

Рівень прояву та кореляція врожайності, морфологічних ознак і елементів структури врожаю ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.)

О. А. Демидов¹, В. М. Гудзенко^{1*}, С. П. Васильківський^{1,2},
С. І. Мельник³, С. Л. Українець³

¹Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН України, с. Центральне, Миронівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, *e-mail: barley22@ukr.net

²Білоцерківський національний аграрний університет, пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09117, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Виявити закономірності рівня прояву та взаємозв'язку між урожайністю, елементами структури врожаю і морфологічними ознаками ячменю ярого дворядного підвиду в Центральному Лісостепу України. Виділити нові генетичні джерела для селекції. **Методи.** Польові дослідження, дисперсійний, кореляційний та кластерний аналіз. **Результати.** У процесі дослідження 30 генотипів ячменю ярого різного еколого-географічного походження у контрастні за метеорологічними показниками 2012–2014 рр. в умовах Центрального Лісостепу України виявлено значні відмінності за рівнем прояву врожайності, елементів структури врожаю та морфологічних ознак. Виділено зразки з підвищеною врожайністю [‘Козван’ (‘Маяк’) (UKR), ‘AC Kings’ (CAN), ‘Сяйво’ (UKR), ‘РД-1’ (UKR), ‘Аргумент’ (UKR), ‘В 1215’ (USA)] та елементами структури врожаю. За результатами кластерного аналізу проведено групування зразків за рівнем прояву досліджених ознак. Деякі виділені за врожайністю генотипи розмістили у різних групах, що вказує на можливість планомірного генетичного поліпшення рослин під час створення нового вихідного матеріалу, залучаючи їх до схрещувань. Виявлено достовірний зв'язок урожайності з продуктивним кушніням ($r = 0,67–0,72$), урожайності з масою зерна з рослини ($r = 0,73–0,77$). Маса зерна з рослини в усі роки достовірно корелювала з продуктивною кушністю ($r = 0,62–0,80$). В умовах посушливого 2013 р. спостерігалось підвищення зв'язку врожайності з іншими морфологічними ознаками та елементами структури врожаю, зокрема з висотою рослин (до $r = 0,52$), довжиною верхнього міжвузля ($r = 0,52$), масою зерна з головного колоса ($r = 0,39$). Зазначено зростання зв'язку врожайності з масою 1000 зерен у 2013 та 2014 рр., порівняно з 2012 р., на тлі зниження рівня прояву ознаки. **Висновки.** Виділені генотипи з підвищеним рівнем прояву селекційно-цінних ознак доцільно використовувати як генетичні джерела під час створення нового вихідного матеріалу. Для підвищення формотворчого процесу за продуктивністю в потомствах гібридних комбінацій як компоненти схрещування необхідно добирати високопродуктивні генотипи з різних кластерів. В умовах Центрального Лісостепу України у формуванні врожайності ячменю ярого дворядного підвиду дуже значну роль відіграє продуктивне кушніння. Водночас, для забезпечення високого рівня продуктивності індивідуальних рослин та агроценозу в цілому бічні стебла мають бути розвинені синхронно з головним стеблом і характеризуватись збалансованою кількістю зерен у колосі та їх крупністю.

Ключові слова: ячмінь ярий, урожайність, елементи структури врожаю, морфологічні ознаки, генетичні джерела, рівень прояву, кореляція, кластерний аналіз.

Вступ

Проблема інтродукції, дослідження та залучення в селекційний процес нового генетичного різноманіття ніколи не втрачала своєї актуальності, а в зв'язку з інтенсифікацією селекції та глобальними змінами клі-

мату останніх років, навпаки, набуває підвищеної значущості.

Беззаперечно, що врожайність є підсумковим інтегральним показником комерційної цінності сорту. Однак формування врожаю – складне багатоступінчасте явище, в якому бере участь багато залежних один від одного генетично детермінованих процесів на всіх етапах органогенезу, що перебувають під впливом ряду зовнішніх чинників [1]. Урожайність ячменю ярого, як і інших зернових колосових культур, є складовою ряду кількісних ознак. Тому для подальшого генетичного поліпшення рослин і підвищення врожайності необхідно володіти інформацією не лише про рівень прояву результуючої ознаки, а й окремих елементів структури врожаю та їх взаємозв'язку. Більше того, у

Oleksandr Demydov
<https://orcid.org/0000-0002-5715-2908>
Volodymyr Hudzenko
<https://orcid.org/0000-0002-9738-1203>
Stanislav Vasylykivskyi
<https://orcid.org/0000-0002-0216-3706>
Serhii Melnyk
<http://orcid.org/0000-0002-5514-5819>
Serhii Ukrainets
<https://orcid.org/0000-0002-9394-9500>

початкових ланках селекційного процесу селекціонер повинен за деякими ознаками індивідуальних рослин провести оцінку і добір особин, які в подальшому формуватимуть високопродуктивний агроценоз і, відповідно, високу врожайність. Тому для подальшого розроблення теорії й практики добору селекційного матеріалу необхідно виявити тісні й стабільні зв'язки між структурними елементами та врожайністю.

Дослідженню кореляції деяких кількісних ознак, пов'язаних з урожайністю, присвячено багато публікацій як вітчизняних [2–4], так і зарубіжних дослідників [5–10]. У цих роботах отримані результати різняться залежно від місця проведення досліджень та генетичного матеріалу. Коефіцієнт кореляції між певними ознаками може змінюватися також і внаслідок різних погодних умов року вегетації, ценотичного навантаження та ін. Такі закономірності мінливості зв'язку між окремими кількісними ознаками цілком узгоджуються з основними положеннями генетики кількісних ознак та фенотипового їх прояву у взаємодії «генотип–середовище» [11–13]. З огляду на викладене, дослідження рівня прояву й кореляції врожайності та структурних елементів урожаю ячменю ярого в умовах Центрального Лісостепу України за погодних флуктуацій останніх років є актуальним завданням.

Мета досліджень – виявити закономірності рівня прояву та взаємозв'язку між урожайністю, елементами структури врожаю і

морфологічними ознаками ячменю ярого дворядного підвиду в Центральному Лісостепу України. Виділити нові генетичні джерела для селекції.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП) у 2012–2014 рр. відповідно до загальноприйнятих методик [14, 15]. Об'єкт досліджень – 30 генотипів ячменю ярого дворядного підвиду, походженням з десяти країн світу. Повторність – триразова. Облікова площа ділянки – 1 м². Для морфологічного та структурного аналізу відбирали по 25 рослин кожного номера. Статистичний аналіз проводили з використанням програм Excel 2010 та Statistica 8.0.

Результати досліджень

Коротко характеризуючи погодні умови років досліджень, необхідно зазначити низьку забезпеченість опадами на тлі підвищених температур у 2013 р. і, як контраст, перевищення в 2014 р. (табл. 1). У 2012 р. простежується нижчий, порівняно із середнім значенням за останні 13 років, рівень опадів за окремими міжфазними періодами, але більша рівномірність їх протягом вегетації і особливо у період від сівби до сходів. Такі контрастні погодні умови дали можливість докладно охарактеризувати та диференціювати зразки за рівнем прояву досліджених ознак.

Таблиця 1

Гідротермічний режим у міжфазні періоди вегетації ячменю ярого

Рік	Середньодобова температура, °С					Кількість опадів, мм				
	Ссх	СхК	КД	СхД	СД	Ссх	СхК	КД	СхД	СД
2012	7,7	17,1	21,3	19,2	15,4	30,5	50,8	75,4	126,2	156,7
2013	12,7	18,7	22,3	20,5	17,9	0,3	82,0	41,4	123,4	123,7
2014	8,5	13,0	18,6	15,8	13,3	7,4	166,9	116,1	283,0	290,3
X	8,8	14,9	20,2	17,5	14,6	10,6	88,2	98,4	186,6	197,2
max	12,7	18,7	22,3	20,5	17,9	30,5	166,9	217,7	283	290,3
min	4,7	12,7	17,7	15,5	12,2	0,3	23,1	41,4	120,1	123,7
R (max-min)	8,0	6,0	4,6	5,0	5,7	30,2	143,8	176,3	162,9	166,6

Примітка: Ссх – сівба–сходи; СхК – сходи–колосіння; КД – колосіння–достигання; СхД – сходи–достигання; СД – сівба–достигання; X, min, max, R (max-min) – середнє, мінімальне, максимальне значення і розмах варіювання за 2004–2014 рр. відповідно.

Рівень прояву висоти рослин у середньому по досліді (X) був найвищим у 2014 р. – 83,9 см з розмахом варіюванням (R) – 28,9 см, від максимального значення (max) – 99,2 см у сорту 'Всесвіт' (UKR) до мінімального (min) – 70,3 см у сорту 'Компакт' (CZE). Найнижчими рослини були в 2013 р. – X = 62,7 см, R = 24,5 см, max = 75,2 см – 'Чаклун' (UKR), min = 50,7 см – 'Компакт' (CZE). У 2012 р. висота

становила – X = 76,5 см, R = 32,2 см, max = 92,6 см – 'AC Kings' (CAN), min = 60,4 см – 'Marthe' (DEU). У середньому за три роки рівень прояву ознаки був таким – X = 74,4 см, R = 23,8 см, max = 85,3 см – 'AC Kings' (CAN), min = 61,6 см – 'Компакт' (CZE). Крім останнього, низькорослістю (63,0–68,9 см) у середньому за період досліджень характеризувалися 'Marthe' (DEU), 'Віртуоз' (UKR), 'Respekt'

(CZE), 'STH 3901' (POL), 'Carat-7521' (CZE), 'Shakira' (DEU). Максимальну висоту рослин (84,0–80,5 см) спостережено в сортів 'Всесвіт' (UKR), 'Нутанс 39' (KAZ), 'Чаклун' (UKR), 'Омський 91' (RUS), 'Olandle' (CAN), 'Козван' ('Маяк') (UKR).

Довжина верхнього міжвузля (ДВМ) мала близьке середнє значення в 2012 і 2014 рр., відповідно – $X = 22,1$ см, $R = 16,9$ см, $\max = 31,9$ см – 'Всесвіт' (UKR), $\min = 15,0$ см – 'STH 3901' (POL) та $X = 22,6$ см, $R = 15,3$ см, $\max = 31,6$ см – 'Нутанс 39' (KAZ), $\min = 16,3$ см – 'STH 3901' (POL). Найнижчу величину ДВМ зазначено у 2013 р. – $X = 17,8$ см, $R = 12,5$ см, $\max = 24,8$ см – 'Чаклун' (UKR), $\min = 12,3$ см – 'Marthe' (DEU). У середньому за три роки ДВМ становила – $X = 20,8$ см, $R = 12,0$ см, $\max = 27,7$ см – 'Нутанс 39' (KAZ), $\min = 15,7$ см – 'Marthe' (DEU). Крім названих, найкоротшою (16,0–18,7 см) ДВМ відзначились сортозразки: 'STH 3901' (POL), 'Nordus' (DEU), 'Respekt' (CZE), 'Kompakt' (CZE), 'Солнечний' (UKR), 'Sylphide' (FRA), 'Shakira' (DEU). Найдовшу ДВМ (26,7–22,7 см) мали 'Нутанс 39' (KAZ), 'Всесвіт' (UKR), 'Чаклун' (UKR), 'Омський 91' (RUS), 'AC Kings' (CAN), 'Карабалыкский 110' (KAZ), 'Аргумент' (UKR).

Продуктивне куціння в середньому по досліді було на одному рівні в 2012 та 2014 рр., відповідно – $X = 3,51$ стебел/рослину (далі шт.), $R = 1,12$ шт., $\max = 3,92$ шт. – 'Nordus' (DEU), $\min = 2,80$ шт. – 'Карабалыкский 110' (KAZ) та $X = 3,51$ шт., $R = 1,20$ шт., $\max = 4,10$ шт. – 'Сяйво' (UKR), $\min = 2,90$ шт. – 'Карабалыкский 110' (KAZ). У 2013 р. його середнє значення було трохи нижчим – $X = 3,39$ шт., $R = 2,39$ шт., $\max = 4,50$ шт. – 'В 5057' (USA), $\min = 2,11$ шт. – 'CDC Copelend' (CAN). У середньому за три роки продуктивна куцистість мала такі значення – $X = 3,51$ шт., $R = 1,12$ шт., $\max = 4,10$ шт. – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 2,67$ шт. – 'CDC Copelend' (CAN). Максимальну кількість продуктивних стебел (3,95–3,53 шт.) виявлено також у генотипів 'Сяйво' (UKR), 'Чаклун' (UKR), 'Аргумент' (UKR), 'Nordus' (DEU), 'Sylphide' (FRA), 'Calcule' (DEU), 'A-710' (RUS), 'Стожар' (UKR), 'Shakira' (DEU), 'В 1215' (USA), 'Luoке' (LTU), 'AC Kings' (CAN).

Кількість зерен з головного колоса характеризувалась такими значеннями: 2012 р. – $X = 22,96$ шт., $R = 8,70$ шт., $\max = 27,90$ шт. – 'CDC Copelend' (CAN), $\min = 19,20$ шт. – 'A-710' (RUS); 2013 р. – $X = 17,96$ шт., $R = 6,00$ шт., $\max = 21,20$ шт. – 'AC Kings' (CAN), $\min = 15,20$ шт. – 'Olandle' (CAN); 2014 р. – $X = 20,01$ шт., $R = 7,40$ шт., $\max = 23,40$ шт. – 'Sylphide' (FRA), $\min = 16,00$ шт. – 'Olandle' (CAN). У

середньому за три роки – $X = 20,31$ шт., $R = 5,13$ шт., $\max = 22,77$ шт. – 'AC Kings' (CAN), $\min = 17,36$ шт. – 'Віртуоз' (UKR).

Маса зерна з головного колоса мала такі ліміти прояву за роками: 2012 р. – $X = 1,27$ г, $R = 0,51$ г, $\max = 1,53$ г – 'CDC Copelend' (CAN), $\min = 1,01$ г – 'Carat-7521' (CZE); 2013 р. – $X = 0,92$ г, $R = 0,44$ г., $\max = 1,18$ г – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 0,75$ г – 'CDC Copelend' (CAN); 2014 р. – $X = 1,06$ г, $R = 0,72$ г, $\max = 1,42$ г – 'Всесвіт' (UKR), $\min = 0,70$ г – 'Olandle' (CAN). Середня за три роки продуктивність головного колоса становила – $X = 1,08$ г, $R = 0,23$ г, $\max = 1,22$ г – 'AC Kings' (CAN), $\min = 0,90$ г – 'Olandle' (CAN).

Маса 1000 зерен варіювала в межах років: 2012 р. – $X = 50,09$ г, $R = 7,55$ г, $\max = 53,41$ г – 'A-710' (RUS), $\min = 45,86$ г – 'Солнечний' (UKR); 2013 р. – $X = 45,33$ г, $R = 9,37$ г, $\max = 49,90$ г – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 40,53$ г – 'CDC Copelend' (CAN); 2014 р. – $X = 49,21$ г, $R = 6,23$ г, $\max = 51,30$ г – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 45,07$ г – 'Омський 91' (RUS). Середня за три роки маса 1000 зерен становила – $X = 48,21$ г, $R = 5,97$ г, $\max = 50,89$ г – 'Аргумент' (UKR), $\min = 44,92$ г – 'Olandle' (CAN). Крупнозерністю (50,85–50,32 г) відзначились 'Козван' ('Маяк') (UKR), 'РД-1' (UKR), 'Взірець' (UKR), 'Чаклун' (UKR).

Маса зерна з рослини мала такі рівні прояву: 2012 р. – $X = 3,29$ г, $R = 1,65$ г, $\max = 4,15$ г – 'AC Kings' (CAN), $\min = 2,50$ г – 'Карабалыкский 110' (KAZ); 2013 р. – $X = 2,49$ г, $R = 1,91$ г, $\max = 3,26$ г – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 1,35$ г – 'CDC Copelend' (CAN); 2014 р. – $X = 3,03$ г, $R = 1,89$ г, $\max = 4,01$ г – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 2,12$ г – 'В 5057' (USA). У середньому за роки досліджень продуктивність рослини становила – $X = 2,94$ г, $R = 1,55$ г, $\max = 3,78$ г – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 2,22$ г – 'Карабалыкский 110' (KAZ). Високопродуктивні рослини (3,54–3,10 г) виявлено в генотипів – 'AC Kings' (CAN), 'РД-1' (UKR), 'Сяйво' (UKR), 'Командор' (UKR), 'Nordus' (DEU), 'Luoке' (LTU), 'A-710' (RUS), 'В 1215' (USA).

Урожайність у середньому по досліді була найвищою в 2012 р. – $X = 519$ г/м², $R = 349$ г/м², $\max = 692$ г/м² – 'AC Kings' (CAN), $\min = 343$ г/м² – 'Карабалыкский 110' (KAZ). Найнижче її значення було в 2013 р. – $X = 360$ г/м², $R = 294$ г/м², $\max = 504$ г/м² – 'Козван' ('Маяк') (UKR), $\min = 210$ г/м² – 'Карабалыкский 110' (KAZ). У 2014 р. урожайність становила – $X = 408$ г/м², $R = 415$ г/м², $\max = 627$ г/м², $\min = 212$ г/м², відповідно у тих же сортів, що й у 2013 р. Характеристику генотипів, які мали найвищу середню врожай-

Таблиця 2

Характеристика високоврожайних генотипів ячменю ярого за морфологічними ознаками та елементами структури врожаю (середнє за 2012–2014 рр.)

Назва генотипу	Походження	Урожайність, г/м ²	Висота рослин, см	ДВМ, см	Елементи структури врожаю				
					продуктивна куцність, стебел/рослину	кількість зерен з колоса, шт.	маса зерна з колоса, г	маса зерна з рослини, г	маса 1000 зерен, г
'Взірець' – St	UKR	464	72,81	20,09	3,48	19,64	1,03	3,00	50,35
'Командор' – St	UKR	461	76,87	24,74	3,50	21,53	1,16	3,17	47,96
'Козван' ('Маяк')	UKR	601	80,45	21,26	4,10	20,63	1,18	3,78	50,85
'AC Kings'	CAN	517	85,33	23,58	3,53	22,77	1,22	3,53	48,77
'Сяйво'	UKR	512	76,63	21,99	3,95	20,57	1,12	3,18	49,64
'РД-1'	UKR	473	74,75	22,04	3,48	21,06	1,17	3,31	50,81
'Аргумент'	UKR	465	71,88	22,73	3,74	17,82	1,00	3,00	50,89
'В 1215'	USA	465	76,74	21,75	3,56	21,19	1,12	3,10	48,10
X*	–	429	74,38	20,83	3,47	20,31	1,08	2,94	48,21
max	–	601	85,33	27,74	4,10	22,77	1,22	3,78	50,89
min	–	255	61,56	15,68	2,67	17,63	0,90	2,22	44,92
R (max-min)	–	347	23,78	12,06	1,43	5,13	0,32	1,55	5,97
НІР _{0,05}		35	3,20	2,74	0,20	0,52	0,05	0,41	0,33

Примітка: X – середнє, max – максимальнє, min – мінімальнє значення, R (max-min) – розмах варіювання за всією вибіркою (30 зразків); кількість та маса зерна з головного колоса.

ність у середньому за 2012–2014 рр. за морфологічними ознаками і елементами структури врожаю, наведено в таблиці 2.

Групування досліджених генотипів за рівнем прояву врожайності, елементів структури врожаю та морфологічних ознак проведено з використанням кластерного аналізу (рис. 1). Отримані дані свідчать про можливість розширення формотворчого процесу за продуктивністю в потомствах гібридних комбінацій шляхом добору високопродуктивних генотипів як компонентів схрещування, які розміщені в різних групах.

Парні коефіцієнти кореляції для цієї вибірки зразків, залежно від умов року, наведено в таблицях 3–5. З урожайністю достовірний сильний зв'язок виявлено для продуктивного куціння ($r = 0,67–0,72$) та маси зерна з рослини ($r = 0,73–0,77$). У 2012 р., який характе-

ризувався найвищою середньою врожайністю по досліді, лише ці дві ознаки мали достовірний високий зв'язок з урожайністю.

Водночас помітно, що в екстремальному 2013 р. зв'язок урожайності з продуктивним куцінням трохи зменшився ($r = 0,67$), але зріс зв'язок маси зерна з головного колоса. Також удвічі збільшилась, порівняно з 2012 р. ($r = 0,20$), кореляція врожайності та маси 1000 зерен ($r = 0,39$).

Для 2013 р. було також характерним зростання зв'язку урожайності з морфологічними ознаками – висотою рослин ($r = 0,52$) і довжиною верхнього міжвузля ($r = 0,51$). Натомість, у 2012 та 2014 рр. зв'язок між цими ознаками був відсутнім. Це вказує на можливість їх використання як певних індикаторів у роки недостатнього зволоження. Підтвердження цього можна знайти в А. А. Грязнова

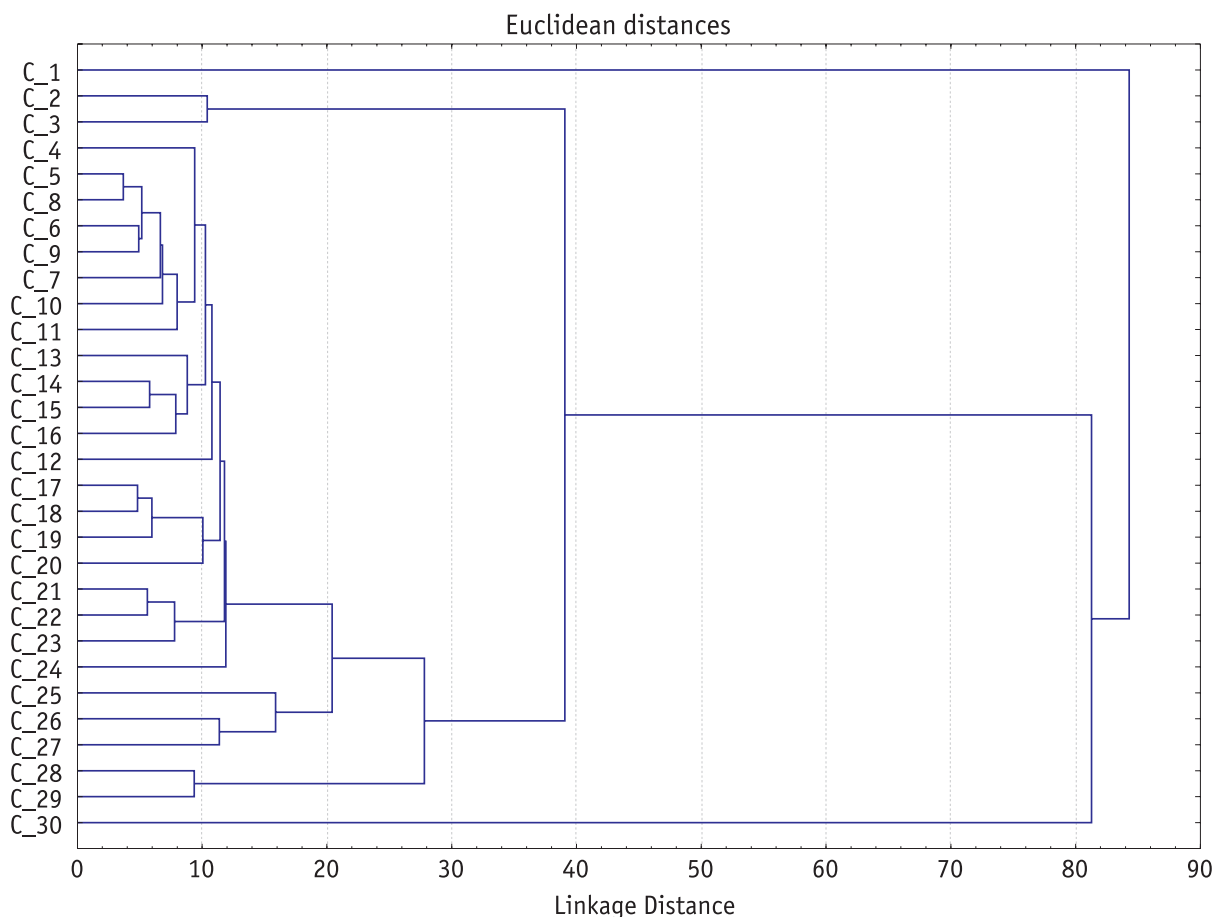
Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції врожайності та кількісних ознак ячменю ярого (2012 р.)

Ознаки	Урож.	ВР	ДВМ	ПК	КЗК	МЗК	МТЗ
ВР	0,21	–	–	–	–	–	–
ДВМ	-0,02	0,81*	–	–	–	–	–
ПК	0,72*	0,07	-0,05	–	–	–	–
КЗК	-0,03	0,29	0,18	-0,11	–	–	–
МЗК	-0,02	0,34	0,36*	-0,05	0,70	–	–
МТЗ	0,20	0,10	0,23	0,23	-0,31	0,27	–
МЗР	0,76*	0,44*	0,11	0,69*	0,11	0,15	0,16

Примітка: тут і далі Урож. – урожайність, ВР – висота рослин, ДВМ – довжина верхнього міжвузля, ПК – продуктивне куціння, КЗК – кількість зерен з головного колоса, МЗК – маса зерна з головного колоса, МТЗ – маса 1000 зерен, МЗР – маса зерна з рослини.

*Тут і далі – достовірно на 5% рівні значущості.



Примітка: C_1 – ‘Козван’ (‘Маяк’) (UKR), C_2 – ‘AC Kings’ (CAN), C_3 – ‘Сяйво’ (UKR), C_4 – ‘РД-1’ (UKR), C_5 – ‘Аргумент’ (UKR), C_6 – ‘В 1215’ (USA), C_7 – ‘Чаклун’ (UKR), C_8 – ‘Взірець’ (UKR), C_9 – ‘Командор’ (UKR), C_10 – ‘Carat-7521’ (CZE), C_11 – ‘А-710’ (RUS), C_12 – ‘Всесвіт’ (UKR), C_13 – ‘Luoke’ (LTU), C_14 – ‘В 5057’ (USA), C_15 – ‘Стожар’ (UKR), C_16 – ‘Olandle’ (CAN), C_17 – ‘Солнечний’ (UKR), C_18 – ‘Respekt’ (CZE), C_19 – ‘Віртуоз’ (UKR), C_20 – ‘Компакт’ (POL), C_21 – ‘Sylphide’ (FRA), C_22 – ‘Nordus’ (DEU), C_23 – ‘STH 3901’ (POL), C_24 – ‘Омский 91’ (RUS), C_25 – ‘Shakira’ (DEU), C_26 – ‘Calcule’ (DEU), C_27 – ‘Marthe’ (DEU), C_28 – ‘Нутанс 39’ (KAZ), C_29 – ‘CDC Copelend’ (CAN), C_30 – ‘Карабалыкский 110’ (KAZ).

Рис. 1. Кластерний аналіз генотипів ячменю ярого за врожайністю, морфологічними ознаками та елементами структури (середнє за 2012–2014 рр.)

[16], який зазначав таку саму закономірність у суворих умовах Казахстану. Маса зерна з рослини, зі свого боку, в усі роки мала достовірний зв'язок з продуктивною куцистістю ($r = 0,62-0,80$), з найвищим значенням ($r = 0,80$) у 2013 р.

Від'ємну кореляцію від слабкого до помірного ($r = -0,10 - -0,31$) рівня в усі роки досліджень встановлено між масою 1000 зерен та кількістю зерен з головного колоса, що певним чином є закономірним. Водночас, враховуючи невисокі значення такого зв'язку, є абсолютна ймовірність поєднання в одному генотипі достатнього рівня озерненості колоса та крупності зерна.

Маса зерна з головного колоса найбільше пов'язана з кількістю зерен ($r = 0,58-0,80$). У посушливому 2013 р. зв'язок між цими ознаками був найнижчим за три роки ($r = 0,58$), але при цьому, порівняно з 2012 та 2014 рр.,

зростає зв'язок з масою 1000 зерен. Таким чином, вища крупність зерна за дії посухи може бути також показником кращої толерантності генотипу. Зв'язок між масою зерна з головного колоса та масою 1000 зерен був у межах $r = 0,05-0,31$.

Між урожайністю та кількістю зерен і масою зерна з головного колоса у 2012 та 2014 рр. зв'язок був відсутнім. Лише в 2013 р. між урожайністю та масою зерна з головного колоса коефіцієнт кореляції становив $r = 0,39$. Слід також зазначити і слабкий зв'язок у 2012 р. між масою зерна з рослини та кількістю і масою зерна з головного колоса – $r = 0,11$ та $0,15$, відповідно. У 2014 р. зв'язок був трохи вищим, але лише на рівні помірного – $r = 0,36$ та $0,35$, відповідно. Тільки в 2013 р. між масою зерна з рослини та масою зерна з головного колоса зв'язок підвищувався до середнього рівня – $r = 0,51$. Відсутність силь-

Таблиця 4

Коефіцієнти кореляції врожайності та кількісних ознак ячменю ярого (2013 р.)

Ознаки	Урож.	ВР	ДВМ	ПК	КЗК	МЗК	МТЗ
ВР	0,52*	–	–	–	–	–	–
ДВМ	0,51*	0,76*	–	–	–	–	–
ПК	0,67*	0,31	0,18	–	–	–	–
КЗК	0,09	0,30	0,14	0,14	–	–	–
МЗК	0,39*	0,32	0,06	0,34	0,58*	–	–
МТЗ	0,43*	0,18	0,26	0,37*	-0,29	0,40*	–
МЗР	0,73*	0,45*	0,23	0,80*	0,17	0,51*	0,51*

Таблиця 5

Коефіцієнти кореляції врожайності та кількісних ознак ячменю ярого (2014 р.)

Ознаки	Урож.	ВР	ДВМ	ПК	КЗК	МЗК	МТЗ
ВР	0,01	–	–	–	–	–	–
ДВМ	0,04	0,45*	–	–	–	–	–
ПК	0,71*	-0,08	0,05	–	–	–	–
КЗК	0,14	0,62*	0,23	0,14	–	–	–
МЗК	0,11	0,51*	0,08	0,16	0,80*	–	–
МТЗ	0,53*	-0,18	-0,22	0,24	-0,10	0,25	–
МЗР	0,77*	0,39*	0,28	0,62*	0,36*	0,35	0,36*

ного зв'язку між ознаками продуктивності рослини та агроценозу з кількістю зерен та масою зерна з головного колоса вказують на важливість рівня прояву цих ознак (кількості й маси зерна з колоса) у бічних стебел.

Таким чином, сьогодні в умовах Центральної частини Лісостепу України маса зерна з рослини та продуктивне кущіння (визначальний чинник продуктивності як індивідуальних рослин, так і агроценозу) найбільшою мірою пов'язані з урожайністю ячменю ярого дворядного підвиду. Водночас, для формування високого рівня врожайності стебла різних порядків повинні бути синхронно розвинуті з головним стеблом та мати збалансовану кількість зерен та їх крупність.

Висновок

Виділені генотипи з підвищеним рівнем прояву селекційно-цінних ознак доцільно використовувати як генетичні джерела під час створення нового вихідного матеріалу. Для посилення формотворчого процесу за продуктивністю в потомствах гібридних комбінацій, необхідно добирати високопродуктивні генотипи з різних кластерів як компоненти схрещування.

В умовах Центрального Лісостепу України у формуванні врожайності ячменю ярого дворядного підвиду найбільшу роль відіграє продуктивне кущіння. Водночас, для забезпечення високого рівня продуктивності індивідуальних рослин та в цілому агроценозу, бічні стебла мають бути синхронно розвинені з головним стеблом і характеризуватись збалансованою кількістю зерен у колосі та їх крупністю.

Використана література

1. Васильківський С. П., Кочмарський В. С. Селекція і насінництво польових культур. Миронівка : ПрАТ «Миронівська друкарня», 2016. 376 с.
2. Козаченко М. Р., Солонечний П. М., Васько Н. І. Рівень, варіабельність та кореляція кількісних ознак у форм різних різновидностей ячменю ярого. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2011. Вип. 100. С. 46–58.
3. Маренюк О. Б. Кореляційно-регресійний аналіз господарсько-цінних ознак сортотрапів ячменю ярого. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2014. Вип. 79. С. 134–138.
4. Компанець К. В., Козаченко М. Р., Васько Н. І. та ін. Кореляція між кількісними ознаками сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2016. Вип. 109. С. 40–46.
5. Dorostkar S., Pakniyat H., Kordshooli M. A. et al. Study of relationship between grain yield and yield components using multivariate analysis in barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.). *Int. J. Agron. Agri. Res.* 2015. Vol. 6, No. 4. P. 240–250.
6. Carpicci E. B., Celik N. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*) varieties. *Not Sci Biol.* 2012. Vol. 4, No. 2. P. 128–131. doi: <http://dx.doi.org/10.15835/nsb427388>
7. Mehrdelan M., Marjani A., Reihani M. et al. Reviewing changes of yield relationship with yield components of promising genotypes of rainfed barley by path analysis. *Intl J Farm & Alli Sci.* 2013. Vol. 2. P. 1226–1232.
8. Madakemohekar A. H., Prasad L. C., Lal J. P. Studies on genetic variability, correlation and path analysis for yield and its contributing traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) under rainfed environment. *Indian Res. J. Genet. & Biotech.* 2015. Vol. 7, No. 3. P. 305–310.
9. Abd El-Mohsen A. A. Correlation and regression analysis in barley. *Sci. Res & Rew J.* 2013. Vol. 1, No. 3. P. 88–100.
10. Aynewa Y., Dessalegn T., Bayu W. Correlation and genetic variability estimate of malt barley (*Hordeum vulgare* L.). *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 2015. Vol. 2, No. 3. P. 79–85.
11. Драгавцев В. А., Цильке Р. А., Рейтер Б. Г. и др. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. Новосибирск : Наука, 1984. 230 с.
12. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренко В. П., Коломацька В. П. Теорія і практика селекції на макроознаки. Методологічні проблеми. Харків, 2004. 158 с.

13. Литун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацкая В. П. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе. Харьков, 2007. 263 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса / сост. М. В. Лукьянова, Н. А. Родионова, А. Ф. Трофимовская ; под ред. В. Д. Кобылянского, А. Я. Трофимовской. 3-е изд., перераб. Ленинград, 1981. 32 с.
16. Грязнов А. А. Ячмень карабалыкский (корм, крупа, пиво). Кустанай, 1996. 448 с.
7. Mehrdelan, M., Marjani, A., Reihani, M., Ragbar, T., & Masoumi, K. (2013). Reviewing changes of yield relationship with yield components of promising genotypes of rainfed barley by path analysis. *Intl J Farm & Alli Sci.*, 2, 1226–1232.
8. Madakemohekar, A. H., Prasad, L. C., Lal, J. P., Lodhi, R. D., & Prasad, R. (2015). Studies on genetic variability, correlation and path analysis for yield and its contributing traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) under rainfed environment. *Indian Res. J. Genet. & Biotech.*, 7(3), 305–310.
9. Abd El-Mohsen, A. A. (2013). Correlation and regression analysis in barley. *Sci. Res & Rew J.*, 1(3), 88–100.
10. Aynewa, Y., Dessalegn, T., & Bayu, W. (2015). Correlation and genetic variability estimate of malt barley (*Hordeum vulgare* L.). *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.*, 2(3), 79–85.
11. Dragavtsev, V. A., Tsil'ke, R. A., Reyter, B. G. et al. (1984). *Genetika priznakov produktivnosti yarovykh pshenits v Zapadnoy Sibiri* [Genetics of production characters of spring wheat in the Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka. [in Russian]
12. Litun, P. P., Kyrychenko, V. V., Petrenkova, V. P., & Kolomatska, V. P. (2004). *Teoriia i praktyka seleksii na makrooznaky. Metodolohichni problemy* [Theory and practice of breeding for macro-traits. Methodological problems]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
13. Litun, P. P., Kirichenko, V. V., Petrenkova, V. P., & Kolomatskaya, V. P. (2007). *Adaptivnaya selektsiya. Teoriya i tekhnologiya na sveremennom etape* [Adaptive breeding. Theory and technology at the current stage]. Kharkov: N.p. [in Russian]
14. Dospokhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
15. Luk'yanova, M. V., Rodionova, N. A., & Trofimovskaya, A. F. (1981). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoy kolleksii yachmenya i ovsa* [Guidelines for studying the world collection of barley and oat]. V. D. Kobylyanskiy, A. Ya. Trofimovskaya (Eds.). (3rd ed., rev.). Leningrad: N.p. [in Russian]
16. Gryaznov, A. A. (1996). *Yachmen karabalykskiy (korm, krupa, pivo)* [Karabalyk barley (feed, groats, beer)]. Kustanay: N.p. [in Russian]

References

1. Vasylykivskiy, S. P., & Kochmarskiy, V. S. (2016). *Selektsiia i nasimnytstvo polovykh kultur* [Breeding and Seed Production of Field Crops]. Myronivka: PrAT „Myronivska drukarnia“. [in Ukrainian]
2. Kozachenko, M. R., Solonechnyi, P. N., & Vasko, N. I. (2011). The level, variability and correlation of quantitative traits in the forms of various barley varieties. *Selektsiia I Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 100, 46–58. [in Ukrainian]
3. Marenjuk, O. B. (2014). Correlation-regression analysis of agronomic traits in spring barley variety samples. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feeds and Feed Production], 79, 134–138. [in Ukrainian]
4. Kompanets, K. V., Kozachenko, M. R., Vasko, N. I., Naumov, O. G., Solonechnyi, P. N., & Sviatchenko, S. I. (2016). Correlation between quantitative traits of spring barley varieties. *Selektsiia I Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 109, 40–46. [in Ukrainian]
5. Dorostkar, S., Pakniyat H., Kordshooli, M. A., Aliakbari, M., Sobhanian, N., Ghorbani, R., & Eskandari, M. (2015). Study of relationship between grain yield and yield components using multivariate analysis in barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.). *Int. J. Agron. Agri. Res.*, 6(4), 240–250.
6. Carpici, E. B., & Celik, N. (2012). Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*) varieties. *Not Sci Biol.*, 4(2), 128–131. doi: <http://dx.doi.org/10.15835/nsb427388>

УДК 633.16:631.527

Демидов А. А.¹, Гудзенко В. Н.^{1*}, Васильковский С. П.^{1,2}, Мельник С. И.³, Украинец С. Л.³ Уровень проявления и корреляция урожайности, морфологических признаков и элементов структуры урожая ячменя ярового (*Hordeum vulgare* L.) // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2017. Т. 13, № 2. С. 190–197. <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.2.2017.105413>

¹Мироновский институт пшеницы им. В. Н. Ремесло НААН Украины, с. Центральное, Мироновский р-н, Киевская обл., 08853, Украина, *e-mail: barleys@mail.ru

²Белоцерковский национальный аграрный университет, пл. Соборная, 8/1, г. Белая Церковь, Киевская обл., 09117, Украина

³Украинский институт экспертизы сортов растений, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Киев, 03041, Украина

Цель. Выявить закономерности уровня проявления и взаимосвязи между урожайностью, элементами структуры урожая и морфологическими признаками ячменя ярового двурядного подвида в Центральной Лесостепи Украины. Выделить новые генетические источники для селекции. **Методы.** Полевые исследования, дисперсионный, корреляционный и кластерный анализ. **Результаты.** В процессе исследования 30 генотипов ячменя ярового различного эколого-географического происхождения в контрастные по метеорологическим показателям 2012–2014 гг. в условиях Центральной Лесостепи Украины выявлены существенные отличия по уровню проявления урожайности, элементов структуры урожая и морфологических признаков. Выделены образцы с повышенной урожайностью [‘Козван’ (‘Маяк’) (UKR), ‘AC Kings’ (CAN), ‘Сяйво’ (UKR), ‘РД-1’ (UKR), ‘Аргумент’ (UKR), ‘В 1215’

(USA)] и элементами структуры урожая. По результатам кластерного анализа проведено группирование образцов по уровню проявления исследованных признаков. Некоторые выделенные по урожайности генотипы разместили в разных группах, что свидетельствует о возможности планомерного генетического улучшения растений при создании нового исходного материала, используя их для скрещивания. Выявлена достоверная связь урожайности с продуктивным кушением ($r = 0,67–0,72$), урожайности с массой зерна с растения ($r = 0,73–0,77$). Масса зерна с растения во все годы достоверно коррелировала с продуктивной кустистостью ($r = 0,62–0,80$). В условиях засушливого 2013 г. наблюдалось повышение связей урожайности с другими морфологическими признаками и элементами структуры урожая, в частности, с высотой растений (до $r = 0,52$), длиной верхнего междоузлия

($r = 0,52$), массой зерна с главного колоса ($r = 0,39$). Отмечено повышение связи урожайности с массой 1000 зерен в 2013 и 2014 гг., по сравнению с 2012 г., на фоне снижения уровня проявления признака. **Выводы.** Выделенные генотипы с повышенным уровнем проявления селекционно-ценных признаков целесообразно использовать в качестве генетических источников при создании нового исходного материала. С целью повышения формообразовательного процесса по продуктивности в потомствах гибридных комбинаций, в качестве компонентов скрещиваний необходимо подбирать высокопродуктивные генотипы из разных кластеров. В условиях Центральной

Лесостепи Украины в формировании урожайности ячменя ярового двурядного подвида наиболее существенную роль играет продуктивная кустистость. В то же время, для обеспечения высокого уровня продуктивности индивидуальных растений и агроценоза в целом боковые стебли должны иметь синхронное развитие с главным стеблем и характеризоваться сбалансированным количеством зерен в колосе и их крупностью.

Ключевые слова: ячмень яровой, урожайность, элементы структуры урожая, морфологические признаки, генетические источники, уровень проявления, корреляция, кластерный анализ.

UDC 633.16:631.527

Demydov, O. A.¹, Hudzenko, V. M.^{1*}, Vasytkivskyi, S. P.^{1,2}, Melnyk, S. I.³, & Ukrainets, S. L.³ (2017). Expression level and correlation between yielding capacity, morphological characters and yield components in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*, 13(2), 190–197. <http://dx.doi.org/10.21498/2518-1017.13.2.2017.105413>

¹The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS, Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, 08853, Ukraine, *e-mail: barley22@ukr.net

²Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna pl., Bila Tserkva, Kyiv region, 09117, Ukraine

³Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva Str., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. To reveal trends of expression level and relationship between yielding capacity, yield components and morphological characters of spring barley of two-row type in the Central Forest-Steppe zone of Ukraine. To identify new genetic sources for breeding. **Methods.** Field experiments, variance, correlation and cluster analyses. **Results.** During the investigation of 30 spring barley genotypes of various eco-geographical origin during the period of 2012–2014 with contrast meteorological parameters in the Central Forest-Steppe zone of Ukraine, it was found significant differences in expression level of morphological characters, yielding capacity and yield components. Samples with increased yielding capacity ['Kozvan' ('Maiak') (UKR), 'AC Kings' (CAN), 'Siaivo' (UKR), 'RD-1' (UKR), 'Arhumet' (UKR), 'B 1215' (USA)] and some yield components have been identified. Based on the results of the cluster analysis, samples were grouped by the expression level of the studied characters. Some genotypes identified by yielding capacity were placed in different groups, that raise the possibility of systematic genetic improvement of plants when creating new source material and using them as parental components in crosses. Reliable correlations between yielding capacity and productive tillering ($r = 0.67–0.72$), yielding capacity and grain weight per plant ($r = 0.73–0.77$) were found. Grain weight per plant in all years reliably correlated with pro-

ductive tillering ($r = 0.62–0.80$). In dry conditions of 2013, higher correlations between yielding capacity and other morphological characters and yield components were observed, in particular plant height (up to $r = 0.52$), length of upper internode ($r = 0.52$), grain weight of main spike ($r = 0.39$). Higher correlation between yielding capacity and 1000 kernel weight were noted in 2013 and 2014 as compared to 2012 against a background of decline in expression level of the character. **Conclusions.** Genotypes identified with high expression level of breeding valuable characters should be used as genetic sources when creating new germplasm. In order to increase formative process for productivity in the hybrid progeny, high-producing genotypes belonging to different clusters should be chosen as components in crossings. Under environments of the Central Forest-Steppe zone of Ukraine, productive tillering plays the most significant role in the formation of yield of two-rowed spring barley. However, for providing high level of productivity of plants and agrocoenosis as a whole, lateral stems should be developed simultaneously with the main stem and characterized by balance of grain number per spike and grain size.

Keywords: spring barley, yielding capacity, yield components, morphological characters, genetic sources, expression level, correlation, cluster analysis.

Надійшла / Received 6.04.2017

Погоджено до друку / Accepted 15.06.2017