

УДК 631.16:631.527.33:631.524.01

**ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ С.П.**, д-р с.-г. наук

*Білоцерківський національний аграрний університет*

**ГУДЗЕНКО В.М.**, канд. с.-г. наук

*Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН*

## **КОМБІНАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ, УСПАДКУВАННЯ ТА ТРАНСГРЕСИВНА МІНЛИВІСТЬ У ГІБРИДІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА МАСОЮ ЗЕРНА З РОСЛИНИ**

Наведено результати системної оцінки топкросних гібридів ячменю ярого у контрастні за погодними умовами роки. Визначено ефекти загальної та варіансу специфічної комбінаційної здатності, ступінь фенотипового домінування, рівень істинного гетерозису та ступінь і частоту трансгресії за масою зерна з рослини. Виділено джерела високої комбінаційної здатності за цією ознакою – Barke, Sebastian, Сонцедар та Оболонь. Створено нові гібридні комбінації з підвищеним рівнем трансгресій – Barke / Сонцедар, Sebastian / Юкатан, Hanka / Оболонь, Sebastian / Сонцедар, Ria / Оболонь та Scarlett / Сонцедар.

**Ключові слова:** ячмінь ярий, гібриди, маса зерна з рослини, комбінаційна здатність, ступінь фенотипового домінування, гетерозис, трансгресія.

**Постановка проблеми.** Гібридизація до сьогодні залишається одним з ефективних і найпоширеніших у світовій практиці методів створення вихідного матеріалу ячменю для селекції за різними напрямками. Цінність гібридизації полягає в тому, що за її допомогою вдається поєднувати в одному генотипі необхідні ознаки, а також внаслідок генетичної рекомбінації та трансгресивної мінливості отримувати якісно новий вихідний матеріал. Водночас нині особливого значення набуває всебічна оцінка вихідного матеріалу [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Застосовуючи метод гібридизації у створенні вихідного матеріалу, селекціонерам доводиться виконувати велику кількість комбінацій схрещування і щорічно вивчати багато гібридів. Однак, як свідчить практика багатьох селекційних установ, вдалі схрещування трапляються відносно рідко. Відомі випадки, коли цінні з господарської точки зору сорти мають низьку комбінаційну здатність, внаслідок чого залучення їх до схрещувань не дає практичних результатів. Підвищенню ефективності гібридизації сприяє використання в схрещуваннях батьківських форм з високою комбінаційною здатністю [2].

Розрізняють загальну (ЗКЗ) та специфічну комбінаційну здатність (СКЗ). Перша характеризує середню цінність батьківських компонентів у всіх гібридних комбінаціях, друга – коли гібриди отримані в окремих комбінаціях за їх участю, є кращими чи гіршими, ніж передбачалось на основі середньої цінності досліджуваних сортів. Для селекції сортів ячменю ярого більш важливою є ЗКЗ [3]. Визначають комбінаційну здатність за допомогою повних і неповних диалельних та топкросних схрещувань. Отримані оцінки ЗКЗ, при названих типах схрещувань співпадають, але за допомогою топкросів є змога оцінити значно більшу кількість зразків [4]. Тому для попередньої оцінки вихідного матеріалу рекомендовано спочатку використовувати топкроси, а для остаточного підбору батьківських пар – точніший метод диалельних схрещувань [5]. Відмічено, що для селекції ячменю ярого в умовах західного Лісостепу найбільш цінний вихідний матеріал з поєднанням низки основних господарсько цінних ознак можна отримати у результаті схрещування вихідних форм, що володіють високою комбінаційною здатністю за показниками продуктивної кущистості, маси зерна з рослини і кількості зерен з колоса [6].

Особливу цінність як для селекції ячменю, так і інших культур становлять трансгресії. До трансгресій відносять появу в гібридних поколіннях таких фенотипів, у яких прояв ознаки виходить за межі максимального (плюс трансгресії) чи мінімального (мінус трансгресії) прояву відповідно кращої чи гіршої батьківських форм. Хоча теоретичні та методологічні аспекти трансгресивної селекції ячменю ще далеко не вирішені, проте на практиці багато селекціонерів отримують такі форми і успішно використовують у подальшій селекційній роботі [7].

Тому виділення джерел підвищеної комбінаційної здатності за масою зерна з рослини та оцінка характеру формоутворення у ранніх гібридних поколіннях, при залученні їх до схрещувань, є актуальними завданнями.

**Мета і завдання** – на основі виділених зі світового генофонду джерел господарсько цінних ознак створити якісно новий вихідний матеріал ячменю ярого. Виділити джерела високої і стабільної комбінаційної здатності за масою зерна з рослини, встановити ступінь фенотипового домінування, рівень гетерозису у гібридів першого покоління та ступінь і частоту трансгресії за цією ознакою у гібридів другого покоління.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідження проводили у Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН України. До схрещувань залучили колекційні зразки виділені нами зі світової колекції у попередні роки, як джерела окремих чи комплексу господарсько цінних ознак – Kaya (TUR); Dominique (NDL); Sylvianna (FRA); Sebastian (DNK); Ria, Hanka, Barke, Ditta, Scarlett, Madeira (DEU). Тестери: сорти вітчизняної селекції – Оболонь, Сонцедар, Аскольд та Юкатан. Схрещування проводили в 2007-2009 рр. за схемою неповних топкросів. Зразки використовували як материнські форми, тестери – батьківські. Щороку оцінювали гібриди F<sub>1</sub> в 2008-2010 рр. та F<sub>2</sub> – в 2009-2010 рр.

Дослід закладали в 4-разовій повторності. Для максимального прояву елементів продуктивності застосовували розріджений спосіб сівби – відстань між рослинами в рядку – 10 см, між рядками – 15 см. Ефекти ЗКЗ та варіансу СКЗ розраховували згідно з методичними рекомендаціями [8]. Ступінь фенотипового домінування (hp) в F<sub>1</sub> оцінювали за G. M. Veil, R. E. Atkins [9]. Гетерозисний ефект (Гіст) в F<sub>1</sub> визначали відносно кращої батьківської форми (істинний гетерозис). Ступінь (Тс) та частоту (Тч) трансгресії в F<sub>2</sub> розраховували згідно з Г. С. Воскресенською, В. І. Шпота [10].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Погодні умови 2008-2010 рр. проведення досліджень були різко контрастними за гідротермічними показниками, особливо кількістю і розподілом опадів впродовж вегетації ячменю ярого – достатньо вологозабезпечений 2008 р., та посушливі 2009 і 2010 рр. Це дозволило виділити гібридні комбінації з більш стабільним рівнем прояву досліджуваних параметрів, які становлять практичну цінність для адаптивної селекції.

Серед досліджених, високими та стабільними ефектами ЗКЗ в усі роки відзначився сорт Barke (табл. 1). До того ж, порівняно низькі оцінки варіанси СКЗ за роками свідчать, що він буде цінним компонентом за цією ознакою у схрещуваннях з різними сортами.

У сорту Sebastian достовірно високі ефекти ЗКЗ відмічено в 2008 та 2010 рр., у 2009 р. вони мали від'ємне значення, як в F<sub>1</sub> так і F<sub>2</sub>, однак недостовірно відрізнялись від середньої. Сорт Scarlett мав високу ЗКЗ у 2008 і 2010 рр., але низьку в 2009 р., сорт Ditta навпаки – високу в 2009 р. та низьку в 2008 і 2010 рр. Стабільно низька ЗКЗ була характерна для сортів Sylvianna та Madeira. У сорту Ria ЗКЗ була низькою в 2008 р., середньою в F<sub>1</sub> у 2009 р. та F<sub>2</sub> у 2009-2010 рр. і високою в F<sub>1</sub> у 2010 р. Сорт Kaya проявив середню ЗКЗ лише в 2008 р., а в інші роки – низьку, у сорту Hanka відмічено середньою ЗКЗ в F<sub>1</sub> у 2009 та 2010 рр., а в 2008 р. – низьку.

Серед тестерів високу та найстабільнішу ЗКЗ за масою зерна з рослини виявлено у сорту Сонцедар. У тестера Оболонь вона була високою у 2008 і 2009 рр. та середньою в 2010 р. У сорту Юкатан відмічено низьку ЗКЗ у 2008 р., середньою – в 2009 р. та високу – в 2010 р. Стабільно низьку ЗКЗ у всі роки досліджень проявив сорт Аскольд.

Окрім показників комбінаційної здатності, для якісної оцінки рівня прояву ознак у гібридів F<sub>1</sub> в селекційній практиці досить часто використовується показник ступеня фенотипового домінування (hp) [11], який характеризує рівень прояву ознаки у гібридів, порівняно з батьківськими формами, маси зерна з рослини. Позитивне наддомінування (hp>+1) у гібридів F<sub>1</sub> ячменю ярого маси зерна з рослини відмічено у 50 % випадків, позитивне домінування (+0,5≤hp≤+1) – 21,7 %, проміжне успадкування (-0,5≤hp≤+0,5) – 16,7 %, негативне наддомінування (hp<-1) – 6,6 % та негативне домінування (-1≤hp≤-0,5) – 5,0 % (табл. 2). Проте помітно, що у гібридів F<sub>1</sub>, в яких успадкування елементів структури урожаю відбувалось за типом позитивного наддомінування, показник hp досить сильно варіював залежно від комбінації схрещування та року випробувань.

Таблиця 1 – Ефекти ЗКЗ та варіанси СКЗ зразків ячменю ярого за масою зерна з рослини

Назва зразка	Походження	Ефекти ЗКЗ					Варіанса СКЗ						
		2008		2009		2010		2008		2009		2010	
		F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Зразки													
Kaya	TUR	0,44	-2,23	-2,11	-0,64	-0,40	2,40	0,41	0,71	0,13	0,10		
Dominique	NDL	-1,16	<b>0,90</b>	0,46	-0,34	-0,28	1,00	1,53	0,88	0,24	0,21		
Ria	DEU	-0,53	0,28	0,18	<b>0,34</b>	0,01	1,64	2,53	2,63	0,10	0,13		
Sebastian	DNK	<b>1,92</b>	-0,36	-0,40	<b>0,42</b>	<b>0,54</b>	2,53	2,50	2,35	0,87	0,59		
Hanka	DEU	-0,93	0,15	-0,21	0,07	-0,11	0,92	3,03	1,88	0,15	0,16		
Barke	DEU	<b>1,64</b>	<b>4,72</b>	<b>4,55</b>	<b>0,60</b>	<b>0,71</b>	0,97	1,99	0,82	0,11	0,07		
Ditta	DEU	-0,64	<b>1,78</b>	<b>1,73</b>	-0,17	-0,08	0,91	0,42	1,78	0,12	0,15		
Scarlett	DEU	<b>1,61</b>	-1,83	-1,54	<b>0,93</b>	<b>0,83</b>	6,62	1,09	0,54	0,16	0,19		
Madeira	DEU	-1,69	-2,13	-2,11	-0,58	-0,68	0,91	0,40	0,67	0,08	0,09		

Sylvianna	FRA	-0,65	-1,28	-0,55	-0,63	-0,54	1,20	0,37	0,66	0,08	0,07
Середнє	-	0	0	0	0	0	1,91	1,43	1,29	0,20	0,18
Тестери											
Оболонь	UKR	<b>0,91</b>	<b>1,05</b>	<b>0,84</b>	0,04	0,03	-	-	-	-	-
Сонцедар	UKR	<b>1,42</b>	<b>0,86</b>	<b>0,85</b>	<b>0,16</b>	<b>0,20</b>	-	-	-	-	-
Аскольд	UKR	-2,25	-1,91	-1,85	-0,44	-0,40	-	-	-	-	-
Юкатан	UKR	-0,08	0,00	0,16	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	-	-	-	-	-
HP <sub>05</sub> (зразки)		0,58	0,56	0,53	0,15	0,11					
HP <sub>05</sub> (тестери)		0,34	0,32	0,31	0,08	0,06					

Для поглибленої оцінки гібридів F<sub>1</sub> визначали ступінь істинного гетерозису (Г<sub>іст</sub>), який показує наскільки середнє значення ознаки гібрида, виражене у відсотках, перевищує середнє значення кращого з батьківських компонентів. Вищим та стабільним гетерозисним ефектом за роки досліджень характеризувались гібриди F<sub>1</sub> – Barke / Сонцедар (Г<sub>іст</sub>=22,2 %), Sebastian / Юкатан (Г<sub>іст</sub>=15,0 %), Scarlett / Сонцедар (Г<sub>іст</sub>=14,5 %). У гібридів Sebastian / Сонцедар (Г<sub>іст</sub>=16,3 %) та Scarlett / Юкатан (Г<sub>іст</sub>=14,4 %) відмічено високий рівень гетерозису в 2008 та 2010 рр., однак різке зниження його спостерігалось у 2009 р. У гібрида Barke / Юкатан середній ступінь гетерозису (Г<sub>іст</sub>=9,7 %) був нижчим порівняно з вищеназваними гібридами, проте відносно стабільним за роками.

Таблиця 2 – Ступінь фенотипового домінування (hp), істинний гетерозис (Г<sub>іст</sub>), ступінь (Тс) та частота трансгресії (Тч) у гібридів ячменю ярого за масою зерна

Комбінації схрещувань	F <sub>1</sub>						F <sub>2</sub>			
	Ступінь фенотипового домінування (hp)			Гетерозис істинний (Г <sub>іст</sub> , %)			Трансгресія, частота (Тч), ступінь (Тс), %			
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2009		2010	
							Тч	Тс	Тч	Тс
Кауа/Оболонь	0,82	0,60	0,46	-	-	-	-	-	-	-
Ria/Оболонь	1,26	1,77	2,46	2,5	6,3	12,8	15	25,6	16	31,6
Hanka/Оболонь	1,28	10,48	2,07	3,6	21,9	8,7	20	44,1	14	26,8
Ditta/Оболонь	1,76	6,91	1,29	6,6	18,6	2,7	14	39,5	9	12,2
Madeira/Оболонь	0,53	0,05	0,24	-	-	-	-	-	-	-
Кауа/Аскольд	0,83	0,56	0,81	-	-	-	-	-	-	-
Ria/Аскольд	7,20	4,50	9,11	5,1	19,0	19,0	15	43,0	10	30,0
Hanka/Аскольд	-0,72	-0,29	0,69	-	-	-	-	-	3	8,2
Ditta/Аскольд	-2,35	0,22	-2,72	-	-	-	-	-	-	-
Madeira/Аскольд	-5,78	-1,02	-0,02	-	-	-	-	-	-	-
Dominique/Сонцедар	-0,71	0,85	0,78	-	-	-	4	16,2	-	-
Sebastian/Сонцедар	16,07	3,03	3,23	32,9	5,8	10,1	16	42,3	18	24,4
Barke/Сонцедар	8,73	3,08	6,07	22,8	28,2	15,6	24	50,0	22	26,3
Scarlett/Сонцедар	3,32	4,08	4,12	14,9	10,9	17,8	11	33,3	16	28,7
Sylvianna/Сонцедар	0,97	0,73	0,53	-	-	-	3	19,5	-	-
Dominique/Юкатан	0,41	0,56	0,27	-	-	-	5	12,8	-	-
Sebastian/Юкатан	3,27	6,15	3,73	9,5	16,1	19,5	22	38,8	24	35,0
Barke/Юкатан	3,06	1,77	2,46	10,2	10,6	8,4	16	29,4	14	20,4
Scarlett/Юкатан	4,02	2,97	2,56	24,0	6,5	12,8	14	28,1	12	21,2
Sylvianna/Юкатан	-0,44	-0,59	-0,16	-	-	-	4	16,8	-	-

Аналіз гібридних популяцій F<sub>2</sub> ячменю ярого у 2009-2010 рр. виявив широкий спектр морфобіотипів за елементами структури урожаю, який у кількісному вираженні суттєво змінювався залежно від ознаки, конкретної комбінації схрещування та умов року дослідження. Найбільш цінними є форми, що переважають за рівнем прояву кращий батьківський компонент (позитивні трансгресії).

Вищі значення ступеня та частоти трансгресії в F<sub>2</sub> відмічено у комбінаціях, де в F<sub>1</sub> спостерігався гетерозис та вищий рівень загальної комбінаційної здатності в F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub>. Загалом позитивні трансгресії за масою зерна з рослини в обидва роки виявлено у 10 комбінацій. Ще у п'яти гібридів трансгресії за продуктивністю рослини відмічено лише в окремі роки. Зокрема, в F<sub>2</sub> від схрещувань Dominique / Сонцедар, Dominique / Юкатан, Sylvianna / Сонцедар та Sylvianna / Юкатан позитивні трансгресії спостерігались лише в 2009 р., а у комбінації Hanka / Аскольд навпаки – в 2010 р. Однак як частота, так і ступінь трансгресії у названих комбінацій були невисокими.

У середньому за 2009-2010 рр. найвищими значеннями ступеня і частоти трансгресії за продуктивністю рослини характеризувались гібриди F<sub>2</sub>: Barke / Сонцедар (Тч=23,0 %; Тс=38,2 %), Sebastian / Юкатан (Тч=23,0 %; Тс=36,9 %), Hanka / Оболонь (Тч=17,0 %; Тс=35,5 %),

Sebastian / Сонцедар (Тч=17,0 %; Тс=33,4 %), Ria / Оболонь (Тч=15,0 %; Тс=28,6 %) та Scarlett / Сонцедар (Тч=13,5 %; Тс=31,0 %).

Таким чином, в умовах Лісостепу України, залучаючи до гібридизації попередньо виділені нами джерела господарсько цінних ознак західноєвропейського походження із сортами вітчизняної селекції, є можливість створювати якісно новий селекційний матеріал ячменю ярого з підвищеною порівняно з батьківськими компонентами продуктивністю рослин.

**Висновки.** 1. Дослідженнями топкросних гібридів F<sub>1</sub> та F<sub>2</sub> у контрастних за погодними умовами 2008-2010 рр., виявлено значну варіабельність ефектів ЗКЗ за масою зерна з рослини, залежно від умов року, батьківських генотипів та гібридного покоління. Виділено джерела високої та стабільної ЗКЗ за масою зерна з рослини – Barke (DEU) та Sebastian (DNK), які слід залучати у схрещування в умовах Лісостепу України для поліпшення цієї ознаки. Кращими тестерами – є сорти Сонцедар (UKR) та Оболонь (UKR).

2. Встановлено значне варіювання показника ступеня фенотипового домінування (hp) у гібридів F<sub>1</sub> за елементами структури урожаю, залежно від комбінації схрещування та гідротермічних умов року вирощування.

3. Виявлено суттєві відмінності між гібридами F<sub>1</sub> у прояві істинного гетерозису (Г<sub>ист</sub>) за масою зерна з рослини. Високий та стабільний ефект гетерозису за роки досліджень проявили гібриди F<sub>1</sub> – Barke / Сонцедар, Sebastian / Юкатан та Scarlett / Сонцедар.

4. Виділено гібридні комбінації F<sub>2</sub>, що у середньому за 2009-2010 рр. мали підвищені ступінь та частоту трансгресії за масою зерна з рослини – Barke / Сонцедар, Sebastian / Юкатан, Hanka / Оболонь, Sebastian / Сонцедар, Ria / Оболонь та Scarlett / Сонцедар.

5. Відібрані цінні форми з кращих комбінацій схрещування проходять подальше вивчення у селекційних розсадниках лабораторії селекції ячменю Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гудзенко В. М. Вихідний матеріал для селекції ячменю ярого на продуктивність та адаптивність у Лісостепу України: авторефер. дис... кандидата с.-г. наук / В. М. Гудзенко. – Київ, 2012. – 24 с.
2. Генетика макропризнаков и селекционно-ориентированные анализы в селекции растений. Учебное пособие / [П. П. Литун, В. П. Коломацкая, А. А. Белкин, А. А. Садовой] – Харьков, 2004. – 134 с.
3. Козаченко М. Р. Селекційно-генетичні особливості форм ярого ячменю з різним розвитком остюковості / М. Р. Козаченко, Н. В. Іванова, Н. І. Васько // Селекція і насінництво. – 2007. – Вип. 94. – С. 87-97.
4. Кныш А. И. Сравнительная оценка методов изучения общей комбинационной способности сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности / А. И. Кныш, И. М. Норик // Селекция и семеноводство. – К.: Урожай, 1974. – Вып. 26. – С. 3-14.
5. Городов В. Т. Создание исходного материала при селекции ячменя на продуктивность в условиях ЦЧП: авторефер. дис... канд. с.-х. наук / В. Т. Городов. – Харьков, 1986. – 17 с.
6. Кулька Л. С. Создание исходного материала для селекции ярого ячменя в условиях западной Лесостепи УССР: авторефер. дис... канд. с.-х. наук / Л. С. Кулька. – Одесса, 1984. – 22 с.
7. Kuczynska A. Methods to predict transgressive segregation in barley and other self-pollinated crops / A. Kuczynska, M. Surma, T. Adamski // J. Appl. Genet. – 2007. – V. 48, № 4. – P. 321-328.
8. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности. – Харьков, 1980. – 75 с.
9. Beil G. M. Inheritance of quantitative characters in grain Sorghum / G. M. Beil, R. E. Atkins // Jowa State Journal of Science. – 1965. – Vol. 39, № 3. – P. 139-158.
10. Воскресенская Г. С. Трансгрессия признаков Brassica и методика количественного учёта этого явления / Г. С. Воскресенская, В. И. Шпота // Доклады ВАСХНИЛ. – 1967. – № 7. – С. 18-20.
11. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбинация, агробιοгенез) / А. А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 588 с.

### **Комбинационная способность, наследование и трансгрессивная изменчивость у гибридов ячменя ярого по массе зерна с растения**

**С.П. Васильковский, В.М. Гудзенко**

Приведены результаты системной оценки топкросных гибридов ячменя ярого у контрастные по погодным условиям годы. Определены эффекты общей и варианта специфической комбинационной способности, степень фенотипического доминирования, уровень истинного гетерозиса, а также степень и частота трансгрессии по массе зерна с растения. Выделены источники высокой комбинационной способности по этому признаку – Barke, Sebastian, Сонцедар и Оболонь. Созданы новые гибридные комбинации с повышенным уровнем трансгрессий – Barke / Сонцедар, Sebastian / Юкатан, Hanka / Оболонь, Sebastian / Сонцедар, Ria / Оболонь та Scarlett / Сонцедар.

**Ключевые слова:** ячмень яровой, масса зерна с растения, комбинационная способность, степень фенотипического доминирования, гетерозис, трансгрессия.

### **Combining ability, inheritance and transgressive segregation of spring barley hybrids by grain weight per plant**

**S. Vasilkivski, V. Gudzenko**

Results of systemic estimation of topcross of spring barley hybrids in contrasting weather years are given. The degree of phenotypic dominance, the level of true heterosis, degree and frequency of transgression by grain weight per plant have been determined. General and specific combining ability by grain weight per plant of spring barley accessions previously selected from the gene pool for economically valuable traits: Kaya (TUR); Ria, Hanka, Ditta, Madeira, Barke, Scarlett (DEU); Dominique (NDL); Sebastian (DNK); Sylvianna (FRA) has been determined. Sources of high general combining ability by grain weight per plant – Barke, Sebastian, Sontsedar, Obolon have been identified. The efficiency of hybridization of Western European spring barley accessions with domestic varieties to create breeding material with increased level of recombination of traits and positive transgressions has been proved. By means of hybridization new hybrid combinations with high degree and frequency of transgressions – Barke / Sontsedar, Sebastian / Yukatan, Hanka / Obolon, Sebastian / Sontsedar, Ria / Obolon, Scarlett / Sontsedar have been developed.

**Key words:** spring barley, grain weight per plant, combining ability, degree of phenotypic dominance, heterosis, transgression.