

УДК 633.16"321":631.526.32:631.523

## УРОВЕНЬ ПРОЯВЛЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

*Павел СОЛОНЕЧНЫЙ**Институт растениеводства им. В. Я. Юрєва Национальной академии аграрных наук, Украина*

**Abstract.** The breeding value of 30 spring barley varieties in terms of plant performance and yield components were evaluated under the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine in 2013-2016. The aim and tasks of the study were to evaluate spring barley varieties for their quantitative traits and to select the most valuable starting material. The analysis of variance revealed the peculiarities of the factor effects and their interaction on the formation of the traits of interest. The 1000-grain weight was mainly determined by the hydrothermal conditions of the year, while the spike length, grain number per spike, grain weight per spike and grain unit mainly depended on the genotype. The productive tillering capacity and plant performance were determined by interaction of these two factors. The correlation analysis revealed a compensatory effect for the plant performance: under the favorable conditions in 2016, a strong correlation was noted between the performance and productive tillering capacity ( $r = 0.77$ ) and a medium correlation – between the performance, grain number per spike and grain weight per spike ( $r = 0.28$  and  $r = 0.34$ , respectively). Under the dry conditions in 2013, the correlations changed, namely: they decreased to an insignificant level between the performance and productive tillering capacity ( $r = 0.18$ ) and increased to strong levels between the performance, grain number per spike and grain weight per spike ( $r = 0.73$  and  $r = 0.75$ , respectively). The varieties that are of greatest value as starting material for barley breeding were identified in terms of plant performance and quantitative traits.

**Key words:** Spring barley; Variety; Starting material; Plant performance; Yield component; Correlation.

**Реферат.** Приведены результаты оценки селекционной ценности 30 сортов ячменя ярового по продуктивности и элементам структуры в условиях восточной части Лесостепи Украины в 2013-2016 гг. Цель исследования – оценить сорта ячменя ярового по количественным признакам и выделить наиболее ценный исходный материал. Дисперсионный анализ выявил особенности влияния факторов и их взаимодействия на формирование исследуемых признаков. Так, уровень массы 1000 зерен большей степенью определялся гидротермическими условиями лет выращивания, длина колоса, количество зерен в колосе, масса зерна с колоса и натура зерна в основном зависели от генотипа сорта, а продуктивная кустистость и продуктивность растения – от взаимодействия этих двух факторов. С помощью корреляционного анализа был выявлен компенсаторный эффект при формировании продуктивности растения – значительное снижение взаимосвязи между продуктивностью и продуктивной кустистостью в засушливых условиях 2013 года ( $r = 0,18$ ) и одновременное увеличение корреляции с количеством зерен с колоса и массой зерна с колоса ( $r = 0,73$  и  $r = 0,75$  соответственно). В благоприятных условиях 2016 года корреляция менялась в противоположном направлении ( $r = 0,77$ ,  $r = 0,28$  и  $r = 0,34$  соответственно). Выделены сорта, представляющие наибольшую ценность для селекции ячменя в качестве исходного материала по продуктивности растения и отдельным количественным признакам.

**Ключевые слова:** Ячмень яровой; Сорт; Исходный материал; Продуктивность; Элемент структуры; Корреляция.

### ВВЕДЕНИЕ

Ячмень является одной из наиболее важных сельскохозяйственных культур в Украине и мире, так как является незаменимым сырьем для пивоварения, пищевой промышленности, животноводства, а также успешно выращивается в широком диапазоне климатических условий. Главной задачей селекционных программ является получение высокой урожайности, которая в свою очередь зависит от генетического потенциала сорта, условий выращивания и сочетания этих двух факторов.

По мнению большинства моделей, описывающих глобальные изменения климата, увеличение температуры приведет к погодным аномалиям, которые приведут к значительному уменьшению урожайности (Liszewska, M., Osuch, M. 1997). Абиотические стрессы уменьшают урожайность зерна ячменя, ввиду отрицательного влияния на формирование отдельных ее компонентов на разных этапах онтогенеза (Ajalli, J., Salehi, M. 2012; Beigzadeh, S., Fatahi, K. et al. 2013; Haddadin, M.F. 2015; Khaiti, M. 2012; Khokhar, M.I., da Silva, J.A.T., Spiertz, H. 2012). Одним из наиболее эффективных, дешевых и экологически безопасных способов сокращения негативного воздействия биотического и абиотического стрессов является селекционно-генетическое улучшение сорта (Васильківський, С.П., Гудзенко, В.М. 2010; Valcheva, D., Mihova, G. et al. 2010). Помимо создания и внедрения новых сортов, значительное влияние на формирование продуктивности и урожайности ячменя также имеют технологии выращивания, которые обеспечивают максимальную реализацию генетического потенциала сорта (Дубовик, О.О. 2012).

Цель исследования заключалась в оценке 30 сортов ярового ячменя по продуктивности растения, элементам структуры и выделение наиболее ценного исходного материала для селекции.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено в 2013-2016 гг. в лаборатории селекции и генетики ячменя Института растениеводства им.В. Я. Юрьева НААН. Исходным материалом были 30 сортов ярового ячменя различного генетического и географического происхождения (Аграрий, Аллегро, Вакула, Взирець, Выклык, Доказ, Донецкий 12, Донецкий 14, Донецкий 15, Этикет, Инклюзив, Козван, Командор, Модерн, Партнер, Подыв, Степовик, Схидный, Arikada, Kangoo, Ksanadu, Maltasia, Mastvinster, Novosadsky 294, Pasadena, Ranger, Shakira, Sebastian, Sofiara и Tolar). Оценивались особенности сортов по результатам структурного анализа 30 растений для признаков продуктивная кустистость, длина колоса, количество зерен и вес зерна с колоса, масса зерна с растения (продуктивность), масса 1000 зерен и натура зерна.

Морфолого-биологические особенности сортов, их коэффициенты вариации и коэффициенты корреляции определяли с помощью статистических методов Б.А. Доспехова, с использованием компьютерных программ MSEXCEL 2010 и STATISTICA.

Гидротермические условия в годы исследований существенно отличались, что способствовало всесторонней оценке изучаемых сортов. Так, условия вегетации ячменя в 2013 году оказались весьма неблагоприятными (ГТК=0,86), в то время как 2016 год характеризовался избытком влаги (ГТК=2,55).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Дисперсионный анализ подтвердил достоверность различия между годами исследований и уровнем проявления всех признаков (табл. 1). Также был выявлен различный уровень влияния исследуемых факторов и их взаимодействие на отдельные элементы структуры растений. Так, на формирование массы 1000 зерен наибольший вклад оказывали гидротермические условия вегетации, на формирование длины колоса, натуры зерна, количества зерен с колоса и массы зерна с колоса – генотип сорта, на продуктивную кустистость и продуктивность растения – взаимодействие этих двух факторов.

Исследуемые признаки значительно отличались с точки зрения их изменчивости (табл. 2). Так, низкой вариабельностью характеризовались признаки длина колоса, масса 1000 зерен и натура зерна, средней – продуктивная кустистость и продуктивность растения, высокой – количество зерен с колоса и масса зерна с колоса.

**Таблица 1.** Двухфакторный дисперсионный анализ количественных признаков ячменя, 2013 – 2016 гг.

Признак	Фактор	SS	MS	F	% SS
Продуктивная кустистость	Год	27,24	9,08	16,2*	22,7
	Генотип	27,48	0,95	1,7*	23,0
	Взаимодействие	65,04	0,75	1,3	<b>54,3</b>
Длина колоса	Год	30,74	10,25	48,3**	15,5
	Генотип	109,85	3,79	17,8**	<b>55,0</b>
	Взаимодействие	58,89	0,683	3,2**	29,5
Количество зерен в колосе	Год	101,76	33,92	20,9**	1,3
	Генотип	7123,2	245,63	151,1**	<b>91,3</b>
	Взаимодействие	574,73	6,61	4,1*	7,4
Масса зерна главного колоса	Год	4,10	1,37	121,9**	16,3
	Генотип	18,16	0,63	55,9*	<b>72,5</b>
	Взаимодействие	2,84	0,03	2,9*	11,2
Продуктивность растения	Год	16,88	5,63	81,0*	21,8
	Генотип	24,67	0,85	12,2*	31,8
	Взаимодействие	36,04	0,41	6,0*	<b>46,4</b>
Масса 1000 зерен	Год	1501,07	500,36	204,1**	<b>62,9</b>
	Генотип	883,55	30,47	12,4*	37,1
	Взаимодействие	57545,4	28772,7	132,4**	13,7
Натура	Год	9114,94	325,53	1,5*	<b>86,3</b>
	Генотип				

F – критерий Фишера % SS – вклад фактора в фенотипическое проявление признака, %;

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

*Продуктивная кустистость.* В формировании урожайности ярового ячменя важную роль играет продуктивная кустистость, которая при изреженности посева может увеличить густоту продуктивного стеблестоя. В наших исследованиях высокий уровень продуктивной кустистости был у сортов Siebastian (3,0 шт.), Командор (2,4 шт.) и Козван (2,4 шт.).

*Масса 1000 зерен,* кроме влияния на формирование продуктивности сорта, имеет важное хозяйственное значение, поскольку регламентируется технологическими условиями пивоваренной и пищевой промышленности. Высокую массу 1000 зерен ( $\geq 50$  г) имели сорта Этикет (50,0 г), Алегро (50,3 г), Донецкий 15 (52,8 г) Подыв (50,4 г) и Схидный (53,8 г).

**Таблица 2.** *Уровень и вариабельность проявления количественных признаков сортов ярового ячменя, 2013 – 2016 гг.*

Признак	X*	Min	Max	V**, %
Продуктивная кустистость, шт.	2,0	1,4	3,0	17,0
Длина колоса, см	7,1	5,4	8,7	9,7
Количество зерен в колосе, шт.	21,7	16,7	41,9	25,3
Масса зерна с колоса, г	1,26	1,05	2,28	22,2
Продуктивность, г	2,01	1,55	2,71	16,5
Масса 1000 зерен, г	47,4	42,6	53,8	6,2
Натура, г/л	685	657	705	1,5

Примечание \* – среднее значение признака в опыте, Min и Max – минимальное и максимальное значение признака, \*\* – коэффициент вариации.

*Количество зерен в колосе.* Сразу после перехода растений от вегетативного развития к генеративному начинается постепенная реализация биопотенциала важного элемента урожайности – количества зерен в колосе, от которого в значительной мере зависит будущий урожай. Большим количеством зерен в колосе характеризовались, прежде всего, многорядные сорта Вакула (41,9 шт.) и Ranger (40,5 шт.). Среди двурядных выделялись сорта европейской селекции Kangoo (22,9 шт.) и Pasadena (23,5 шт.).

*Масса зерна основного колоса.* Продуктивность колоса является комплексным признаком, который зависит от количества зерен в колосе и массы 1000 зерен. Высокой продуктивностью характеризовались многорядные сорта Вакула (2,28 г) и Ranger (2,20 г), среди двурядных – Mastvinster (1,39 г) и Kangoo (1,36 г).

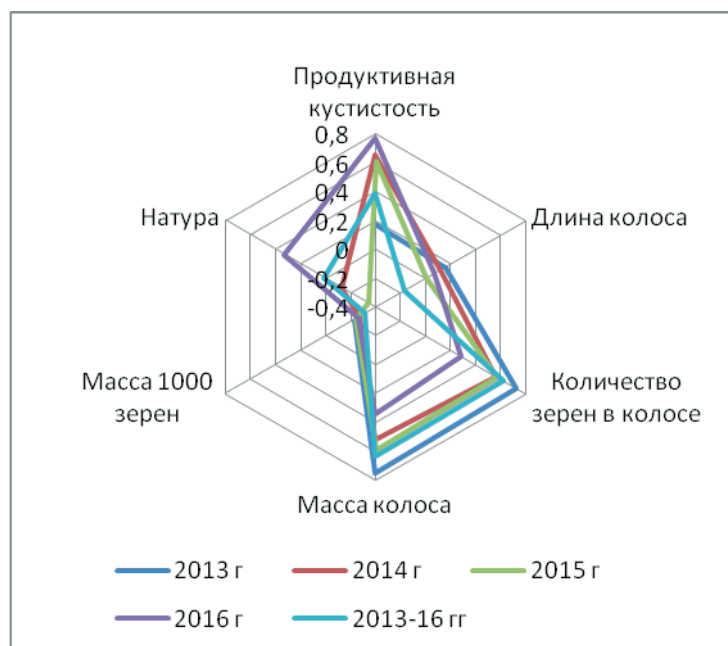
*Натура зерна.* Высокую натуру зерна среди исследованных сортов имели сорта Siebastian (702 г/л), Mastvinster (705 г/л) и Командор (700 г/л).

*Продуктивность (масса зерна с растения).* Продуктивность или масса зерна с растения является сложным признаком, уровень которого зависит от ее элементов – продуктивной кустистости, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен. Значительно превышали стандарт Взираец по этому признаку сорта Командор, Козван, Аграрий, Kangoo, Mastvinster, Sofiara, Siebastian, Ranger и Вакула.

*Продуктивность.* Производительность или масса зерна с растения является сложным признаком, уровень которого зависит от его элементов - продуктивной кустистости, количества зерен в колосе и массы 1000 зерен. Значительно превосходили стандарт по этому признаку образец сорта Командор (2,48 г), Козван (2,19 г), Аграрий (2,18 г), Kangoo (2,32 г), Mastvinster (2,42 г), Siebastian (2,61 г), Ranger (2,71 г) и Вакула (2,71 г).

Важным аспектом характеристики продуктивности растения является вклад в её формирование отдельных количественных признаков и их корреляция. Максимальная продуктивность формируется при оптимальном соотношении всех элементов её структуры. Слабое развитие одного из элементов продуктивности может быть компенсировано за счет других элементов (Pecio, A., Wach, D. 2015). Корреляция между элементами продуктивности может варьироваться от высокой до средней или даже низкой степени взаимосвязи, в зависимости от условий выращивания. Это может свидетельствовать о влиянии условий выращивания на структурные взаимодействия между отдельными признаками и, следовательно, перераспределении их влияния на формирование продуктивности сорта. Оценка соотношения продуктивности (урожайности) и её элементов позволяет определить точные критерии для отбора высокопродуктивных генотипов по фенотипу

в селекции ячменя (Gocheva, M. 2014). В наших исследованиях, в среднем, в течение четырех лет продуктивность достоверно конкурировала с продуктивной кустистостью ( $r = 0,39$ ), количеством зерен в колосе ( $r = 0,62$ ) и массой зерна с колоса ( $r = 0,63$ ) (рис. 1).



**Рисунок 1.** Корреляция количественных признаков сортов ярового ячмень в 2013 – 2016 гг.

В условиях достаточного влагообеспечения 2016 года взаимосвязь между продуктивностью и продуктивной кустистостью значительно увеличивалась ( $r = 0,77$ ), а корреляция с количеством зерен в колосе и массой зерна с колоса уменьшалась ( $r=0,28$  и  $r=0,34$ , соответственно). Но в засушливых условиях 2013 год взаимосвязь продуктивной кустистости и массы зерна с растения значительно уменьшалась ( $r=0,18$ ), за счет увеличения влияния количества зерен в колосе ( $r=0,73$ ) и массы зерна с колоса ( $r=0,75$ ), что подтверждает наличие компенсаторного эффекта в формировании продуктивности. Положительная корреляция между продуктивностью и массой 1000 зерен ни в один год исследований выявлена не была.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, по результатам исследований определены особенности влияния факторов «генотип», «условия года» и их взаимодействия на формирование исследуемых признаков. По каждому признаку были выделены сорта, значительно превышающие сорт-стандарт Взираец и являющиеся ценным исходным материалом для селекции ярового ячменя.

Корреляционный анализ выявил компенсаторный эффект в формировании продуктивности растения – уменьшение влияния продуктивной кустистости в стрессовых (засушливых) условиях 2013 года, по сравнению с более благоприятным 2014-2016 гг., за счет увеличения влияния количества зерен в колосе и массы главного колоса.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. AJALLI, J., SALEHI, M. (2012). Evaluation of drought stress indices in barley (*Hordeum vulgare L.*). In: Annals of Biological Research, vol. 3(12), pp. 5515-5520. ISSN 0976-1233.
2. BEIGZADEH, S., FATAHI, K., SAYEDI, A., FATAHI, F. (2013). Study of the effects of late-season drought stress on yield and yield components of irrigated barley lines within Kermanshah province temperate regions. In: World Applied Programming, vol. 3(6), pp. 226-231. ISSN 2222-2510.
3. GOCHEVA, M. (2014). Study of the productivity elements of spring barley using correlation and path coefficient analysis. In: Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, special issue 2, pp. 1638-1641. ISSN 2148-3647.

4. HADDADIN, M.F. (2015). Assessment of drought tolerant barley varieties under water stress. In: International Journal of Agriculture and Forestry, vol. 5(2), pp. 131-137. ISSN 2165-882X.
5. KHAITI, M. (2012). Correlation between grain yield and its components in some Syrian barley. In: Journal of Applied Sciences Research, vol. 8(1), pp. 247-250. ISSN 1819-544X.
6. KHOKHAR, M.I., Da SILVA, J.A.T., SPIERTZ, H. (2012). Evaluation of barley genotypes for yielding ability and drought tolerance under irrigated and water-stressed conditions. In: American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, vol. 12(3), pp. 287-292. ISSN 1818-6769.
7. LISZEWSKA, M., OSUCH, M. (1997). Assessment of impact of global climate change simulated by the ECHAM/LSG general circulation model onto hydrological regime of three Polish catchments. In: Acta Geophysica Polonica, vol. 45(4), pp. 363-386. ISSN 0001-5725.
8. PECIO, A., WACH, D. (2015). Grain yield and yield components of spring barley genotypes as the indicators of their tolerance to temporal drought stress. In: Polish Journal of Agronomy, vol. 21, pp. 19-27. ISSN 2081-2787.
9. VALCHEVA, D., MIHOVA, G., VALCHEV, D.R., VENKOVA, I.V. (2010). Influence of environmental conditions on the yield of regional varieties of barley. In: Field Crop Studies, vol. 6(1), pp. 7-16. ISSN 0378-4290.
10. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ, С.П., ГУДЗЕНКО, В.М. (2010). Нові джерела господарсько цінних ознак ячменю ярого. У: Агробіологія, вип. 4 (80), с. 5-9. ISSN 2310-9270.
11. ДОСПЕХОВ, Б.А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5 изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат. 351 с.
12. ДУБОВИК, О.О. (2012). Особливості формування продуктивного стеблостою сучасних сортів ячменю ярого залежно від норм висіву насіння. У: Селекція і насінництво, № 101, с. 272-278. ISSN 1026-9959.

Data prezentării articolului: 30.03.2018

Data acceptării articolului: 04.05.2018