УДК: 631.527.581.143:633.11
DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-230-237

ВПЛИВ СПОСОБУ ГІБРИДИЗАЦІЇ НА ЗАВ'ЯЗУВАННЯ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЗА ВНУТРІШНЬОВИДОВОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ ГЕОГРАФІЧНО ВІДДАЛЕНИХ ФОРМ

Л. О. РЯБОВОЛ, *доктор сільськогосподарських наук*
С. В. ФЕДОРЕНКО, *здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)*
Уманський національний університет

У статті проаналізовано вплив способу схрещування на зав'язування насіння пшениці м'якої озимої за внутрішньовидової гібридизації географічно віддалених форм. Найвищий відсоток зав'язування насіння отримано за гібридизації з використанням органопластикових ізоляторів – в середньому за генотипами 50,7 %. Встановлено, що матеріали з пшенично-житньою транслокацією не залежно від способу гібридизації формують істотно більшу кількість насіння, аніж зразки з транслокацією 1BL/1RS. Найвищу частку формування насіння отримано в комбінації схрещування Щедрість одеська (1AL/1RS) × Дагмар (58,2 %), а найнижчу – Фаворитка (1BL/1RS) × Дагмар (42,3 %).

Ключові слова: *пшениця м'яка озима, спосіб схрещування, транслокації 1AL/1RS і 1BL/1RS, зав'язування насіння.*

Постановка проблеми. Розмноження рослин насінням передбачає морфобіологічні та структурні пристосування квітки до визначеного типу запилення, а також залежить від функціональних особливостей біології квітки (дихогамія, гомогамія) та від генетичних процесів онтогенезу (поліплоїдія, несумісність, стерильність тощо). За розмноження виду, як зазначається вченими [1–3], необхідно зважати на екологічні чинники, що впливають на процеси запилення і запліднення.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Суцвіття пшениці – колос, що складається зі стрижня, який є продовженням стебла і колосків, що почергово розміщені на членистих виступах. На кожному виступі колосового стрижня, зазвичай, формується один колосок, іноді два. Колосок має дві колоскові луски між якими формується три–п'ять квіток. Квітки у пшениці двостатеві, однодомні. Зовнішня квіткова луска більша та опукліша аніж внутрішня. Між квітковими лусками формуються маточка із зав'яззю і дволопатевою приймочкою та три тичинки. Кожна тичинка має коротеньку ніжку і два пиляки. Пилок дрібний, кулястий, гладенький. Зерно в колоску утворюють дві–три квітки. Зернівка у більшості видів пшениць гола.

За біоморфологічними особливостями виду пшениця відноситься до самозапильних культур [4–6]. Проте нині вчені зазначають, що за зміни клімату та філогенетичних процесів у популяціях агроценозів іноді зустрічаються

випадки перехресного запилення рослин за допомогою вітру. Цьому сприяє викидання пиляків за суцвіття при дозріванні пилкових зерен. За перехресного запилення формується незначна кількість насіння, що зумовлюється морфофізіологічними особливостями культури та біологічною несумісністю тканин [8, 9]. У селекції за штучного (примусового) схрещування в колосі формується різна кількість насінин. Це насамперед залежить від сумісності і комбінаційної здатності пар гібридизації і способу та умов проведення запилення рослин [10, 11].

Метою досліджень був аналіз впливу способу схрещування на формування насіння пшениці м'якої озимої за внутрішньовидової гібридизації культури**.**

Методика досліджень. За проведення гібридизації пшениці м'якої озимої використовували колекційні матеріали географічно віддалених зразків. Материнською формою слугували сорти з пшенично-житньою транслокацією Золотоколоса (*1AL/1RS*), Щедрість одеська (*1AL/1RS*), Фаворитка (*1BL/1RS*), Фрея (*1BL/1RS*), батьківською – високопродуктивні сорти іноземної селекції Патрас, Дагмар, Фронтерас.

За гібридизації застосовували три способи запилення материнської форми (рис. 1):

– під пергаментним ізолятором за перезапилення парно висіяних вихідних форм;

– під пергаментним ізолятором за штучного долучення колосків батьківської форми;

– під органопластиковим ізолятором за штучного запилення пилком вилученим з батьківської форми.

1 2 3

Рис. 1. Спосіб гібридизації материнської форми:
1 – під пергаментним ізолятором за перезапилення парно висіяних вихідних форм; 2 – під пергаментним ізолятором за штучного долучення колосків батьківської форми;
3 – під органопластиковим ізолятором за штучного запилення пилком, вилученим з батьківської форми.

Техніка проведення контрольованих схрещувань полягає у підготовці суцвіття до схрещування, кастрації квіток або суцвіття (видалення пиляків), ізоляції і штучного запилення. Схрещування рослин відбувається за нанесення пилку рослини батьківської форми на приймочку маточки квіток рослини материнської форми. Гібридизація, зазвичай, проходить у чотири етапи: добір і підготовка вихідного матеріалу, кастрація квіток, ізоляція суцвіття, запилення квіток.

Результати досліджень. Перший спосіб гібридизації полягає у доборі вихідних компонентів та їх посів з осені за системою простих парних схрещувань одометровими рядками. За схрещування перед цвітінням, особливо якщо материнська форма остиста, ості біля основи і кінчики квіткових лусок обрізають. Пінцетом видаляють по три–чотири недорозвинутих колоски у верхній і нижній частині колосу. В кожному колоску залишають дві нижніх добре розвинених квітки, всі інші – видаляють. За такої підготовки в колосі залишається 16–22 добре розвинених квітки. Кастрацію проводять, у період коли пиляки недозрілі, але достатньо сформувались і їх можна видалити, не ушкоджуючи маточку (рис. 2).

1 2 3

Рис. 2. Підготовка вихідних форм пшениці до гібридизації:
1 – кастрація квіток суцвіття материнської форми;
2 – частково обрізані кінчики квіткових лусок остистого колосу;
3 – суцвіття батьківської форми з обрізаними кінчиками квіткових лусок для вільного виходу пиляків, підготовлені до розміщення під пергаментним ізолятором для запилення кастрованих квіток.

Пиляки видаляють разом з трьома тичинками. Кастрацію доцільно проводити вранці (до 11.00 год) або ввечері (після 18.00 год). У батьківської форми обрізають кінчики квіткових лусок для вільного виходу пиляків. Ізоляцію матеріалу проводять за введення під пергаментний ізолятор кастрованих колосків материнської форми та колосків батьківської форми рослин, що вегетують на суміжних рядках ділянки гібридизації. На ізоляторі фіксують схему

схрещування, дату кастрації і кількість кастрованих квіток. Запилення квіток проходить спонтанно за періодичного потрушування ізолятора.

Другий спосіб гібридизації полягаю у введенні під ізолятор кастрованого колосу материнської форми і зрізаних стебел із суцвіттям батьківської форми, що ставиться у посудину з водою для подовження періоду життєздатності пилку. Цей спосіб дає можливість відібрати суцвіття з дозрілим пилком для запилення будь якого генотипу колекції. Окрім того, пилок має змогу потрапити на приймочку маточки впродовж тривалого періоду часу. Третій спосіб гібридизації передбачає проведення кастрації квіток колосу визначеної материнської форми та розміщення окремого суцвіття під органопластиковий ізолятор.

Запилення проводять через одну–чотири доби після кастрації. Із квітів батьківської форми збирають зрілі пиляки з пилком і наносять на приймочку маточки кастрованих квіток. Можна пилок наносити пензликом або помістити під зрізаний зверху ізолятор колос з дозрілим пилком і його прокручувати. Після запилення колос ізолюють. Через 10–15 діб після цвітіння ізолятори знімають, підраховують кількість зав'язей і визначають відсоток зав'язування насіння.

У процесі дослідження встановлено, що за гібридизації з використанням пергаментних ізоляторів та перезапилення парно висіяних вихідних форм отримано незначну кількість насіння. Відсоток зав'язування зерна в середньому за варіантом досліду був на рівні 11,3 % з діапазоном варіювання за різними комбінаціями схрещування від 8,6 до 14,3 % (табл.). Найбільша кількість насіння формувалась за гібридизації Золотоколоса (*1AL/1RS*) × Патрас, а найменша – Фаворитка (*1BL/1RS*) × Дагмар.

За використання гібридизації зі штучним долучення під пергаментний ізолятор колосків батьківської форми отримано істотно вищі результати. У середньому за варіантом досліду частка зав'язування насіння становила 39,0 % з варіюванням за комбінаціями схрещування 34,8–44,3 %. У комбінації схрещування Щедрість одеська (*1AL/1RS*) × Дагмар формувалась найбільша кількість насіння, а в комбінації Фаворитка (*1BL/1RS*) × Патрас – найменша.

Найвищий відсоток зав'язування насіння отримано за гібридизації з використанням органопластикових ізоляторів – в середньому за генотипами 50,7 %. Найвищий відсоток формування насіння отримано в комбінації схрещування Щедрість одеська (*1AL/1RS*) × Дагмар (58,2 %), а найнижчий – Фаворитка (*1BL/1RS*) × Дагмар (42,3 %). Встановлено, що матеріали з пшенично-житньою транслокацією *1AL/1RS* не залежно від способу гібридизації формують істотно більшу кількість насіння, аніж зразки з транслокацією *1BL/1RS*. За використання першого способу гібридизації (під пергаментним ізолятором за перезапилення парно висіяних вихідних форм) кількість сформованого насіння зразків з ПЖТ *1AL/1RS* (12,0 %) різнилась на 1,0 % порівняно зі зразками носіями ПЖТ *1BL/1RS* (11,0 %), за другого способу (під пергаментним ізолятором за штучного долучення колосків батьківської форми), відповідно, 41,2 і 38,0 % – на 3,2 %, а за третього способу (під органопластиковим ізолятором за штучного запилення пилком вилученим з батьківської форми) – 53,3 (зразки з ПЖТ *1AL/1RS*) і 48,8 % (зразки з ПЖТ *1BL/1RS*) – на 4,5 %.

Табл. Вплив способу схрещування на відсоток зав'язування насіння пшениці м'якої озимої за внутрішньовидової гібридизації, 2023 р.

Комбінація схрещування		Спосіб гібридизації								
		1*			2*			3*		
♀	♂	Кількість, шт.		Частка зав'язування, %	Кількість, шт.		Частка зав'язування, %	Кількість, шт.		Частка зав'язування, %
		кастрованих квіток,.	квіток, що сформувало насіння, шт.		кастрованих квіток,.	квіток, що сформувало насіння, шт.		кастрованих квіток,.	квіток, що сформувало насіння, шт.	
Фаворитка (*1BL/1RS*)	Патрас	112	12	10,7	112	39	34,8	113	55	48,7
Фрея (*1BL/1RS*)		109	14	12,8	116	43	37,1	115	59	51,3
Золотоколоса (*1AL/1RS*)		112	16	14,3	111	47	42,3	114	61	53,5
Щедрість одеська (*1AL/1RS*)		101	12	11,9	112	45	40,2	119	66	55,5
Фаворитка (*1BL/1RS*)	Дагмар	105	9	8,6	113	42	37,2	120	52	43,3
Фрея (*1BL/1RS*)		115	10	8,7	108	41	38,0	118	55	46,6
Золотоколоса (*1AL/1RS*)		116	15	12,9	102	39	38,2	117	57	48,7
Щедрість одеська (*1AL/1RS*)		113	12	10,6	115	51	44,3	110	64	58,2
Фаворитка (*1BL/1RS*)	Фронтерас	115	12	10,4	112	41	36,6	111	54	48,6
Фрея (*1BL/1RS*)		110	13	11,8	117	44	37,6	112	57	50,9
Золотоколоса (*1AL/1RS*)		110	15	13,6	106	46	43,4	113	60	53,1
Щедрість одеська (*1AL/1RS*)		113	12	10,6	114	44	38,6	116	59	50,9
$НІР_{05}$		–	*1,2*	*0,8*	–	*1,0*	*0,7*	–	*1,8*	*1,1*
Середнє за варіантом досліду		–	–	11,3	–	–	39,0	–	–	50,7

*Примітка. * Спосіб гібридизації материнської форми: 1 – під пергаментним ізолятором за перезапилення парно висіяних вихідних форм; 2 – під пергаментним ізолятором за штучного долучення колосків батьківської форми; 3 – під органопластиковим ізолятором за штучного запилення пилком, вилученим з батьківської форми.*

Підтверджено, що частка формування насіння залежить від добору вихідних компонентів та їх комбінаційної здатності. Це генетично зумовлений чинник. Найвдалішим поєднанням батьківських компонентів за високої специфічної комбінаційної здатності була комбінація схрещування Щедрість одеська (*1AL/1RS*) × Дагмар з показниками зав'язування насіння, відповідно способу гібридизації, 10,6, 44,3 58,2 % та Щедрість одеська (*1AL/1RS*) × Патрас – з показниками 11,9, 40,2 і 55,5 %. Серед матеріалів з транслокацією *1BL/1RS* вирізнялась комбінація Фрея (*1BL/1RS*) × Патрас з результатами формування насіння на рівні 12,8, 37,1 і 51,3 % відповідно способу отримання.

Висновки. Встановлено, що не залежно від добору вихідних компонентів, найвищий відсоток зав'язування насіння пшениці м'якої озимої отримано за проведення гібридизації під органопластиковим ізолятором. За внутрішньовидової гібридизації відсоток зав'язування насіння сягав 58,2 %. З'ясовано, що матеріали з пшенично-житньою транслокацією *1AL/1RS* не залежно від способу гібридизації та періоду запилення суцвіття формують істотно більшу кількість насіння, аніж зразки з транслокацією *1BL/1RS.* Найвищий відсоток зав'язування насіння отримано в комбінації схрещування Щедрість одеська (*1AL/1RS*) × Дагмар (58,2 %), а найнижчий – Фаворитка (*1BL/1RS*) × Дагмар (42,3 %).

Література:

1. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці T. aestivum L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.
2. Господаренко Г. М., Костогриз П. В., Любич В. В., Парій М. Ф., Полторецький С. П., Полянецька І. О., Рябовол І. С., Рябовол Л. О., Сухомуд О. Г. Пшениця спельта: монографія. Київ, ТОВ Сік Груп Україна. 2016. 364 с.
3. Рябовол Я. С., Рябовол Л. О., Діордієва І. П. Оцінка створених зразків пшениці м'якої озимої за використання сортів з пшенично-житніми транслокаціями. *Збірник наукових праць УНУС*. 2022. Вип. 101. Ч. 1. : Сільськогосподарські науки. С. 16–27. DOI: 10.32782/2415-8240-2022-101-1-16-27
4. Литвиненко М. А., Голуб Є. А., Фанін Я. С. Вплив пшенично-житніх транслокацій на урожайність та елементи продуктивності рослин пшениці м'якої озимої на півдні України. *Зернові культури*. 2022. Т. 6. № 1. С. 36–47.
5. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І. Селекція та насінництво польових культур: практикум. Біла Церква, 2008. 192 с.
6. Насінництво й насіннєзнавство польових культур / за ред. М. М. Гаврилюка. Київ : Аграрна наука, 2007. 216 с.
7. Селекція пшениці м'якої озимої за використання пшенично-житніх транслокацій в умовах центрального Лісостепу: монографія / Кириленко В. В., Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Вологдіна Г. Б., Лось Р. М., Дубовик Д. Ю. Київ: Компрінт, 2021. С. 18–28.
8. Diordiieva I. P., Riabovol I. S., Riabovol L. O., Babii M. M., Fedorenko S. V., Serzhuk O. P., Maslovata S. A., Liubchenko A. I., Novak Z. M., Liubchenko, I. O. Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum*

spelta L.) by interspecific hybridization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15(3). P. 463–468. doi: 10.15421/022465

9. Diordiieva I., Riabovol L., Riabovol Ia., Serzhyk O., Nakloka Iu., Nakloka O., Karychkovska S. Breeding and genetic improvement of soft winter wheat with the use of spelt wheat. *Agronomy research*. 2022. Vol. 20 (1). P. 91–102. http://doi.org/10.15159/AR.22.016

10. Nemeth C., Yang C., Kasprzak P., Hubbart S. et al. Generation of amphidiploids from hybrids of wheat and related species from the genera Aegilops, Secale, Thinopyrum, and Triticum as a source of genetic variation for wheat improvement. *Genome*. 2015. 58(2). P. 71–79.

11. Whitney K. D., Ahern J. R., Campbell L. G., Albert L. P., King M. S. Patterns of hybridization in plants. *Perspectives in Plant Ecology*. 2010. 12. P. 175–182.

References:

1. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V. (2015). Principles of selecting pairs for hybridization in the breeding of winter wheat *Triticum aestivum* L. for adaptability to environmental conditions. *Factors of Experimental Evolution of Organisms,* 16, 92–96. [in Ukrainian].

2. Hospodarenko, H. M., Kostohryz, P. V., Liubych, V. V., Pariy, M. F., Poltoretskyi, S. P., Polyanetska, I. O., Ryabovol, I. S., Ryabovol, L. O., Sukhomud, O. H. (2016). Spelt wheat. Kyiv: Sik Group Ukraine LLC. [in Ukrainian].

3. Ryabovol, Ya. S., Ryabovol, L. O., Diordiieva, I. P. (2022). Evaluation of developed common winter wheat samples using varieties with wheat–rye translocations. *Scientific Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 101, 16–27. https://doi.org/10.32782/2415-8240-2022-101-1-16-27. [in Ukrainian].

4. Lytvynenko, M. A., Holub, Ye. A., Fanin, Ya. S. (2022). Influence of wheat–rye translocations on yield and productivity elements of common winter wheat plants in southern Ukraine. *Grain Crops*, 6(1), 36–47. [in Ukrainian].

5. Molotskyi, M. Ya., Vasylkivskyi, S. P., Kniaziuk, V. I. (2008). Breeding and seed production of field crops: A practical guide. Bila Tserkva. 192 p. [in Ukrainian].

6. Havryliuk, M. M. (Ed.). (2007). Seed production and seed science of field crops. Kyiv: Agrarian Science. 216 p. [in Ukrainian].

7. Kyrylenko, V. V., Dubovyk, N. S., Humeniuk, O. V., Volohdina, H. B., Los, R. M., Dubovyk, D. Yu. (2021). Breeding of common winter wheat using wheat–rye translocations in the Central Forest-Steppe conditions: A monograph. (pp. 18–28). Kyiv: Komprint. [in Ukrainian].

8. Claessens, J., Kleynen, J. (2006). Notes on the hybridisation of Platanthera bifolia and P. chlorantha. *Journal of European Orchids*, 38(1), 3–28.

9. Diordiieva, I. P., Riabovol, I. S., Riabovol, L. O., Babii, M. M., Fedorenko, S. V., Serzhuk, O. P., Maslovata, S. A., Liubchenko, A. I., Novak, Z. M., Liubchenko, I. O. (2024). Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum spelta*) by interspecific hybridization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(3), 463–468. https://doi.org/10.15421/022465

10. Diordiieva, I., Riabovol, L., Riabovol, Ya., Serzhyk, O., Nakloka, Yu., Nakloka, O., Karychkovska, S. (2022). Breeding and genetic improvement of soft

winter wheat with the use of spelt wheat. *Agronomy Research*, 20(1), 91–102. https://doi.org/10.15159/AR.22.016

11. Nemeth, C., Yang, C., Kasprzak, P., Hubbart, S. et al. (2015). Generation of amphidiploids from hybrids of wheat and related species from the genera Aegilops, Secale, Thinopyrum, and Triticum as a source of genetic variation for wheat improvement. *Genome*, 58(2), 71–79.

12. Whitney, K. D., Ahern, J. R., Campbell, L. G., Albert, L. P., King, M. S. (2010). Patterns of hybridization in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12, 175–182.

Annotation

Riabovol L. O., Fedorenko S. V.

Effect of hybridization method on seed set in soft winter wheat under intraspecific hybridization of geographically distant forms

The aim of the research was to analyze the effect of the hybridization method on seed formation in soft winter wheat (Triticum aestivum L.) under intraspecific hybridization.

For hybridization of soft winter wheat, collection materials of geographically distant accessions were used. The maternal forms included varieties with wheat–rye translocations: Zolotokolosa (1AL/1RS), Shchedrist Odeska (1AL/1RS), Favoritka (1BL/1RS), and Freya (1BL/1RS). The paternal forms were high-yielding varieties of foreign breeding origin – Patras, Dagmar, and Fronteras.

Three pollination methods of the maternal form were applied during hybridization: under a parchment isolator with re-pollination of paired parental forms sown side by side; under a parchment isolator with artificial inclusion of paternal spikes; under an organoplastic isolator with artificial pollination using pollen collected from the paternal form.

The study established that hybridization using parchment isolators with re-pollination of paired parental forms resulted in a small number of seeds (on average 11.3 % across genotypes). When hybridization was performed under a parchment isolator with the artificial inclusion of paternal spikes, the results were significantly higher (39.0 %). However, regardless of the selected parental components, the highest percentage of seed setting in soft winter wheat under hybridization using an organoplastic isolator was obtained. In intraspecific hybridization, the seed set percentage reached 58.2 %.

It was found that materials with the wheat-rye translocation 1AL/1RS, regardless of the hybridization method and flowering period, formed a significantly greater number of seeds compared to accessions with the 1BL/1RS translocation. The highest seed set percentage was observed in the cross combination Shchedrist Odeska (1AL/1RS) × Dagmar (58.2 %), while the lowest was recorded for Favoritka (1BL/1RS) × Dagmar (42.3 %).

Key words: *soft winter wheat, hybridization method, 1AL/1RS and 1BL/1RS translocations, seed setting.*