

## УРОВЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МАССЫ ЗЕРНА С КОЛОСА ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В. Н. ГУДЗЕНКО

Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН Украины,  
с. Центральное, Мироновский район, Киевская область, Украина, 08853

(Поступила в редакцию 17.01.2018)

Приведены результаты селекционно-генетических исследований генотипов ячменя озимого по массе зерна с колоса в системе полных диаллельных скрещиваний (7 x 7) в Мироновском институте пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН Украины. Годы исследований сильно варьировали по погодным условиям междоузельных периодов вегетации ячменя озимого: от засухи в весенне-летний период 2012/2013 гг. до ливней со шквалами, которые провоцировали полегание ячменя в 2013/2014 гг. В то же время, количество осадков в период зимнего покоя была диаметрально противоположной, с существенным преимуществом в 2012/2013 гг. В сравнении с двумя предыдущими, 2014/2015 гг. был более благоприятным. Однако на склонных к полеганию генотипах в этом году также отмечено проявление данного явления. Кроме этого, характерной особенностью 2013/2014 и 2014/2015 гг. исследований было значительное развитие возбудителей листовых болезней (мучнистой росы, карликовой ржавчины и пятнистости листьев). Высокими эффектами общей комбинационной способности во все годы исследований характеризовались сорта Стрімкий ( $g_i = 0,16 - 0,17$ ), Cartel ( $g_i = 0,08 - 0,10$ ), Паладін Миронівський ( $g_i = 0,03 - 0,07$ ), Existens ( $g_i = 0,02 - 0,14$ ). Графики регрессии ковариансы на варiances ( $W_r / V_r$ ) и параметры генетической вариации свидетельствуют о наличии внутрилокусного сверхдоминирования в 2012/13 г. ( $\frac{W_r + F}{V_r - F} = 1,02$ ) и 2014/15 г. ( $\frac{W_r + F}{V_r - F} = 1,17$ ), а также неполном доминировании в 2013/2014 гг. ( $\frac{W_r + F}{V_r - F} = 0,95$ ). Параметр  $\frac{W_r + F}{V_r - F}$  свидетельствует о незначительном количественном превалировании доминантных аллелей (эффектов) в 2012/13 г. (1,03). В 2013/14 - 2014/15 гг. отмечено превалирование рецессивных аллелей (эффектов) (0,59 - 0,55). Параметр  $H_2 / 4H_1$  информирует о неравномерном (асимметричном) распределении доминантных и рецессивных аллелей (эффектов). Коэффициент корреляции  $r[(W_r + V_r); x_j]$  во все годы был отрицательным: 2012/2013 гг.  $-r = -0,93 \pm 0,17$ , 2013/14 г.  $-r = -0,77 \pm 0,28$ , 2014/2015 гг.  $-r = -0,75 \pm 0,29$ . Полученные закономерности свидетельствуют о направленном доминировании. В данном случае признак увеличивали доминантные аллели (эффекты).

Таким образом, впервые в условиях Лесостепи Украины выявлены селекционно-генетические особенности сортов ячменя озимого по массе зерна с колоса в системе полных диаллельных скрещиваний. Сорта Стрімкий, Cartel, Паладін Миронівський, Existens представляют ценность в комбинационной селекции на увеличение признака.

**Ключевые слова:** ячмень озимый, сорта, гибриды, масса зерна с колоса, диаллельный анализ, комбинационная способность, параметры генетической вариации

We have presented results of selection and genetic studies of winter barley genotypes on the mass of grain from the ear in the system of complete diallelic crosses (7x7) at the Myronivsky Institute of Wheat named after V.N. Remeslo of the National Academy of Sciences of Ukraine. The years of research varied greatly in the weather conditions of inter-phase vegetative periods of winter barley: from drought in the spring-summer period of 2012/2013 to showers with squalls, which provoked the lodging of barley in 2013/2014. At the same time, the amount of precipitation during the winter dormancy was diametrically opposite, with a significant advantage in 2012/2013. In comparison with the two previous ones, the years of 2014/2015 were more favorable. However, this year this phenomenon has also been observed in genotypes inclined to lodging. In addition, the characteristic feature of the years of research of 2013/2014 and 2014/2015 was a significant development of pathogens of leaf diseases (powdery mildew, dwarf rust and leaf blotch). High grades of total combinative ability during all the years of research were characteristic for varieties Strimky ( $g_i = 0.16-0.17$ ), Cartel ( $g_i = 0.08-0.10$ ), Paladin Myronivsky ( $g_i = 0.03-0.07$ ), Existens ( $g_i = 0.02-0.14$ ). Graphs of regression of the covariance on the variance ( $W_r / V_r$ ) and the parameters of genetic variation indicate the presence of intraluminar overdominance in 2012/13 ( $\frac{W_r + F}{V_r - F} = 1.02$ ) and 2014/15 ( $\frac{W_r + F}{V_r - F} = 1.17$ ), as well as incomplete dominance in 2013/2014 ( $\frac{W_r + F}{V_r - F} = 0.95$ ). The parameter  $\frac{W_r + F}{V_r - F}$  indicates an insignificant quantitative prevalence of dominant alleles (effects) in 2012/13 (1.03). In 2013/14 - 2014/15, the prevalence of recessive alleles (effects) (0.59 - 0.55) was noted. The parameter  $H_2 / 4H_1$  informs about the uneven (asymmetric) distribution of dominant and recessive alleles (effects). The correlation coefficient  $r[(W_r + V_r); x_j]$  in all years was negative: 2012/2013  $-r = -0.93 \pm 0.17$ , 2013/14  $-r = -0.77 \pm 0.28$ , 2014/2015  $-r = -0.75 \pm 0.29$ . The obtained patterns indicate a directed dominance. In this case, the trait was increased by the dominant alleles (effects).

Thus, for the first time in the forest-steppe of Ukraine, selective-genetic features of winter barley varieties according to the weight of grain from the ear have been revealed in the system of complete diallelic crosses. Varieties Strimky, Cartel, Paladin Myronivsky, Existens are of value in combination selection with the purpose of increasing the trait.

**Key words:** winter barley, varieties, hybrids, weight of grain from the ear, diallelic analysis, combinational ability, parameters of genetic variation.

### Введение

Несмотря на стремительное развитие исследований на молекулярном, геномном и других уровнях организации растительных организмов, оценка параметров генетической вариации и комбинационной способности по количественным признакам не теряет своей

актуальности в практической селекционной работе. Свидетельством этого являются многочисленные публикации ученых различных стран, посвященные такого рода исследованиям на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе ячмене [1–4]. К тому же открытым остается вопрос о фенотипическом уровне проявления признаков во взаимодействии «генотип-среда» в зависимости от проявления лимитирующих факторов [5].

Следует отметить, что исследователями установлены неоднозначные данные относительно генетического контроля массы зерна с колоса ячменя [6–11], что скорее всего обусловлено различным генетическим материалом, вовлеченным в скрещивания, а также местом и условиями проведения исследований. В дополнение к этому, имеющиеся на сегодня литературные источники украинских авторов касаются исключительно ячменя ярового. Публикации, относительно оценки ячменя озимого по параметрам генетической вариации и комбинационной способности как в Украине в целом, так и в Лесостепи в частности, на сегодня отсутствуют. Учитывая вышеприведенное, цель наших исследований заключалась в установлении селекционно-генетических особенностей сортов ячменя озимого по массе зерна с колоса и выделении источников повышенной комбинационной способности в условиях Лесостепи Украины.

### Основная часть

Исследования проведены в Мироновском институте пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН Украины в 2012/2013 – 2014/2015 гг. Объект исследований – сорта ячменя много-рядного озимого мироновской селекции (Паладін Миронівський, Жерар) и других украинских и зарубежных селекционных учреждений и компаний, которые были выделены по урожайности и адаптивности в условиях Лесостепи Украины [12]: Селена стар, Стрімкий, Cartel, Existens, Cinderella, а также F<sub>1</sub> от их скрещиваний по полной диаллельной схеме (7 x 7). Отцовские компоненты и гибриды сеяли в трёхкратной повторности с площадью питания 5 x 15 см. Массу зерна с главного колоса определяли в 30 растений каждого повторения. Дисперсионный анализ проводили в соответствии с Б. А. Доспеховым [13]. Комбинационную способность и генетические параметры определяли согласно с М. О. Фединым и др. [14].

Годы исследований сильно варьировали по погодным условиям междуфазных периодов вегетации ячменя озимого: от засухи в весенне–летний период 2012/2013 гг. до ливней со шквалами, которые провоцировали полегание ячменя в 2013/2014 гг. В тоже время количество осадков в период зимнего покоя была диаметрально противоположной, с существенным преимуществом в 2012/2013 гг. В сравнении с двумя предыдущими 2014/2015 гг. был более благоприятным. Однако на склонных к полеганию генотипах в этом году также отмечено проявление данного явления. Кроме этого, характерной особенностью 2013/2014 и 2014/2015 гг. исследований было значительное развитие возбудителей листовых болезней (мучнистой росы, карликовой ржавчины и пятнистости листьев).

Самую высокую массу зерна с колоса отмечено в 2014/2015 гг.: в среднем по родительским компонентам – 2,28 г, гибридам – 2,48 г (табл. 1). Низкой продуктивностью колоса была в 2013/2014 гг.: среднее сортов – 1,94 г, F<sub>1</sub> – 2,15 г. Максимальный уровень проявления признака в среднем за период исследований отмечено в сорта Стрімкий – 2,40 г и гибридов с его участием – 2,48 г. Минимальной массой зерна с колоса характеризовался сорт Жерар – 1,77 г, и соответственно гибриды с его участием – 2,15 г. В целом для исследованного набора генотипов отмечены существенные различия по массе зерна с колоса, что позволило провести анализ их комбинационной способности и расчет параметров генетической вариации.

Таблица 1. Масса зерна с колоса компонентов скрещивания и F<sub>1</sub> ячменя озимого, г

Сорт	2012/2013 гг.		2013/2014 гг.		2014/2015 гг.		Среднее	
	P**	F <sub>1</sub> **	P	F <sub>1</sub>	P	F <sub>1</sub>	P	F <sub>1</sub>
Паладін Миронівський	2,00	2,17	2,28	2,46	2,35	2,51	2,21	2,38
Жерар	1,55	2,00	1,78	2,17	1,97	2,28	1,77	2,15
Селена стар	1,78	2,12	2,06	2,29	2,13	2,37	1,99	2,26
Стрімкий	2,14	2,28	2,51	2,54	2,56	2,61	2,40	2,48
Cartel	2,11	2,23	2,29	2,48	2,32	2,54	2,24	2,42
Existens	2,10	2,17	2,38	2,51	2,43	2,58	2,30	2,42

Cinderella	1,93	2,09	2,15	2,38	2,23	2,43	2,10	2,30
Середнє	1,94	2,15	2,21	2,40	2,28	2,48	2,14	2,34
HCP <sub>05</sub>	0,07	0,08	0,10	0,10	0,19	0,18	0,12	0,12

\*P – значение отцовского компонента; \*\*F<sub>1</sub> – среднее значение гибрида с участием соответственного сорта.

Высокими эффектами общей комбинационной способности (ОКС) во все годы исследований характеризовались сорта: Стрімкий ( $g_i = 0,16 - 0,17$ ), Cartel ( $g_i = 0,08 - 0,10$ ), Паладін Миронівський ( $g_i = 0,03 - 0,07$ ), Existens ( $g_i = 0,02 - 0,14$ ) (табл. 2). Генотипы Жерар, Селена стар, Cinderella имели отрицательные значения эффектов ОКС.

В генетическом контроле признака во все годы существенного проявления эпистаза не обнаружено. Коэффициент регрессии составил: 2012/2013 гг. –  $b = 1,01$ , 2013/2014 гг. –  $b = 0,81$ , 2014/2015 г. –  $b = 0,89$ .

Таблица 2. Эффекты общей, варiances общей и специфической комбинационной способности по массе зерна с колоса ячменя озимого

Сорт	Эффекты ОКС ( $g_i$ )			Варiances ОКС ( $\sigma^2_{gi}$ )			Варiances СКС ( $\sigma^2_{gi}$ )		
	2012/2013 гг.	2013/2014 гг.	2014/2015 гг.	2012/2013 гг.	2013/2014 гг.	2014/2015 гг.	2012/2013 гг.	2013/2014 гг.	2014/2015 гг.
Паладін Миронівський	0,03	0,07	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Жерар	-0,19	-0,29	-0,23	0,03	0,08	0,05	0,00	0,01	0,00
Селена стар	-0,03	-0,14	-0,13	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
Стрімкий	0,16	0,16	0,17	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01
Cartel	0,09	0,10	0,08	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Existens	0,02	0,13	0,12	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
Cinderella	-0,08	-0,03	-0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HCP <sub>05</sub> ( $g_i$ )	0,02	0,01	0,02	–	–	–	–	–	–
HCP <sub>01</sub> ( $g_i$ )	0,03	0,01	0,03	–	–	–	–	–	–
HCP <sub>05</sub> ( $g_i - g_i$ )	0,03	0,01	0,03	–	–	–	–	–	–
HCP <sub>01</sub> ( $g_i - g_i$ )	0,04	0,01	0,04	–	–	–	–	–	–

Графический анализ показал сверхдоминирование в 2012/2013 и 2014/2015 гг., а также неполное доминирование в 2013/2014 гг. (рис. 1–3). В доминантной зоне стабильно находился сорт Стрімкий. Для остальных генотипов характерными были «сдвиги» расположение относительно линии регрессии в ответ на изменение условий года исследований.

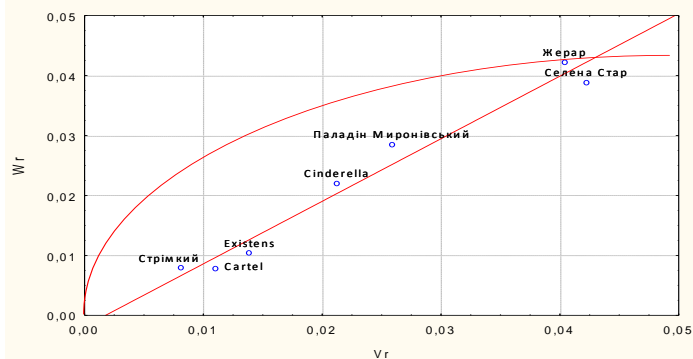


Рис. 1. График регрессии  $W_g / V_g$  массы зерна с колоса ячменя озимого, 2012/2013 гг.

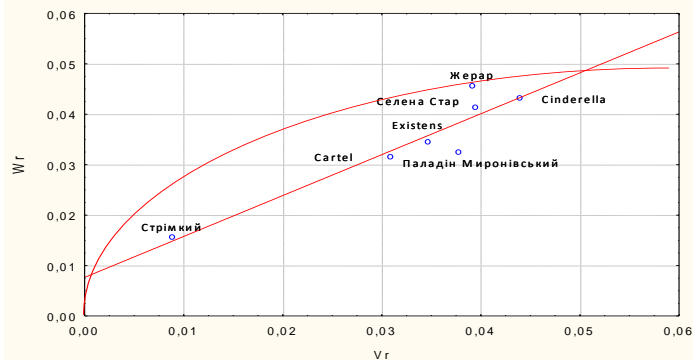


Рис. 2. График регрессии  $W_g / V_g$  массы зерна с колоса ячменя озимого, 2013/2014 гг.

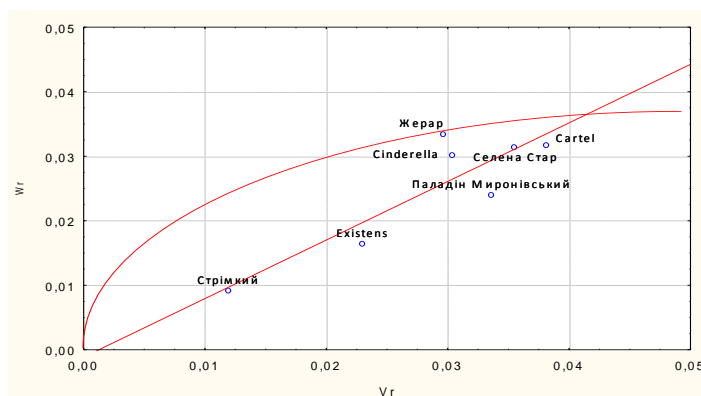


Рис. 3. График регрессии  $W_g / V_r$  массы зерна с колоса ячменя озимого, 2014/2015 гг.

Расчет параметров генетической вариации подтвердил наличие внутрилукусного сверхдоминирования в 2012/2013 гг. ( $\frac{H_1}{D} = 1,02$ ) и 2014/15 гг. ( $\frac{H_1}{D} = 1,17$ ), а также неполное доминирование в 2013/2014 гг. ( $\frac{H_1}{D} = 0,95$ ) (табл. 3).

Таблица 3. Параметры генетической вариации по массе зерна с колоса ячменя озимого

Параметры генетической вариации	2012/2013 гг.	2013/2014 гг.	2014/2015 гг.
D	0,05	0,06	0,04
$H_1$	0,05	0,05	0,05
$H_2$	0,04	0,04	0,05
F	0,00	-0,03	-0,03
$\frac{H_1}{D}$	1,03	0,90	1,36
$\frac{H_1}{D}$	1,02	0,95	1,17
$\frac{H_2}{4H_1}$	1,03	0,59	0,55
$\frac{H_2}{4H_1}$	0,23	0,22	0,23
$r[(W_r+V_r)_i; x_i]$	$-0,93 \pm 0,17$	$-0,77 \pm 0,28$	$-0,75 \pm 0,29$
$F_1-P$	0,21	0,20	0,19

Параметр  $\frac{H_1}{D}$  – свидетельствует о незначительном количественном превалировании доминантных аллелей (эффектов) в 2012/2013 гг. (1,03). И на оборот, в 2013/2014 и 2014/2015 гг. – превалирование рецессивных аллелей (эффектов) (0,59–0,55). Параметр  $\frac{H_2}{4H_1}$  информирует о неравномерном (асимметричном) распределении доминантных и рецессивных аллелей (эффектов). Коэффициент корреляции  $r[(W_r+V_r)_i; x_i]$  во все годы был отрицательным: 2012/2013 гг. –  $r = -0,93 \pm 0,17$ , 2013/2014 гг. –  $r = -0,77 \pm 0,28$ , 2014/2015 гг. –  $r = -0,75 \pm 0,29$ . Полученные закономерности свидетельствуют о направленном доминировании. В данном случае признак увеличивали доминантные аллели (эффекты). Доминирование в сторону увеличения признака подтверждает параметр  $F_1-P = 0,19-0,21$ .

### Заключение

Впервые в условиях Лесостепи Украины выявлены селекционно-генетические особенности сортов ячменя озимого по массе зерна с колоса в системе полных диаллельных скрещиваний (7 x 7). В генетическом контроле признака отмечено внутрилукусное сверхдоминирование в 2012/2013 гг. и 2014/2015 гг., а также неполное доминирование в 2013/2014 г. Установлено направленное доминирование на увеличение признака, обусловленное доминантными аллелями (эффектами).

Высокими эффектами ОКЗ характеризовались сорта Стрімкий, Cartel, Паладін Миронівський, Existens, которые представляют ценность в селекции для увеличения признака.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Pawar, K. K. Combining ability analysis for grain yield and its attributing traits in barley / K. K. Pawar, A. K. Singh // Int. J. Agric. Sc & Vet. Med. – 2013. – V. 1, № 2. – P. 83–87.
2. Madić, M. R. Combining abilities for spike traits in a diallel cross of barley / M. R. Madić, D. S. Djurović, D. S. Knezević, A. S. Paunović, S. T. Tanasković // Journal of Central European Agriculture. – 2014. – V. 15 (1). – P. 108–116.
3. Pesaraklu, S. An estimation of the combining ability of barley genotypes and heterosis for some quantitative traits / S. Pesaraklu, H. Soltanloo, S. S. Ramezanzpour, M. Kalate Arabi, A. A. Nasrollah Nejad Ghomi // Iran Agricultural Research. – 2016. – V. 35 (1). – P. 73–80.
4. Patial, M. Combining ability and gene action studies for grain yield and its component traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) / M. Patial, D. Pal, J. Kumar // SABRAO J. Breed. Genet. – 2016. – V. 48 (1). – P. 90–96.

5. Драгавцев, В. А. Эволюция парадигм наследования и развития и их ведущая роль в создании инновационных селекционных технологий / В. А. Драгавцев, С. И. Малецкий // Биосфера. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 155–168.
6. Королева, Л. И. Наследование количественных признаков у F<sub>1</sub> гибридов ячменя в диаллельных скрещиваниях / Л. И. Королева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1982. – Т. 73, Вып. 3. – С. 60–65.
7. Козаченко, М. Р. Селекційно-генетичні особливості різновидностних форм ячменю ярого / М. Р. Козаченко, П. М. Солонечний, Н. І. Васько // Селекція і насінництво. – 2010. – Вип. 98. – С. 53–67.
8. Важеніна, О. Є. Генетичні компоненти, успадковуваність і кореляції ознак продуктивності та вмісту білка у гібридів ячменю ярого / О. Є. Важеніна, М. Р. Козаченко, Н. І. Васько // Генетичні ресурси рослин. – 2008. – № 5. – С. 169–176.
9. Маренюк, О. Б. Генетична обумовленість кількісних ознак продуктивності та якості зерна сортів ячменю ярого / О. Б. Маренюк // Таврійський науковий збірник. – 2015. – Вип. 90. – С. 69–76.
10. Shendy, M. Z. Gene action and path coefficient studies for yield and yield components of some barley crosses / M. Z. Shendy // Egypt. J. Plant Breed. – 2015. – V. 19(4). – P. 1155–1166.
11. Козаченко, М. Р. Селекційно-генетичні особливості ячменю з різним вмістом амілопектину в крохмалі за компонентами генетичної дисперсії (варіації) / М. Р. Козаченко, О. Г. Наумов // Генетичні закономірності селекції ячменю ярого : за ред. М. Р. Козаченка. – Харків, 2016. – С. 234–242.
12. Васильківський, С. П. Генетичні джерела підвищеного продуктивного та адаптивного потенціалу для селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України / С. П. Васильківський, В. М. Гудзенко // Вісник Уманського НУС. – 2017. – № 1. – С. 90–94.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. / Б. А. Доспехов. // М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
14. Федин, М. А. Статистические методы генетического анализа / М. А. Федин, Д. Я. Силис, А. В. Смиряев. – М.: Колос, 1980. – 207 с.