

4. Dhivyapriya D., Ramchander S., Kalamani A., Raveendran M. Evaluation of SALTOL QTL introgression in rice: a study on co-existence of salinity tolerance and phytoremediation effect // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. Vol. 6, No. 12. Pp. 303–309. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.612.036>.

5. Moeljopawiro S., Ikehashi H. Inheritance of salt tolerance in rice // Euphytica. 1981. No. 30(2). Pp. 291–300. DOI: 10.1007/BF00033990.

6. Siyal A. A., Siyal A. G., Abro Z. A. Salt affected soils, their identification and reclamation // Pakistan Journal of Applied Science. 2002. No. 2(5). Pp. 537–540. DOI: 10.3923/jas.2002.537.540.

7. Waziri A., Kumar P., Purty R. S. Saltol QTL and their role in salinity tolerance in rice [e-resource] // Austin J. Biotechnol. Bioeng. 2016. No. 3(3). Pp. 1067–1072. Available at: www.austinpublishinggroup.com.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.112:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-41-46

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА КАЧЕСТВО

Н. Е. Самофалова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

М. А. Авраменко, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-8489-9521;

А. П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

Н. П. Иличкина, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Одним из основных требований, предъявляемых к качеству зерна озимой твердой пшеницы, является создание сортов с прочной упругой клейковиной. Селекция в этом направлении будет более успешной, если оценка признака известна на ранних этапах. В наших исследованиях для такой оценки использовался метод SDS-седиментации. Кроме оценки количественной выраженности показателя SDS-седиментации, для селекционера важно знать эффективность отбора высококачественных потомств в поколениях гибридов, перспективность популяции, селекционную ценность исходных компонентов, привлекаемых в гибридизацию. В связи с этим основная цель проведенных исследований – выявление эффективности отбора на качество клейковины по SDS-седиментации в гибридных популяциях (F_2 – F_4) озимой твердой пшеницы с использованием селекционно-генетических параметров. Представлены результаты изучения 14 гибридных комбинаций озимой твердой пшеницы, полученных от скрещивания контрастных или равных по величине седиментационного осадка сортов. Показано, что реакция гибридных популяций (F_2 – F_4) на отбор высококачественных генотипов с разной интенсивностью оказалась неоднозначной, а по большинству комбинаций низкой или отсутствовала. Реализованная наследуемость в группах отбора сильно варьировала в зависимости от строгости отбора, родительских форм, взятых в скрещивания, условий среды в период формирования и налива зерна. Выделены перспективные в селекционном отношении гибридные популяции: Кремона × Курант, Терра × Кремона, Кремона × Терра, Золотко × Аксинит, Золотко × Кремона, у которых генотипический сдвиг и реализованная наследуемость выражены во всех поколениях и группах отбора.

Ключевые слова: качество, SDS-седиментация, популяция, реакция на отбор, реализованная наследуемость, генотипический сдвиг.



BREEDING AND GENETIC APPROACHES TO THE ESTIMATION OF QUALITY PROSPECTS OF WINTER DURUM WHEAT HYBRIDS

N. E. Samofalova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

M. A. Avramenko, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0002-8489-9521;

A. P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of intensive type, samofalova.1986@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808;

N. P. Ilichkina, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory of winter durum wheat breeding and seed-growing, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

One of the main requirements for the quality of winter durum wheat grain is the development of varieties with tough elastic gluten. The breeding process in this direction will be more successful if the assessment of the trait is known at the early stages. In our study SDS-sedimentation was used for such an assessment. In addition to assessing the quantitative severity of the SDS-sediment index, the breeder should be aware of the efficiency of high-quality progeny selection in generations of hybrids, the prospects of the population, the breeding value of the initial components involved in hybridization. In this regard, the main purpose of the conducted research is to reveal the efficiency of selection for the gluten quality from SDS-sedimentation in hybrid populations (F_2 – F_4) of winter durum

wheat using breeding and genetic parameters. There have been presented the study results of 14 hybrid combinations of winter durum wheat obtained from crossing of the varieties with different or equal amount of sediment. It was shown that the response of hybrid populations (F_2 – F_4) to the selection of high-qualitative genotypes with different intensities was ambiguous, and in most combinations it was low or absent. The realized heritability in the groups of selection greatly varied depending on the severity of the selection; on the parental forms taken for hybridization; on the environmental conditions during the grain formation and ripening. There were identified such promising hybrid populations as “Kremona” × “Kurant”, “Terra” × “Kremona”, “Kremona” × “Terra”, “Zolotko” × “Aksinit”, “Zolotko” × “Kremona” in which the genotypic shift and realized heritability are revealed in all generations and selective groups.

Keywords: quality, SDS-sediment, population, response to selection, realized heritability, genotype shift.

Введение. Современной макаронной промышленности с применением высокотемпературной сушки требуется зерно твердой пшеницы с прочной высококачественной клейковиной. В связи с этим в работах по селекции на качество как яровой, так и озимой твердой пшеницы необходимы разработка и усовершенствование методов оценки селекционного материала, подходов к отбору высококачественных генотипов. Среди различных методов оценки качества SDS-седиментация является одним из самых простых и надежных способов оценки потенциала генотипа.

Применяются и различные способы определения генетико-статистических параметров, по которым можно судить о структуре популяции, селекционной ценности признака, прогнозировать эффективность отбора (Бебякин и др., 1978).

Использование в селекции таких параметров, как селекционный дифференциал, генотипический сдвиг, коэффициент наследуемости, должно не только повышать результативность отбора, но и уменьшать затраты, связанные с проработкой неперспективных популяций (Бебякин и др., 1982).

При расщеплении внутригибридных популяций возникают различные генотипы, что создает необходимое для селекции разнообразие по признакам. Коэффициент наследуемости (h_2) позволяет судить о селекционной ценности особей по их фенотипическим показателям и отражает не отдельную особь, а популяцию, характеризует свойства и генетическую структуру последней, а также условия внешней среды, в которых она находится (Осыка, диссертация, 2009).

Наряду с коэффициентом наследуемости необходим учет и генетического эффекта, показывающего, в какой степени выделенные при отборе признаки передаются потомству в конкретных условиях произрастания (Орлюк, 1978).

Генетический эффект при отборе зависит не только от наследуемости признака, но и от степени его фенотипической изменчивости, варьирующей по годам (Рейтер и др., 1972), и будет выше в тех комбинациях, которые характеризуются высокой реализованной наследуемостью (Кривобочек, 1998).

Эффективность отбора высококачественных генотипов зависит от уровня технологических достоинств и комбинационной ценности исходных компонентов, наследуемости контролируемых характеристик качества в изучаемых популяциях (Бебякин и др., 1981).

Прогнозирование эффективности отбора по признакам качества вполне возможно и освещено в литературе по яровой мягкой и твердой пшенице. По озимой твердой таких исследований практически не проводилось. Поэтому основная цель исследований – выявить эффективность отбора на качество клейковины по SDS-седиментации в гибридных популяциях (F_2 – F_4) озимой твердой пшеницы с использованием селекционно-генетических параметров.

Материалы и методы исследований. Объектом для исследований послужили потомства F_2 , F_3 , F_4 (отсчет поколений по растению F_2) 14 гибридных комбинаций, полученных от скрещивания контрастных и равных по качеству клейковины (SDS-седиментационному значению) сортов. Гибридизация выполнена по следующей схеме: очень сильная × сильная; очень

сильная × средняя; очень сильная × слабая; сильная × средняя; сильная × слабая; средняя × слабая (прямые и обратные) и средняя × средняя; слабая × слабая. В качестве родительских форм использовали сорта: с очень сильной клейковиной (SDS-седиментация 40мл и выше) – Курант; с сильной (35–39 мл) – Terra; со средней (30–34 мл) – Золотко, Аксинит; со слабой (менее 30 мл) – Кремона, Гелиос.

Исследования выполнены в селекционном севообороте ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику сидеральный пар в 2012–2014 гг. Гибриды F_2 – F_4 высевали в блоке с родительскими формами; F_2 – по 150–200 растений; F_3 – F_4 – однорядковыми деланками сеялкой СКС-10 длиной 1,5 метра в 3-кратной повторности. Растения F_2 убирали вручную с корнем, обмолот проводили на молотилке МК-1; гибриды F_3 , F_4 срезали серпом с последующим обмолотом снопов комбайном Wintersteiger Classic.

Оценку гибридного материала по величине SDS-седиментационного осадка осуществляли по методике Н. С. Васильчука (2009), усовершенствованной для твердой озимой пшеницы в ФГБНУ «АНЦ «Донской» (Самофалова и др., 2014).

Генетическую структуру популяций оценивали по генетическому сдвигу (R) за одно и два поколения и по реализованной наследуемости (h_2). Генотипический сдвиг (R) определяли по разнице между средним значением показателя SDS-седиментации всей популяции (X_1) и средним его значением отобранной части потомств в предшествующем поколении (экстенсивный отбор), а также при отборе 10 и 20% (i_{10} , i_{20}) лучших потомств как в F_2 , так и в F_3 . Реализованную наследуемость рассчитывали по формуле $h^2 = R/S$, где R – сдвиг при отборе; S – селекционный дифференциал (разница между средним значением отобранной группы потомств и средней всей популяции до отбора). Взаимосвязь между одноименными оценками разных поколений (F_2 – F_3 , F_3 – F_4) или повторяемость в потомстве оценивали по коэффициенту генетической корреляции.

Погодные условия в годы проведения исследований (2012–2014 гг.) в период формирования и налива зерна были контрастными: влажный – 2012 г.; сухой – 2013 г.; благоприятный по увлажнению и температурному режиму – 2014 г.

Результаты и их обсуждение. Показатель SDS-седиментации, отображающий у твердой озимой пшеницы качество клейковины, ее реологические свойства, наследуется по промежуточному типу. Величина седиментационного осадка у гибридных популяций F_2 – F_4 по нашим данным, варьирует, как правило, в пределах изменчивости ее у родительских компонентов (Самофалов и др., 2017).

Для оценки результативности отбора высококачественных генотипов по SDS-тесту, который, по мнению одних авторов, нужно начинать с F_2 (Казарцева и др., 2001), а других – с F_3 (Вьюшков, 2012), для озимой твердой пшеницы рассчитывали такие селекционно-генетические параметры, как селекционный дифференциал (S), генотипический сдвиг (R) во втором и последующих поколениях гибридов при разной интенсивности отбора и реализованная наследуемость (h_2).

Расчеты показали, что в условиях влажного 2012 г. величина селекционного дифференциала (S)

при отборе потомств в F_2 варьировала от 4,2 до 20,5% в зависимости от его интенсивности. Максимальное значение селекционного дифференциала было выше при жестком (i10) отборе лучших семей и отмечено

в следующих популяциях: Курант × Кремона (прямая и обратная) – 19,9 и 19,4%; Терра × Кремона (прямая и обратная) – 18,8 и 17,0% и Золотко × Аксинит – 20,5% (табл. 1).

1. Реакция гибридных популяций озимой твердой пшеницы на отбор в F_2 по показателю SDS-седиментации

1. Response of hybrid populations of winter durum wheat on F_2 selection according to SDS-sediment

Популяция	F_2 (2012 г.)			F_3 (2013 г.)			F_4 (2014 г.)		
	Интенсивность отбора								
	\bar{x}_n	i20	i10	\bar{x}_n	i20	i10	\bar{x}_n	i20	i10
	Селекционный дифференциал (S), %			Генотипический сдвиг (R), %					
Курант × Терра	7,0	9,1	10,7	-0,5	2,4	3,1	-9,8	-4,0	-6,9
Терра × Курант	3,7	12,1	14,2	2,7	3,9	1,6	3,6	3,8	6,1
Курант × Золотко	7,8	11,4	15,2	4,5	6,8	7,0	2,4	0,9	-2,3
Золотко × Курант	10,3	13,1	15,3	-4,7	-6,5	-3,8	-5,0	-6,1	-3,0
Курант × Кремона	8,7	13,8	19,9	5,6	8,1	8,4	-0,2	1,9	1,4
Кремона × Курант	4,2	14,9	19,4	2,7	4,4	8,1	1,0	3,2	5,1
Терра × Золотко	5,8	6,8	9,7	4,2	-1,5	3,8	0,8	-2,4	-0,1
Золотко × Терра	6,7	11,4	13,7	-8,4	-11,5	-11,2	-11,8	-23,7	-17,5
Терра × Кремона	6,9	12,9	18,8	3,3	6,1	6,0	6,2	7,2	7,8
Кремона × Терра	8,0	14,6	17,0	2,4	1,8	1,1	7,1	9,8	14,6
Золотко × Аксинит	10,9	16,9	20,5	9,8	13,0	6,5	8,7	9,0	5,6
Золотко × Кремона	6,6	9,1	12,7	0,7	-0,5	-0,2	-1,0	4,5	7,3
Кремона × Золотко	11,1	10,8	15,9	-2,3	-4,3	-7,6	-6,0	3,1	0,4
Кремона × Гелиос	6,3	7,3	7,3	0,8	0,1	-1,9	-0,1	2,2	-0,1

А вот реакция большинства гибридных популяций на отбор лучших семей по показателю SDS-седиментации при разной его интенсивности в смежных поколениях F_2 – F_3 оказалась низкой или даже отсутствовала. Более выраженный генотипический сдвиг за одно поколение проявился в следующих популяциях: при экстенсивном отборе ($i > \bar{x}_n$) – Курант × Золотко (4,5%), Курант × Кремона (5,6%), Терра × Золотко (4,2%), Золотко × Аксинит (9,8%); при умеренном (i20) – Курант × Золотко (6,8%), Курант × Кремона (прямая и обратная – 8,1 и 4,4%), Терра × Кремона (6,1%), Золотко × Аксинит (13,0%); при жестком (i10) – Курант × Золотко (7,0%), Курант × Кремона (прямая и обратная – 8,4 и 8,1%), Терра × Кремона (6,1%), Золотко × Аксинит (6,5%).

Реакция гибридных популяций на отбор по величине седиментационного осадка в несмежных поколениях

F_2 – F_4 также была слабо выраженной, а по некоторым гибридам – отрицательной (табл. 1).

Генотипический сдвиг за два поколения в F_4 по SDS-тесту возрастал по мере повышения интенсивности отбора только в пяти гибридных комбинациях: Терра × Курант, Терра × Кремона (прямая и обратная), Золотко × Кремона, Кремона × Курант. В четырех комбинациях он был более выраженным при умеренном отборе (i20) лучших потомств: Курант × Кремона (1,9%), Золотко × Аксинит (9,0%), Кремона × Золотко (3,1%) и Кремона × Гелиос (2,2%). В гибридных популяциях Курант × Терра, Золотко × Курант, Золотко × Терра отбор оказался отрицательным при любой его интенсивности.

Величина генотипического сдвига в F_4 при отборе лучших потомств в F_3 (смежное поколение F_3 – F_4) в зависимости от гибридной комбинации и интенсивности отбора представлена в таблице 2.

2. Реакция гибридных популяций озимой твердой пшеницы на отбор в F_3 по седиментационному тесту

2. Response of hybrid populations of winter durum wheat on F_3 selection according to sediment-test

Популяция	F_3 (2013 г.)			F_4 (2014 г.)		
	Интенсивность отбора					
	\bar{x}_n	i20	i10	\bar{x}_n	i20	i10
	Селекционный дифференциал (S), %			Генотипический сдвиг (R), %		
Курант × Терра	5,4	5,4	6,1	-6,4	-2,2	-5,4
Терра × Курант	7,1	8,5	11,3	0,3	2,8	2,3
Курант × Золотко	7,1	10,1	14,5	6,4	0,8	2,4
Золотко × Курант	3,4	7,8	10,8	0,5	-0,2	-0,5
Курант × Кремона	7,7	12,2	16,3	-0,2	2,4	3,5
Кремона × Курант	9,7	11,1	11,4	3,9	0,8	3,8
Терра × Золотко	6,5	8,1	9,0	-0,3	1,4	1,7
Золотко × Терра	5,4	3,2	9,2	1,0	2,1	4,4
Терра × Кремона	8,0	11,0	19,6	6,5	10,0	12,6
Кремона × Терра	9,4	12,8	14,5	8,1	9,6	13,5
Золотко × Аксинит	6,8	10,4	11,9	2,2	5,1	8,8
Золотко × Кремона	9,8	10,7	13,4	4,1	5,5	4,1
Кремона × Золотко	9,9	13,7	15,5	-9,0	1,3	7,5
Кремона × Гелиос	7,1	8,8	12,5	0,5	0,5	1,8

Полученные данные показывают, что величина селекционного дифференциала колебалась от 3,2 до 19,6% и самое высокое его значение, как и в F_2 , при жестком отборе ($i10$) отмечено по следующим гибридам: Курант × Золотко – 14,5%; Курант × Кремона – 16,3%; Терра × Кремона (прямая и обратная) – 19,6 и 14,5%; Золотко × Кремона (прямая и обратная) – 13,4 и 15,5%.

Однако, несмотря на довольно высокий уровень селекционного дифференциала, реакция гибридных популяций F_4 на отбор в F_3 оказалась незначительной по большинству популяций.

При экстенсивном отборе ($i > \bar{x}_n$) выраженная реакция на отбор установлена в гибридных популяциях Курант × Золотко (6,4%), Терра × Кремона (6,5%), Золотко × Терра (5,4%), Золотко × Кремона (4,1%), Кремона × Терра (8,1%), Кремона × Курант (3,9%).

Положительные результаты в направлении отбора по SDS-седиментации получены при 20% отборе лучших потомств в комбинациях Терра × Кремона (прямая и обратная – 10 и 9,6%), Золотко × Аксинит (5,1%), Золотко × Кремона (5,5%).

Генотипический сдвиг при 10% интенсивном отборе в гибридных популяциях был выше, чем при

умеренном 20%. Максимальный сдвиг отмечен в комбинациях Терра × Кремона (12,6%), Кремона × Терра (13,5%), Золотко × Аксинит (8,8%), Кремона × Золотко (7,5%).

В целом при сравнении реакции гибридных популяций на отбор (табл. 1, 2) следует отметить, что в основной части гибридных популяций отборы в F_3 не имели преимущества перед отборами в F_2 , за исключением гибридов Терра × Золотко, Золотко × Терра, Кремона × Золотко, Золотко × Курант.

Снижение селекционного эффекта при отборе лучших семей в F_3 , на наш взгляд, связано с условиями засухи в период формирования зерна в 2013 г., что необходимо учитывать в работах на качество клейковины и вести отбор по показателю SDS-седиментации во влажные годы.

Критерии, используемые для оценки ранних поколений, должны быть генетически обусловленными, селекционно-значимыми (Бебякин, 2009). Выявлено, что реализованная в группах отбора наследуемость (h_2) SDS-теста, по которой судят о генетической изменчивости в общей изменчивости признака, сильно варьирует (табл. 3).

3. Реализованная наследуемость (h^2) по величине седиментационного осадка в группах отбора 3. Implemented heritability (h^2) according to the value of sediment in the selective groups

Популяция	F_2-F_3			F_2-F_4			F_3-F_4		
	Интенсивность отбора								
	$i > \bar{x}_n$	i20	i10	$i > \bar{x}_n$	i20	i10	$i > \bar{x}_n$	i20	i10
Курант × Терра	0,0	0,264	0,290	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Терра × Курант	0,310	0,322	0,113	0,414	0,314	0,429	0,042	0,329	0,203
Курант × Золотко	0,577	0,596	0,461	0,308	0,079	0,0	0,901	0,079	0,165
Золотко × Курант	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Курант × Кремона	0,644	0,586	0,422	0,0	0,137	0,070	0,0	0,196	0,214
Кремона × Курант	0,643	0,295	0,417	0,238	0,215	0,269	0,402	0,072	0,342
Терра × Золотко	0,724	0,0	0,392	0,138	0,0	0,0	0,0	0,172	0,188
Золотко × Терра	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,185	0,656	0,478
Терра × Кремона	0,478	0,473	0,319	0,942	0,558	0,415	0,878	0,909	0,643
Кремона × Терра	0,300	0,123	0,065	0,887	0,670	0,858	0,861	0,750	0,931
Золотко × Аксинит	0,899	0,769	0,317	0,798	0,532	0,723	0,323	0,490	0,739
Золотко × Кремона	0,106	0,0	0,0	0,0	0,494	0,574	0,418	0,514	0,35
Кремона × Золотко	0,0	0,0	0,0	0,0	0,287	0,025	0,0	0,095	0,483
Кремона × Гелиос	0,126	0,014	0,0	0,0	0,300	0,0	0,070	0,057	0,144

В поколении F_2-F_3 более существенный вклад генетических факторов в количественную выраженность показателя SDS-седиментации у большинства популяций проявлялся при экстенсивном отборе. В результате повышения интенсивности отбора доля генетической изменчивости снижалась. Более высокими значениями коэффициента наследуемости при 20% отборе лучших семей характеризовались комбинации Курант × Золотко (0,596), Золотко × Аксинит (0,769), Курант × Кремона (0,586), где в качестве одного из родительских компонентов в скрещивания привлекались средние и сильные по качеству клейковины сорта.

В системе F_2-F_4 реализованная наследуемость показателя SDS-седиментации существенно повысилась при 20% отборе потомств в гибридных популяциях Терра × Кремона (0,558), Золотко × Аксинит (0,532), Золотко × Кремона (0,496), Кремона × Терра (0,670).

По селекционной ценности при строгом отборе ($i10$) лучших семей интерес для дальнейшей селекционной работы представляют всего лишь четыре гибрида: Терра × Курант ($h_2 = 0,429$), Терра × Кремона ($h_2 = 0,415$), Золотко × Кремона ($h_2 = 0,574$), Кремона × Терра ($h_2 = 0,858$).

Реализованная наследуемость показателя SDS-седиментации в смежных поколениях F_3-F_4 менее выражена, чем в F_2-F_3 (табл. 3).

Преимущество по генетическому разнообразию наблюдалось лишь при экстенсивном отборе ($i > \bar{x}_n$) в популяциях Курант × Золотко (0,901), Терра × Кремона (0,887), Золотко × Терра (0,607), Кремона × Терра (0,861); при умеренном ($i20$) – Терра × Кремона (0,909), Золотко × Аксинит (0,490), Золотко × Терра (0,656), Золотко × Кремона (0,514), Кремона × Терра (0,750); при жестком ($i10$) – Терра × Кремона (0,643), Золотко × Аксинит (0,739), Золотко × Терра (0,478), Кремона × Терра (0,931).

То есть анализ расчетных данных по генотипическому сдвигу и реализованной наследуемости в смежных поколениях F_2-F_3 , F_3-F_4 и несмежных F_2-F_4 позволяет предположить, что для успешного отбора потомств озимой твердой пшеницы с высокими значениями SDS-седиментации в скрещивания лучше привлекать контрастные по изучаемому признаку исходные компоненты.

О наследуемости признака в узком смысле слова (h_2) можно судить по коэффициенту корреляции между одноименными оценками разных поколений. Чем выше корреляция по признаку в системе «родители – потомки», тем больше аддитивная вариация в популяции (Осыка, диссертация, 2009). Данные корреляционного анализа показали, что генетическая из-

менчивость показателя SDS-седиментации выражена в той или иной степени во всех изученных популяциях (табл. 4).

4. Коэффициенты корреляции по показателю SDS-седиментации между поколениями гибридов
4. Correlation coefficients according to SDS-sediment value between generations of hybrids

Популяция	Показатель	
	F_2-F_3	F_3-F_4
Курант × Терра	0,14	0,14
Терра × Курант	0,07	-0,23
Курант × Золотко	0,13	0,30
Золотко × Курант	-0,12	0,33
Курант × Кремона	0,06	0,65
Кремона × Курант	0,17	0,35
Терра × Золотко	0,18	0,75
Золотко × Терра	0,27	0,24
Терра × Кремона	-0,56	-0,33
Кремона × Терра	-0,24	-0,39
Золотко × Аксинит	0,27	0,57
Золотко × Кремона	0,07	0,46
Кремона × Золотко	-0,02	0,05
Кремона × Гелиос	0,04	0,24

Однако доля ее в общей вариабельности низкая по большинству гибридных комбинаций, что говорит о незначительном генетическом разнообразии популяции.

Существенное проявление аддитивного действия генов отмечено только в поколениях F_3-F_4 по следующим гибридным популяциям: Курант × Кремона ($r = 0,65$), Терра × Золотко ($r = 0,75$), Золотко × Аксинит ($r = 0,57$), Золотко × Кремона ($r = 0,46$).

Все это свидетельствует о том, что вклад генетических факторов в количественную выраженность SDS-теста не настолько высок, чтобы не учитывать условия внешней среды при использовании этого показателя как критерия в программах селекции по озимой твердой пшенице на качество клейковины.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что эффективность отбора высококачественных потомств в F_2 и F_3 по SDS-седиментации по генотипическому сдвигу (R) в последующих поколениях у большинства гибридных популяций озимой твердой пшеницы при разной его интенсивности низкая или даже отрицательная.

Реализованная наследуемость величины (h_2) седиментационного осадка в системе «родитель (F_2, F_3) – потомок (F_3-F_4)» также невысокая и сильно варьирующая в зависимости от интенсивности отбора, исходных компонентов, взятых в скрещивания и средовых факторов. Поэтому селекционная работа на улучшение качества должна быть направлена на повышение количественной выраженности показателя SDS-седиментации, создания разнообразной генетической изменчивости по этому признаку с высоким уровнем адаптивности к изменяющимся условиям внешней среды в период формирования и налива зерна.

Библиографические ссылки

1. Бебякин В. М., Беспятова Л. П. Генетика и формирование качества зерна яровой пшеницы при межвидовой гибридизации // Сельскохозяйственная биология. 1978. Т. 13, № 6. С. 843–849.
2. Бебякин В. М., Пискунова Г. В. Наследуемость основных характеристик качества зерна при гибридизации яровых и озимых пшениц // Сельскохозяйственная биология. 1981. Т. 16, № 4. С. 510–514.
3. Бебякин В. М. Диагностика эффективности отбора по некоторым признакам качества зерна // Селекция и семеноводство. 1982. № 11. С. 8–9.
4. Бебякин В. М. Эффективность отбора по показателю SDS-седиментации в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 13–14.
5. Васильчук Н. С., Гапонов С. Н., Еременко Л. В., Паршикова Т. М., Попова В. М., Цетва Н. М., Шутарева Г. И. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) // Аграрный вестник Юго-Востока. 2009. № 3. С. 34–40.
6. Вьюшков А. А., Мальчиков П. Н., Сюков В. В., Шевченко С. Н. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы. Изд. 2-е, испр. и доп. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. 266 с.
7. Кривобочек В. Г. Эффективность отбора на качество в гибридных популяциях F_2-F_3 яровой мягкой пшеницы // Проблемы повышения качества зерна пшеницы и других зерновых культур. М., 1998. С. 169–174.
8. Орлюк А. П., Жукова Л. Ф., Горбатенко И. Ю. Генетический эффект отбора по признакам качества зерна у озимой пшеницы при орошении // Генетика. 1978. Т. 14, № 1. С. 5–14.
9. Самофалов А. П., Авраменко М. А., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Копусь М. М. Селекционно-генетическая оценка гибридов озимой твердой пшеницы на качество клейковины // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6. С. 35–40.
10. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричаникова Т. А. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы на качество. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 32 с.

References

1. Bebyakin V. M., Bespyatova L. P. Genetika i formirovanie kachestva zerna yarovojs pshenicy pri mezvidovoj gibridizacii [Genetics and quality formation of spring wheat grain at interspecific hybridization] // Sel'skokozyajstvennaya biologiya. 1978. T. 13, № 6. S. 843–849.
2. Bebyakin V. M., Piskunova G. V. Nasleduemost' osnovnykharakteristik kachestva zerna pri gibridizacii yarovykh i ozimyyh pshenic [Inheritability of the main characteristics of grain quality in the hybridization of spring and winter wheat] // Sel'skokozyajstvennaya biologiya. 1981. T. 16, № 4. S. 510–514.
3. Bebyakin V. M. Diagnostika ehffektivnosti otbora po nekotorym priznakam kachestva zerna [Diagnostics of the selection efficiency according to some traits of grain quality] // Selekcija i semenovodstvo. 1982. № 11. S. 8–9.
4. Bebyakin V. M. Ehffektivnost' otbora po pokazatelyu SDS-sedimentacii v gibridnyh populyacijah yarovojs myagkojs pshenicy [Selection efficiency in terms of SDS-sediment in hybrid populations of spring soft wheat] // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2009. № 3. S. 13–14.
5. Vasil'chuk N. S., Gaponov S. N., Eryomenko L. V., Parshikova T. M., Popova V. M., Cetva N. M., Shutareva G. I. Ocenka prochnosti klejkoviny v processe selekcii tvrdojs pshenicy (*Triticum durum* Desf.) [Evaluation of gluten strength in durum wheat breeding (*Triticum durum* Desf.)] // Agrarnyj vestnik Yugo-Vostoka. 2009. № 3. S. 34–40.
6. V'yushkov A. A., Mal'chikov P. N., Syukov V. V., Shevchenko S. N. Selekcionno-geneticheskoe uluchshenie yarovojs pshenicy. Izd. 2-e, ispr. i dop. [Breeding and genetic improvement of spring wheat. 2nd ed., appr.]. Samara: Samarskij nauchnij centr RAN, 2012. 266 s.

7. Krivoboček V. G. Effektivnost' otbora na kachestvo v gibridnyh populyacijah F₂-F₃ yarovoj myagkoj pshenicy [Efficiency of identification on quality in hybrid populations F₂-F₃ of spring soft wheat] // Problemy povysheniya kachestva zerna pshenicy i drugih zernovyh kul'tur. M., 1998. S. 169–174.

8. Orlyuk A. P., Zhukova L. F., Gorbatenko I. Yu. Geneticheskij ehffekt otbora po priznakam kachestva zerna u ozimoy pshenicy pri orosnenii [The genetic effect of selection on the basis of quality of winter wheat grain during irrigation] // Genetika. 1978. T. 14, № 1. S. 5–14.

9. Samofalov A. P., Avramenko M. A., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Kopus' M. M. Selekcionno-geneticheskaya ocenka gibrinov ozimoy tverdoj pshenicy na kachestvo klejkoviny [Breeding and genetic assessment of winter durum wheat hybrids for gluten quality] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 6. S. 35–40.

10. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A. SDS-sedimentaciya v poehtapnoj ocenke selekcionnogo materiala ozimoy pshenicy na kachestvo [SDS-sediment in the gradual assessment of the breeding material of winter wheat for quality]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2014. 32 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

УДК 633.11:631.52

DOI 10.31367/2079-8725-2018-60-6-46-49

ИЗУЧЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ЕЕ СТРУКТУРЫ У СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКУ ПОДСОЛНЕЧНИК

Е. И. Некрасов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

Д. М. Марченко, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. отделом селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

И. А. Рыбась, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

М. М. Иванисов, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

Т. А. Гричаникова, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

И. В. Романюкина, технолог-исследователь лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844

В настоящее время требуются новые сорта и гибриды, способные давать высокие и стабильные урожаи зерна. Одним из основных требований, которому они должны соответствовать, является способность противостоять действию факторов среды, снижающих урожайность. Поскольку подсолнечник представляет собой жесткий предшественник, который иссушает почву, что в свою очередь влияет на урожайность, то испытание и выделение сортов, способных противостоять неблагоприятным условиям, являются актуальными. В настоящей работе представлены результаты изучения урожайности и ее основных структурных элементов у 18 сортов озимой мягкой пшеницы. Исследования проводили на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» по предшественнику подсолнечник. Посев осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, глубина заделки семян – 4–6 см. Норма высева – 550 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – 4-кратная. В качестве стандарта использовали сорт озимой мягкой пшеницы Дон 107. По комплексу признаков были выделены сорта Краса Дона, Лилит, Вольница, Лидия, способные формировать высокую урожайность (6,9–7,5 т/га), количество зерен в колосе (30,7–36,2 шт.) и массу 1000 зерен (41,1–45,5 г) по предшественнику подсолнечник. В результате корреляционного анализа было установлено, что урожайность сортов озимой мягкой пшеницы имела среднюю положительную взаимосвязь с количеством продуктивных стеблей ($r = 0,32 \pm 0,24$) и с массой 1000 зерен ($r = 0,43 \pm 0,22$). Между урожайностью, числом зерен в колосе, массой зерна с колоса была выявлена слабая положительная корреляционная взаимосвязь ($r = 0,25 \pm 0,24$ и $r = 0,21 \pm 0,24$ соответственно).

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, предшественник, урожайность.



THE STUDY OF PRODUCTIVITY AND ELEMENTS OF ITS STRUCTURE OF THE WINTER SOFT WHEAT VARIETIES SOWN AFTER SUNFLOWER

E. I. Nekrasov, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, 89585748977@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9505-7899;

D. M. Marchenko, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of wheat breeding and seed-growing, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

I. A. Rybas, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, rybasia@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-8443-7714;

M. M. Ivanisov, junior researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, ivanisov561991@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

T. A. Grichanikova, agronomist of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6973-8535;

I. V. Romanyukina, technician-researcher of the laboratory of breeding and seed-growing of winter soft wheat of semi-intensive type, vniizk30@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8679-7844

At present new varieties and hybrids capable to produce high and stable grain yields are of great demand. One of the main requirements to which they must meet is the ability to withstand environmental factors that reduce their productivity. Sunflower