



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.14: 631.522

© 2020

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗНОВИДНОСТЕЙ ЖИТА ОЗИМОГО ЗА КІЛЬКІСТЮ КВІТОК У КОЛОСКАХ ТА ЗЕРНОВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ

В.М. Стариченко¹, І.І. Губа²

¹кандидат сільськогосподарських наук
ННЦ «Інститут землеробства НААН»
вул. Машинобудівників, 2б,

смт Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл., 08162, Україна

e-mail: ¹cereal.iz@naas.gov.ua, ²Airin_777@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-4551-8263, ²0000-0002-9339-0217

Надійшла 30.03.2020

Мета. Провести порівняльний аналіз звичайного та багатоквіткового жита озимого за господарсько-цінними ознаками, плодоутворенням та зерною продуктивністю для визначення потенціалу використання багатоквіткового жита в селекції. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2014–2017 рр. у ННЦ «Інститут землеробства НААН» на сірих лісових ґрунтах північної частини Лісостепу. Об'єкт досліджень — звичайне жито озиме (*Secale vulgare* Koern.) та його багатоквіткові різновидності з додатковими квітками в колосках колоса — *Secale triflorum*, *tetraflorum*, *pentaflorum* та 2 природні багатоквіткові різновидності — *Secale* var. *compositum* Lam. та *Secale* var. *monstrosum* Koern. **Результати.** Проведено порівняльний структурний аналіз багатоквіткового жита зі звичайним 2-квітковим житом озимим. Збільшення кількості 3- та 4-ї фертильних квіток у колосках колоса позитивно впливає на масу зерна з колоса та рослини, істотно не зменшуючи масу 1000 зерен. Жито, що утворює 5-у квітку в колосках, має нижчі показники за озерненістю колоса і показниками продуктивності, що значно поступається звичайному 2-квітковому та багатоквітковим (3- і 4-квітковій) формам жита. **Висновки.** Установлено, що в кожній багатоквіткової різновидності закладається різна кількість квіток у колосках, що як позитивно, так і негативно впливає на плодоутворення та зернову продуктивність жита озимого. Природні багатоквіткові різновидності жита озимого є цінними джерелами багатоквітковості, що мають найбільшу кількість квіток у колосі, але найменшу озерненість і найнижчі показники зернової продуктивності.

Ключові слова: var. *compositum* Lam., var. *monstrosum* Koern., багатоквітковість, фертильність, селекція.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202005-04>

Вихідний матеріал — основна запорука створення сучасних високопродуктивних сортів. Високий ступінь спорідненості у світовій колекції сортів є лімітувальним фактором для подальшого підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Для гібридизації потрібно добирати та використовувати нові комбінації схрещування, батьків для яких було відібрано з колекційних зразків, що можуть гарантувати поліпшення конкретної ознаки. У жита багатоквітковість практично не досліджена і майже немає даних щодо впливу багатоквітковості на ознаку продуктивності колоса та характер її успадкування загалом.

Умови зовнішнього середовища значно впливають на відбір цінних генотипів за врожаєм зерна та кількісними ознаками. Більшість дослідників вважають, що використання у схрещуваннях унікальних форм з більшою кількістю колосків, квіток і зерен може бути одним із способів підвищення продуктивності зернових культур [1–3]. Автори [4–6] у своїй селекційній роботі з м'якою пшеницею акцентували саме на вивченні ознаки багатоквітковості.

Однак ступінь прояву ознаки багатоквітковості перебуває під дією навколишнього середовища [7, 8]. Взаємодія генотип — середовище має значний вплив на фенотиповий прояв ознаки багатоквітковості. Вживання додаткових квіток (більше 2-х у колоску) значно залежить від водного балансу та освітлення, умісту поживних речовин у ґрунті (I–IV етапи органогенезу) і температурних чинників — суми активних температур від фази кущіння до цвітіння та фотосинтетичної активності листків і колосів упродовж вегетації [9]. У звичайних сортів жита в зародковому колоску закладається 5–6 квіток, але розвиваються зазвичай 2, зрідка — 3, решта — атрофуються [6].

Одним із способів підвищення урожайності жита озимого є створення сортів і ліній, здатних зав'язувати повноцінних 3 і більше зерен у колоску. Основна проблема вирощування багатоквіткових сортів полягає у дрібнозерності, поганому вимолоті додаткових квіток та високій нестабільності прояву ознаки багатоквітковості, що значно залежить від умов навколишнього середовища. Нами вивчаються саме багатоквіткові

зразки жита озимого, які не лише утворюють додаткові квітки, а й зав'язують зерно з них. Нові сорти містять 3-зерні колоски, а деякі нові селекційні номери — переважно 4-зерні колоски в колосі [10].

Мета досліджень — провести порівняльний аналіз звичайного та багатоквіткового жита озимого за господарсько-цінними ознаками, плодоутворенням та зерновою продуктивністю для визначення потенціалу використання багатоквіткового жита в селекції.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2014–2017 рр. у північній частині Лісостепу України в ННЦ «Інститут землеробства НААН». Матеріалом були рослини жита озимого 20-ти номерів із селекційного та колекційного розсадників із різним проявом ознаки багатоквітковості та 2 природні різновидності як джерело ознаки багатоквітковості — *var. compositum* Lam. та *var. monstrosus* Koern. За контроль для порівняння взято звичайний 2-квітковий сорт Пам'ять Худоєрка. Проводили структурний аналіз рослин за такими показниками: висота рослин, продуктивна кущистість, довжина головного колоса, кількість колосків у головному колосі, кількість квіток у головному колосі, кількість зерен із головного колоса, відсоток озерненості головного колоса, маса зерна з головного колоса, маса зерна з рослини та маса 1000 зерен. Відбирали по 30 рослин із кожного зразка. Аналізували головний колос, оскільки на інших колосах генетично детермінована багатоквітковість слабкіше проявлялася фенотипово. Для аналізу даних використовували методи базової статистики з використанням програм Excel та Statistica.

Результати досліджень. За рядом досліджень, крім звичайного типу (2-квіткове жито) *Secale vulgare* Koern. та багатоквіткових природних різновидностей жита озимого, зокрема *Secale var. compositum* Lam. та *Secale var. monstrosus* Koern., є ще й проміжні багатоквіткові форми, що різняться за утворенням кількості квіток у колосках колоса. Це 3-квіткове (*triflorum*), 4-квіткове (*tetraflorum*) та 5-квіткове (*pentaflorum*) жито, хоча іноді трапляється й 6-квіткове жито [11, 12].

Тобто є проміжні форми, які можна впровадити в схему за такою послідовністю:

Secale cereale L. — *Secale vulgare* Koern. → *Secale triflorum* P. Beavn. → *Secale tetraflorum* → *Secale pentaflorum* → *Secale var. compositum* Lam. → *Secale var. monstrosus* Koern. Нами було відібрано та проаналізовано зразки, які належать до всіх відомих форм. На рис. 1 показано варіанти з мінімальною та максимальною



Рис. 1. Двоквіткове (звичайне) жито озиме та багатоквіткові різновидності *S. compositum* Lam. та *S. monstrosus* Koern.



Рис. 2. Двоквіткові, триквіткові, чотириквіткові та п'ятиквіткові колоси жита озимого

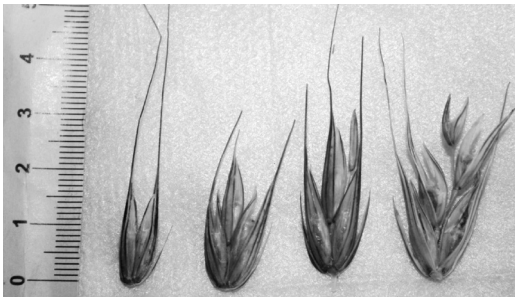


Рис. 3. Двоквіткові, триквіткові, чотириквіткові та п'ятиквіткові колоски жита озимого

кількістю квіток у колоску — від 2-квіткового зразка до різновидності *monstrosus*, де колоски мають значно менший розмір і розміщені досить щільно, що ускладнює їх підрахунок. На рис. 2, 3 показано колоси та колоски проміжних варіантів у порівнянні з контролем. У багатоквіткових форм не всі колоски мають однакову кількість квіток. Форма визначається за максимальною кількістю сформованих квіток у колосках.

На рис. 4 показано порівняльний аналіз форм жита за деякими господарсько-цінними ознаками та елементами структури колосу. Контрольною ознакою обрали кількість квіток у колосі, яка значно змінюється залежно від форми жита. Для побудови гістограми ознаки «кількість квіток у колосі» використано значення $\times 10^{-1}$. Наведені значення за формами достовірно різняться при $P < 0,05$ (за Ст'юдентом).

На рис. 4а розглядається продуктивна куцистість, довжина головного колоса та загальна кількість колосків у ньому. Довжина колоса майже всіх багатоквіткових різновидностей більша за стандарт на 0,2–2,8 см, проте в різновидності *var. monstrosus* Koern. довжина на 3,2 см менша від стандарту (12 см). Найбільша кількість колосків у колосі була у 5-квіткового — 39,5 шт. та 4-квіткового жита — 38,7 шт. У 3-квіткового жита середня кількість колосків із колоса становила 37,7 шт., що на 3,1 шт. більше за стандарт — 2-квіткове жито (34,6 шт.). У різновидності *var. monstrosus* Koern. не було підраховано кількості колосків у колосі через надто щільну форму колоса.

На рис. 4б показано порівняльний аналіз за висотою рослин, загальною кількістю утворених квіток у головному колосі, загальною кількістю зерен із головного колоса та його озерненістю (фертильністю). Виявлено, що найбільшу висоту має 4-квіткове жито — 144,1 см та 5-квіткове — 139,7 см, що на 14,1 см та на 9,7 відповідно вище звичайного 2-квіткового жита (130 см), а найнижчу висоту мають рослини *var. monstrosus* Koern. — 109,7 см. Найменша кількість утворених квіток була у 2-квіткового стандартного колоса — 70,7 шт. із найбільшою їх озерненістю 93%. Найбільшу кількість квіток у колосі мала багатоквіткова різновидність *var. monstrosus* Koern. — 298 шт.,

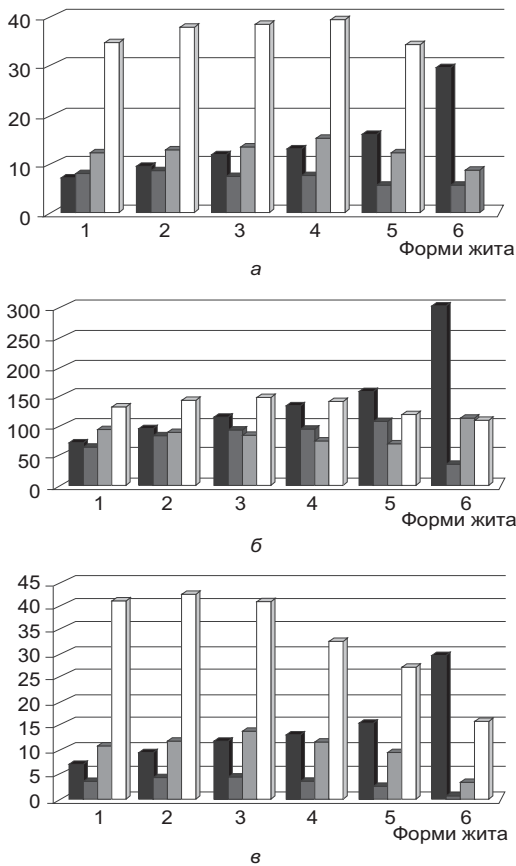


Рис. 4. Порівняльна характеристика форм жита озимого за елементами структури рослини та зерновою продуктивністю: ■ — кількість квіток у колосі, п/10 шт.; ■ — довжина колоса, см; □ — кількість колосків у колосі, шт. (а); ■ — кількість квіток у колосі, шт.; ■ — кількість зерен із колоса, шт.; ■ — озерненість (фертильність), %; □ — висота рослин, см (б); ■ — кількість квіток у колосі, п/10 шт.; ■ — маса зерна з колоса, г; ■ — маса зерна з рослини, г; □ — маса 1000 зерен, г (в). 1 — *Secale vulgare* Koern. (2-квіткове, St.); 2 — *Secale triflorum* P. Beavn. (3-квіткове); 3 — *Secale tetraflorum* (4-квіткове); 4 — *Secale pentaflorum* (5-квіткове); 5 — *Secale var. compositum* Lam.; 6 — *Secale var. monstosum* Koern.

проте з мізерною озерненістю — лише 12,7%. Триквіткове та 4-квіткове жито не набагато поступається озерненістю головного колоса стандарту — 89,8 і 82,5% відповідно.

Порівняння за показниками продуктивності показано на рис. 4в. Вищу, ніж у стандартного 2-квіткового жита (3,21 г), масу зерна з головного колоса мають 3-, 4- та 5-квіткові рослини — 3,87; 4,03 та 3,38 г відповідно (табл. 3). Різновидність *var. compositum* Lam. поступається показником за масою зерна із колоса (2,67 г). Показники маси зерна з рослини в 3-, 4- та 5-квіткового жита дещо вищі порівняно зі стандартом (10,75 г) — 11,35 г, 13,62 та 11,27 г.

Мізерну масу зерна з колоса та рослини має багатоквіткова різновидність *var. monstrosus* Koern. — 0,73 г та 3,44 г відповідно. Найвища маса 1000 зерен у 3-квіткового жита — у середньому 41,82 г, що на 1,15 г вище за стандарт. Маса 1000 зерен знижується з подальшим збільшенням кількості насінин. У 4-квіткового вона становила 40,33 г, 5-квіткового — 32,43 г, у різновидностях *var. compositum* Lam. — 26,85, *var. monstrosus* Koern. — 16,11 г.

Очевидно, що форма жита пов'язана з кількістю квіток, кількістю насінин та іншими ознаками. Для обчислення залежності елементів структури рослини від різновидності використано коефіцієнт кореляції «Тау Кендала», який дає змогу встановити кореляційні зв'язки між якісними та кількісними ознаками. Як якісну ознаку розглядали в цьому випадку форму жита, тобто стандартну для певного зразка кількість квіток у колоску з відповідними градаціями: *Secale vulgare* Koern. (2-квіткове), *Secale triflorum* P. Beavn. (3-квіткове), *Secale tetraflorum* (4-квіткове), *Secale pentaflorum* (5-квіткове), *Secale var. compositum* Lam. та *Secale var. monstrosus* Koern. Як кількісні розглядали 23 ознаки з безперервною мінливістю (таблиця).

Найбільше форма жита впливає на загальну кількість утворених квіток, кількість 3-, 4-х квіток та кількість зерен із них. Також ознака впливає на загальну фертильність колоса, коефіцієнт становить близько -0,6. Позитивним є те, що маса зерна з перших 2-х квіток та маса 1000 зерен незначно залежать від збільшення або зменшення кількості квіток загалом. Отже, можна не боятися критичного зменшення значень цих ознак за використання у селекційній роботі багатоквіткових зразків.

Кореляція (за Кендалом) між різновидністю та іншими ознаками

Пари змінних	Коефіцієнт кореляції	Стандартне відхилення	Рівень імовірності
	Kendall Tau	Z	p-level
Форма і Висота рослини, см	0,28523	1,75830	0,07870
Форма і Продуктивна кущистість, шт.	0,28523	1,75830	0,07870
Форма і Довжина колоса, см	0,45122	2,78153	0,00541
Форма і Кількість колосків у колосі, шт.	0,57680	3,55566	0,00038
Форма і Щільність колоса (шт. на 10 см)	0,29791	1,83644	0,06629
Форма і Товщина 2-го міжвузля, мм	0,21781	1,34270	0,17937
Форма і Довжина верхнього міжвузля, см	-0,22185	-1,36756	0,17145
Форма і Загальна кількість утворених квіток, шт.	0,71625	4,41528	0,00001
Форма і Загальна кількість зерен із головного колоса, шт.	0,64019	3,94640	0,00008
Форма і Загальна фертильність колоса, %	-0,58948	-3,63381	0,00028
Форма і Загальна кількість 2-ї квіткі, шт.	0,57680	3,55566	0,00038
Форма і Кількість зерен із 2-ї квіткі, шт.	0,41200	2,53976	0,01109
Форма і Загальна кількість 3-ї квіткі, шт.	0,70731	4,36014	0,00001
Форма і Кількість зерен із 3-ї квіткі, шт.	0,72005	4,43870	0,00001
Форма і Кількість 4-ї квіткі, шт.	0,71437	4,40365	0,00001
Форма і Кількість зерен із 4-ї квіткі, шт.	0,65220	4,02045	0,00006
Форма і Маса зерен із 2-х квіток, г	-0,17938	-1,10575	0,26883
Форма і Маса зерен із 3-х квіток, г	0,71110	4,38352	0,00001
Форма і Маса зерен із 4-х квіток, г	0,65220	4,02045	0,00006
Форма і Маса зерен із 5-ти квіток, г	0,33492	2,06458	0,03896
Форма і Маса зерна з головного колоса, г	0,32326	1,99273	0,04629
Форма і Маса зерна з рослини, г	0,57680	3,55566	0,00038
Форма і Маса 1000 зерен, г	0,05705	0,35166	0,72509
Примітка. Наведені напівжирним дані достовірні при $P < 0,05$.			

Висновки

Виявлено, що збільшення кількості 3- та 4-ї озернених квіток у колосках позитивно впливає на масу зерна з колоса та рослини, істотно не зменшуючи масу 1000 зерен. Жито з додатковою 5-ю квіткою у колосках має нижчі показники за озерненістю колоса і показниками зернової продуктивності, що значно поступається 3-, 4-квітковому та звичайному 2-квітковому житу. Виявлено сильний зворотний кореляційний зв'язок між кількістю квіток у головному колосі та відсотком озерненості колоса. Тобто, чим більша кількість квіток у колосках

та колосі загалом, тим менша кількість утворених зерен. Природні багатоквіткові різновидності *var. compositum* Lam. та *var. monstrosum* Koern з найбільшою кількістю квіток за рахунок значного гілкування колосків у колосі мають найменшу озерненість колоса та найнижчі показники зернової продуктивності. Отже, для селекції на збільшення кількості зерен у колоску доцільно брати 4-зерні зразки, а різновидності *var. compositum* Lam. та *var. monstrosum* Koern. краще використовувати для вивчення генетики багатоквітковості.

Starychenko V.¹, Huba I.²

NSC «Institute of Agriculture of NAAS», 2b Mashynobudivnykiv Str., Chabany, Kyiv-Sviatoshyn region, Kyiv oblast, 08162, Ukraine; e-mail: ¹cereal.iz@naas.gov.ua, ²Airin_777@ukr.net ORCID: ¹0000-0002-4551-8263, ²0000-0002-9339-0217

Comparative characteristics of varieties of winter rye according to the number of flowers in spikelets and grain yield

Goal. To conduct a comparative analysis of conventional and multi-flower winter rye according to productive characteristics, fruit formation, and grain yield to determine the potential of the use of multi-flower rye in selection. **Methods.** The study was carried out during 2014–2017 in NSC «Institute of agriculture NAAN» on gray forest soils of the Northern part of Forest-Steppe. The object of research — common rye (*Secale vulgare* Koern.) and its multi-flower varieties with more flowers in the spikelets of an ear — *Secale triflorum*, *tetraflorum*, *pentaflorum* and 2 natural multi-flower species — *Secale var. compositum* Lam. and *Secale var.*

monstrosum Koern. **Results.** Comparative structural analysis of multi-flower rye with the usual 2-flowers winter rye. The increase in the number of 3rd and 4th fertile flowers in the spikelets of an ear positively influenced grain weight in an ear and plant, without reducing significantly the weight of 1000 grains. Rye that formed 5th flower in a spikelet, had a lower performance as to the ear grain content and performance, that was significantly inferior to conventional 2-flower and multi-flower (3 and 4) forms of rye. **Conclusions.** It is established that in each of many varieties laid a different number of flowers in spikelets that positively and negatively affect fruit formation and grain productivity of winter rye. Natural multi-flower varieties of winter rye are valuable sources of multi-flower ability with the highest number of flowers per ear, but the smallest grain size and lowest indices of grain productivity.

Key words: *var. compositum* Lam. *var. monstrosum* Koern., multi-flower ability, fertility, selection.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202005-04>

Бібліографія

1. Sreenivasulu N., Shcnurbusch T. A genetic playground for enhancing grain number in cereals. *Trends Plant Sci.* 2012. V. 17. № 2. P. 91. doi: 10.1016/j.tplants.2011.11.003
2. Martinek P., Bednar J. Gene resources with non-standard spike morphology in wheat. *Proc. Int. 9th Wheat Genet. Symp., Saskatoon, Canada, 2–7 Aug.*, 1988. P. 286–288.
3. Wang Y., Miao F., Yan L. Branching shoots and spikes from lateral meristems in bread wheat. *PLoS ONE*. 2016. № 11(3). P. 1–9. doi: 10.1371/journal.pone.0151656
4. Арбузова В.С., Ефремова Т.Т., Мартинек П. и др. Изменчивость признаков продуктивности колоса у гибридов F₂, полученных от скрещивания сортов мягкой пшеницы Новосибирская 67, Саратовская 29, PUZA-4 с многоцветковой линией SKLE 123-09. *Вавиловский журн. генетики и селекции*. 2014. Т. 18, № 4/1. С. 704–712.
5. Nucl P., Fowler J. Comparison of a branched spike wheat with the cultivar Neerawa and HY320 for grain yield components. *Canada. J. Plant Sci.* 1992. V. 2. P. 671–677. doi: 10.4141/cjps92-083
6. Кобылянский В.Д. Рожь. Генетические основы селекции. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. Москва: Колос, 1982. 271 с.
7. Malcomber S.T., Preston J.C., Reinheimer R. et al. Developmental gene evolution and the origin of grass inflorescence diversity. *Advanced in botanical research*. 2006. V. 44. P. 423–479. doi: 10.1016/S0065-2296(06)44011-8
8. Sharman B.C. Branched head in wheat and wheat hybrids. *Nature*. 1944. V. 153. P. 497–498.
9. Pennell A.L., Halloran G.M. Inheritance of supernumerary spikelet in wheat. *Euphytica*. 1983. V. 32. P. 767–776.
10. Стариченко В.М., Губа І.І., Коберник Н.І. Багатоквітковість зернових колосових культур — історія та стан вивчення. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 150–167. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134368
11. Смирнов В.Г., Соснихина С.П. Генетика ржи. Ленинград: ЛГУ, 1984. 264 с.
12. Федоров В.С., Смирнов В.Г., Соснихина С.П. Некоторые итоги исследований по частной генетике ржи. *Исследования по генетике*. Ленинград, 1971. Вип. 4. С. 117–133.