

АГРОНОМИЯ

УДК 633.111.1

С.Б. Лепехов
S.B. Lepekhov

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИЗНАКОВ РОДИТЕЛЬСКИХ СОРТОВ С МАССОЙ ЗЕРНА КОЛОСА И ЕЁ ИЗМЕНЧИВОСТЬЮ В ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ F₂-F₄ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

THE ASSOCIATION OF THE PARENTAL VARIETY CHARACTERS AND KERNEL WEIGHT PER SPIKE AND ITS VARIATION IN HYBRID POPULATIONS F₂-F₄ OF SPRING SOFT WHEAT

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, масса зерна колоса, гибридизация, изменчивость, евклидово расстояние, период «всходы-колошение», подбор пар для скрещивания.

Цель исследования заключалась в изучении взаимосвязи признаков родительских сортов с варьированием и величиной продуктивности главного колоса в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы. Исследование проведено на опытном поле ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. В 2010-2012 гг. изучено 14 родительских сортов по 18 признакам. В 2016-2018 гг. по продуктивности главного колоса и её изменчивости изучено 16 гибридных популяций F₂-F₄ от скрещивания этих сортов. Установлена взаимосвязь между средним значением и изменчивостью массы зерна колоса в гибридных популяциях ($r = -0,55 \dots -0,67$). Скрещивание родителей с хорошей выраженностью массы зерна главного колоса или его компонентов (озернённость колоса, масса 1000 зёрен) не привело к формированию гибридных популяций с высоким средним значением этого признака. Стабильная взаимосвязь установлена между разностью родителей по длительности периода «всходы-колошение» и среднепопуляционной величиной массы зерна колоса ($r = -0,36 \dots -0,51$), а также её изменчивостью во все годы исследования ($r = 0,40 \dots 0,62$). Контрастность родительских форм по взаимодействию генотип-среда ни по одному из рассматриваемых признаков не коррелировала с массой зерна колоса в гибридных популяциях. Коэффициенты корреляции между евклидовыми расстояниями родителей и мас-

сой зерна главного колоса были непостоянными и варьировали от -0,44 до 0,68.

Keywords: spring soft wheat, kernel weight per spike, hybridization, variation, Euclidean distance, period from seedling to earing, pair selection for crossing.

The research goal was to study the association of the parental variety characters and the variation and main spike production in hybrid populations of spring soft wheat. The trials were conducted on the trial field of the Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies. Eighteen characters were examined in 14 varieties from 2010 through 2012. Sixteen F₂-F₄ populations obtained by crossing these varieties were studied regarding the kernel weight per main spike and the variation of this character from 2016 through 2018. The association of the mean value and variation of kernel weight per spike was found in the hybrid populations ($r = -0,55 \dots -0,67$). The hybridization of the parental varieties with good expression of kernel weight per main spike and its components (grains content, thousand-kernel weight) did not lead to the formation of the populations with high kernel weight per spike. Consistent association of the parental differences regarding the period from seedling to earing and the mean population kernel weight per spike ($r = -0,36 \dots -0,51$) and its variation ($r = 0,40 \dots 0,62$) was found on all years. The differences of the parents regarding genotype-environment interaction of all characters did not correlate with the kernel weight per spike in the hybrid populations. The coefficients of correlation of Euclidean distances of the parents and kernel weight per spike were inconsistent and varied from -0.44 to 0.68.

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

Lepekhov Sergey Borisovich, Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Federal Altai Research Center of Agro-Biotechnologies, Barnaul. E-mail: sergei.lepehov@yandex.ru.

Введение

Основная сложность в селекции сортов мягкой пшеницы на урожайность состоит в том, что данный признак имеет полигенную природу и в значительной степени подвержен влиянию условий окружающей среды. Такие признаки, как длительность периода «всходы-колошение», высота растений и длина колоса оказывают влияние на зерновую продуктивность [1]. В практической селекции прямой отбор на урожайность затруднён из-за низкой наследуемости данного признака [2] и невозможностью его надёжного определения в ранних поколениях. В связи с этим селекционеры вынуждены оценивать растения на начальных этапах селекции по косвенным характеристикам [3].

Одним из главных признаков, тесно связанным с урожайностью, является продуктивность главного колоса. Данная взаимосвязь стабильно отмечается в различных природно-климатических зонах [4]. Хотя продемонстрированы низкая наследуемость и невысокая эффективность отбора по массе зерна главного колоса [5], селекционеры ведут отбор растений из гибридных популяций, принимая во внимание данный признак.

Для осуществления успешного отбора необходимо наличие в гибридной популяции генетически обусловленных различий между растениями и присутствие генотипов, превышающих по величине отбираемых признаков стандартные сорта. Известно, что использование признаков отдельных растений F_2 и F_3 в селекции на урожайность неэффективно [6]. В связи с вышесказанным возможность задавать направление и величину наследственной изменчивости в гибридных

популяциях смещается на этап подбора родительских пар для скрещивания. Ценные по ряду признаков генотипы не смогут достичь старших селекционных питомников, если из гибридной популяции не представляется возможным выделить высокопродуктивные растения. Таким образом, подбор пар для гибридизации не может осуществляться в отрыве от цели получения высокопродуктивных растений в расщепляющемся потомстве. К сожалению, работы, связанные с прогнозом размаха изменчивости и величин среднепопуляционных значений количественных признаков на основе различных параметров родительских сортов, редки [7].

Цель исследования – изучить взаимосвязь признаков родительских сортов с варьированием и величиной продуктивности главного колоса в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы.

Объекты и методы

Материалом исследования являлись 14 сортов и линий яровой мягкой пшеницы и 16 гибридных комбинаций F_2 - F_4 с их участием: Лютесценс 827/01-42, Эритроспермум 78, Тулеевская, Дуэт, Лютесценс 899, Тобольская степная, Лютесценс 453/2, Алтайская жница, Алтайская 105, Саратовская 70, Саратовская 71, Саратовская 72, Целинная 3С, Карабалыкская 98, Лютесценс 827/01-42 × Саратовская 70, Лютесценс 827/01-42 × Саратовская 71, Тулеевская × Саратовская 71, Дуэт × Алтайская 105, Эритроспермум 78 × Алтайская 105, Целинная 3С × Алтайская 105, Тулеевская × Алтайская 105, Лютесценс 899 × Саратовская 72, Тобольская степная × Саратовская 72, Лютесценс 453/2 × Лю-

тесценс 827/01-42, Целинная ЗС × Лю-тесценс 827/01-42, Целинная ЗС × Эритро-спермум 78, Лютесценс 453/2 × Эритроспермум 78, Лютесценс 453/2 × Алтайская жница, Лютесценс 453/2 × Тулеевская, Целинная ЗС × Карабалыкская 98. Сорты и линии высевали по паровому предшественнику в 2010-2012 гг. на делянках площадью 2 м² в трёхкратной повторности. Норма высева 500 зёрен/м². Родительские сорта изучены по 18 признакам. После проведения дисперсионного анализа были оставлены только те признаки, по которым родительские сортообразцы достоверно различались: высота растений, озернённость главного колоса, масса 1000 зёрен, масса зерна главного колоса, урожайность, длительность периода «всходы-колошение». Далее рассчитывали среднеродительское значение признаков и величину разности по каждому признаку между родителями. Эффекты взаимодействия генотип-среда для каждого признака устанавливали по методике А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылевой [8]. Для каждого признака в пределах одного года рассчитывали разность между родителями. Абсолютные значения полученных разностей с 2010 по 2012 гг. суммировали для каждого признака. Евклидово расстояние между родительскими формами вычисляли на основе рассматриваемых признаков после их предварительной стандартизации.

В 2014 г. произведена гибридизация. Гибридные популяции F₂-F₄ высевали в 2016-2018 гг. на делянках площадью 10 м². Норма высева 500 зёрен/м². С каждой гибридной комбинации ежегодно проводили отбор 100 колосьев. Изучены среднепопуляционное значение массы зерна главного колоса и коэффициент вариации данного признака.

В качестве критерия взаимосвязи параметров родительских сортов и массы зерна

главного колоса в гибридных популяциях использовали коэффициент корреляции Пирсона.

Условия 2010-2012 гг. можно охарактеризовать как засушливые, а условия 2016-2018 гг. – как благоприятные для роста и развития растений.

Результаты и их обсуждение

Средняя масса зерна главного колоса в гибридных популяциях в F₂ составила 1,00 г, в F₃ – 0,93 г, в F₄ – 1,19 г, а средний коэффициент вариации массы зерна с колоса – 25,4, 19,1 и 20,9% соответственно. Прежде всего следует обратить внимание на относительную стабильность проявления показателей в гибридных популяциях F₂-F₄ в рассматриваемые годы. Генотипические коэффициенты корреляции между среднепопуляционной массой зерна главного колоса F₂-F₃, F₂-F₄, F₃-F₄ составили 0,75; 0,68 и 0,87, между коэффициентами вариации массы зерна главного колоса в гибридных популяциях – 0,62; 0,67 и 0,53 соответственно. Средняя величина массы зерна главного колоса в гибридных популяциях и её изменчивость были достоверно взаимосвязаны ($r = -0,67$ в F₂, $-0,55$ в F₃ и $-0,65$ в F₄). На аналогичную тенденцию указывают другие исследователи [9].

Изучение взаимосвязи между среднеродительскими значениями признаков и параметрами массы зерна колоса в гибридных популяциях выявило небольшое количество значимых коэффициентов корреляции (табл. 1). Не обнаружено ни одного признака, среднеродительское значение по которому было бы достоверно связано с изменчивостью массы зерна в колосе у гибридных популяций. Достоверные отрицательные коэффициенты корреляции выявлены между среднеродительскими величинами высоты растений, озернённости главного колоса,

массы зерна главного колоса в 2011 г. и среднепопуляционным значением массы зерна главного колоса в гибридных популяциях F₂-F₄.

Поскольку коэффициенты корреляции между рассматриваемыми параметрами колоса в гибридных популяциях с признаками родителей с 2010 по 2012 гг. имеют различ-

ный знак, можно говорить о сильном влиянии года на оценку родительских генотипов.

Скрещивание родителей с хорошей выраженностью массы зерна главного колоса или его компонентов (озернёность колоса, масса 1000 зёрен) не привело к формированию гибридных популяций с высоким средним значением данного признака.

Таблица 1

Генотипические коэффициенты корреляции среднеродительского значения признаков (2010-2012 гг.) и среднепопуляционной массы зерна главного колоса, а также коэффициента его вариации у яровой мягкой пшеницы (2016-2018 гг.)

Среднеродительское значение признака	Год	Среднее значение массы зерна главного колоса в гибридной популяции			Коэффициент вариации массы зерна главного колоса в гибридной популяции		
		F ₂	F ₃	F ₄	F ₂	F ₃	F ₄
Высота растения	2010	0,01	-0,32	-0,36	0,05	-0,12	0,12
	2011	-0,50*	-0,70*	-0,67*	0,48	0,17	0,42
	2012	-0,13	-0,38	-0,40	0,12	-0,03	0,36
Озернёность главного колоса	2010	0,09	-0,08	-0,20	0,01	0,10	0,26
	2011	-0,62*	-0,63*	-0,54*	0,33	0,24	0,26
	2012	0,20	0,23	0,14	-0,20	-0,05	0,13
Масса 1000 зёрен	2010	0,17	0,22	0,23	-0,21	0,05	-0,13
	2011	0,15	0,05	0,22	-0,20	0,02	-0,21
	2012	0,20	0,29	0,37	-0,19	-0,13	-0,08
Масса зерна главного колоса	2010	-	-	-	-	-	-
	2011	-0,52*	-0,56*	-0,36	0,17	0,24	0,10
	2012	0,24	0,31	0,26	-0,22	-0,07	0,10
Урожайность	2010	0,51*	0,41	0,22	0,00	0,03	0,09
	2011	-0,13	-0,05	-0,02	-0,01	0,24	-0,37
	2012	-0,32	-0,10	0,04	0,03	0,21	0,02
Период «всходы – колошение»	2010	-0,06	-0,21	-0,16	0,19	0,35	0,27
	2011	0,00	-0,08	-0,11	0,37	0,33	0,46
	2012	0,26	0,23	0,05	0,27	0,27	0,43

Примечание. *Значимый коэффициент корреляции при $p=0,05$; прочерк в строке «масса зерна главного колоса» означает отсутствие достоверных различий между родительскими сортами по данному признаку в 2010 г.

Рассмотрение взаимосвязи между разностью значений признаков родителей и параметрами массы зерна колоса в гибридных популяциях выявило преимущественно отрицательные коэффициенты корреляции (табл. 2). Чем сильнее различались родительские формы по продолжительности вегетационного периода, тем с меньшей продуктивностью главного колоса формировались гибридные популяции и тем большей изменчивостью данного признака они характеризовались. Поскольку на увеличение массы зерна главного колоса от среднеранней группы сортов к среднепоздней в усло-

виях Сибири ранее указывали исследователи [10], можно ожидать увеличения разнообразия по продуктивности колоса в гибридных популяциях от скрещивания среднеранних и среднепоздних генотипов.

Выявлен единственный значимый коэффициент корреляции между разностью родителей по массе 1000 зёрен и изменчивостью массы зерна колоса в гибридных популяциях ($r = 0,62$). Остальные коэффициенты корреляции между парой рассматриваемых параметров были незначимы, но имели стабильно положительное значение.

Таблица 2

Генотипические коэффициенты корреляции разности значений признаков родителей (2010-2012 гг.) и среднепопуляционной величины массы зерна главного колоса, а также коэффициентом его вариации у яровой мягкой пшеницы (2016-2018 гг.)

Разность значений признаков родителей	Год	Среднее значение массы зерна главного колоса в гибридной популяции			Коэффициент вариации массы зерна главного колоса в гибридной популяции		
		F ₂	F ₃	F ₄	F ₂	F ₃	F ₄
Высота растения	2010	-0,05	0,00	-0,15	0,13	0,03	-0,17
	2011	0,13	0,09	0,03	-0,23	-0,32	-0,49
	2012	0,08	0,16	-0,10	0,36	0,21	0,10
Озернённость главного колоса	2010	0,11	-0,07	-0,02	-0,32	-0,18	-0,16
	2011	0,22	0,13	0,16	-0,40	-0,12	-0,10
	2012	-0,05	-0,32	-0,33	-0,14	-0,28	0,04
Масса 1000 зёрен	2010	-0,33	-0,36	-0,49	0,24	0,23	0,29
	2011	-0,13	0,05	-0,19	0,44	0,33	0,62*
	2012	-0,14	0,04	-0,05	0,21	0,40	0,19
Масса зерна главного колоса	2010	-	-	-	-	-	-
	2011	-0,06	-0,07	-0,07	0,09	0,23	-0,01
	2012	0,05	-0,13	-0,28	0,03	0,27	0,34
Урожайность	2010	-0,48	-0,49	-0,44	0,21	0,18	0,26
	2011	0,46	0,50*	0,49	-0,31	-0,13	-0,45
	2012	-0,05	-0,16	-0,37	0,23	0,07	0,20
Период «всходы – колошение»	2010	-0,51*	-0,50*	-0,44	0,41	0,58*	0,62*
	2011	-0,46	-0,43	-0,36	0,53*	0,51*	0,57*
	2012	-0,48	-0,48	-0,46	0,40	0,46	0,50*

Использование в качестве подбора пар для скрещивания различных метрик не позволяет надёжно прогнозировать параметры гибридных популяций по продуктивности колоса (табл. 3). Контрастность родительских форм по взаимодействию генотип-среда ни по одному из рассматриваемых признаков не коррелировала с массой зерна колоса в гибридных популяциях. Единственный значимый коэффициент корреляции с изменчивостью в гибридных популяциях F₂ обнаружен для межродительской разности по эффектам взаимодействия генотип-среда для массы зерна главного колоса (r = 0,54). Таким образом, высказанное ранее предположение Л.В. Пашиной о том, что характер изменчивости признака по годам служит мерой генетических различий между родителями и

может использоваться при подборе пар для скрещивания [11], имеет слабое подтверждение на практике (табл. 3).

Гибридные популяции F₂-F₄, у которых родительские формы по комплексу признаков обладали наибольшей контрастностью (максимальное Евклидово расстояние) в 2010 г., характеризовались наименьшей продуктивностью главного колоса. Для 2011 и 2012 гг. данная закономерность не прослеживается.

На проблему невысокой надёжности прогнозов, основанных на косвенных оценках генетической дивергенции родителей, для эффективного отбора по количественным признакам в популяциях их потомства указывают А.В. Смиряев и др. [12].

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между различными метриками родительских форм (2010-2012 гг.) и среднепопуляционной величиной массы зерна главного колоса, а также коэффициентом его вариации у яровой мягкой пшеницы (2016-2018 гг.)

Метрика	Признак, год	Среднее значение массы зерна главного колоса в гибридной популяции			Коэффициент вариации массы зерна главного колоса в гибридной популяции		
		F ₂	F ₃	F ₄	F ₂	F ₃	F ₄
Контрастность родителей по взаимодействию генотип-среда	Высота растения	0,08	0,08	-0,09	-0,33	-0,13	-0,04
	Озернённость главного колоса	0,07	-0,09	-0,05	-0,34	-0,09	-0,16
	Масса 1000 зёрен	-0,23	-0,25	-0,22	-0,03	0,17	0,18
	Масса зерна главного колоса	0,19	0,15	0,15	-0,54*	-0,17	-0,32
	Урожайность	-0,32	-0,31	-0,29	0,24	0,23	0,39
	Период «всходы – колошение»	-0,28	-0,33	-0,29	0,22	0,15	0,05
Евклидово расстояние между родителями в пространстве 6 признаков	2010 г.	-0,59*	-0,67*	-0,68*	0,35	0,27	0,33
	2011 г.	0,00	0,08	0,02	0,14	0,30	0,17
	2012 г.	-0,18	-0,23	-0,44	0,42	0,40	0,39

Ю.В. Чесноков и В.М. Косолапов отмечают, что в популяции от скрещивания высоко- и низкоурожайного сорта худший родитель может привносить лучшие аллели почти во все выявляемые локусы. Это значит, что скрининг генетических ресурсов растений осуществляется способом, имеющим очень большие недостатки, который практически не обеспечивает раскрытия заключённого в гермплазме потенциала генетического разнообразия [13].

Хотя исследователи продолжают поиск источников селекционно-ценных признаков, включая массу зерна главного колоса [10], наша работа демонстрирует, что подбор пар для скрещивания, основанный на анализе компонентов продуктивности колоса, слабо отражается на средней величине массы зерна колоса и её изменчивости в гибридных популяциях.

Заключение

Взаимосвязь признаков родительских сортов яровой мягкой пшеницы с варьированием и величиной продуктивности главного колоса в гибридных популяциях зависит от условий лет, в которых ведётся оценка родительских генотипов. Масса зерна главного колоса и его варьирование в гибридных популяциях F_2 - F_4 относительно стабильно проявляются в различных условиях испытания и отрицательно связаны друг с другом. Подбор пар для скрещивания с хорошей выраженностью компонентов продуктивности главного колоса не ведёт к формированию гибридных популяций с высоким средним значением этого признака. Гибридизация сортов, контрастных по длительности периода «всходы-колошение», результируется в широкой изменчивости гибридных популяций по массе зерна с колоса. Использование различных метрик, определяющих дистан-

цию между родителями, не даёт надёжных результатов при прогнозировании массы зерна колоса и её изменчивости в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы.

Библиографический список

1. Slafer, G., Savin, R., Sadras, V. (2014). Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. *Field Crops Research*. 157. 71-83. Doi: 10.1016/j.fcr.2013.12.004.
2. Mwadzingeni, L., Shimelis, H., Tsilo, T. (2017). Variance components and heritability of yield and yield components of wheat under drought-stressed and non-stressed conditions. *Australian Journal of Crop Science*. 11. 1430. Doi: 10.21475/ajcs.17.11.11.pne548.
3. Rebetzke, G., Richards, R., Holland, J. (2017). Population extremes for assessing trait value and correlated response of genetically complex traits. *Field Crops Research*. 201, 122-132. Doi: 10.1016/j.fcr.2016.10.019.
4. Пискарев, В. В. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области / В. В. Пискарев, Е. В. Зуев, А. Н. Брыкова. – doi: 10.18699/VJ18.422. – Текст: электронный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 7. – С. 784-794.
5. Волкова, Л. В. Наследование массы зерна с колоса у внутривидовых гибридов яровой мягкой пшеницы / Л. В. Волкова. – Текст: непосредственный // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (32). – С. 13-17.
6. Pedró, A., Savin, R., Slafer, G. (2012). Crop productivity as related to single-plant traits at key phenological stages in durum wheat. *Field Crops Research*. 138. 42-51. Doi: 10.1016/j.fcr.2012.09.016.
7. Клыков, А. Г. Анализ сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с ис-

пользованием микросателлитных маркеров / А. Г. Клыков, И. В. Коновалова, П. М. Богдан [и др.]. – Текст: непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 5. – С. 3-6.

8. Кильчевский, А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода / А. В. Кильчевский, Л. Вю Хотылева. – Текст: непосредственный // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 9. – С. 1481-1490.

9. Мухордова, М. Е. Изменчивость продуктивности растений в гибридных популяциях яровой мягкой пшеницы под влиянием ядерно-цитоплазматических взаимоотношений / М. Е. Мухордова, Н. А. Калашник. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – Т. 47, № 1. – С. 41-45.

10. Пискарев, В. В. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции пшеницы мягкой яровой (*Triticum aestivum* L.) в условиях лесостепи Приобья Новосибирской области / В. В. Пискарев, Н. И. Бойко, И. В. Кондратьева. – doi: 10.18699/VJ16.166. – Текст: электронный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20, № 3. – С. 277-285.

11. Пашина, Л. В. Использование графического анализа в селекции льна-долгунца / Л. В. Пашина. – Текст: непосредственный // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 3. – С. 14-18.

12. Смиряев, А. В. Прогноз эффективности отбора в популяциях потомства по косвенным оценкам генетической дивергенции родителей на примере мягкой яровой пшеницы / А. В. Смиряев, М. Г. Дивашук, Т. И. Хупацария [и др.]. – Текст: непосредственный // Известия Тимирязевской сель-

скохозяйственной академии. – 2013. – № 1. – С. 57-70.

13. Чесноков Ю. В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю. В. Чесноков, В. М. Косолапов. – Москва: Угрешская типография, 2016. – 172 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Slafer, G., Savin, R., Sadras, V. (2014). Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. *Field Crops Research*. 157. 71-83. Doi: 10.1016/j.fcr.2013.12.004.

2. Mwadzingeni, L., Shimelis, H., Tsilo, T. (2017). Variance components and heritability of yield and yield components of wheat under drought-stressed and non-stressed conditions. *Australian Journal of Crop Science*. 11. 1430. Doi: 10.21475/ajcs.17.11.11.pne548.

3. Rebetzke, G., Richards, R., Holland, J. (2017). Population extremes for assessing trait value and correlated response of genetically complex traits. *Field Crops Research*. 201, 122-132. Doi: 10.1016/j.fcr.2016.10.019.

4. Piskarev V.V., Zuev E.V., Brykova A.N. Iskhodnyy material dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Novosibirskoy oblasti // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. – 2018. – Т. 22. – No. 7. – S. 784-794. Doi: 10.18699/VJ18.422.

5. Volkova L.V. Nasledovanie massy zerna s kolosa u vnutrividovykh gibridov yarovoy myagkoy pshenitsy // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 3 (32). – S. 13-17.

6. Pedró, A., Savin, R., Slafer, G. (2012). Crop productivity as related to single-plant traits at key phenological stages in durum wheat. *Field Crops Research*. 138. 42-51. Doi: 10.1016/j.fcr.2012.09.016.

7. Klykov A.G., Konovalova I.V., Bogdan P.M., Shadrin D.M., Tsyuymey Ch., Chzhan Kh., Ma Sh., Chzhan Zh. Analiz sortov yarovoy myagkoy pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) s ispolzovaniem mikrosatelitnykh markerov // Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. – 2017. – No. 5. – S. 3-6.

8. Kilchevskiy A.V., Khotyleva L.V. Metod otsenki adaptivnoy sposobnosti i stabilnosti genotipov, differentsiruyushchey sposobnosti sredey. Soobshchenie 1. Obosnovanie metoda // Genetika. – 1985. – T. 21. – No. 9. – S. 1481-1490.

9. Mukhordova M.E., Kalashnik N.A. Izmenchivost produktivnosti rasteniy v gibridnykh populyatsiyakh yarovoy myagkoy pshenitsy pod vliyaniem yaderno-tsitoplazmaticheskikh vzaimootnosheniy // Selskokhozyaystvennaya biologiya. – 2012. – T. 47. – No. 1. – S. 41-45.

10. Piskarev V.V., Boyko N.I., Kondratyeva I.V. Istochniki khozyaystvenno tsennykh priznakov dlya selektsii pshenitsy myagkoy

yarovoy (*Triticum aestivum* L.) v usloviyakh lesostepi Priobya Novosibirskoy oblasti // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. – 2016. – T. 20. – No. 3. – S. 277-285. Doi: 10.18699/VJ16.166.

11. Pashina L.V. Ispolzovanie graficheskogo analiza v selektsii Ina-dolguntsa // Seleksiya i semenovodstvo. – 1995. – No. 3. – S. 14-18.

12. Smiryayev A.V., Divashuk M.G., Khapsariya T.I., Bazhenova S.S., Nguen T.T. Prognoz effektivnosti otbora v populyatsiyakh potomstva po kosvennym otsenkam geneticheskoy divergentsii roditeley na primere myagkoy yarovoy pshenitsy // Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii. – 2013. – No. 1. – S. 57-70.

13. Chesnokov Yu.V., Kosolapov V.M. Geneticheskie resursy rasteniy i uskorenie selektsionnogo protsessa. – Moskva: Ugreshskaya tipografiya, 2016. – 172 s.



УДК 633.1.632 484 (470) **В.В. Лапина, А.С. Савельев, Д.В. Бочкарев, Ю.Н. Недайборщ**
V.V. Lapina, A.S. Savelyev, D.V. Bochkaev, Yu.N. Nedayborshch

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ВРЕДНОСТЬ ЧЕРНОГО ЗАРОДЫША ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

THE PREVALENCE AND HARMFULNESS OF BLACK GERM DAMAGE OF CEREAL CROPS

Ключевые слова: зерно, черный зародыш, всхожесть, семена, партия.

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства является производство экологически безопасной продукции для населения России. Однако в посевах зерновых культур ежегодно происходит поражение растений черным зародышем, проявление которого обусловлено непостоянством температурно-влажностного режима и несоблюдением технологических приемов

выращивания зерновых колосовых культур. Зараженные семена являются одной из причин возникновения корневой гнили, отмирания стебля и изреженности посевов. Наличие зараженных зерен в полевой партии изменяет цвет муки и ухудшает ее хлебопекарные качества, зерно с черным зародышем для экспорта не допускается. Зараженное зерно хранится отдельно от здорового не более года. Для изучения распространенности и вредности черного зародыша на современных сортах зерновых культур Республики Мордовия, для уточнения его