

# АГРОНОМИЯ

УДК 631.524:633.111«324»

М.Е. Мухордова  
M.Ye. Mukhorodova

## КОНЦЕПЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДЕТЕРМИНАНТ ОЗЕРНЕННОСТИ КОЛОСА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

### THE CONCEPT OF GENETIC DETERMINANTS OF THE EAR GRAIN CONTENT OF SOFT WINTER WHEAT

**Ключевые слова:** диаллельные гибриды, изменчивость, наследуемость, комбинационная способность, число зерен в колосе, мягкая озимая пшеница.

Озимые хлеба имеют большое значение в увеличении производства зерна. Особое место занимают посевы зимостойких, короткостебельных, устойчивых к полеганию сортов озимой пшеницы с высокой урожайностью. Чтобы воспользоваться этими достоинствами озимой пшеницы, необходимо иметь сорта, удовлетворяющие суровым условиям Сибири. В настоящее время для успешной работы по селекции озимых культур необходимо иметь хотя бы минимальную генетическую информацию о прорабатываемом материале в условиях Сибири с целью совершенствования работы и ускорения селекционного процесса. Учитывая это, весьма актуальны работы по изучению характера наследования и изменчивости количественных признаков у гибридов озимой пшеницы, а также разработка концепции генетических детерминант конкретного признака. 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. Озерненность колоса является одним из важнейших элементов продуктивности растений озимой пшеницы. На основе диаллельных скрещиваний изучалась изменчивость и концепция генетических параметров в детерминации числа зерен в колосе у гибридов  $F_1$  мягкой озимой пшеницы. Целью данной работы является изучение изменчивости озерненности колоса мягкой озимой пшеницы и выявление системы генетического контроля этого показателя. Объектом исследования являлись 5 сортов и 1 линия мягкой озимой пшеницы. Схема скрещивания – диаллельная. В полевых условиях 2013–2014 гг. на базе ФГБНУ СибНИИСХ г. Омска был заложен опыт. Проведенные исследования

позволяют отметить, что у этого показателя изменчивость в большей мере находится под контролем условий среды. В генетическом контроле признака главным является внутривокусное сверхдоминирование. Однако при этом присутствует неаллельное взаимодействие генов типа комплементарного (рецессивного) эпистаза. Отсюда отбор генотипов с повышенной озерненностью колоса предпочтителен в более поздних поколениях гибридов ( $F_4$ – $F_6$ ), когда большинство генотипов перейдет в гомозиготное состояние. В качестве доноров в условиях переувлажнения можно использовать сорта Юбилейная 180 и Заларинка; в условиях засухи – линию Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114) и сорт Заларинка.

**Keywords:** diallel hybrids, variability, heritability, combining ability, ear grain content, soft winter wheat.

The variability and the concept of genetic parameters in the determination of the ear grain content in soft winter wheat  $F_1$  hybrids were studied based on diallel crossings. The research goal was to study the variability of the ear grain content in soft winter and to reveal the genetic control system of this character. Five varieties and one line of soft wheat (Zhemchuzhina Povolzhya, Yubileynaya 180, Fantaziya Ч (Donskaya ostistaya Ч Mutant 114), Splav, Minskaya and Zalarinka) were studied. The trials were conducted at the Siberian Research Institute of Agriculture (Omsk) in 2013 and 2014. It has been found that the variability of this character was largely determined by the environmental conditions. Intra-locus overdominance is the main feature in the genetic control of this character. However, there is the non-allelic gene interaction of a complementary (recessive) epistasis type. Consequently, the selection of the genotypes with higher ear grain content is preferable in later hybrids generations ( $F_4$  -  $F_6$ ), when most genotypes evolve into the homozygous status. The varieties Yubileynaya 180 and Zalarinka may be used as donors under excessive moisture conditions; the line Fantaziya Ч (Donskaya ostistaya Ч Mutant 114) and the variety Zalarinka are proposed for drought conditions.

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

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

### Введение

В настоящее время для успешной работы по селекции озимых культур необходимо иметь хотя бы минимальную генетическую информацию о прорабатываемом материале в условиях Сибири с целью совершенствования работы и ускорения селекционного процесса. Учитывая это, весьма актуальны работы по изучению характера наследования и изменчивости количественных признаков у гибридов [1-4].

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 [5-9].

Озерненность колоса является одним из важнейших элементов продуктивности растений озимой пшеницы. Потенциальным показателем степени её фенотипического проявления оказывается размер колоса, а также особенности гидротермического режима в онтогенезе растений. Если неблагоприятные условия в период кущения определяют размер будущего колоса, то во время цветения повышенная температура воздуха и пониженная его влажность приводят к чреззернице [10-13].

Корреляционный анализ показал, что большое значение в увеличении урожайности сортов озимой пшеницы имеют озерненность и масса зерна с колоса. Между урожайностью и этими признаками отмечена достоверная положительная связь ( $r = 0,63 \pm 0,08$  и  $r = 0,68 \pm 0,08$  соответственно). Также установлена сильная положительная связь с устойчивостью к полеганию ( $r = 0,81 \pm 0,06$ ) [14].

По признаку количество зерен в главном колосе в  $F_1$  преобладали положительное доминирование и сверхдоминирование. 8 комбинаций скрещивания в  $F_2$  характеризовались высоким значением коэффициента наследуемости  $H^2$  (0,34-0,84), у остальных гибридных комбинаций он был средний (0,11-0,25) [15].

**Цель** работы – изучить изменчивость числа зерен в колосе мягкой озимой пше-

ницы и выявить системы генетического контроля в детерминации этого показателя.

### Условия, материалы и методы

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.

В 2013-2014 гг. в полевых условиях закладывались опыты. Высевались сорта и гибриды  $F_1$ . Площадь питания растений  $10 \times 20$  см<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. Предшественник – кулисный пар.

Экспериментальный материал обрабатывался методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [16], проведен генетический анализ по Акселю и Джонсу [17], в модификации Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной [18].

Генетику числа зерен в колосе озимой пшеницы изучали путем анализа графиков Хеймана [19] (зависимость  $W_r$  от  $V_r$  – коварианса и варiances) и генетических параметров:  $P3 - (W_r + V_r; X_p)$  – коэффициент корреляции между суммой  $W_r + V_r$  и средним значением признака у родителей (мера направленности доминирования);  $P6 - \sqrt{H1/D}$  – мера средней степени доминирования внутри локусов в популяции;  $P9 - j H_2/H_1$  – 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.

На графике Хеймана связь между  $W_r$  и  $V_r$  выражается через коэффициент линейной регрессии  $b_y$ . Эти параметры, которые дают относительно реальную ситуацию по организации количественного признака «число зерен в колосе», мы и использовали в своих исследованиях.

Комбинационную способность рассчитывали по В. Гриффину [20, 21], модель I, метод I (в анализ включали данные по родителям, прямым и обратным гибридам).

По температурному режиму и количеству осадков условия вегетационного пери-

ода 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) 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 число зерен в колосе у сортов в среднем составила 46,2 шт. (табл. 1). Благоприятные условия для формирования и налива зерна сложились в 2013 г., у сортов показатель варьировал в 2013 г. от 34,5 (Минская) до 69,3 зерен (Заларинка); в 2014 г. – от 36,7 (Сплав) до 56,7% (Сплав).

Таблица 1

Число зерен в колосе, шт.

Сорт	2013 г.		2014 г.		Среднее	
	P	F <sub>1</sub>	P	F <sub>1</sub>	P	F <sub>1</sub>
Ж.П.	46,1	41,6	38,3	41,0	42,2	41,3
Ю180	44,3	40,6	40,1	42,3	42,2	41,5
Фантазия	43,7	46,2	56,7	42,2	50,2	44,2
Сплав	47,8	43,8	36,7	42,9	42,3	43,4
Минская	34,5	34,6	50,3	44,0	42,4	39,3
Заларинка	69,3	40,3	46,1	37,6	57,7	39,0
Среднее	47,6	41,2	44,7	41,7	46,2	41,5
НСР <sub>05</sub>	10,54		10,34		6,55	

У гибридов F<sub>1</sub> (табл. 1) число зерен в колосе оказалось в среднем ниже показателей исходных форм в 2013 г. (47,6 шт. против 41,2), в 2014 г. (44,7 шт. против 41,7).

Таблица 2

Влияние факторов на изменчивость полевой всхожести семян

Фактор	mS	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>	%
Генотип	154,71*	4,61	1,50	28,45
Условия года	246,55*	7,35	3,92	45,34
Взаимодействие	142,55*	4,25	1,50	26,21
Ошибка	33,54	-	-	-

\* Достоверно при P ≤ 0,05.

Результаты дисперсионного анализа (табл. 2) свидетельствовали о том, что на озерненность колоса большее влияние оказывают гидротермические условия года – 45,34%, доля генотипа в общей изменчивости признака и взаимодействие факторов составляют равновеликие значения – 28,45 и 26,21% соответственно.

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

Таблица 3

Комбинационная способность сортов озимой пшеницы по полевой всхожести

Источник изменчивости	2013 г.		2014 г.	
	mS	%	mS	%
ОКС	58,51*	25,96	48,99*	30,65
СКС	128,86*	57,16	76,10*	47,62
Р.Э.	38,04*	16,88	34,73*	21,73

\* Достоверно при P ≤ 0,05.

Данные по долевному соотношению вариантов свидетельствуют о том, что в наследовании полевой всхожести семян более важными являются неаддитивные гены (СКС). Примечательно то, что доля реципрокного эффекта относительно стабильна по годам исследований (16,88 и 21,73% от общей изменчивости), доля же ОКС увеличивается в засушливом 2014 г. (30,65%) по сравнению с влажным и прохладным 2013 г. (25,96%).

Таким образом, лимитирующим фактором в условиях Среднего Прииртышья является дефицит тепла, который вносит определенные коррективы в систему генетического контроля признака. В неблагоприятных условиях возрастает вклад межжаллельного взаимодействия, типа комплементарного эпистаза.

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 сортов Юбилейная 180 и Заларинка в 2013 г., который характеризуется как прохладный и влажный в период формирования зерна. В 2014 г. положительными эффектами обладают линия Фантазия и сорт Заларинка.

Анализ генетических параметров и графиков Хеймана (рис. 1) позволяет отметить, что независимо от условий года озерненность колоса увеличивают рецессивные гены, так как ПЗ имеет положительную направленность. Линия регрессии  $W_r/V_r$  пересекает ось ординат с отрицательной стороны, но слегка наклонена в сторону абсцисс (в 2013 г.  $b_y = 0,652$ ; в 2014 г.  $b_y = 0,097$ ). Эти факты указывают на присутствие в детерминации признака внутрилокусного сверхдоминирования и неаллель-

ного взаимодействия генов типа комплементарного (рецессивного) эпистаза. Наличие сверхдоминирования подтверждает и показатель средней степени доминирования, величина которого больше единицы ( $P_6 = 1,39-1,21$ ).

В локусах, проявляющих доминирование, произведение частот плюс и минус аллелей асимметрично как в 2013 г. ( $P_9 = 0,17$ ), так в 2014 г. ( $P_9 = 0,20$ ). Соотношение доминантных и рецессивных генов у родительских форм указывает на превалирование первых ( $P_{13} = 3,45$ ) в 2013 г., в 2014 г. ( $P_{13} = 2,50$ ).

Анализ расположения точек сортов на графике, вдоль линии регрессии, показывает их перемещение. Сорт Минская и линия Фантазия в 2013 г. находились в доминантной зоне, а в 2014 г. переместились в рецессивную. Тем не менее остальные сорта, участвующие в эксперименте, проявляют относительную стабильность по годам исследования, располагаясь в одной и той же зоне на графиках Хеймана.

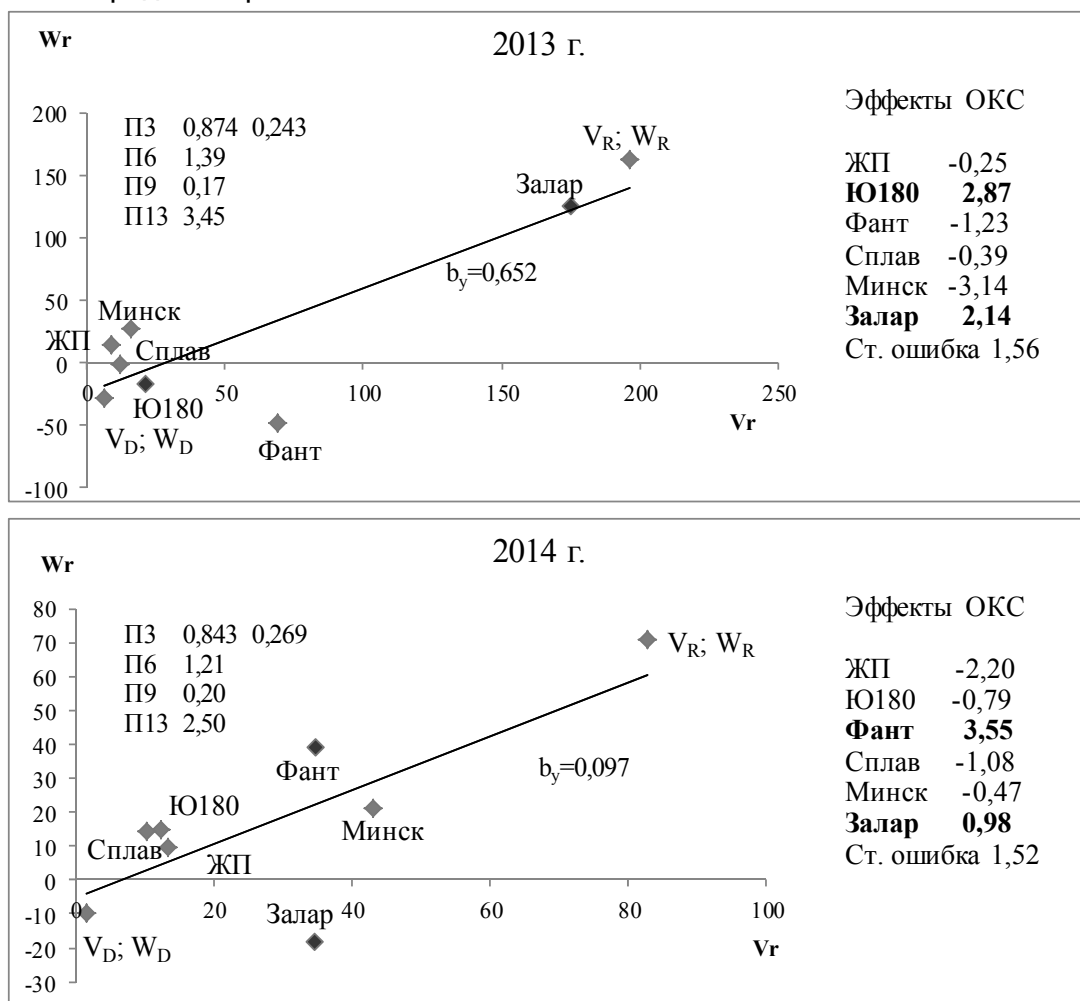


Рис. Генетика признака «число зерен в колосе» сортов: ЖП – Жемчужина Поволжья; Ю180 – Юбилейная 180; Фант – Фантазия; Сплав; Минск – Минская; Залар – Заларинка

Находясь во влажных условиях 2013 г., наибольшее количество доминантных генов имеет сорт Юбилейная 180, а рецессивных – Заларинка. В засушливый 2014 г. преобладание доминантных генов отмечено у линии Фантазия, а рецессивных – у сорта Заларинка, что согласуется с показателями эффектов ОКС.

Эти факты говорят о том, что в гидро-термических 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 перепределения генетической формулы признака.

### Выводы

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

Отсюда отбор генотипов с повышенной озерненностью колоса предпочтителен в более поздних поколениях гибридов ( $F_4$ - $F_6$ ), когда большинство генотипов перейдет в гомозиготное состояние. В качестве доноров в условиях переувлажнения можно использовать сорта Юбилейная 180 и Заларинка; в условиях засухи – линию Фантазия и сорт Заларинка.

### Библиографический список

1. Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Аниськов Н.И. Генетика продуктивности и качества зерна пивоваренного ячменя в условиях Среднего Прииртышья. – Новосибирск, 2005.
2. Михальцова М.Е., Калашник Н.И. Изменчивость и генетический контроль озерненности колоса у растений пивоваренного ячменя // Сельскохозяйственная биология. – 2004. – № 3. – С. 72-75.
3. Мухордова М.Е. Влияние генома и плазмона на изменчивость и наследование хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. канд. дис. – Омск, 2000.
4. Meirans P.G., Van Tienderen P.H. The effects of inheritance in tetraploids on genetic diversity and population divergence // Heredity. – 2013. – Vol. 110 (2). – P. 131-137.
5. Walsh B. Special issues on advances in quantitative genetics: introduction // Heredity. – 2014. – Vol. 112. – P. 1-3.

6. Anderson J.T., Wagner M.R., Rushworth C.A., Prasad K.V., Mitchell-Olds T. The evolution of quantitative traits in complex environments // Heredity. – 2014. – Vol. 112 (1). – P. 4-12.

7. Bijma P. The quantitative genetics of indirect genetic effects: a selective review of modelling issues // Heredity. – 2014. – Vol. 112 (1). – P. 61-69.

8. Gholizadeh A., Dehghani H., Dvorak J. Interrelationships between seed yield and related traits in bread wheat genotypes in non-saline and saline environments // Scientific Journal of Crop Science. – 2014. – Vol. 3 (4). – P. 24-31.

9. Nietlisbach P., Keller L.F., Postma E. Genetic variance components and heritability of multiallelic heterozygosity under inbreeding // Heredity. – 2016. – Vol. 116 (1). – P. 1-11.

10. Стёпочкин П.И. Формообразование в популяциях тритикале, пшеницы, ржи и его использование в селекции для условий Западной Сибири автореф. докт. дис. – Новосибирск, 2009.

11. Сандухадзе Б.И., Кочетыгов Г.В., Рыбакова М.И., Бугрова В.В., Морозов А.А., Сандухадзе Э.К., Коровушкина М.С., Гусева Н.Ю. Сортимент озимой мягкой пшеницы для центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – 3: URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sortiment-ozimoy-myagkoy-pshenitsy-dlya-tsentralnogo-regiona-rossii-s-povyshennym-potentsialom-produktivnosti-i-kachestva> (дата обращения: 14.12.2015).

12. Носатовский А.И. Пшеница. Биология. – М., 1965.

13. Мухордов Е.Г. Озимая пшеница // Озимые хлеба в Омской области. – Омск, 1985. – С. 29-36.

14. Костылев П.И., Марченко Д.М. Изучение взаимосвязи морфобиологических признаков мягкой озимой пшеницы с зерновой продуктивностью // Вестник аграрной науки Дона. – 2010, 1: URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vzaimosvyazi-morfobiologicheskikh-priznakov-myagkoy-ozimoy-pshenitsy-s-zernovoy-produktivnostyu> (дата обращения: 14.12.2015).

15. Олейник А.А. Наследование продуктивности главного колоса у межсортных гибридов озимой мягкой пшеницы // Научный журнал КубГАУ. – 2012, 80: URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nasledovanie-produktivnosti-glavnogo-kolosa-u-mezhsortnyh-gibridov-ozimoy-myagkoy-pshenitsy> (дата обращения: 14.12.2015).

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1979.

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

18. Цильке Р.А., Присяжная Л.П. Методика диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1979.

19. Hayman B. The analysis of variance diallel tables // *Biometrics*. – 1954. – Vol. 10. – P. 235-244.

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

21. 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.

#### References

1. Kalashnik N.A., Kozlova G.Ya., Anis'kov N.I. *Genetika produktivnosti i kachestva zerna pivovarennogo yachmenya v usloviyakh Srednego Priirtysh'ya*. – Novosibirsk, 2005.

2. Mikhal'tsova M.E., Kalashnik N.I. *Izmenchivost' i geneticheskii kontrol' ozernenosti kolosa u rastenii pivovarennogo yachmenya* // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. – 2004. – № 3. – S. 72-75.

3. Mukhordova M.E. *Vliyanie genoma i plazmone na izmenchivost' i nasledovanie khozyaistvenno-tsennykh priznakov yarovoi pshenitsy v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri: avtoref. kand. dis.* – Omsk, 2000.

4. Meirmans P.G., Van Tienderen P.H. The effects of inheritance in tetraploids on genetic diversity and population divergence // *Heredity*. – 2013. – Vol. 110 (2). – P. 131-137.

5. Walsh B. Special issues on advances in quantitative genetics: introduction // *Heredity*. – 2014. – Vol. 112. – P. 1-3.

6. Anderson J.T., Wagner M.R., Rushworth C.A., Prasad K.V., Mitchell-Olds T. The evolution of quantitative traits in complex environments // *Heredity*. – 2014. – Vol. 112 (1). – P. 4-12.

7. Bijma P. The quantitative genetics of indirect genetic effects: a selective review of modelling issues // *Heredity*. – 2014. – Vol. 112 (1). – P. 61-69.

8. Gholizadeh A., Dehghani H., Dvorak J. Interrelationships between seed yield and related traits in bread wheat genotypes in non-saline and saline environments // *Scientific*

*Journal of Crop Science*. – 2014. – Vol. 3 (4). – P. 24-31.

9. Nietlisbach P., Keller L.F., Postma E. Genetic variance components and heritability of multiallelic heterozygosity under inbreeding // *Heredity*. – 2016. – Vol. 116 (1). – P. 1-11.

10. Stepochkin P.I. *Formoobrazovanie v populyatsiyakh tritikale, pshenitsy, rzhii i ego ispol'zovanie v selektsii dlya uslovii Zapadnoi Sibiri: avtoref. dokt. dis.* – Novosibirsk, 2009.

11. Sandukhadze B.I., Kochetygov G.V., Rybakova M.I., Bugrova V.V., Morozov A.A., Sandukhadze E.K., Korovushkina M.S., Guseva N.Yu. *Sortiment ozimoi myagkoi pshenitsy dlya tsentral'nogo regiona Rossii s povyshennym potentsialom produktivnosti i kachestva* // *Vestnik OrelGAU*. – 2012. – № 3. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sortiment-ozimoy-myagkoy-pshenitsy-dlya-tsentralnogo-regiona-rossii-s-povyshennym-potentsialom-produktivnosti-i-kachestva> (data obrashcheniya: 14.12.2015).

12. Nosatovskii A.I. *Pshenitsa*. *Biologiya*. – М., 1965.

13. Mukhordov E.G. *Ozimaya pshenitsa. V kn.: Ozimye khleba v Omskoi oblasti*. – Omsk, 1985. – S. 29-36.

14. Kostylev P.I., Marchenko D.M. *Izuchenie vzaimosvyazi morfobiologicheskikh priznakov myagkoi ozimoi pshenitsy s zernovoi produktivnost'yu* // *Vestnik agrarnoi nauki Dona*. – 2010. – № 1. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-vzaimosvyazi-morfobiologicheskikh-priznakov-myagkoy-ozimoy-pshenitsy-s-zernovoy-produktivnostyu> (data obrashcheniya: 14.12.2015).

15. Oleinik A.A. *Nasledovanie produktivnosti glavnogo kolosa u mezhsortovykh gibridov ozimoi myagkoi pshenitsy* // *Nauchnyi zhurnal KubGAU*. – 2012. – № 80. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nasledovanie-produktivnosti-glavnogo-kolosa-u-mezhsortovykh-gibridov-ozimoy-myagkoy-pshenitsy> (data obrashcheniya: 14.12.2015).

16. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. – М., 1979.

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

18. Tsil'ke R.A., Prisyazhnaya L.P. *Metodika diallel'nogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam: metodicheskie rekomendatsii*. – Novosibirsk, 1979.

19. Hayman B. The analysis of variance diallel tables // *Biometrics*. – 1954. – Vol. 10. – P. 235-244.

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

21. 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.



УДК 633.112.1: 632.7: (571.15)

А.И. Зиборов, М.А. Розова  
A.I. Ziborov, M.A. Rozova

**ВЛИЯНИЕ СТЕБЛЕВОГО ХЛЕБНОГО ПИЛИЛЬЩИКА  
НА ПАРАМЕТРЫ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ  
В ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**THE EFFECT OF WHEAT SAWFLY ON THE EAR PRODUCTIVITY INDICES  
OF SPRING DURUM WHEAT IN THE OB RIVER FOREST-STEPPE OF THE ALTAI REGION**

**Ключевые слова:** хлебный пилильщик, яровая твёрдая пшеница, сорт, элементы структуры урожая, число зёрен колоса, масса 1000 зёрен, масса зерна колоса, вредоносность, толерантность.

Значительные потери урожая зерна пшеницы в сельскохозяйственном производстве Алтайского края связаны с негативным влиянием различных вредителей, в том числе стеблевого хлебного пилильщика, распространённость и вредоносность которого ежегодно увеличиваются. Отрицательный эффект обусловлен как прямыми потерями от упавших и необмолоченных стеблей, так и косвенными – снижением массы зерна поврежденных продуктивных побегов. Представлены результаты исследований по изучению влияния хлебного пилильщика на параметры продуктивности колоса современных сортов твёрдой пшеницы, распространенных в производстве Алтайского края. Исследования проведены в 2013 и 2015 гг. на базе Алтайского НИИСХ. Образцы высевали в питомнике конкурсного сортоиспытания. Анализируемые растения разделяли на две группы: заселённые и незаселённые личинкой хлебного пилильщика. Объем выборки составил 20 стеблей в каждой группе, которые сравнивали между собой по озернённости колоса, массе 1000 зёрен, массе зерна колоса. При изучении образцов твёрдой пшеницы выявлено значительное количество растений, заселённых личинкой хлебного пилильщика, в среднем 40,8%. Ранжированный ряд сортообразцов по этому показателю выглядит следующим образом (в порядке возрастания): Алтайский янтарь (31,4%), Алейская (35,4%), Салют Алтая (38,9%), Омский корунд (42,7%), Памяти Янченко (47,0%), Солнечная 573 (48,5%). Установлено, что продуктивность колоса у поврежденных пилильщиком растений сортов твёрдой пшеницы на 7,2-21,6% ниже, чем у неповрежденных, что, главным образом, связано со снижением массы 1000 зёрен. Существенных отличий по озернённости колосьев в контрастных группах не выявлено. Относительную толерантность к повреждению пилильщиком проявил сорт Омский корунд, ха-

рактеризующийся минимальным в наборе снижением крупности зерна и продуктивности колоса.

**Keywords:** wheat stem sawfly, spring durum wheat, variety, yield formula components, kernel number per ear, thousand-kernel weight, kernel weight per ear, harmfulness, tolerance.

Significant losses of wheat yield on the crop farms of the Altai Region are caused by the negative effect of different pests including wheat stem sawfly which occurrence and harmfulness increase year by year. The negative effect is determined both by direct losses of fallen and unthreshed stems and indirect losses caused by decreased grain weight of injured productive shoots. The research results on the study of the effect of wheat stem sawfly on the ear productivity indices of the modern durum wheat varieties widely grown in the Altai Region are discussed. The research was conducted from 2013 till 2015 at the Altai Research Institute of Agriculture. The genotypes were sown in the nursery of competitive trials. The studied plants were divided into two groups: inhabited and uninhabited by stem sawfly larvae. The sample number was 20 stems per group. The kernel number per ear, thousand-kernel weight and kernel weight per ear were compared. The study of durum wheat samples revealed a large number of plants inhabited by wheat stem sawfly larvae, 40.8% on the average. The line of the varieties ranked according to this index is as following (in ascending order): Altayskiy yantar (31.4%), Aleyskaya (35.4%), Salyut Altaya (38.9%), Omskiy korund (42.7%), Pamyaty Yanchenko (47.0%) and Solnechnaya 573 (48.5%). It was found that the ear productivity of the injured durum wheat plants was 7.2-21.6%; this was lower than that of the intact plants largely due to the decreased thousand-kernel weight. There was no significant difference in the ear grain content in the compared groups. The variety Omskiy korund was found to be rather tolerant to stem sawfly injury, and it revealed the least decrease of the thousand-kernel weight and ear productivity as compared to the other varieties.