УДК 631.527:633.111:633.112 doi: 10.54651/agri.2022.01.07

СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ІНТРОГРЕСИВНИХ ФОРМ, ОТРИМАНИХ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ *TRITICUM SPELTA* L. × *TRITICUM TURGIDUM* SUBSP. *DICOCCUM* (SCHRANK EX SCHÜBL.) THELL.

І.П. Діордієва[1], Л.О. Рябовол[1], Я.С. Рябовол[2]

[1] Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)

[2] ЗАТ «Лімагрейн Україна» (м. Київ, Україна)

Віддалена гібридизація рослин є одним із методів отримання цінних джерел генетичної плазми. Метою наших досліджень було розширення генетичного різноманіття пшениці спельта інтрогресією генетичного матеріалу виду Triticum turgidum* subsp. *dicoccum (*Schrank ex Schübl.*)* Thell. *і створення на цій основі нового вихідного матеріалу. Дослідження проведено впродовж 2016–2022 рр. в умовах Уманського національного університету садівництва, розташованого в зоні Правобережного Лісостепу України, підзоні нестійкого зволоження. Вихідним матеріалом слугували сорт пшениці спельта озимої Зоря України (материнська форма) та зразок T\ Triticum turgidum* subsp. *dicoccum (*Schrank ex Schübl.*)* Thell. *(батьківська форма).

У результаті проведених досліджень удосконалено технологію створення вихідного селекційного матеріалу за віддаленої гібридизації Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum (*Schrank ex Schübl.*)* Thell. *За використання інтрогресивної селекції отримано цінні високопродуктивні зразки. Встановлено, що найвищу частоту трансгресії у другому і третьому поколіннях зафіксовано за масою зерна з колосу (19,1–20,0%). Виділено матеріали, що за врожайністю (535,2 г/м²) і масою 1000 зерен (44,8 г) (зразок 230), а також вмістом білка (20,4%) і клейковини (44,0%) (зразок 227) істотно перевищували сорт-стандарт. Отримані зразки доцільно використовувати донорами генів господарсько-цінних ознак у селекційних схемах створення вихідного матеріалу пшениці спельта.

Ключові слова: *пшениця спельта, емер, міжвидова гібридизація, трансгресії, продуктивність, якість зерна.*

Вступ. Сучасна селекція пшениці, спрямована на підвищення врожайності, дала змогу розширити генофонд, а з метою його поліпшення, вчені продовжують пошук природних джерел господарсько-цінних ознак. Подальший розвиток культури землеробства і споживання призвів до усвідомлення негативних результатів генетичної ерозії і привернув увагу до видового і внутрішньовидового різноманіття пшениці. Нині активніше використовують місцеві форми і сорти, добре адаптовані до умов вирощування, види пшениці іншого рівня плоїдності, представники близькоспорідненого роду *Aegilops*, а також види інших родів – *Agropyron*, *Secale*, *Hordeum* тощо [1; 2]. Генофонд малопоширених видів гексаплоїдної та тетраплоїдної пшениці широко використовується джерелами господарсько-цінних ознак вченими багатьох селекційних центрів. Окрім того, малопоширені види пшениці можуть слугувати вихідним матеріалом для пошуку нових мутантних варіантів для генетичного аналізу та селекції [3; 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Враховуючи високі вимоги до сучасних комерційних сортів зернових культур, істотного значення в умовах кліматичних змін набуває експериментальна реконструкція геному пшениці інтрогресією генетичного матеріалу від інших видів і родів. Перспективним залишається створення сортів для макаронного, кондитерського та технічного напрямів використання, що базується на залученні оригінального генетичного матеріалу.

Triticum turgidum subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. (полба, емер, чорний емер) – тетраплоїдний вид пшениці ($2n = 4x = 28$) з геномною

формулою ВВА^{u}А^{u}. Його зерно має відмінні технологічні властивості, скловидність на рівні 90%, високоякісну клейковину, містить каротиноїди. Наявність цих показників вказує на цінність цього виду для макаронно-круп'яного виробництва. Нині цей вид можна зустріти в незначній кількості на дослідних ділянках селекційних установ, що пов'язано з його низькою врожайністю, схильністю до вилягання та ускладненим обмолотом зерна [5–7].

Дослідженнями вчених [8–10] доведено, що полба є носієм функціонального алеля *Gpc-B1* (grain protein concentration), що впливає на вміст у зерні протеїну і кількох ключових мікроелементів за прискорення фізіологічного старіння рослин та ефективнішої ремобілізації азоту з вегетативних органів у зерно. Ген *Gpc-B1* чинить мінорні негативні ефекти на окремі структурні елементи врожаю (маса зернівки, натура), не знижуючи при цьому врожайності культури [10]. Тому цей вид дикорослої пшениці широко залучають до системи гібридизації з метою розширення генетичного різноманіття та інтрогресії гена *Gpc-B1* в культурні види пшениці, що дасть змогу значно поліпшити потенціал зразків за якістю зерна в широкому діапазоні генетичної плазми.

Метою наших досліджень було розширення генетичного різноманіття пшениці спельта інтрогресією генетичного матеріалу виду *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. і створення на цій основі нового вихідного матеріалу.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведено впродовж 2016–2022 рр. в умовах Уманського національного університету садівництва. Вихідним матеріалом слугували сорт пшениці спельта озимої Зоря України (материнська форма) та зразок *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. (батьківська форма), що був наданий для досліджень Національним центром генетичних ресурсів рослин України. Гібридизацію проводили за кастрації (видалення пиляків) материнської форми і наступним запиленням пилком батьківської форми.

У дослідженнях використовували загальноприйняту технологію вирощування озимих зернових культур. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки – третя декада вересня. У роботі використовували систематичний метод розміщення ділянок за чотириразової повторності.

Частоту (Тч) і ступінь (Тс) трансгресії ознак розраховували за методикою Воскресенської-Шпота [11] та формулами:

$$Тс = \frac{Пг - Пр}{Пр} \times 100, \quad (1)$$

де, Тс – ступінь трансгресії; Пг – максимальне значення ознаки у гібриду; Пр – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми.

$$Тч = А \times 100/Б, \quad (2)$$

де Тч – частота трансгресії у відсотках; А – кількість гібридних рослин, що перевищують найкращу батьківську форму (середнє з трьох кращих рослин); Б – кількість рослин, що проаналізовано за окремою ознакою у комбінації.

Усі фенологічні спостереження та аналіз елементів структури колосу інтрогресивних ліній проводили відповідно до методичних вказівок із вивчення колекції зернових культур [12]. Вміст білка в зерні визначали за ДСТУ 4117 [13], вміст клейковини та її якість – ДСТУ ISO 21415–1 [14], масу 1000 зерен –ДСТУ ISO 520 [15]. Статистичний аналіз проводили за використання прикладної програми Microsoft Excel 2010.

Результати та їх обговорення. З метою розширення генетичного різноманіття спельти та інтрогресії в її геном генів, що контролюють високі технологічні властивості, нами було проведено міжвидову гібридизацію *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. Незважаючи на різну кількість хромосом та незбалансованість геномного складу, гібридизація рослинного матеріалу відбулася без ускладнень. У дослідженнях зафіксовано зав'язування насіння на рівні 44%. Крім того, не виникало необхідності синхронізовувати періоди цвітіння батьківських форм і підбирати їх за висотою, оскільки обидві вихідні форми є пізньостиглими та високорослими. Вид *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. характеризується фіолетовим забарвленням колоса. Це істотно спрощувало відбір істинних гібридів у F_1, оскільки фіолетове забарвлення домінує над білим. У першому поколінні отримали гібриди з безостим, фіолетовим, подовженим колосом типу спельти. Фертильність пилку була високою (80%), що виключало необхідність повторних схрещувань із батьківськими формами.

Самозапилення гібридів F_1 забезпечило отримання значного розмаху мінливості за фенотипом зразків другого покоління. Спостерігали розщеплення за забарвленням колосу (від світло-фіолетового до темно-фіолетового) та його морфологічною будовою. Всі отримані нащадки розподілено за морфотипом на спельти, емери та проміжні форми. Зразки

морфотипу спельта характеризувались наявністю довгого (13–15 см), нещільного колосу, а емери мали остистий колос завдовжки 6–8 см. Матеріали, що характеризувались середньощільним колосом середньої довжини віднесено до проміжного морфотипу.

Кількісно у гібридних популяціях F_2 переважали спельти (55,3% від загальної кількості рослин) та проміжні напівостисті форми (29,2%) (рис. 1).

У межах кожного морфотипу спостерігали формування нащадків з різним забарвленням колосу та розщеплення за ознакою «остистість–безостість». У популяції виділено 30% рослин спельти з безостим колосом фіолетового забарвлення (рис. 2, 3, а).

Рослин спельти із остистим фіолетовим колосом сформувалося на рівні 10% (рис. 2, 3 б), а із світло-фіолетовим напівостистим – 15% (рис. 2, 3, в).

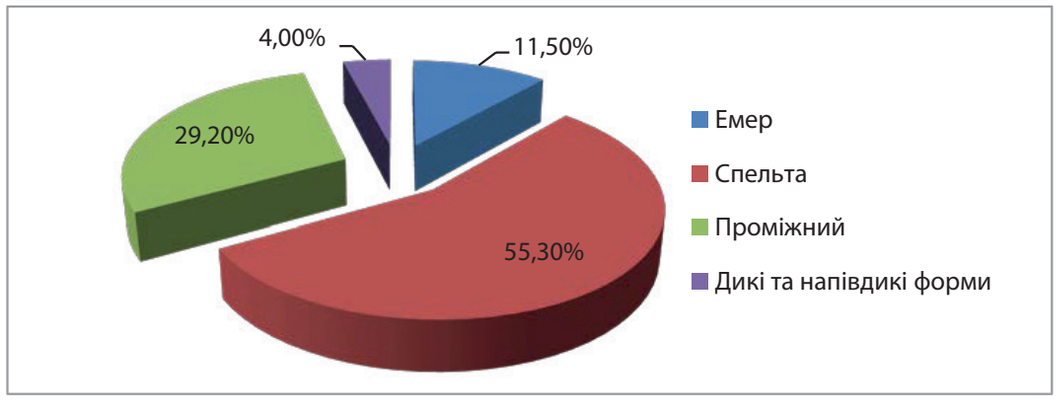


***Рис. 1. Співвідношення рослин різних морфотипів, отриманих за гібридизації Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell.**

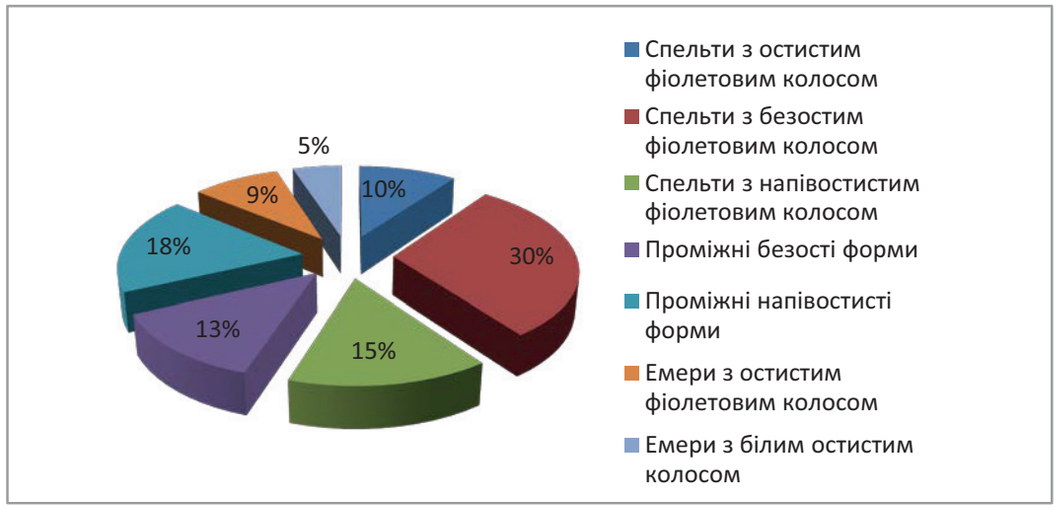


***Рис. 2. Співвідношення рослин різних морфотипів за морфологією колосу, отриманих за гібридизації Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell.**

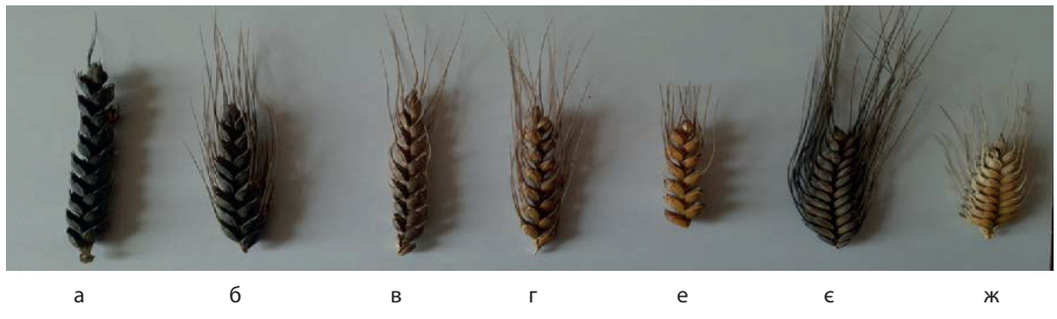


***Рис. 3. Морфологія колосу у гібридів F2, отриманих за гібридизації Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell.**

Таблиця 1. Ступінь і частота трансгресії за параметрами колосу у гібридів $F_{2–3}$ *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell., 2018–2019 рр.

Показник	Пр*	Пг*	V*,%	Тс*,%	Тч*,%
		F_2			
Довжина колосу, см	16,1	16,3	21,9	1,2	14,3
Кількість зерен у колосі, шт.	45	44	24,2	–2,2	2,9
Кількість колосків у колосі, шт.	18,7	17,4	25,4	–7,0	11,4
Маса зерна з колосу, г	1,58	1,61	18,9	1,9	20,0
		F_3			
Довжина колосу, см	15,8	16,2	18,5	2,5	17,0
Кількість зерен у колосі, шт.	45	47	19,5	4,4	10,6
Кількість колосків у колосі, шт.	18,9	18,2	20,8	–3,7	12,8
Маса зерна з колосу, г	1,55	1,6	16,8	3,2	19,1

Примітка. Пр – максимальне значення ознаки у кращої батьківської форми; Пг – максимальне значення ознаки у гібридів; V – коефіцієнт варіювання; Тс – ступінь трансгресії; Тч – частота трансгресії.

Таблиця 2. Продуктивність інтрогресивних ліній $F_{4–6}$, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell., 2019–2021 рр.

Показник	Селекційний матеріал	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє
Кількість зерен з колосу, шт.	Зоря України (st)	45,0	38,0	47,1	43,4
	227	43,1	34,1	45,1	40,8
	230	48,2*	39,9*	49,2*	45,8
	234	43,8	39,0	45,7	42,8
	241	47,1*	40,1*	49,2*	45,5
	243	41,2	33,2	42,8	39,1
	245	44,9	36,9	46,2	42,7
	247	44,0	40,2*	48,1	44,1
	$НІР_{05}$	*2,0*	*1,9*	*2,0*	–
Маса зерна з головного колосу, г	Зоря України (st)	1,76	1,18	1,85	1,60
	227	1,68	1,02	1,78	1,49
	230	1,88*	1,28*	2,02*	1,73
	234	1,74	1,21	1,82	1,59
	241	1,83	1,22	1,96*	1,67
	243	1,62	0,92	1,65	1,40
	245	1,77	1,15	1,83	1,58
	247	1,74	1,22	1,91	1,62
	$НІР_{05}$	*0,08*	*0,07*	*0,08*	–
Врожайність, г/м^2	Зоря України (st)	545,2	427,1	564,0	512,1
	227	532,3	412,3	548,0	497,5
	230	571,2*	438,1	596,2*	535,2
	234	543,4	422,1	558,4	508,0
	241	552,1	430,7	575,0	519,3
	243	524,8	362,2	532,1	473,0
	245	543,1	422,3	558,2	507,9
	247	541,0	431,9	572,0	515,0
	$НІР_{05}$	*25,0*	*23,0*	*28,0*	–

Примітка. * – істотне збільшення показника відносно стандарту.

Таблиця 3. Показники якості зерна інтрогресивних ліній $F_{4–6}$, отриманих за гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell., 2019–2021 рр.

Показник	Селекційний матеріал	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середнє
Маса 1000 зерен, г	Зоря України (st)	43,2	40,1	45,4	42,9
	227	42,5	39,1	44,2	41,9
	230	45,1*	42,1*	47,3*	44,8
	234	43,0	40,0	45,2	42,7
	241	44,2	42,2*	46,8	44,4
	243	39,8	36,8	41,5	39,4
	245	43,5	40,4	45,8	43,2
	247	43,3	40,1	45,7	43,0
	$НІР_{05}$	*1,8*	*1,7*	*1,9*	–
Вміст клейковини в зерні,%	Зоря України(st)	42,5	44,1	41,1	42,6
	227	43,2*	45,8*	43,1*	44,0
	230	34,1	36,1	33,8	34,7
	234	37,8	39,2	36,8	37,9
	241	38,1	40,1	37,5	38,6
	243	36,2	38,7	35,6	36,8
	245	39,8	41,1	38,1	39,7
	247	36,8	38,8	36,0	37,2
	$НІР_{01}$	*0,3*	*0,4*	*0,3*	–
Вміст білка в зерні,%	Зоря України (st)	19,8	20,5	19,2	19,8
	227	20,1*	21,4*	19,6*	20,4
	230	16,2	16,9	15,7	16,3
	234	17,1	17,8	16,5	17,1
	241	17,8	18,6	17,3	17,9
	243	16,5	17,2	16,1	16,6
	245	17,8	18,4	17,2	17,8
	247	16,8	17,5	16,2	16,8
	$НІР_{01}$	*0,2*	*0,3*	*0,2*	–

Примітка. * – істотне збільшення показника відносно стандарту.

У популяції вирізнялося 13% матеріалів із різним рівнем прояву за забарвленням, довжиною та остистістю колосу (рис. 2, 3, г) і 18% напівостистих форм проміжного типу (рис. 2, 3, е). Виділено також 11% рослин із фіолетовим остистим колосом (рис. 2, 3, є) і 5% форм з білим остистим колосом типу емер (рис. 2, 3, ж).

Дикі та напівдикі форми пшениці і амфідиплоїди, створені за їх участі, не можуть безпосередньо використовуватись у селекційній практиці, оскільки важко схрещуються, мають низьку фертильність пилку і характеризуються низкою негативних ознак.

З метою створення на основі віддаленої гібридизації генетично стабільних генотипів і виявлення серед усього різноманіття створених форм матеріалів із комплексом цінних господарських ознак було визначено частоту та ступінь трансгресій у $F_{2–3.}$ Трансгресивна селекція, що базується на доборі найкращих особин у гібридній популяції, є одним із основних методів створення селекційних матеріалів і поліпшення самозапильних культур, зокрема, пшениці.

Відомо, що продуктивність колосу є результатом інтегральної взаємодії генів, що контролюють кількість зерен у колосі і їх масу. Ці елементи продуктивності у відповідних межах можуть успадковуватись незалежно один від одного. Аналіз рівня трансгресій у гібридних поколіннях $F_{2–3}$ показав їх залежність від генотипу і покоління. У гібридів $F_{2–3}$ *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. виявили різну ступінь та частоту трансгресій за

параметрами колосу. За результатами аналізу рослин F_2 у 2018 р. ступінь позитивної трансгресії за ознакою «довжина колосу» виявлено у 1,2% нащадків, за масою зерна з головного колосу – в 1,9% (табл. 1).

У F_3 ступінь позитивної трансгресії за довжиною колосу зафіксовано на рівні 2,5%, кількістю зерен у колосі – 4,4%, масою зерна з головного колосу – 3,2%. За кількістю колосків у колосі спостерігали негативну трансгресію на рівні від –7,0 до –3,7%. Найвищу частоту трансгресії у другому і третьому поколіннях зафіксовано за масою зерна з колосу (19,1–20,0%). Добір трансгресивних морфобіотипів у F_2 може ускладнюватися гетерозиготністю нащадків, що фенотипово не відрізняються від гомозигот. Тому виділити константні трансгресивні форми пшениці можна лише в поколіннях $F_{3–5}$.

Наступним етапом досліджень був аналіз показників продуктивності і якості зерна інтрогресивних ліній $F_{4–6}$ пшениці спельта. Встановлено, що гібридизація видів *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum subsp. dicoccum (Schrank ex Schübl.) Thell.* не призводить до істотного зниження показників продуктивності у нащадків. Понад 85% створених ліній мали врожайність та продуктивність колосу на рівні стандарту. Виділено зразок 230, який за показниками продуктивності істотно перевищував контрольний варіант (табл. 2).

Цей самий зразок істотно перевищував стандарт за масою 1000 зерен (табл. 3).

За вмістом у зерні білка і клейковини у створених матеріалів фіксували показники на рівні контрольного варіанта. Лише зразок 227 за вмістом білка (20,4%) та клейковини (44,0%) істотно перевищував сорт-стандарт.

Висновки

Удосконалено технологію створення вихідного селекційного матеріалу за віддаленої гібридизації *Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell. За використання інтрогресивної селекції отримано цінні високопродуктивні зразки. Встановлено, що найвищу частоту трансгресії у другому і третьому поколіннях зафіксовано за масою зерна з колосу (19,1–20,0%).

Виділено матеріали, що за врожайністю (535,2 г/м^2) і масою 1000 зерен (44,8 г) (зразок 230), а також вмістом білка (20,4%) та клейковини (44,0%) (зразок 227) істотно перевищували стандарт. Отримані зразки доцільно використовувати донорами генів господарсько-цінних ознак у селекційних схемах створення вихідного матеріалу пшениці спельта.

Література

1. Babenko L.M. et al. Triticum spelta: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. № 9(2). P. 250–257. doi.org/10.15421/021837.
2. Alvarez J. B., Guzmán C. Spanish Ancient Wheat: A Genetic Resource for Wheat Quality Breeding. *Adv Crop Sci Tech*. 2013. № 1. P. 101–108. DOI:10.4172/2329-8863.1000101.
3. Мутерко О. Ф., Балашова І. А., Сиволап Ю. М. Характеристика малопоширених видів гексаплоїдної та тетраплоїдної пшениці за нуль-алелями генів ZCCT-1. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2013. Вип. 34. С. 103–106.
4. Диордиева И.П., Рябовол Я.С., Кочмарский В.С., Рябовол Л.О. О результатах селекции пшеницы спельта на продуктивность и качество зерна. *Сельскохозяйственная биология*. 2020. Т. 55. № 3. С. 52–64.
5. Levy A., Feldman M. Location of genes for high grain protein percentage and other quantitative traits in wild wheat, *T. turgidum* var. *dicoccoides*. *Euphytica*. 1989. № 41. P. 113–122.
6. Avivi L. High protein content in wild tetraploid *Triticum dicoccoides* Korn. Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp. Ed. S. Ramanujam. Indian Soc. of Genet. and Plant Breed., New Delhi, India, 1978. P. 372–380.
7. Mesfin A., Frohberg R., Khan K., Olson T. Increased grain protein content and its association with agronomic and end-use quality in two hard red spring wheat populations derived from *Triticum turgidum* L. var. dicoccoides. *Euphytica*. 2010. № 116. P. 237–242.
8. Tabbita F., Pearce S., Barneix A. Breeding for increased grain protein and micronutrient content in wheat: Ten years of the GPC-B1 gene. *J. Cereal Sci*. 2017. № 73. P. 183–191. DOI:10.1016/j.jcs.2017.01.003.
9. Distelfeld A., Uauy C., Fahima T., Dubcovsky J. Physical map of the wheat high-grain protein content gene Gpc-B1 and development of a high-throughput molecular marker. *New Phytol*. 2006. № 169. P. 753–763.
10. Рибалка О.І., Моргун Б.В., Поліщук С.С. GPC-B1 (NAM-B1) Ген як новий генетичний ресурс у селекції пшениці на підвищення вмісту білка

в зерні та мікроелементів. *Физиология растений и генетика*. 2018. Т. 50. № 4. С. 279–297.
11. Воскресенская Г.С., Шпота В.И. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica, методика количественного учета этого явления. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1967. № 7. С. 18–19.
12. Градчанинова О.Д., Филатенко А.А., Руденко М.И. Методические указания по изучению коллекции пшеницы. Ленинград: ВИР, 1985. 28 с.
13. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. Київ. 2007. 7 с.
14. ДСТУ ISO 21415–1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирої клейковини ручним способом. Київ. 2011. 12 с.
15. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.

References

1. Babenko, L.M. et al. (2018). Triticum spelta: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, *9(2)*, 250–257. doi.org/10.15421/021837 [in Ukrainian].
2. Alvarez, J.B. & Guzmán, C. (2013). Spanish Ancient Wheat: A Genetic Resource for Wheat Quality Breeding. *Adv Crop Sci Tech.*, *1*, 101–108. DOI:10.4172/2329-8863.1000101 [in English].
3. Muterko, O.F., Balashova, I.A. & Syvolap, Yu.M. (2013). Kharakterystyka maloposhyrenykh vydiv heksaploidnoi ta tetraploidnoi pshenytsi za nul-aleliamy heniv ZCCT-1 [Characteristics of uncommon species of hexaploid and tetraploid wheat by zero alleles of ZCCT-1 genes]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia Biolohiia – Scientific bulletin of Uzhorod university*, *34,* 103–106 [in Ukrainian].
4. Diordieva, I.P., Ryabovol, Ya.S., Kochmarsky, V.S. & Ryabovol, L. O. (2020). O rezultatax selektsii pshenitsy spelta na productivnost I kachstvo zerna [On the results of breeding spelled wheat for productivity and grain quality]. *Selskohoziaystvennaia biologia – Agricultural biology*, *55, 3*, 52–64 [in Russian].
5. Levy, A. & Feldman, M. (1989). Location of genes for high grain protein percentage and other quantitative traits in wild wheat, *T. turgidum* var. *dicoccoides*. *Euphytica*, *41*, 113–122 [in English].
6. Avivi, L. (1978). High protein content in wild tetraploid Triticum dicoccoides Korn. *Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp*. (pp. 372–380). New Delhi, India [in English].
7. Mesfin, A., Frohberg, R., Khan, K. & Olson, T. (2010). Increased grain protein content and its association with agronomic and end-use quality in two hard red spring wheat populations derived from *Triticum turgidum* L. var. *dicoccoides*. *Euphytica*, *116*, 237–242 [in English].
8. Tabbita, F., Pearce, S. & Barneix, A. (2017). Breeding for increased grain protein and micronutrient content in wheat: Ten years of the GPC-B1 gene. *J. Cereal Sci*., *73*, 183–191. DOI:10.1016/j.jcs.2017.01.003 [in English].
9. Distelfeld, A., Uauy, C., Fahima, T. & Dubcovsky, J. (2006). Physical map of the wheat high-grain protein content gene Gpc-B1 and development of a high-throughput molecular marker. *New Phytol*., *169*, 753–763 [in English].
10. Rybalka, O.I., Morhun, B.V. & Polishchuk, S.S. (2018). GPC-B1 (NAM-B1) Hen yak novyi henetychnyi resurs u selektsii pshenytsi na pidvyshchennia vmistu bilka v zerni ta mikroelementiv [GPC-B1 (NAM-B1) Gene as a new genetic resource in wheat breeding to increase protein content in grains and trace elements]. *Fyzyolohyia rastenyi y henetyka – Plant physiology and genetics, 50*, *4*, 279–197 [in Ukrainian].
11. Voskresenskaia, H. S. & Shpota, V. Y. (1967). Transhressyia pryznakov u hybrydov Brassica, metodyka kolychestvennoho ucheta этoho yavlenyia [Transgression of traits in Brassica hybrids, a method of quantitative accounting of this phenomenon]. *Dokladы VASKhNYL – Reports of VASHNIL, 7*, 18–19 [in Russian].
12. Hradchanynova, O.D., Fylatenko, A.A. & Rudenko M.Y. (1985). Metodycheskye ukazanyia po yzuchenyiu kollektsyy pshenytsы [Methodical instructions for studying the collection of wheat]. Leningrad: VIP [in Russian].
13. Zerno ta produkty yoho pererobky. Vyznachennia pokaznykiv yakosti metodom infrachervonoi spektroskopii [Grain and products of its processing. Determination of quality indicators by infrared spectroscopy] (2007). DSTU 4117:2007. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
14. Pshenytsia i pshenychne boroshno. Vmist kleikovyny. Ch. 1. Vyznachennia syroi kleikovyny ruchnym sposobom [Wheat and wheat flour. Gluten content. Part 1. Determination of crude gluten by hand] (2011). DSTU ISO 21415–1:2009. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
15. Zernovi i bobovi. Vyznachennia masy 1000 zeren [Cereals and legumes. Determination of the mass of 1000 grains] (2015). DSTU ISO 520:2015. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].

Diordiieva I.P., Riabovol L.O., Riabovol Ya.S.

***Creation and breeding value of introgressive forms, obtained by hybridizations of Triticum Spelta* L. × *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum (*Schrank ex Schübl.*)* Thell.**

The aim *of the research was to expand the genetic diversity of spelt wheat by introgression of genetic material of the species Triticum turgidum* subsp. *dicoccum (*Schrank ex Schübl.*)* Thell. *and to create on this basis new source material.* **Materials and methods.** *The study was conducted during 2016–2022 in the conditions of Uman National University of Horticulture, located in the zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, in the subzone of unstable moisture. The source material was winter spelt wheat variety Zoria Ukrainy (maternal form) and the sample Triticum turgidum* subsp. *dicoccum (*Schrank ex Schübl.*)* Thell. *(pollinator). The research used the common technology of growing winter cereals. Sowing was carried out in the optimal time for the zone – the third decade of September. All records and observations were performed in accordance with generally accepted methods. In work was used a systematic method of plot placement with four repetitions.* **Results.** *As a result of the conducted researches a number of introgressive lines of spelled wheat with different level of manifestation of morphological and economically valuable features was created. The created samples according to the morphology of the ear are divided into morphotypes of spelt, emmer and intermediate forms.* **Conclusions.** *As a result of the conducted researches the technology of creation of initial breeding material at distant hybridization of Triticum spelta* L. × *Triticum turgidum* var. *dicoccoides. Valuable high-yielding samples were obtained using introgressive breeding. It was found that the highest frequency of transgression in the second and third generations was recorded by the weight of grain from the ear (19.1–20.0%). Materials with a yield (535.2 g/m^2) and a weight of 1000 grains (44.8 g) significantly exceeded the standard (sample 230), as well as protein (20.4%) and gluten (44.0%) significantly exceeded the standard (sample 227). The selected samples will be used by donors of genes of economically valuable traits in breeding schemes for the creation source material of spelt wheat.*

Key words: *spelt wheat, emmer, interspecific hybridization, transgressions, productivity, grain quality.*

Відомості про авторів

Діордієва І.П., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва, тел.: +380962054370, e-mail: diordieva201443@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8534-583

Рябовол Л.О., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва, тел.: +380995342730, e-mail: liudmila1511@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5885-2180

Рябовол Я.С., доктор сільськогосподарських наук, доцент, тел.: +380674087089, e-mail: liudmila1511@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4325-5313

Diordiieva I.P., PhD in agriculture, associate professor in the department of genetics, plant breeding and biotechnology of Uman national university of horticulture, ph. +380962054370, e-mail: diordieva201443@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8534-583.

Riabovol L.O., doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of genetics, plant breeding and biotechnology of Uman national university of horticulture, ph. +380995342730, e-mail: liudmila1511@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5885-2180

Riabovol Ya.S., doctor of agricultural sciences, associate professor, ph. +380674087089, e-mail: liudmila1511@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4325-5313

Надійшла 17.05.2022