

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЛИНЫ КОЛОСА
В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

GENETIC ANALYSIS OF SPIKE LENGTH IN DIALLEL CROSSES OF SOFT WINTER WHEAT

Ключевые слова: диаллельные гибриды, изменчивость, наследуемость, комбинационная способность, длина колоса, мягкая озимая пшеница.

На основе диаллельных скрещиваний изучались изменчивость и система генетических параметров в детерминации длины колоса у гибридов F₁ мягкой озимой пшеницы. Из всех известных типов скрещивания общепринятым и наиболее информативным для генетического анализа количественных признаков растений является диаллельный. При подобных скрещиваниях исследователь располагает полным набором всех комбинаций генов, которыми обладают родительские сорта, а трудности, возникающие при их осуществлении, компенсируются богатством исходного материала для селекции. В полевых условиях 2013-2014 гг. на базе ФГБНУ «СибНИИСХ» г. Омска был заложен опыт. Изложен материал по изучению 5 сортов и 1 линии отечественной и зарубежной селекции, а также их диаллельных гибридов. Озимая пшеница – культура высокого плодородия. Реализовать свой биологический более высокий потенциал урожайности она может только при наличии генетической защиты от абиотических и биотических стрессоров и соответствующих условий выращивания. Генетический контроль рассматриваемого признака преимущественно определяется аддитивно-доминантной системой генов. Лабильность ее приводит к тому, что под влиянием условий среды может иметь место переопределение генетической формулы (набора генов) длины колоса. Вследствие нестабильности генетической системы контроля признака изменение его величины может управляться как доминантными, так и рецессивными генами. Отсюда следует, что отбор уникальных генотипов значительно затрудняется в связи со сменой сочетания метеофакторов. Несмотря на прогнозируемые трудности, отбор по признаку «длина стебля» следует начинать в более поздних поколениях гибридов (F₄ – F₆), когда большинство генотипов перейдет в гомозиготное

состояние. В качестве доноров в условиях переувлажнения можно использовать сорт Сплав, а в условиях засухи – сорт Заларинка.

Keywords: diallel hybrids, variability, inheritance, combining ability, spike length, soft winter wheat.

Variability and genetic system determinants of spike length in F₁ hybrids of soft winter wheat in diallel crossings was studied. Of all known types of crossings, diallel crossing is the most informative for the analysis of genetic of quantitative traits in plants. In such crossings, a researcher has a complex of all gene combinations of the parental forms. The difficulties in their implementation are compensated by the diversity of the initial material. The experiment was conducted under field conditions at the Siberian Research Institute of Agriculture (Omsk) in 2013 and 2014. This paper discusses the research findings on 5 varieties and 1 line of domestic and foreign origin and their diallel hybrids. Winter wheat is a crop which requires a highly fertile soil. Winter wheat can realize its high biological yielding potential provided there is genetic protection against abiotic and biotic stressors and appropriate growing conditions. The genetic control of the spike length trait is determined mainly by additive-dominant gene system. Its lability leads to the over-determination of genetic formulas (set of genes) of productive spike length under the environmental conditions. The genetic instability of the control system of this trait, its values may be controlled by both dominant and recessive genes. Consequently, the selection of unique genotypes is greatly hindered due to the variability of meteorological factors. The present results, therefore, revealed that the selection for spike length in early generation may not be useful and it has to be delayed till segregating generations (F₄-F₅). The variety of winter wheat Splay for hydromorphic conditions, and the variety Zalarinka for drought conditions may be used as donors.

Мухордова Мария Евгеньевна, к.с.-х.н., доцент, вед. н.с., Сибирский НИИ сельского хозяйства, г. Омск. Тел.: (3812) 77-50-51. E-mail: mmeomsk@yandex.ru.

Mukhordova Mariya Yevgenyevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Leading Staff Scientist, Siberian Research Institute of Agriculture, Omsk. Ph.: (3812) 77-50-51. E-mail: mmeomsk@yandex.ru.

Введение

Пшеница – важнейший хлебный злак земного шара. В нашей стране она – основная продовольственная культура. Культура озимой пшеницы в России имеет широкое распространение. Озимая пшеница более урожайная культура, чем рожь и яровые зерновые хлеба [1].

В настоящее время возникает необходимость поиска более эффективных способов производства пи-

щевых ресурсов и сельскохозяйственного сырья для промышленности, одним из которых является создание и использование новых сортов сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы [2].

Селекция озимой пшеницы направлена на выведение новых высокопродуктивных сортов, совмещающих в одном растении важные хозяйственно-полезные и биологические признаки. Однако многие из них трудно совместимы и связаны отрицательной корреляцией

между собой. Поэтому разрешение проблемы объединения в одном растении комплекса ценных хозяйственно-биологических свойств имеет большое значение [3].

Длина колоса имеет косвенное влияние на урожайность зерна через число колосков и число зерен в колосе, поэтому селекционеры должны уделять большое внимание этой функции [4]. Считается, что длина колоса и его архитектура дают возможность для дальнейшего повышения урожайности.

В нашей стране и за рубежом имеется значительное число исследований, в которых применяется диаллельная схема скрещиваний.

Диаллельный анализ является одним из наиболее эффективных методов изучения генетической системы контроля количественных признаков в растениеводстве [5-7]. На его основе можно получить информацию о характере наследования различных признаков у зерновых. Используя диаллельные скрещивания, можно получить сведения о генетических параметрах родительских сортов [8-10] и их комбинационной способности [11, 12].

В Пакистане 8 родительских линий пшеницы были скрещены по диаллельной схеме. Анализ показал, что доля влияния общей комбинационной способности достоверна по признаку «длина колоса», но меньше, чем эффект специфической комбинационной способности, что говорит о преобладании неаддитивных эффектов генов [13].

В совместной статье сербских и нидерландских ученых были получены диаллельные гибриды F_1 (5x5) озимой пшеницы. Анализ комбинационной способности показал достоверное влияние как ОКС, так и СКС. Доля влияния ОКС на длину колоса оказалась выше, несмотря на присутствие доминирования и эпистаза в выраженности данного признака. Регрессионный анализ выявил сверхдоминирование в наследовании длины колоса, а также отмечено, что коэффициент регрессии не достоверен, и это говорит об отсутствии межаллельного взаимодействия генов [14].

Иранскими учеными в целях анализа генетического контроля признаков продуктивности были проведены диаллельные скрещивания (5x5) и исследованы гибриды F_2 в двух экологических точках. Значения компонентов изменчивости были достоверны. Доля влияния аддитивной изменчивости была выше в проведенном анализе [15].

В селекционной программе в Турции с использованием нового генетического материала 3 линий и 4 сортов озимой пшеницы были проведены исследования 42 гибридных комбинаций, полученных по диаллельной схеме. Установлены достоверные различия между родителями и их гибридами. Влияние общей комбинационной способности было высокодостоверно, в то время как достоверность специфической комбинационной не была доказана [16].

Ученые университета Бангладеша провели сравнительное изучение 10 генотипов пшеницы и корреляционный анализ признаков продуктивности. Было выявлено достоверные различия между исследуемыми сортами. Признак «длина колоса» показал высокую наследуемость. В связи с этим он будет эффективен для использования в селекционных программах [17].

Диаллельный анализ, проведенный исследователями Пакистана на яровой мягкой пшенице, показал достоверность как аддитивной, так и неаддитивной изменчивости по длине колоса. Регрессионный анализ выявил сверхдоминирование по данному признаку. Анализ корреляций установил, что в контроле длины колоса главными являются рецессивные гены [18]. Таким образом, выявлено, что отбор по длине колоса необходимо начинать в более поздних поколениях [19, 20].

В сельскохозяйственной академии Китая [21] были проведены неполные диаллельные скрещивания мягкой пшеницы. Анализ проводился на гибридах F_1 . Результаты исследования выявили гетерозис по длине колоса пшеницы. Оценки генетических компонентов вариации выявили, что данный признак преимущественно контролируется действием аддитивных генов. Была отмечена высокая наследуемость анализируемого показателя.

Цель работы – изучить изменчивость длины колоса мягкой озимой пшеницы и выявить систему генетического контроля в детерминации этого показателя.

Условия, материалы и методы

Опыт проводился в полевых условиях Сибирского НИИСХ, г. Омск, в 2013-2014 гг. Высевались родительские формы (Р) и гибриды F_1 в трехкратной повторности. Площадь питания растений 10x20 см². Предшественником являлся кулисный пар.

Объект исследований – 5 сортов и 1 линия отечественной и зарубежной селекции (Жемчужина Поволжья, Юбилейная 180, Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114) (далее Фантазия), Сплав, Минская, Заларинка), различающихся между собой по ряду хозяйственно-ценных признаков, а также 30 диаллельных гибридов.

Экспериментальный материал обрабатывался методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [22], проведен генетический анализ по Акселю и Джонсу [23] в модификации Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной [24].

Генетику признака «длина колоса» озимой пшеницы изучали путем анализа графиков Хеймана [11, 12] (зависимость Wg от Vg – коварианса и дисперсия) и генетических параметров: $P3$ – $(Wg + Vg; Xp)$ – коэффициент корреляции между суммой $Wg + Vg$ и средним значением признака у родителей (мера направленности доминирования); $P6$ – $\sqrt{H1/D}$ – мера средней степени доминирования внутри локусов в популяции; $P9$ – $1/4 H2/H1$ – измеряет среднее значение частот плюс и минус аллелей по всем локусам; $P13$ –

$\sqrt{4DH1} + F / \sqrt{4DH1} - F$ – характеризует отношение общего числа доминантных генов к общему числу рецессивных у родительских сортов. $V_D, W_D; V_R, W_R$ – координаты для полностью доминантного и рецессивного родителя. Связь между Wg и Vg выражается через коэффициент линейной регрессии b_y .

Комбинационную способность рассчитывали по В. Гриффингу [9, 10, 25] модель I, метод I (в анализ включены данные по родителям, прямым и обратным гибридам).

Условия вегетационного периода значительно различались по годам исследования.

Метеоусловия третьей декады августа 2012 г. (посев был проведен 21.08.12) сложились благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего процесса кущения. Полевая всхожесть составила 78,2%.

Характеризуя погодные условия зимнего периода 2013 г., можно сказать о том, что пониженные температуры декабря и двух декад января отрицательно сказались на перезимовке озимых культур, в частности, мягкой озимой пшеницы. Количество осадков в декабрьский и февральский периоды также было пониженным.

Анализ гидротермического режима летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2013 г. как прохладную и влажную (исключение составляет июнь).

Метеоусловия третьей декады августа 2013 г. (посев был проведен 18.08.13) сложились благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего процесса кущения. Полевая всхожесть составила 76,4%.

В зимний период пониженные температуры были отмечены в третьей декаде января и первой февраля. Но они не повлияли отрицательным образом на перезимовку озимых культур, в частности, мягкой озимой пшеницы, поскольку количество осадков в декабрьский и январский периоды было достаточным.

Гидротермический режим летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2014 г. как среднюю по температуре и засушливую.

Результаты и обсуждение

В наших исследованиях длина колоса у сортов в среднем составила 10,8 см (табл. 1). Благоприятные условия для формирования колоса сложились в 2013 г., у сортов показатель варьировал в 2013 г. от 10,1 (Минская) до 13,1 см (Сплав); в 2014 г. – от 5,2 (ЖП) до 12 см (Заларинка). У гибридов F_1 длина колоса оказалось в среднем на уровне показателей исходных форм в 2013 г. (11,3 и 11,5 см), в 2014 г. (10,9 см против 10,0).

Результаты дисперсионного анализа (табл. 2) свидетельствовали о том, что на длину колоса большее влияние оказывает генотип – 71,42%, доля влияния условий года в общей изменчивости признака составляет 4,78%, а взаимодействие факторов – 23,8%.

Таблица 1

Длина колоса, см

Сорт	2013 г.		2014 г.		Среднее	
	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁
ЖП	10,7	10,7	5,2	9,9	7,9	10,3
Ю180	10,5	10,9	10,2	10,6	10,4	10,8
Фантазия	11,6	11,8	11,4	10,8	11,5	11,3
Сплав	13,1	11,9	10,3	11,7	11,7	11,8
Минская	10,1	10,8	11,1	11,0	10,6	10,9
Заларинка	12,6	11,6	12,0	11,6	12,3	11,6
Среднее	11,5	11,3	10,0	10,9	10,8	11,1
НСР ₀₅	0,72		1,07		0,90	

При изучении комбинационной способности сортов по их гибридам (табл. 3) оказалось, что в наследовании длины колоса достоверны как аддитивные, так и неаддитивные эффекты генов, а также ядерно-плазменные взаимодействия по годам исследования.

Таблица 2

Влияние факторов на изменчивость длины колоса

Фактор	mS	F _φ	F ₀₅	%
Генотип	4,28*	13,46	1,50	71,42
Условия года	0,29	0,90	3,92	4,78
Взаимодействие	1,43*	4,49	1,50	23,80
Ошибка	0,32	-	-	-

Примечание. *Достоверно при P≤0,05.

Долевое соотношение вариантов свидетельствует о том, что в наследовании длины колоса во влажном 2013 г. преобладают неаддитивные гены (СКС). В засушливом 2014 г. эффект ОКС составляет около 80%, что говорит об аддитивном контроле генов. Реципрокный эффект по длине колоса выше во влажных условиях вегетации (табл. 3).

Таблица 3

Комбинационная способность сортов озимой пшеницы по длине колоса

Источник изменчивости	2013 г.		2014 г.	
	mS	%	mS	%
ОКС	1,21*	31,94	3,78*	79,89
СКС	1,82*	48,14	0,69*	14,55
P.Э.	0,75*	19,87	0,26*	5,56

Примечание. *Достоверно при P≤0,05.

Анализируя оценки эффектов ОКС (рис.), отмечено их значительное варьирование, что характеризует способность родительских форм передавать свои положительные или отрицательные свойства потомкам в меняющихся условиях среды.

Так, положительные оценки эффектов ОКС отмечены у сорта Сплав в 2013 г., который характеризуется как прохладный и влажный в период формирования зерна. В 2014 г. положительными эффектами обладает сорт Заларинка.

Анализ генетических параметров и графиков Хеймана (рис.) позволяет отметить, что в зависимости от условий года длину колоса увеличивают рецессивные гены в 2013 г. (ПЗ положителен), а в 2014 г. – доминантные, так как ПЗ имеет отрицательную направленность.

Линия регрессии W_r/V_r пересекает ось ординат с отрицательной стороны, но слегка наклонена в сторону абсцисс (в 2013 г. $b_y=0,27$). Эти факты указывают на присутствие в детерминации признака внутрилокусного сверхдоминирования и неаллельного взаимодействия генов типа комплементарного (рецессивного) эпистаза. Наличие сверхдоминирования подтверждает и показатель средней степени доминирования, величина которого больше единицы ($P_6=1,48$).

В 2014 г. отмечено, что ведущим в контроле длины колоса является межлокусное аддитивное действие генов при частичном доминировании внутри локуса ($P_6=0,71$). В первый год исследования в генетическом контроле главным является сверхдоминирование. Следовательно, имеет место факт переопределения генетической системы контроля признака.

В локусах, проявляющих доминирование, производство частот плюс и минус аллелей асимметрично как в 2013 г. ($P_9=0,16$), так в 2014 г. ($P_9=0,21$). Соотноше-

ние доминантных и рецессивных генов у родительских форм указывает на превалирование первых ($P_{13}=3,00$) в 2013 г.; 2014 г. ($P_{13}=1,17$).

Анализ расположения точек сортов на графике Хеймана, вдоль линии регрессии, показывает их перемещение. Большинство сортов, участвующих в эксперименте в 2013 г. находились в доминантной зоне, а в 2014 г. сорта Юбилейная 180 и Жемчужина Поволжья переместились в рецессивную. Относительно стабильным оказался сорт Сплав.

Находясь во влажных условиях 2013 г., наибольшее количество доминантных генов имеет сорт Сплав, а рецессивных Жемчужина Поволжья. В засушливый 2014 г. преобладание доминантных генов отмечено у сорта Заларинка, а рецессивных – у сорта Жемчужина Поволжья, что согласуется с показателями эффектов ОКС.

Эти факты говорят о том, что в гидротермических условиях за период вегетации у сортов и гибридов проявляется значительное взаимодействие генотип – среда. В разных ситуациях возможны случаи подключения или блокировки иных генов у того или иного сорта, возможны случаи переопределения генетической формулы признака.

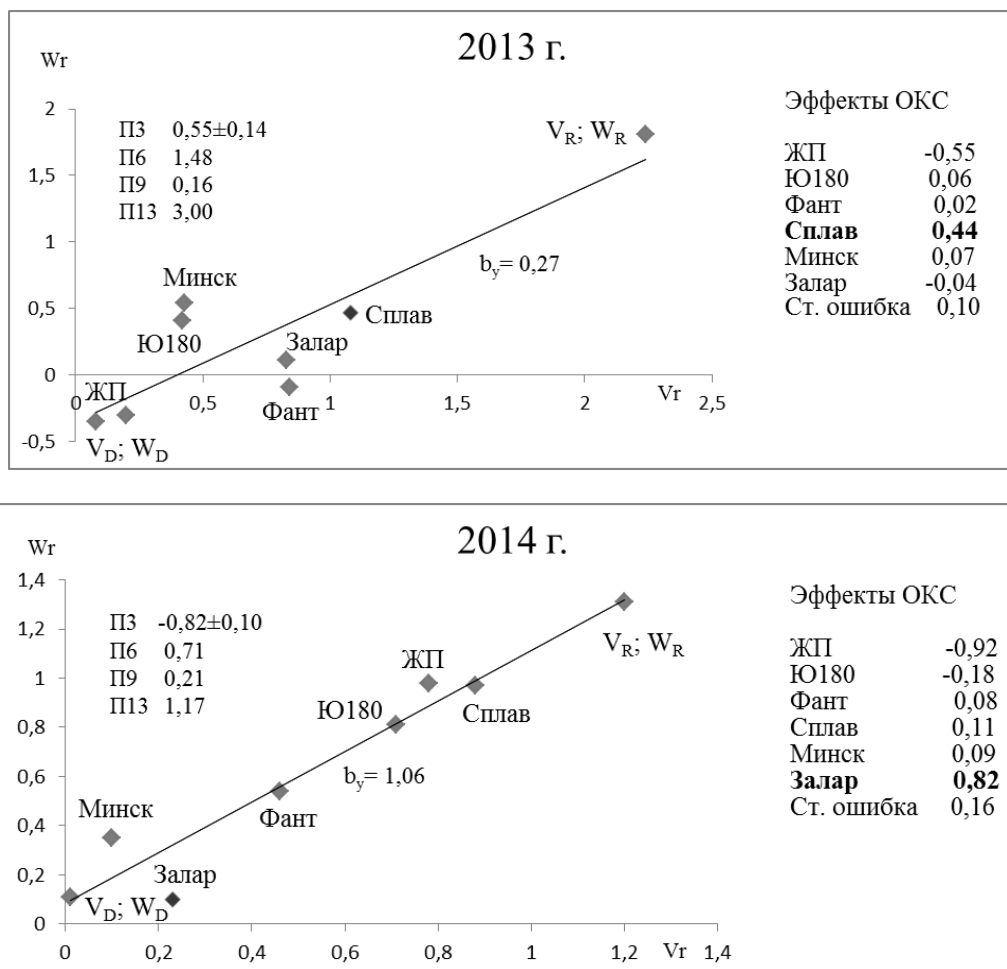


Рис. Генетика признака «длина колоса» сортов:
ЖП – Жемчужина Поволжья; Ю180 – Юбилейная 180; Фант – Фантазия; Сплав; Минск – Минская; Залар – Заларинка

Выводы

Проведенный анализ экспериментального материала позволяет заключить о сложности селекции изучаемого показателя. Эта сложность объясняется наличием сверхдоминирования в наследовании признака, влиянием как материнского эффекта, так и ядерно-плазменных взаимодействий, взаимодействием генотип – среда.

Отсюда отбор генотипов с высокой длиной колоса предпочтителен в более поздних поколениях гибридов (F₄ – F₆), когда большинство генотипов перейдет в гомозиготное состояние.

В качестве доноров в условиях переувлажнения можно использовать сорт Сплав, а в условиях засухи – сорт Заларинка.

Библиографический список

1. Пруцков Ф.М. Озимая пшеница, 1970. – 344 с.
2. Панфилова О.С. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность в условиях Центрального Нечерноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2010. – 22 с.
3. Костылев П.И., Марченко Д.М. Изучение взаимосвязи морфобиологических признаков мягкой озимой пшеницы с зерновой продуктивностью // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 1. – С. 76-79.
4. Ijaz, U.S., Kashif M. Genetic study of quantitative traits in spring wheat through generation means analysis / American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2013. – Vol. 13 (2). – P. 191-197.
5. Цильке Р.А. Генетика. Цитогенетика и селекция растений. – 2003. – 620 с.
6. Мухордова М.Е. Система генетических детерминант продуктивной кустистости мягкой озимой пшеницы // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (23). – С. 12-17.
7. Мухордова М.Е. Концепция генетических детерминант массы 1000 зерен мягкой озимой пшеницы // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (37). – С. 35-39.
8. Grebennikova I.G., Aleynikov A.F. and Stepanov P.I. Diallel analysis of the number of spikelets per spike in spring triticale // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2011. – Vol. 17 (6). – P. 755-759.
9. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Heredity. – 1956. – Vol. 10. – P. 31-50.
10. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system // Austral. J. Biol. Sci. – 1956. – Vol. 9. – P. 463-493.
11. Hayman B. The analysis of variance of diallel tables // Biometrics. – 1954. – Vol. 10. – P. 235-244.
12. Hayman B.I. The theory and analysis of diallel crosses // Genetics. – 1954. – Vol. 39 (6). – P. 789-809.
13. Iqbal M., Khan A. Analysis of combining ability for spike characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) / Intl. J. Agric. & Biol. – 2006. – Vol. 8 (5). – P. 684-687.
14. Ljubicic N., Petrovic S., Dimitrijevic M., Hristov N., Vukosavljev M., Sreckov Z. Diallel Analysis for Spike Length in Winter Wheat // Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. Special Issue. – 2014. – Vol. 2. – P. 1455-1459.

15. Zare-Kohan M. and Heidari B. Diallel Cross study for estimating genetic components underlying wheat grain yield / J. Biol. Environ. Sci. – 2014. – Vol. 8 (22). – P. 37-51.

16. Dagustu N. Genetic analysis of grain yield per spike and some agronomic traits in diallel crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 2008. – Vol. 32 (4). – P. 249-258.

17. Hasnath Karim MD. and Jahan M.A. Comparative study of yield and yield contributing traits of different genotypes in bread wheat // ARPJ Journal of Agricultural and Biological Science. – 2013. – Vol. 8 (2). – P. 147-151.

18. Inamullah, Habib Akbar, Fida Mohammad, Siraj-ud-Din, Ghulam Hassan, and Rahmani Gul. Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits of bread wheat // Pak. J. Bot. – 2006. – Vol. 38 (4). – P. 1169-1175.

19. Zahid Akram, Saif Ullah Ajmal, Ghulam Shabbir, Muhammad Munir and Nasir Mahmood Cheema. Inheritance mechanism of some yield components in bread wheat // Pakistan J. Agric. Res. – 2009. – Vol. 22 (1-2). – P. 1-8.

20. Sadia Kaukab, Muhammad Sajjad Saeed, Aziz ur Rehman. Genetic Analysis for Yield and Some Yield Traits in Spring Wheat // Universal Journal of Agricultural Research. – 2014. – Vol. 2 (7). – P. 272-277.

21. Yao J.B., Ma H.X., Ren L.J., Zhang P.P., Yang X.M., Yao G.C., Zhang P. and Zhou M.P. Genetic analysis of plant height and its components in diallel crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // AJCS. – 2011. – Vol. 5 (11). – P. 1408-1418.

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 1979. – 415 с.

23. Aksel R., Johnson L.P.V. Analysis of diallel cross: a worked example // Advancing Frontiers of Plant Sciences. – 1963. – Vol. 2. – P. 37-53.

24. Цильке Р.А., Присяжная Л.П. Методика диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам: методические рекомендации. – Новосибирск, 1979. – 15 с.

25. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques // Genetics. – 1950. – Vol. 35 (3). – P. 303-312.

References

1. Prutskov F.M. Ozimaya pshenitsa. – M., 1970. – 344 s.
2. Panfilova O.S. Iskhodnyy material dlya seleksii yarovoy myagkoy pshenitsy na produktivnost v usloviyakh Tsentralnogo Nechernozemya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – M., 2010. – 22 s.
3. Kostylev P.I., Marchenko D.M. Izuchenie vzaimosvyazi morfobiologicheskikh priznakov myagkoy ozimoy pshenitsy s zernovoy produktivnostyu // Vestnik agrarnoy nauki Dona. – 2010. – № 1. – S. 76-79.
4. Ijaz, U.S., Kashif M. Genetic study of quantitative traits in spring wheat through generation means analysis / American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2013. – Vol. 13 (2). – P. 191-197.
5. Tsilke R.A. Genetika. Tsitogenetika i selektsiya rasteniy. – Novosibirsk, 2003. – 620 s.
6. Mukhordova M.E. Sistema geneticheskikh determinant produktivnoy kustistosti myagkoy ozimoy pshenitsy // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – № 3 (23). – S. 12-17.
7. Mukhordova M.E. Kontseptsiya geneticheskikh determinant massy 1000 zeren myagkoy ozimoy pshenitsy // Vestnik

- Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 4 (37). – S. 35-39.
8. Grebennikova I.G., Aleynikov A.F. and Stepochkin P.I. Diallel analysis of the number of spikelets per spike in spring triticale // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2011. – Vol. 17 (6). – P. 755-759.
9. Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance // Heredity. – 1956. – Vol. 10. – P. 31-50.
10. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system // Austral. J. Biol. Sci. – 1956. – Vol. 9. – P. 463-493.
11. Hayman B. The analysis of variance of diallel tables // Biometrics. – 1954. – Vol. 10. – P. 235-244.
12. Hayman B.I. The theory and analysis of diallel crosses // Genetics. – 1954. – Vol. 39 (6). – P. 789-809.
13. Iqbal M., Khan A. Analysis of combining ability for spike characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Intl. J. Agric. & Biol. – 2006. – Vol. 8 (5). – P. 684-687.
14. Ljubicic N., Petrovic S., Dimitrijevic M., Hristov N., Vukosavljev M., Sreckov Z. Diallel Analysis for Spike Length in Winter Wheat // Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences. Special Issue. – 2014. – Vol. 2. – P. 1455-1459.
15. Zare-Kohan M. and Heidari B. Diallel Cross study for estimating genetic components underlying wheat grain yield // J. Biol. Environ. Sci. – 2014. – Vol. 8 (22). – P. 37-51.
16. Dagustu N. Genetic analysis of grain yield per spike and some agronomic traits in diallel crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 2008. – Vol. 32 (4). – P. 249-258.
17. Hasnath Karim MD. and Jahan M.A. Comparative study of yield and yield contributing traits of different genotypes in bread wheat // ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. – 2013. – Vol. 8 (2). – P. 147-151.
18. Inamullah, Habib Akbar, Fida Mohammad, Siraj-ud-Din, Ghulam Hassan, and Rahmani Gul. Diallel analysis of the inheritance pattern of agronomic traits of bread wheat // Pak. J. Bot. – 2006. – Vol. 38 (4). – P. 1169-1175.
19. Zahid Akram, Saif Ullah Ajmal, Ghulam Shabbir, Muhammad Munir and Nasir Mahmood Cheema. Inheritance mechanism of some yield components in bread wheat // Pakistan J. Agric. Res. – 2009. – Vol. 22 (1-2). – P. 1-8.
20. Sadia Kaukab, Muhammad Sajjad Saeed, Aziz ur Rehman. Genetic Analysis for Yield and Some Yield Traits in Spring Wheat // Universal Journal of Agricultural Research. – 2014. – Vol. 2 (7). – P. 272-277.
21. Yao J.B., Ma H.X., Ren L.J., Zhang P.P., Yang X.M., Yao G.C., Zhang P. and Zhou M.P. Genetic analysis of plant height and its components in diallel crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // AJCS. – 2011. – Vol. 5 (11). – P. 1408-1418.
22. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1979. – 415 s.
23. Aksel R., Johnson L.P.V. Analysis of diallel cross: a worked example // Advancing Frontiers of Plant Sciences. – 1963. – Vol. 2. – P. 37-53.
24. Tsilke R.A., Prisyazhnaya L.P. Metodika diallelnogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam. Metodicheskie rekomendatsii. – Novosibirsk, 1979. – 15 s.
25. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques // Genetics. – 1950. – Vol. 35 (3). – P. 303-312.



УДК 635.655.581.522.5

Е.Р. Шукис, В.Н. Мухин, С.К. Шукис
Ye.R. Shukis, V.N. Mukhin, S.K. Shukis

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ И ИХ РЕАКЦИЯ НА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СРЕДЫ

CHARACTERISTIC OF SOYBEAN VARIETIES OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS AND THEIR RESPONSE TO ENVIRONMENTAL HYDROTHERMAL CONDITIONS

Ключевые слова: соя, сорт, группа спелости, урожайность зерна, биолого-хозяйственная характеристика, погодные условия, корреляция.

Соя – важная продовольственная и кормовая культура. Медленные темпы роста её посевных площадей как в России, так и в Алтайском крае, в частности, обусловлены недостаточным научным обеспечением, в том числе в области селекции. Материал для исследования – 10 районированных и перспективных сортов сои сибирской селекции, испытанных в 1998-2015 гг. в полевых условиях Приобской лесостепи Алтайского края. Наиболее урожайными сортами, из

трёх рассматриваемых групп спелости, являются среднеранние. Однако в отдельные прохладные годы они могут уступать более скороспелым. Поэтому для стабилизации урожайности по годам уместно включать в технологический процесс производства соевых бобов разные группы сортов. Лучшим среднеранним сортом является Надежда. Скороспелые и раннеспелые сорта обеспечивают близкие по величине урожаи зерна. Корреляционные связи урожайности сои гидротермическими условиями в различные периоды их определения существенно отличаются не только по величине, но и по знаку. Температурный режим оказывает большее влияние на урожайность сортов, чем влажность.