «Байкал ЭМ-1» в дозе 0,4 л/т навоза. Через 40 дней в этих биокомпостах сохранился азот, повысилось содержание фосфора, калия и существенно увеличилось содержание питательных веществ в доступной форме по сравнению с обычным компостом. Отмеченные особенности позволяют готовить из биокомпостов гранулированные органо-минеральные удобрения (ОМУ), после подсушивания – до 18,5%. Полученные ОМУ из биокомпостов характеризуются высокими удобрительными свойствами: содержанием азота – 1,64-1,93%, фосфора – 0,64-0,7, калия – 1,29-1,3% и их подвижных форм: N-NO₃ – 127-165; N-NH₄ – 372-419; P₂O₅ – 2800-2920 и K₂O – 5230-7240 мг/кг, с отношением C:N – 8,6-9,4 и содержанием гуминовых соединений – 4,4-5,0%. В биокомпостах не содержатся гельминты. Предлагаемая технологическая линия производства гранулированного ОМУ в хозяйствах, накапливающих 10 тыс. т подстилочного навоза, позволит переработать его в биокомпост в тёплый период и получить 3,5-4,0 тыс. т ОМУ. Внесение ОМУ в дозах 2,5 ц/га даст возможность ежегодно удобрять до 10 тыс. га и получать доход в пересчете на зерно до 15,9 млн руб.

Bio-composts were obtained from litter cattle manure by ground heap method with the use of the biological products Baikal EM-1 and Sanvit-K. Higher fertilizing properties were found in the bio-compost made by using Sanvit-K (100 g t) and Baikal EM-1 (0.4 L per ton of manure). In 40 days these bio-composts retained their nitrogen content, increased phosphorus and potassium levels, and significantly increased the content of nutrients in available forms as compared to conventional compost. Taking this into account, pelletized organo-mineral fertilizers are made from bio-compost after drying to 18.5%. The obtained organo-mineral fertilizers from bio-compost are characterized by high fertilizing properties: nitrogen content – 1.64-1.93%, phosphorus content – 0.64-0.7%, potassium content – 1.29-1.3%; and their mobile forms: N-NO₃ – 127-165; N-NH₄ – 372-419; P₂O₅ – 2800-2920, and K₂O – 5230-7240 mg kg, with carbon-to-nitrogen ratio of 8.6-9.4 and humic compound content of 4.4-5.0%. Bio-composts do not contain helminthes. The proposed process line for the production of pelletized organo-mineral fertilizers on farms that accumulate 10 thousand tons of litter cattle manure will enable to process it into bio-compost in the warm season and obtain around 3.5-4.0 thousand tons of organo-mineral fertilizers. The application of organo-mineral fertilizers at a rate of 0.25 ton per 1 ha will make it possible to yearly fertilize up to 10 thousand ha and receive the income in terms of grain up to 15.9 million rubles.