

ХАРАКТЕР УСПАДКУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК КОЛОСА У ГІБРИДІВ *TRITICUM SPELTA* × *TRITICUM AESTIVUM*

Пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) – вид піввчастої пшениці, геном якої AⁿAⁿBDD близько споріднений з гексаплоїдною м'якою пшеницею (*T. aestivum* L.), має форми ярого та озимого типу розвитку. Спельта привертає увагу селекціонерів цінними властивостями, які відсутні у м'якої пшениці [1]. До них відносять: стійкість рослин до патогенів, кращу адаптивність до несприятливих чинників середовища, підвищений вміст білка в зерні (до 21%), харчові цінності зерна [2]. Крім того, борошно із зерна спельти має унікальні смакові якості і високий вміст вітамінів [3]. Спельта має такі біологічні переваги, як високий коефіцієнт кушіння, невибагливість до умов вирощування, високу скловидність зерна, яке не осипається та не пошкоджується птахами і комахами, стійкість до перезволоження, рослини порівняно скоростиглі, холодо- та зимостійкі [3, 4]. Перспективи застосування у селекції корисних властивостей, якими характеризується спельта, були предметом різносторонніх наукових досліджень цієї культури [5–8].

Однак широкому розповсюдженню спельти перешкоджають її низька врожайність і ряд морфологічних характеристик, негативних у виробничому відношенні, а саме важкий обмолот зерна внаслідок щільного охоплення його міцними лусками – «піввчастість», ламкість колосового стрижня, низька продуктивність [2]. Головним методом покращення спельти вважається міжвидова гібридизація з м'якою пшеницею. Добори серед гібридів ведуть за комплексом господарсько-корисних ознак, продуктивністю, відсутністю або оптимізацією негативних характеристик, притаманних *T. spelta*.

Генетика м'яких пшениць і, зокрема, спельти вивчається з XIX століття [9]. Встановлено низку генів, які контролюють форму, піввчастість, остистість колоса, висоту рослини та інші ознаки [9–12]. Сучасні дослідження засвідчили, що морфологічні ознаки колоса у гексаплоїдних пшениць роду *Triticum* L. визначаються головними генами, які мають сильний плейотропний ефект на фенотип рослини і тому отримали широке практичне

застосування [12]. Поряд із цим, характер успадкування морфологічних ознак у гібридів спельти з м'якою пшеницею досліджено недостатньо. У зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення характеру успадкування морфологічних ознак у простих та беккросних гібридів F₁ та F₂ спельти з м'якою пшеницею.

Матеріали і методи

Матеріалом дослідження були гібриди F₁ та F₂ (*T. spelta* × *T. aestivum*). Для гібридизації використовували сорти м'якої пшениці Наталка та Подолянка. Сорт Наталка має такі морфологічні ознаки: висоту 95–102 см, колос довгий, остистий, середньої щільності, пірамідної форми, солом'яно-жовтого кольору, з помірним восковим нальотом. Сорт Подолянка має висоту рослини 95–99 см, колос середньої довжини, безостий, середньої щільності, білого кольору, конусоподібної форми. Ці сорти створені в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України. Для схрещування був використаний зразок спельти різновиду *T. spelta*, var. *duhamelianum*, походженням з Угорщини, селекційний номер УК 2С/15 з колекції Інституту фізіології рослин і генетики, який характеризується такими морфологічними ознаками: висота рослин 140–150 см, колос довгий (до 20 см), безостий, рихлий, жовтого кольору, конусоподібної форми, зернівка щільно охоплена лусками, середньопізній. Рослини вирощували на полях дослідного господарства ІФРГ НАН України, смт Глеваха Васильківського р-ну Київської обл. Сівба здійснювалася в оптимальні строки. Зразки висівали на ділянках 20 м², розріджений посів.

Вивчалися простий та беккросні гібриди першого та другого поколінь таких гібридних комбінацій: (УК 2С/15 × Подолянка); ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка); (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15)). Всього було вивчено в популяціях F₁ по 20 рослин, а в популяціях F₂ по 250 рослин. В отриманих рослин гібридів F₁ та F₂, а також у батьківських форм досліджували такі морфологічні ознаки: довжину колоса, число колосків у колосі та

індекс щільності колоса (розраховували як число колосків на 10 см довжини колоса).

Для оцінки достовірності кількісної різниці між батьківськими формами та гібридами F_1 і F_2 використовували однофакторний дисперсійний аналіз популяції з оцінкою достовірності за критерієм Фішера (F) та найменшою істотною різницею (НІР) [13].

Результати та обговорення

Нами було проаналізовано морфологічні ознаки колоса, зокрема довжину, число колосків у колосі та його щільність у батьківських форм та простого гібрида F_1 . При порівнянні рослин гібрида F_1 (УК 2С/15 × Подолянка) з рослинами батьківських форм було встановлено, що окремі досліджувані ознаки колоса проявляються неоднаково (табл. 1). Так, довжина колоса у рослин гібрида F_1 була більшою від середнього параметра довжини колоса батьківських форм і близькою до довжини колоса спельти, що свідчить про домінування гена(ів) спельти, який контролює цю ознаку.

Таблиця 1

Середнє значення параметрів колоса батьківських форм та гібрида F_1 (УК 2С/15 × Подолянка)

Генотип	Довжина колоса, см	Число колосків у колосі, шт.	Індекс щільності колоса
Подолянка	9,5	17,4	18,4
УК 2С/15	15,4	15,6	10,1
Батьківське середнє	12,5	16,5	14,3
F_1 (УК 2С/15 × Подолянка)	14,5	20,6*	13,8**
F_{05}	5,14		
F фактичне	5,3	1,4	27,6
НІР ₀₅	6,0	2,9	3,6

Примітки: * – значення гібрида достовірно відрізняється від значення батьківських форм при $p \geq 0,05$; ** – значення гібрида достовірно відрізняється від значення м'якої пшениці при $p \geq 0,05$.

Індекс щільності колоса, як залежний від довжини колоса параметр, у гібрида F_1 (13,8) не відрізнявся від середнього показника батьківських форм (14,3), проте був достовірно меншим від цього показника у м'якої пшениці. Середнє число колосків у колосі рослин простого гібрида (20,6) достовірно переважало батьківське середнє (16,5), що свідчить про адитивну дію ге-

нів спельти та м'якої пшениці, які детермінують цю ознаку. Таким чином, аналіз значень параметрів колоса батьківських форм та простого гібрида F_1 показав, що гени, які контролюють кількісні параметри ознак колоса спельти, зокрема його довжину та щільність, мають більш сильний вплив на ці ознаки, ніж аналогічні гени м'якої пшениці.

При порівнянні ознак беккросного гібрида F_1 ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка) з ознаками батьківських форм було встановлено, що гібрид за показниками довжини колоса та числом колосків у колосі достовірно не відрізнявся від вихідних форм, хоча середні значення параметрів цих ознак у гібрида були дещо вищими порівняно з батьківськими середніми (табл. 2).

Таблиця 2

Середнє значення параметрів колоса батьківських форм та гібрида F_1 ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка)

Генотип	Довжина колоса, см	Число колосків у колосі, шт.	Індекс щільності колоса
Наталка	8,2	18,0	22,0
УК 2С/15	15,4	15,6	10,1
Батьківське середнє	11,8	16,8	16,1
F_1 ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка)	13,2	18,7	14,2*
F_{05}	5,14		
F фактичне	7,0	0,3	37,2
НІР ₀₅	6,2	6,7	4,2

Примітка. * – значення гібрида достовірно відрізняється від значення м'якої пшениці при $p \geq 0,05$.

За показником середнього значення індексу щільності колоса (14,2) беккросний гібрид F_1 суттєво не відрізнявся від середнього показника батьківських форм (16,1), проте, як і у випадку простого гібрида, був достовірно меншим за цей показник м'якої пшениці. Оскільки значення довжини та щільності колоса знаходяться у межах батьківських форм, це свідчить, що успадкування цих ознак відбувається за проміжним типом. Середнє число колосків у колосі в гібрида (18,7 шт.) дещо перевищувало число колосків у батьківських форм, що також підтверджує адитивну взаємодію генів різних видів пшениці, що контролюють таку ознаку. Таким чином, збільшення дози генів м'якої пшениці у беккросного гібрида суттєво не вплинуло на значення параметрів колоса.

Таблиця 3

Середнє значення параметрів колоса батьківських форм та гібридів F₁ (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15))

Генотип	Довжина колоса, см	Число колосків у колосі, шт.	Індекс щільності колоса
Наталка	8,2	18,0	22,0
УК 2С/15	15,4	15,6	10,1
Батьківське середнє	11,8	16,8	16,1
F ₁ (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15))	14,8*	19,3	13,0*
F ₀₅	5,14		
F фактичне	7,9	0,7	92,2
НІР ₀₅	6,3	6,1	2,7

Примітка. * – значення гібрида достовірно відрізняється від значення м'якої пшениці при $p \geq 0,05$.

У беккросного гібрида F₁ (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15)) (табл. 3) параметр довжини головного колоса (14,8 см) перевершував батьківське середнє (11,8 см) та достовірно відрізнявся від м'якої пшениці.

Індекс щільності колоса гібрида також достовірно відрізнявся від м'якої пшениці та наближався до показників спельти. Середнє число колосків у колосі рослин цього гібрида, як і в попередніх комбінаціях, перевищувало число колосків у батьківських форм, що також підтверджує адитивну взаємодію детермінуючих цю ознаку генів різних видів пшениці. Таким чином, збільшення дози генів спельти у беккросного гібрида підвищує відмінності від

Таблиця 4

Середнє значення параметрів колоса батьківських форм та гібрида F₂ (УК 2С/15 × Подолянка)

Генотип	Довжина колоса, см	Число колосків у колосі, шт.	Індекс щільності колоса
Подолянка	9,4	16,8	17,9
УК 2С/15	15,6	17,2	11,0
Батьківське середнє	12,5	17,0	14,5
F ₂ (УК 2С/15 × Подолянка)	13,7	20,8*	15,2
F ₀₅	3,89		
F фактичне	10,0	20,2	11,8
НІР ₀₅	4,9	2,4	5,0

Примітка. * – значення гібрида достовірно відрізняється від батьківського середнього при $p \geq 0,05$.

м'якої пшениці і наближає значення параметрів колоса до ознак спельти.

У табл. 4 наведено порівняльні кількісні дані ознак колоса у поколінні F₂ простого гібрида (УК 2С/15 × Подолянка) та вихідних генотипів. Порівнюючи кількісні показники ознак колоса в гібрида F₂ та його батьківських форм, встановлено, що гібрид дещо перевершував за всіма показниками батьківське середнє значення. Однак лише за ознакою числа колосків у колосі достовірно переважав середнє батьківських форм, що ще раз підтвердило адитивну взаємодію детермінуючих цю ознаку генів різних видів пшениці.

Рослини беккросних гібридів F₂ ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка) та (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15)) мали однакову довжину колоса (13,4 см), що дещо перевершувало батьківське середнє значення (12,2 см), та достовірно відрізнялися від рослин м'якої пшениці за цим показником, що ще раз підтвердило певне домінування гена(ів) спельти, який контролює цю ознаку (табл. 5).

Таблиця 5

Середнє значення параметрів колоса батьківських форм та беккросних гібридів F₂

Генотип	Довжина колоса, см	Число колосків у колосі, шт.	Індекс щільності колоса
Наталка	8,8	18,7	21,3
УК 2С/15	15,6	17,2	11,0
Батьківське середнє	12,2	18,0	16,2
F ₂ ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка)	13,4 *	18,0	15,3
F ₂ (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15))	13,4*	20,5	13,4
F ₀₅	3,24		
F фактичне	11,2	3,1	11,2
НІР ₀₅	3,4	3,4	5,1

Примітка. * – значення гібрида достовірно відрізняється від значення м'якої пшениці при $p \geq 0,05$.

Індекс щільності колоса (13,4 та 15,3 відповідно), навпаки, дещо поступався середнім параметрам батьківських форм (16,2) (табл. 5) і успадковувався за проміжним типом. Морфологічні ознаки колоса батьківських форм та гібридів F₂ представлені на рис.



Рис. Морфологічні ознаки колоса батьківських форм та гібридів F_2 : 1 – Подолянка; 2 – Наталка; 3 – УК 2С/15; 4 – F_2 (УК 2С/15 × Подолянка); 5 – F_2 ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка); 6 – F_2 (УК 2С/15 × (Наталка × УК 2С/15)); 7 – F_2 ((Наталка × УК 2С/15) × Наталка)

Висновки

Таким чином, нами досліджено характер успадкування морфологічних ознак у простих та беккросних гібридів F_1 і F_2 спельти з м'якою пшеницею. Довжина колоса у досліджених нами простих та беккросних гібридів F_1 перевершувала показники батьківських середніх значень та наближалася до довжини колоса спельти. У беккросних гібридів F_2 ця ознака була достовірно більшою від показника м'якої пшениці і недостовірно перевершувала батьківські середні значення. Це може свідчити про адитивну взаємодію генів за даними ознаками у різних видів пшениці. Встановлено, що середнє число колосків у колосі у простого гібрида в поколіннях F_1 і F_2 достовірно перевищувало число колосків у батьківських форм, що також свідчить про адитивну взаємодію генів спельти та пшениці, які контролюють цю ознаку. Індекс щільності колоса у простого та беккросних гібридів F_1 був достовірно меншим від цього показника м'якої пшениці та наближався до показників спельти, що свідчить про домінування гена(ів) спельти при успадкуванні цієї ознаки у гібридів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Твердохліб О.В., Голік О.В., Нінієва А.К., Богуславський Р.Л. Спельта і полба в органічному землеробстві // Посібник українського хлібороба. – 2013. – С. 154–155.
2. Шелепов В.В., Гаврилюк Н.Н., Вергунов В.А. Пшеница: биология, морфология, селекция, семеноводство. – К.: Логос, 2013. – 498 с.
3. Дорофеев В.Ф., Удачин Р.А., Семенова Л.В. и др. Пшеницы мира. – Л.: ВО Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 560 с.
4. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1971. – 752 с.
5. Нінієва А.К., Козуб Н.О., Созінов І.О. та ін. Характеристика зразків *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна та електрофоретичними спектрами запасних білків // Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2013. – 11, № 1. – С. 96–105.
6. Новак Ж.М., Жекова О.І. Характеристика пшениці озимої *Triticum spelta* L. // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – 2011. – № 75. – С. 128–132.
7. Blatter R.H.E., Jacomet S., Schlumbaum A. About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Glutenin B1-1 and A1-2 subunit genes // Theor Appl Genet. – 2004. – N 108. – P. 360–367.
8. Ruibal-Mendieta N.L., Delacroix D.L., Mignolet E. et al. Spelt (*Triticum aestivum* spp. *Spelta*) as a source of bread making flours and bran naturally enriched in oleic acid and minerals but not phytic acid // J. Agric. Food Chem. – 2005. – N 53. – P. 2751–2759.
9. Филиппченко А.Ю. Генетика мягких пшениц. 2-е издание под ред. В.Ф. Любимовой. – М.: Наука, 1979. – 312 с.
10. De Faris J., Fellers J.P., Brooks S.A., Gill B.S. Bacterial artificial chromosome contig spanning the major domestication locus Q in wheat and identification of a candidate gene // Genetics. – 2003. – N 164. – P. 311–321.
11. Gil-Humanes J., Pistyn F., Martin A., Barro F. Comparative genomic analysis and expression of the APETALA2-like genes from barley, wheat, and barley-wheat amphiploids // BMC Plant Biology. – 2009. – 9, N 66. – P. 1186–1196.
12. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubovsky J., Roger J., Morris C., Appels R., Xia X.C. Catalogue of Gene Symbols for Wheat // 12th International Wheat Genetics Symposium, 8–13 September 2013. – Yokohama: Japan, 2013.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

SICHKAR S.M., MORGUN V.V., DUBROVNA O.V.

*Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylkivska str., 31/17, e-mail: sichkar07@gmail.com*

**NATURE OF INHERITANCE OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS SPIKE
IN HYBRIDS *T. SPELTA* × *T. AESTIVUM***

Aim. The nature of inheritance of morphological traits in simple and backcross hybrids F₁ and F₂ of spelt with bread wheat was investigated. **Methods.** Field and laboratory methods for studying the inheritance of morphological characteristics in hybrids F₁ and F₂. **Results.** It was confirmed that for simple hybrids of different wheat species, the morphological characteristics of plants, including spike shape, hull, spinous and plant height inherited monogenic. Additive effect of spelt and wheat genes, which determine the spikelet number, leading to its significant increase in ear was discovered. In backcross hybrids, with domination of the genome of other wheat species, the deviation from the theoretically expected traits splitting was observed. **Conclusions.** It was established that the increase in the number of spelt genes in the backcross hybrid increases the differences with wheat and make values of spike characteristics closer to the spelt.

Keywords: *Triticum spelta* L., *T. aestivum* L., morphological characteristics, genetic analysis.