

УДК 633.11:631.52

О.А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник;

Е.И. Некрасов, младший научный сотрудник;
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; email: vnizk30@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР)

В настоящей работе представлен обзор исследований, проведенных по изучению комбинационной способности пшеницы как отечественными, так и зарубежными учеными. К.М. Габдуллиным выявлено, что при помощи оценки комбинационной способности возможно определение ценности исходного материала, различающегося по морозостойкости, эколого-географическому происхождению, важнейшим хозяйственно-ценным признакам и биологическим свойствам. С. Бороевич отмечал, что в увеличении результативности селекции пшеницы особая роль отводится изучению комбинационной способности родительских форм, привлекаемых в гибридизацию, поскольку при правильном подборе исходного материала, возможно улучшение желаемых признаков и свойств у вновь создаваемых сортов. Учеными, результаты исследований которых приведены в данной статье, отобраны источники высокой комбинационной способности и рекомендованы к использованию в качестве исходного материала.

***Ключевые слова:** комбинационная способность, отбор, родительские формы, сорт, гибрид, скрещивание.*

O.A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Science, junior research officer;

E.I. Nekrasov, junior research officer,
FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vnizk30@mail.ru)

THE STUDY OF A COMBINATIVE ABILITY OF WINTER WHEAT (REVIEW)

The paper presents a survey of the researches carried out to study the combinational ability of wheat by both domestic and foreign scientists. K.M. Gabdullin revealed that by estimating the combinational ability, it is possible to determine the value of the initial material, which differs in frost resistance, ecological and geographical origin, in the most important economic characteristics and biological properties. S. Boroevich noted that, the studying the combining ability of parental forms involved in hybridization plays a special pole in increasing the effectiveness of wheat selection, since proper selection of the source material gives an

opportunity to improve the desirable characteristics and properties in the newly developed varieties. The scientists whose research results are presented in this article selected the sources of high combinational ability and recommended them as an initial material.

Keywords: *combinational ability, selection, parental forms, variety, hybrid, crossing, hybridization.*

Для интенсификации сельскохозяйственного производства требуются новые высокопродуктивные сорта и гибриды, характеризующиеся высокими и стабильными урожаями зерна [1,2]. Одну из самых трудных и сложных задач представляет селекция на урожайность, поскольку в одном сорте необходимо сочетание большого числа ценных признаков [3-6].

В процессе создания сортов пшеницы важным моментом для селекционеров становится подбор родительских пар, основанный на их комбинационной способности [7].

Комбинационная способность представляет собой возможность родительских пар комбинироваться, т.е., в результате скрещиваний давать такие комбинации, которые были бы лучше, нежели родительские формы. С ее помощью можно определить особенности взаимодействия генов, а также установить донорские способности исследуемых образцов. Изучение материала в этом отношении – важный и необходимый этап селекционного процесса [8,9].

Комбинационная способность подразделяется на два вида: общая (ОКС) и специфическая (СКС). ОКС рассчитывается как средняя величина гетерозиса во всех скрещиваниях, которые получены при участии этих форм. СКС характеризуется величиной гетерозиса в конкретной комбинации, обуславливающей способность линии давать гибрид с повышенной урожайностью при скрещивании ее с другой определенной формой [10,11].

Для выявления комбинаторов улучшаемых параметров важным этапом для селекционеров становится изучение исходного материала по ОКС, при этом варианты эффектов СКС находят применение исключительно в наилучших комбинациях скрещивания [12].

По данным М.С. Кудайбергенова [13], изучение исходных сортов по эффектам общей комбинационной способности являются составляющими основного принципа при выборе родительских партнеров, вовлеченных в линейную селекцию.

К.М. Габдуллин [14] выявлено, что с помощью оценки комбинационной способности можно определить ценность исходного материала, различающегося по морозостойкости, эколого-географическому происхождению, важнейшим хозяйственно-

ценным признакам и биологическим свойствам. Автором отобраны гибриды, у которых был наивысший уровень проявления признака и наибольший компонент наследуемости. По его мнению, эти растения представляют интерес для селекции, так как среди них возможно проведение отбора желаемых генотипов в ранних гибридных поколениях.

S.S. Moosavi [15] проведена оценка ОКС и СКС количественных признаков *Triticum aestivum* в оптимальных и стрессовых условиях. Десять сортов пшеницы были скрещены по диаллельной схеме весной 2000 года. Родительские партнеры и их 45 гибридов F₁ были высеяны в грунт и теплицы по рендомизированной схеме в 6 повторениях. Как в поле, так и в теплице были применены две схемы: три повторности в каждом наборе выращивали в нормальных условиях орошения, а три находились в условиях водного стресса. Несколько количественных признаков были изучены в полевых условиях, в тепличном эксперименте измеряли только сухую массу корней. После дисперсионного анализа выявлены значимые различия между генотипами по большинству признаков. Аддитивное и неаддитивное влияние генов отмечено при изучении особенностей наследования. Были рассчитаны ОКС для родителей и СКС для гибридов F₁. В нормальных условиях неаддитивные эффекты генов наблюдались для ряда признаков: количества зерен в колосе, урожайности зерна, массы 1000 зерен, площади флагового листа, числа устьиц и уборочного индекса. В стрессовых условиях для большинства признаков установлено отсутствие эффектов генов, за исключением длины вегетационного периода, на которую оказал влияние аддитивный эффект.

Ghulam Hassan [16], проведя скрещивание по полной диаллельной схеме между восемью родительскими формами пшеницы, изучил общую комбинационную способность этих образцов и гибридных растений F₁ по компонентам урожайности. Изучались: количество продуктивных стеблей, урожайность зерна, число зерен в колосе, масса зерна с колоса и масса 1000 зерен. Результаты показали значительные различия между родителями по ОКС и гибридами по СКС по всем изученным признакам. Выделенные лучшие родители и комбинации скрещивания рекомендовано использовать в селекции пшеницы для улучшения компонентов урожайности. В целом исследование показывает важность как аддитивного, так и неаддитивного действия генов, которое предполагает использование комплексных стратегий размножения. Использование диаллельных схем и рекуррентного отбора может обеспечить лучшие условия для рекомбинации и накопления желательных генов и рекомендуется для такого типа исследования.

В.В. Мокроусов [17] в своей работе осуществил оценку комбинационной способности селекционных линий и сортов *T. aestivum* по высоте соломины в диаллельных скрещиваниях и в системе топкроссов. Благодаря полученным данным для

дальнейшей селекции на короткостебельность эффективно будет использование образцов М 1606 и 86 КПМ 684, характеризующихся стабильно низкими эффектами ОКС по годам. В гибридных комбинациях с их участием, а также сортов с высокой ОКС, конкретно Мироновской 808, наблюдались низкие значения СКС. Также автором отмечаются гибриды со стабильно низкой СКС, среди которых возможно отобрать короткостебельные формы. Анализ комбинационной способности сортов в топкроссных скрещиваниях позволил рекомендовать для дальнейшей селекционной работы по уменьшению признака «высота растений» в качестве исходного материала образцы: Первица, Таня, Юнона, Краснодарская 99, Есаул, обладающие стабильно низкой оценкой ОКС по изучаемому признаку.

Е. Khodadadi [18] с соавторами оценили комбинационную способность по показателям качества пшеницы и характерных наследований. Семена гибридов F_1 вместе с родителями были выращены в оптимальных условиях и в условиях засухи. Изучали содержание белка в зерне, объем хлеба, влажность зерна, твердость зерен, водопоглощение, SDS-седиментация, количество сырой клейковины, содержание белка в зерне, масса 1000 зерен. Установлено, что на значение ОКС и СКС изучаемых признаков оказывали влияние эффекты генов.

Украинскими учеными [19] изучена комбинационная способность по массе 1000 зерен сортов *T. aestivum* с пшенично-ржаной транслокацией 1AL/1RS. Были выявлены особенности эффектов общей и констант специфической комбинационной способности у гибридов F_1 , а также их соответствие с сортами пшеницы, носителями пшенично-ржаных транслокаций по признаку «масса 1000 зерен». Отобран исходный материал с высокими значениями ОКС и СКС: сорта Смуглянка и Крыжинка, в которых содержатся разные компоненты интрогрессии. Указанные образцы рекомендовано использовать в скрещиваниях для улучшения изучаемого признака.

Проведя изучение комбинационной способности 6 сортов озимой мягкой пшеницы (Жемчужина Поволжья, Юбилейная 180, Фантазия, Сплав, Минская, Заларинка) и их 30 гибридов по признаку «количество зерен в колосе» в меняющихся климатических условиях Сибири, М.Е. Мухордова [20] выявила, что в наследовании изучаемого признака достоверными являлись как аддитивные, так и неаддитивные эффекты генов. На основании проведенных исследований автором предложено использовать в качестве доноров повышенной озерненности колоса в условиях переувлажнения сорта Юбилейная 180 и Заларинка; в условиях засухи – Фантазия.

О.А. Некрасовой [21] были проанализированы эффекты общей комбинационной способности родительских форм гибридов озимой мягкой пшеницы по признакам:

«высота растений», «длина колоса», «длина» и «ширина флагового листа», «количество зерен в колосе» и «масса 1000 зерен». Установлено, что по длине колоса выделились образцы Кипчак и 696/98; по длине и ширине флагового листа, количеству зерен в колосе – Кипчак; по массе 1000 зерен – Бунчук. Особое внимание автор уделяет образцу 1421/06, обладающему наименьшим значением ОКС по высоте растений. Отмечается, что в гибридных комбинациях с участием данной линии высока вероятность отбора на короткостебельность. По СКС среди гибридов F₁ максимальными значениями по признаку «длина колоса» обладали комбинации Бунчук x Кипчак, Кипчак x 696/98; по признаку «длина флагового листа» – комбинации Бунчук x Кипчак и 1421/06 x 696/98; по признаку «ширина флагового листа» – комбинации Бунчук x 1421/06 и Кипчак x 696/98. По признакам «количество зерен в колосе» и «масса 1000 зерен», самыми высокими значениями СКС характеризовались комбинации Бунчук x Кипчак и 1421/06 x 696/98. Отмечается, что гибриды, имевшие максимальными значения ОКС по признакам «длина колоса», «количество зерен в колосе» и «масса 1000 зерен» являются интересными в селекционном отношении, потому что дают возможность с высокой вероятностью отобрать трансгрессивные формы, превосходящие родительские образцы.

Таким образом, в увеличении результативности селекции пшеницы немаловажная роль отводится изучению комбинационной способности родительских форм, привлекаемых в гибридизацию [22].

Литература

1. Рыбась И.А. Адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Краснодар, 2016. –22 с.
2. Иванисов, М.М., Ионова Е.В. Изучение морозостойкости сортов и линий озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2015. №6. С.38-42.
3. Самофалов А.П., Подгорный С.В. Исходный материал в селекции озимой пшеницы на продуктивность // Аграрный вестник Урала. 2014. №5. С. 13-16.
4. Пшеница: История, морфология, биология, селекция / В.В. Шелепов, Н.П. Чебаков, В.А. Вергунов и др. Мироновка: Мироновский институт пшеницы им. В.Н. Ремесло, 2009. 537 с.
5. Филиппов Е.Г., Алабушев А.В. Селекция ярового ячменяю Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2014. 207 с.
6. Ионова Е.В., Некрасов Е.И. Физиологические методы оценки засухоустойчивости сортов и линий озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2013. №5. С. 12-21.

7. Савченко, В.К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм // Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов. Минск, 1973. С. 48-77.
8. Жуковский П.М. Гетерозис как эволюционное явление в растительном мире и проблемы его использования в сельском хозяйстве // Вестник с.-х. наук. 1967. № 3. С. 39-48.
9. Беседа Н.А., Костылев П.И., Горпиниченко С.И. Комбинационная способность сорго зернового в системе диаллельных скрещиваний // Зерновое хозяйство России. 2009. №1. С.14-16.
10. Desai M.S., Desai K.B., Kukadia M.V. Heterosis and combining ability in grain sorghum // Indian J. Agr. Sci. 1985. V. 55. № 5. P. 303-305.
11. Кротова, Л.А., Кузьмина С.П. Комбинационная способность мутантов и линий пшеницы по основным элементам продуктивности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. №3. С. 41.
12. Уразалиев, Р.А., Абсаттарова А.С. Селекционно-генетические исследования зерновых культур в Казахстане // Вестник ВОГиС/ 2005. Том 9. № 3. С. 415-422.
13. Кудайбергенов, М.С. Селекционно-генетическое изучение основных количественных признаков и пути повышения эффективности отбора у озимой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05/ Алмалыбак, 1984. 23 с.
14. Габдуллин, К.М. Генетико-селекционные аспекты морозостойкости озимой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Канат Мырзагалиевич Габдуллин. – Алматы, 2000. – 27 с.
15. Evaluation of General and Specific Combining Ability of Bread Wheat Quantitative Traits in Normal and Moisture Stress Conditions / S.S. Moosavi, B.Y. Samadi, A. Zali, M.R. Ghannadha // Czech J. Genet. Plant Breed.(Special Issue), 2005. №41. P. 312-317.
16. Hassan, G. Combining ability in the F₁ generations of diallel cross for yield and yield components in wheat / Ghulam Hassan, Fida Mohammad, Saleem Shah Afridi, Iftikhar Khalil // Sarhad J. Agric. 2007. Vol. 2. P.937-942.
17. Мокроусов В.В. Генетический полиморфизм краснодарских сортов пшеницы по генам Rht: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05/ Краснодар, 2010. 24 с.
18. Khodadadi, E. Combining ability analysis of bread quality in wheat / E. Khodadadi, S. Aharizad, M. Sabzi, H. Shahbazi, E. Khodadadi // Annals of Biological Research, 2012. – № 3 (5). – P. 2464-2468.

19. Бакуменко О.Н., Власенко А.В. Комбинационная способность по массе 1000 семян сортов пшеницы озимой с пшенично-ржаной транслокацией 1AL/1RS // Вестник Уманского национального университета садоводства. 2016. № 1. С. 59-63.

20. Мухордова М.Е. Концепция генетических детерминант озерненности колоса мягкой озимой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (138). С5-11.

21. Некрасова О.А. Изменчивость и наследование ряда количественных признаков мягкой озимой пшеницы в условиях Ростовской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Краснодар, 2017. 22 с.

22. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений / Пер. с сербо-хорв. В.В. Иноземцева; Под ред. и с предисл. А.К. Федорова. М: Колос, 1984. 344 с.

Literature

1. Rybas I.A. Adaptive potential of varieties of winter soft wheat in the southern zone of the Rostov region: Abstract of Cand. dis. ... cand. s.-. Sciences: 06.01.05 / Krasnodar, 2016. -22 p.

2. Ivanisov M.M., Ionova E.V. Study of frost resistance of varieties and lines of winter soft wheat // Grain Economy of Russia, 2015. №6. P.38-42.

3. Samofalov A.P., Podgorny S.V. The initial material in the selection of winter wheat for productivity // Agrarian Newsletter of the Urals, 2014. №5. P. 13-16.

4. Wheat: History, morphology, biology, selection / V.V. Shelepov, N.P. Chebakov, V.A. Vergunov et al. Mironovka: Myronivsky Institute of Wheat. V.N. Remeslo, 2009. 537p.

5. Filippov E.G., Alabushev A.V. Spring barley breeding. Rostov/D: Joint-Stock Company 'Kniga': 2014. 207 p.

6. Ionova, E.V., Nekrasov E.I. Physiological methods for assessing the drought resistance of varieties and lines of winter wheat // Grain Economy of Russia. 2013. №5. P. 12-21.

7. Savchenko V.K. Method for assessing the combinational ability of genetically diverse sets of parental forms // Methods of genetic-selection and genetic experiments. Minsk, 1973. P. 48-77.

8. Zhukovsky, P.M. Heterosis as an evolutionary phenomenon in the plant world and problems of its use in agriculture // Newsletter of agricultural sciences. 1967. No. 3. P. 39-48.

9. Beseda N.A., Kostylev P.I., Gorpichenko S.I. Combinational ability of grain sorghum in the system of diallelic crosses // Grain Economy of Russia. 2009. №1. P.14-16.

10. Desai M.S., Desai K.B., Kukadia M.V. Heterosis and combining ability in grain sorghum // Indian J. Agr. Sci. 1985. V. 55. № 5. P. 303-305.

11. Krotova L.A., Kuzmina S.P. Combinational ability of mutants and wheat lines in the main elements of productivity // Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2010. №3. P. 41.

12. Urazaliev R.A., Absattarova A.S. Breeding-genetic researches of grain crops in Kazakhstan //

Vestnik VOGiS. 2005. Volume 9. № 3. P. 415-422.

13. Kudaybergenov M.S. Breeding-genetic study of the basic quantitative attributes and ways of increase of efficiency of winter wheat selection: the author's abstract. dis. ... cand. s.-. Sciences: 06.01.05. Almalybak, 1984. 23 p.

14. Gabdullin K.M. Genetic-selection aspects of frost resistance of winter wheat: the author's abstract. dis. ... cand. s.-. Sciences: 06.01.05. Almaty, 2000. 27p.

15. Evaluation of General and Specific Combining Ability of Bread Wheat Quantitative Traits in Normal and Moisture Stress Conditions / S.S. Moosavi, B.Y. Samadi, A. Zali, M.R. Ghannadha // Czech J. Genet. Plant Breeding (Special Issue), 2005. №41. P. 312-317.

16. Hassan, G. Combining ability in the F1 generations of diallel cross for yield and yield components in wheat / Ghulam Hassan, Fida Mohammad, Saleem Shah Afridi, Iftikhar Khalil // Sarhad J. Agric. 2007. Vol. 2. P.937-942.

17. Mokrousov V.V. Genetic polymorphism of the Krasnodar wheat varieties according to the Rht genes: author's abstract. dis. ... cand. s.-. Sciences: 06.01.05. Krasnodar, 2010. 24p.

18. Khodadadi, E. Combining ability analysis of bread quality in wheat / E. Khodadadi, S. Aharizad, M. Sabzi, H. Shahbazi, E. Khodadadi // Annals of Biological Research, 2012. № 3 (5). P. 2464-2468.

19. Bakumenko O.N., Vlasenko A.V. Combination ability by 1000-seed weight of wheat varieties with winter wheat-rye translocation 1AL / 1RS // Bulletin of the Uman National University of Horticulture. 2016. No. 1. P. 59-63.

20. Mukhordova, M.E. The concept of the genetic determinants of the grain size of the ear of soft winter wheat // Newsletter of the Altai State Agrarian University, 2016. № 4 (138). P. 5-11.

21. Nekrasova, O.A. Variability and inheritance of a number of quantitative signs of soft winter wheat in the conditions of the Rostov region: the author's abstract. dis. ... cand. s.-. Sciences: 06.01.05. Krasnodar, 2017. 22 p.

22. Boroevich S. Principles and methods of plant breeding / Trans. from Serbo-Croatian. V.V. Inozemtseva; Ed. and with the pref. of A.K. Fedorov. M: Kolos, 1984. 344 p