

productivity of the plantations and the corresponding level of potential yield in relation to the conditions of technology, as well as correction factors for the productivity of the variety and the environmental factor limiting the yield. It has been established that the developed model for predicting the potential yield of vineyards based on the parameters of cultivation technology, biological productivity of the variety and available environmental resources shows a sufficiently high reliability. The model can be used to calculate design yield when preparing design specifications for vineyards.

Key words: *grapes, technology, productivity, environment, prediction, yield.*

УДК: 631.527.581.143:633.14

DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-112-118

ОЦІНКА СТОВРЕНИХ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ ЖИТА ОЗИМОГО ЗА ОСНОВНИМИ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ

Я. С. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук

Л. О. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук

С. І. СЛІДЕНКО, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет садівництва

В статті викладено результати апробації створених інбредних ліній жита озимого, що отримано за гібридизації сортів, гібридів та інбредних ліній, які характеризуються загальною і специфічною комбінаційною здатністю, короткостебловістю, середньою озерненістю та щільністю колосу і масою 1000 зерен. Створений матеріал, доцільно використовувати донором генів окремих господарсько-цінних ознак і вихідним матеріалом для ведення гетерозисної селекції та створення сортів-синтетиків культури.

Ключові слова: *жито озиме, інбредна лінія, продуктивність, короткостебловість, господарсько-цінні ознаки.*

Постановка проблеми. Жито (*Secale cereale* L.) – хлібна злакова культура. Понад 75 % світового виробництва зерна культури зосереджено в Польщі, Німеччині та Україні. Жито озиме – цінна та перспективна культура для АПК України [1, 2]. Порівняно з пшеницею озимою та іншими хлібними злаками, жито озиме має підвищену стійкість до низки абіотичних та біотичних чинників. Рослини вирізняються толерантністю до підвищеної концентрації в ґрунті солей важких металів (Al, Fe тощо) [3, 4]. Його зерно поєднує високі фізико-хімічні та хлібопекарські властивості [3]. Білки, що містяться в зерні мають усі незамінні амінокислоти. Житній хліб – корисний для організму людини і характеризується високим коефіцієнтом засвоювання [5, 6]. Культура впевнено займає свою нішу у виробництві етанолу та біометану, як альтернативного джерела енергії. В Європі гібридне жито конкурує з тритикале та пшеницею за вирощування на бідних ґрунтах [7].

Світова селекція за глобальної зміни клімату розвивається у напрямку створення високопродуктивних, стійких до посухи сортів і гібридів жита озимого [8, 9]. Успіх селекціонерів став можливим завдяки поглибленню знань з генетики й цитогенетики культури, а також новим науковим методичним підходам в цілому, зокрема, використання молекулярного та маркерного аналізів, пірамідування генів (QTL) і геномної селекції. В Україні селекція жита озимого проводиться в незначних обсягах, а на генетичному рівні дослідження майже відсутні [10, 11].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Основними напрямками селекції жита озимого є селекція на продуктивність, короткостебловість, стійкість до вилягання та проростання зерна на колосі. Нині селекційний процес інтенсифікується завдяки досягнутому прогресу в інтрогресії донора генів на основі маркерних сегментів хромосом (використання генів пшенично-житніх транслокацій в селекції пшениці) [7, 10]. Актуальними питаннями в Західній і Центральній Європі є селекція на стійкість до листової та стеблової іржі (*Puccinia recondita*, *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*), ріжків жита (*Claviceps purpurea*) і толерантність до фузаріозних хвороб. Стійкість до вірусних захворювань, зокрема, до вірусу плямистості листя (*Rhynchosporium secalis*) є наразі новим викликом.

Нині у виробництві значну частку площ жита озимого займають сорти-популяції – це вільнозапильні і синтетичні сорти. Вони походять від розмноження самонесумісних популяцій, що суттєво покращуються за повторного напів- або повного добору. Вільнозапильні сорти (OPV) – це відібрані окремі фракції популяції, а синтетичні – складаються зі спеціально відібраних батьківських компонентів, з яких вони можуть бути повністю відтворені. Більшість сортів-популяцій, що висівають у виробництві, містять зародкову плазму з двох та більше генетично віддалених генофондів [7, 9, 10].

Перспективним напрямком селекції жита озимого є створення гібридів на основі самонесумісності і цитоплазматичної генної чоловічої стерильності (ЦЧС). Більшість провідних селекційних установ Європи (KWS, Strube тощо) переводять свої селекційні програми саме на створення та виробництво гетерозисних гібридів [7, 10, 11]. Цей напрямок має свої плюси та мінуси. Звичайно, гібриди мають вищу продуктивність і стійкість до біотичних та абіотичних чинників, проте для отримання насіння необхідно тривалі цикли створення вихідних батьківських форм, що передбачає отримання інбредних ліній, переведення стерильної форми на її фертильний аналог і тестових схрещувань для перевірки матеріалу на специфічну комбінаційну здатність (СКЗ). Нині для прискорення створення ліній активно розробляються і впроваджуються в селекційний процес біотехнологічні методи, зокрема, культура дигаплоїдів.

Комерційне виробництво гібридного насіння вимагає висококваліфікованих підходів до насінництва. Пилок жита може долати значні відстані, не втрачаючи свою життєздатність. Тому необхідно дотримуватись просторової ізоляції насінників не менше 2 км. В Європейських країнах, оскільки

жито продукує велику кількість пилку, існує практика його перевезення з батьківської форми для запилення ним материнського компонента в різних регіонах країни. За класичної методики насінництва жита, перезапилена материнської форми батьківською проводиться в перемінних смугах у співвідношенні 4 : 1. З метою здешевлення етапу виробництва насіння на основі ЦЧС, материнську форму і батьківський запилювач вирошують у суміші за пропорції 95 : 5, 93 : 7 або 90 : 10. Таким чином, лише біля 90–95 % сертифікованого насіння є істинно гібридним, а решта – 5–10 % є випадково змішаним насінням запилювача, що погіршує показник гібридності партії.

Метою досліджень було створення та апробація короткостеблових високопродуктивних інбредних ліній жита озимого, що використовуватимуться запилювачами за отримання гібридів і сортів-синтетиків культури.

Методика досліджень. Дослідження проводились на дослідних ділянках кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС впродовж 2016–2024 років. Вихідним матеріалом за створення нових ліній слугували сорти та гібриди вітчизняної і зарубіжної селекції Хлібне, Хасто, Дозор, Боротьба, Харківське 98, Palazzo, Quttino, Varazetto та раніше створені інбредні лінії 118-1, a14-7, 1214-5, 1292-4.

У результаті гібридизації було отримано 27 стартів. З кожного старту за селекційного добору в поколінні F₄ було відібрано по 20 зразків. Відбір проводили за основними фенотиповими господарсько-цінними ознаками: висота рослин, продуктивна кущистість, довжина колосу, кількість квіток і зерен у колосі, озерненість колосу, маса зерна з колосу та рослини, стійкість до хвороб, зимостійкість, стійкість до вилягання тощо.

Результати досліджень. У процесі досліджень було отримано та проаналізовано за загальною (ЗКЗ) та специфічною (СКЗ) комбінаційною здатністю низку зразків жита озимого. П'ять ліній 1714-1, 1719-3, 1731-9, 1742-5, 1744-2 під час проведення топ-кросів вирізнялись з-поміж інших позитивним гетерозисним ефектом. Відібрані матеріали було проаналізовано за основними елементами продуктивності культури (табл.). Серед фенотипових показників висота рослин жита має важливе значення [12]. Ознака залежить від генотипу організму [13]. За висотою рослин середнє значення зразків було в межах 84–101 см. Найвищу висоту стеблостою фіксували в лінії 1714-1 (101 см), а найнижчу – в зразка 1731-9 (84 см). Кожен зі створених матеріалів може слугувати донором генів короткостебловості.

Продуктивна кущистість є важливою складовою загальної продуктивності рослини. Цим показником керувались за виділення продуктивних зразків у поколінні F₄. Продуктивна кущистість – показник який істотно залежить від генотипу та умов вирощування. Вченими доведено, що за схрещування вихідних форм жита у нащадків домінує вища кущистість. За дослідом цей показник варіював у межах 4–16 шт. стебел на рослину. Найнижчою була кущистість у лінії 1714-1 – 6,3 шт. стебел на рослину, найвищою – у лінії 1731-9, на рівні 8,8 стебел. Зразок 1731-9 доцільно використовувати донором генів цієї ознаки.

Табл. Аналіз елементів продуктивності інбредних ліній за основними фенотиповими показниками, 2022–2024 рр.

Фенотипові кількісні ознаки	Інбредна лінія (зразок)					HIP ₀₅
	1714-1	1719-3	1731-9	1742-5	1744-2	
Висота рослин, см	101±4	90±4	84±4	96±3	93±3	4
Продуктивна кущистість, шт.стебел/рос.	6,3±1,1	8,4±0,8	8,8±1,2	7,2±1,2	8,2±1,1	1,1
Довжина колосу, см	8,9±0,5	9,4±0,4	8,2±0,3	9,5±0,4	9,9±0,5	0,4
Кількість квіток у колосі, шт.	57,8±2,5	58,4±2,3	54,6±1,9	60,6±2,4	64,6±2,1	2,8
Кількість зерен у колосі, шт.	49,6±2,4	50,8±2,0	48,5±1,6	54,1±1,9	57,6±1,6	2,6
Озерненість колосу, %	85,8±1,3	86,9±1,9	88,8±1,8	89,3±2,0	89,2±2,1	2,1
Щільність колосу, шт/см	5,6±0,1	5,4±0,2	5,9±0,2	5,7±0,1	5,8±0,2	0,2
Маса зерна з колосу, г.	1,7±0,1	1,6±0,1	1,5±0,05	1,8±0,07	1,9±0,1	0,1
Маса зерна з рослини, г	10,7±1,6	13,5±1,8	13,2±2,2	13,0±2,7	16,0±2,9	0,7
Маса 1000 зерен, г	34,2±0,4	32,5±0,2	30,1±0,3	33,3±0,5	34,0±0,3	0,6

Довжина колосу – генетично зумовлений чинник. Підтверджено, що ця ознака рослини маломінлива, хоча може неістотно змінюватись під дією умов навколишнього середовища. У наших дослідженнях показник варіював у межах 8,2–9,9 см.

Озерненість колосу, що визначається співвідношенням кількості зерен і квіток у колосі, відноситься до середньомінливих ознак і може змінюватись під впливом чинників навколишнього середовища. Кількість квіток і зерен в колосі – це ознаки, які рівноймовірно залежать від генотипових і фенотипових проявів організму. Найбільшу кількість квіток формували рослини лінії 1744-2 (64,4 шт.), найменшу – лінії 1731-9 (54,6 шт.). За кількістю зерен в колосі найвищий показник зафіксовано в лінії 1744-2 (57,6 шт.), а найнижчий – у лінії 1731-9 (48,5 шт.). Озерненість колосу істотно не відрізнялась за зразками. Дещо нижчою вона була у лінії 1714-1, на рівні 86 %.

На продуктивність жита суттєво впливає щільність колосу. Рослини з надщільним колосом, зазвичай, вражаються хворобами колосу, а рослини з не щільним суцвіттям мають низьку врожайність. Впродовж досліджень відселектовано зразки, що мали середню щільність колосу. Найвищим цей показник був у лінії 1731-9 і становив у середньому 5,9 шт. зерен на один сантиметр колосового стрижня. Найнижчу щільність мав колос рослин лінії 1719-3 – 5,4 шт. зерен/см. Інші зразки (1714-1, 1744-2, 1742-5) за цією ознакою суттєво не відрізнялись (5,6–5,8 шт. зерен/см.).

Маса зерна з колосу – це інтегральна ознака, що залежить від кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен. У селекції зернових колосових культур за цією

ознакою проводиться добір на збільшення врожайності. У наших зразків ця величина варіювала в межах від 1,5 г. до 2,0 г. Найменшу масу зерна з колосу отримано з лінії 1731-9 – 1,5 г., найбільшу – з лінії 1744-2 – 1,95 г. Проте, у популяції рослин майже всіх зразків формувались особини з показником, що перевищував 2,3 г.

Урожайність жита озимого істотно залежить від продуктивності колосу та кількості продуктивних стебел на рослину в період збирання врожаю. Найбільшою масою зерна з рослини вирізнялась лінія 1744-2 (16 г.), найменшою – лінія 1714-1 (10,7 г). Значення цієї величини у рослин зразків 1742-5, 1731-9 і 1719-3 істотно не відрізнялись і складали, відповідно, 13,0 г, 13,2 г та 13,5 г.

Маса 1000 зерен створених матеріалів у середньому за роками досліджень варіювала в межах 28,1–40,3 г. Найкрупніше насіння формували рослини зразка 1714-1, на рівні 34,2 г, а найдрібніше – мала лінія 1731-9 (30,1 г). Вчені стверджують, що ця ознака залежить від генотипу вихідного матеріалу, проте важливим є також вплив абіотичних чинників продовж онтогенетичного розвитку організму [7, 8]. Виділені зразки мали комплексну стійкість до хвороб (бура іржа, стеблова іржа, борошниста роса) та вилягання.

Висновки. Створено та апробовано зразки жита озимого, що отримано за гібридизації сортів, гібридів та інбредних ліній, які характеризуються загальною і специфічною комбінаційною здатністю, короткостебловістю, середньою озерненістю та щільністю колосу і масою 1000 зерен. За продуктивною кущистістю, формуючи понад вісім колосоносних стебел, вирізнялась лінія 1731-9, а за довжиною колосу до 10,0 см і кількістю зерен у колосі понад 57 шт. – лінія 1744-2. Створений матеріал, доцільно використовувати донором генів окремих господарсько-цінних ознак і вихідним матеріалом для ведення гетерозисної селекції та створення сортів-синтетиків культури.

Література:

1. Гончаренко А. А. Сучасні можливості покращення якості зерна жита озимого. Селекція і насінництво. 2011. № 100. С. 24–36.
2. Парій Ф. М., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. Спосіб контролю гібридності рослин жита озимого за використання гена w/w «восковий наліт». Інноваційні розробки Уманського НУС. Умань, 2014. С. 24.
3. Єгоров Д. К., Циганко В. А., Стефан О. О., Олійник О. О. Формування ценозу рослин жита озимого на ділянках гібридизації та його вплив на рівень прояву ознак продуктивності. *Селекція і насінництво*. 2012. С. 30–37.
4. Geiger H. H. Strategies of hybrid rye breeding. In: Proceedings of International Symposium on Rye Breeding & Genetics. 28–30 June 2006. Groß Lußewitz, Germany, 2006. P. 16.
5. Buksa K., Łakomy A., Nowotna A., Krystyan M. Arabinoxylan-starch-protein interactions in specially modified rye dough during a simulated fermentation process. *Food Chemistry*. 2018. V. 253. P. 156–163.
6. Cardoso R. V. C., Fernandes A., Heleno S. A. et al Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 280. P. 123–129.

7. Carena M. J. *Cereals. Handbook for plant breeding*. Springer Science + Business Media, LLC, 2009. 425 p.
8. Єгоров Д. К. Наукові основи селекції озимого жита (методика, результати). *Селекція польових культур. Збірник наукових праць ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН*. 2008. С. 89–95.
9. Худосенко В. І. Вирішення проблеми створення короткостеблих сортів озимого жита в Україні. Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва. Матеріали Міжнародної конференції до 90-річчя від заснування Ін-ту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 1999. С. 113–114.
10. Авраменко С., Цихмейструк М., Глибокий О., Шелекін В. Нові аспекти вирощування жита озимого. *Агробізнес сьогодні*. № 17. 2011. С. 18–21.
11. Рябовол Я. С., Парій Ф. М., Рябовол Л. О. Генетичні основи створення батьківських компонентів гібридів жита озимого: монографія. Умань: ВПЦ «Візаві», 2017. 188 с.
12. Сень О. В. Ефективність оцінки комбінаційної здатності за врожайністю вихідного матеріалу домінантно-короткостеблого озимого жита в діалельній схемі схрещувань. Проблеми сучасного землекористування. Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених. Чабани, 2002. С. 161–162.
13. Zhu Sh., Du H., Su F. et al Molecular cytogenetic analyses of two new wheat-rye 6RL translocation lines with resistance to wheat powdery mildew. *The Crop Journal*. 2023. Vol. 11. Iss. 2. P. 584–592.

References:

1. Goncharenko, A. A. (2011). Modern possibilities of improving the quality of winter rye grain. *Breeding and seed production*, no. 100, pp. 24–36. [in Ukrainian].
2. Parii, F. M., Riabovol, I. S., Riabovol, L. O. (2014). The method of controlling the hybridity of winter rye plants using the w/w "wax coating" gene. Innovative developments of the Uman National Technical University. Uman. P. 24. [in Ukrainian].
3. Egorov, D. K., Tsyganko, V. A., Stefan, O. O., Oliynyk, O. O. (2012). Formation of the cenosis of plants of winter rye in hybridization areas and its influence on the level of productivity. *Breeding and seed production*, pp. 30–37. [in Ukrainian].
4. Geiger, H. H. (2006). Strategies of hybrid rye breeding. In: Proceedings of International Symposium on Rye Breeding & Genetics. 28–30 June 2006, Groß Lußewitz, Germany. P. 16.
5. Buksa, K., Łakomy, A., Nowotna, A., Krystyan, M. (2019). Arabinoxylan-starch-protein interactions in specially modified rye dough during a simulated baking process. *Food Chemistry*, vol. 287, pp. 176–185.
6. Cardoso, R. V. C., Fernandes, Â., Heleno, S. A. et al (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, vol. 280, pp. 123–129.
7. Carena, M. J. (2009). *Cereals. Handbook for plant breeding*. Springer Science + Business Media, LLC. 425 p.
8. Egorov, D. K. (2008). Scientific basis of winter rye breeding (methodology, results). *Breeding of field crops. Collection of works of the IR named after V. Ya. Yuryev Academy of Sciences of Ukraine*, pp. 89–95. [in Ukrainian].
9. Hudoenko, V. I. (1999). Solving the problem of creating short-stemmed

varieties of winter rye in Ukraine. Scientific basis of plant production stabilization. Materials of the International Conference for the 90th Anniversary of the Institute of Crop Production named after V. Ya. Yuryev. Kharkiv. P. 113–114. [in Ukrainian].

10. Avramenko, S., Tsykhmeistruk, M., Hlubokyi, O., Shelekin, V. (2011). New aspects of growing winter rye. *Agribusiness today*, no. 17, pp. 18–21. [in Ukrainian].

11. Riabovol, I. S., Parii, F. M., Riabovol, L. O. (2017). Genetic basis of creation of parental components of winter rye hybrids: monograph. Uman: VPTS “Visavy”. 188 p. [in Ukrainian].

12. Sen, O. V. (2002). Effectiveness of assessment of combining ability based on the yield of the source material of dominant-short-stemmed winter rye in the diallel crossbreeding scheme. Problems of modern land use. Materials of the scientific and practical conference of young scientists. Chabany. P. 161–162. [in Ukrainian].

13. Zhu, Sh., Du, H., Su, F. et al. (2023). Molecular cytogenetic analyzes of two new wheat-rye 6RL translocation lines with resistance to wheat powdery mildew. *The Crop Journal*, vol. 11, iss. 2, pp. 584–592.

Annotation

Riabovol Ia. S., Riabovol L. O., Slidenko S. I.

Evaluation of created inbred lines of winter rye by main economic and value characters

World selection under global climate change is developing in the direction of creating high-yielding, drought-resistant varieties and hybrids of winter rye. Currently, in production, a significant share of the rye area is occupied by varieties-populations of winter rye – these are open-pollinated and synthetic varieties. They originate from the breeding of self-incompatible populations that are significantly improved by repeated semi- or full selection. A perspective direction of winter rye breeding is the creation of hybrids based on self-incompatibility and cytoplasmic genetic male sterility (CMS). Currently, to accelerate the creation of lines, biotechnological methods, in particular, the culture of dihaploids, are actively being developed and introduced into the selection process. The purpose of the research was the creation and testing of short-stemmed highly productive inbred lines of winter rye, which will be used by pollinators to obtain hybrids and synthetic varieties of the crop.

The research was conducted at the research plots of the Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology of Uman National University of Horticulture during 2016–2024. The starting material for the creation of new lines was the varieties and hybrids of domestic and foreign selection Khibne, Hasto, Dozor, Borotba, Kharkivske 98, Palazzo, Quttino, Barazetto and previously created inbred lines 118-1, a14-7, 1214-5, 1292-4. As a result of the conducted research, samples of winter rye obtained by hybridization of varieties, hybrids and inbred lines were created and tested, which are characterized by general and specific combining ability, short stemness, moderate grain size and ear density and TKW. Specimen 1731-9 stood out for its productive bushiness, forming more than eight ear-bearing stems, and for the length of the ear up to 10.0 cm and the number of grains in the ear more than 57 pcs. – sample 1744-2. The created material, as a donor of genes of valuable traits and as a source material for conducting heterosis selection and creating synthetic cultivars is advisable to use.

Key words: *winter rye, inbred line, productivity, short stemness, economic and valuable traits.*