

Урожайність колекційних зразків пшениці твердої ярої та ефективність використання селекційних індексів

Кузьменко Є. А.

Хоменко С. О., доктор сільськогосподарських наук

Федоренко М. В., кандидат сільськогосподарських наук

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН
Україна, 08853, с. Центральне, Миронівський район Київської обл.
e-mail: evgeniy.anatoliyovich@gmail.com

Мета. Ідентифікувати високоврожайні зразки в колекції пшениці твердої ярої та визначити ефективність використання для цього селекційних індексів. **Методи.** Польові, лабораторні та варіаційної статистики. Погодні умови в роки проведення досліджень (2015–2018) за температурним режимом, кількістю опадів та розподілом їх за місяцями відрізнялись від середніх багаторічних показників. У польових умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла досліджували 104 колекційні зразки пшениці твердої ярої. Визначали врожайність, елементи продуктивності та селекційні індекси. **Результати.** Виділено колекційні зразки пшениці твердої ярої з достовірно вищою від стандарту врожайністю для використання у селекційній практиці: Гордеїформе 13-08, Гордеїформе 13-07, Харківська 27 (UKR), Лилек, Омський изумруд (RUS), ARN AAZ-1.040 YRC-4M (MEX), Neodur (FRA) та ін. У результаті оцінки колекційного матеріалу пшениці твердої ярої за селекційними індексами було виділено 82 зразки (78,8 %) з високим індексом перспективності, 70 зразків (67,3 %) мали високе значення фіно-скандинавського індексу, у 71 (68,2 %) спостерігали високі показники мексиканського індексу. Найвищі середні значення білоцерківського індексу і полтавського індексу спостерігали у низки французьких і мексиканських зразків, індексу лінійної щільності колоса – у французького (Neodur) та ряду мексиканських зразків. За рядом селекційних індексів виокремлено колекційні зразки пшениці твердої ярої Neodur (FRA), Duraxing (CAN) та мексиканські GREEN/SOMO, Korifla, SHAG 9/BUTO/7, DUKEM 10/LOTUS 55, LABUD SRN 2, S 15 FOCHA 1.030M-1Y, MAGH 72 FUTO ALG 86, які мали оптимальні співвідношення досліджуваних елементів структури врожаю. Проаналізовано кореляційний зв'язок урожайності з селекційними індексами. **Висновки.** Виділено колекційні зразки пшениці твердої ярої з підвищеною врожайністю для використання в селекції на продуктивність. Встановлено як позитивні, так і слабкі негативні кореляції між урожайністю та селекційними індексами. В окремі роки виявлено тісну позитивну кореляцію врожайності: у високорослої групи з полтавським індексом ($r = 0,80$), у низкорослої групи з індексом перспективності ($r = 0,81$), фіно-скандинавським індексом ($r = 0,85$), полтавським індексом ($r = 0,81$) та індексом лінійної щільності колоса ($r = 0,73$). Для групи карликів відмічено відсутність зв'язку ($r \leq 0,10$) або дуже слабку позитивну і негативну кореляцію ($|r| = 0,10-0,30$) між урожайністю та індексами в усі роки досліджень. Достатньо ефективними виявились полтавський індекс та індекс лінійної щільності колоса, які мали стабільну позитивну кореляцію з урожайністю.

Ключові слова: пшениця тверда яра, колекційний зразок, врожайність, селекційний індекс, елемент продуктивності

Вступ. На всіх етапах селекційного процесу, особливо початкових, проводиться оцінка великої кількості селекційного матеріалу за комплексом цінних господарських ознак та властивостей. Головними серед них є елементи продуктивності рослин – складної полігенної ознаки, кількісний прояв якої є підсумком генотип-середовищної взаємодії [1–3].

Оцінка селекційного матеріалу за продуктивністю ускладнюється внаслідок значної модифікаційної мінливості складових цієї ознаки, обумовленої нормою реакції генотипу, тобто спектром можливих рівнів експресії генів, для даних умов навколишнього середовища. На початкових етапах селекційного процесу особливо важливими є інформативні експрес-методи визначення потенційної продуктивності колекційних зразків. Одним із методів комплексної оцінки є використання селекційних індексів. Перевага щодо застосування індексів поряд з абсолютними величинами полягає у можливості встановлення закономірних зв'язків між цими величинами та зменшенні впливу фак-

торів середовища на прояв ознаки, а також у виявленні унікальних генотипів [4, 5]. Якщо до складу селекційного індексу входять кількісні ознаки, які змінюються під впливом умов середовища, то індекс виявляється менш мінливою величиною, ніж самі ознаки.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Стабільне виробництво зернової продукції в нинішніх часто контрастних гідротермічних умовах можливе тільки за використання біорізноманіття вирощуваних культур. Сорти з високою потенційною продуктивністю необхідно вирощувати у сприятливих умовах, а за екстремальних умов доквілля зростає потреба у сортах, що поєднують високу пластичність і стресостійкість з екологічною стабільністю. Зміни клімату і умов господарювання вносять корективи до моделі сорту, що спонукає селекціонерів до постійного пошуку нових селекційних джерел з придатними до мінливих умов ознаками [6]. Зважаючи на потребу в нових більш урожайних сортах, адаптованих до стресових факторів навколишнього середови-

ща, потрібен подальший цілеспрямований пошук таких форм серед світового різноманіття, а також створення їх селекційно-генетичними методами.

Завдання і методи селекції повинні бути максимально адаптованими до ґрунтово-кліматичних особливостей конкретного регіону. Традиційні генетичні механізми аналітичної і синтетичної селекції можуть підвищити врожайність у конкретному регіоні не більше ніж на 5–10 %. Водночас найпопулярніший внесок до еколого-генетичного збільшення врожайності може дати ефект взаємодії «генотип-середовище». Тому селекціонери стали брати до уваги роль генетико-фізіологічних систем, кожній з яких належить певний внесок до ознаки продуктивності, і вона може бути вивчена у вигляді індексів. Але в селекційних програмах щодо створення нових сортів ярої пшениці практично відсутні відомості про селекційні індекси, які мають велике значення в оцінюванні продуктивності вихідного матеріалу, зокрема колекційних зразків [7]. Недостатня кількість вологи та підвищені температури в період вегетації негативно позначаються на продуктивності пшениці твердої ярої, тому необхідною умовою для селекційно-генетичного поліпшення цієї культури і створення сортів, стійких до посухи та підвищених температур, є оцінка колекційних зразків за стійкістю до цих негативних факторів з подальшим відбором серед них перспективних генотипів, що може бути досягнуто прямим та непрямим добром. Прямий добір – це добір за врожайністю, тоді як непрямий – це добір за елементами продуктивності, зокрема за такими пов'язаними з нею ознаками, як селекційні індекси [8].

Результати досліджень щодо використання селекційних індексів висвітлено у працях М. М. Чекаліна, В. М. Тищенко, Л. М. Дриженко, О. П. Чернишової, В. А. Воробйова, Н. С. Вертія, Л. К. Тараненко, В. А. Власенко, Т. П. Лозінської, С. О. Хоменко, М. В. Федоренко, І. В. Федоренко та багатьох інших [1–3, 6, 9–13].

Уперше селекційні індекси були запроваджені відомим ученим Ю. А. Філіпченком [14]. Розраховавши 11 індексів за 14 кількісними показниками та порівнявши їх з абсолютними значеннями, вчений відмітив, що використання індексів є ефективним тільки в окремих випадках, а саме тоді, коли вони виявляють непомітну за абсолютними значеннями закономірність або ж відрізняються низькою варіабельністю.

Ефективність використання селекційних індексів встановили у своїх дослідженнях багато вчених: В. М. Тищенко та ін. – полтавського індексу та індексу лінійної щільності колоса в селекції пшениці озимої [1, 2], Т. П. Лозінська і В. А. Власенко – білоцерківського індексу в селекції пшениці м'якої ярої [11], Н. С. Вертія – полтавського та мексиканського індексів для оцінки пшенично-ячмінних гібридів [4], С. О. Хоменко та ін. – фіно-скандинавського, щільності колоса, мексиканського та білоцерків-

ського індексів у селекції пшениці м'якої і твердої ярої [12, 13]. Тому наші дослідження були спрямовані саме на ідентифікацію врожайних колекційних зразків пшениці твердої ярої та виявлення найбільш ефективних для цього селекційних індексів.

Мета досліджень – ідентифікувати високоврожайні зразки в колекції пшениці твердої ярої та визначити ефективність використання для цього селекційних індексів.

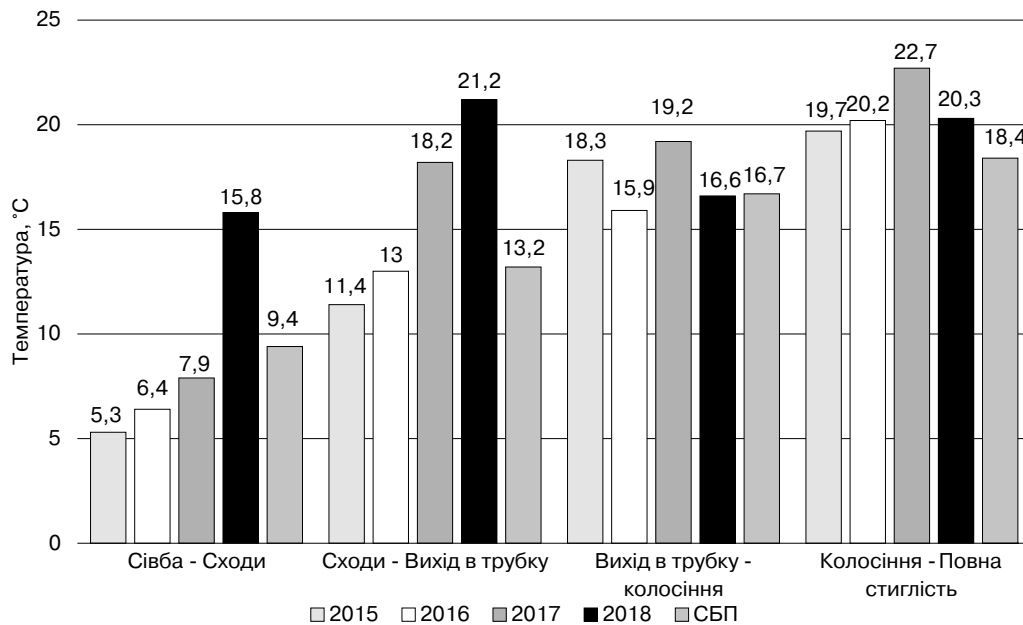
Матеріал і методика. У 2015–2018 рр. в лабораторії селекції ярої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла досліджували 104 колекційні зразки пшениці твердої ярої різного еколого-географічного походження, отриманих переважно із селекційного центру СІММУТ (Мексика). Зразки висівали касетною сівалкою СКС-6-10 в оптимальні строки на дослідних полях селекційної сівозміни. Площа посівної ділянки 1 м². Стандарт (сорт Спадщина) висівали через кожні 25 номерів. Визначали елементи структури врожаю колекційних зразків (висота рослини, довжина колоса, кількість колосків і зерен у колосі, маса 1000 зерен та маса зерна з колоса) [15]. Статистичні обчислення проводили за Б. О. Доспеховим [16]. Колекційні зразки пшениці твердої ярої оцінювали за селекційними індексами, а саме: фіно-скандинавським (FSI) – відношення кількості зерен у колосі до довжини стебла ($\times 100$), мексиканським (MI) – відношення маси зерна з колоса до довжини стебла ($\times 100$), індексом перспективності (IP) – відношення маси 1000 зерен до довжини стебла ($\times 100$) за методикою Szamak [17], білоцерківським (BI) – відношення маси зерна з колоса до довжини другого верхнього міжвузля ($\times 100$) за методикою, розробленою Т. П. Лозінською і В. А. Власенком [11], полтавським індексом (PI) – відношення маси зерна з колоса до довжини верхнього міжвузля, а також індексом лінійної щільності колоса (ЛЩК) – відношення числа зерен у колосі до довжини колоса за методикою В. М. Тищенко та ін. [2].

Погодні умови в роки досліджень (2015–2018) за температурним режимом, кількістю атмосферних опадів та розподілом їх за місяцями відрізнялись від багаторічних показників. Опади весняно-літнього періоду залежно від інтенсивності і часу випадання визначають рівень урожайності пшениці твердої ярої. У період «сівба-сходи» років досліджень середньодобова температура коливалася від +5,3 до +15,8 °С і мала тенденцію до підвищення відносно середньобагаторічних показників (рис. 1), а кількість опадів була меншою порівняно з ними (рис. 2). Проте все ж таки оптимальними для сходів пшениці твердої ярої були 2015 та 2016 рр.

Температурний режим періоду від сходів до виходу у трубку 2015, 2016 рр. був нижчим від середньобагаторічних показників (на 1,8 та 0,2 °С), тоді як у 2017 і 2018 рр. перевищував їх (на 5,0 та 8,0 °С відповідно). Вологозабезпечення в цей період було достатнім в усі роки, що дало рослинам можливість сформувати відповідну вегетативну масу.

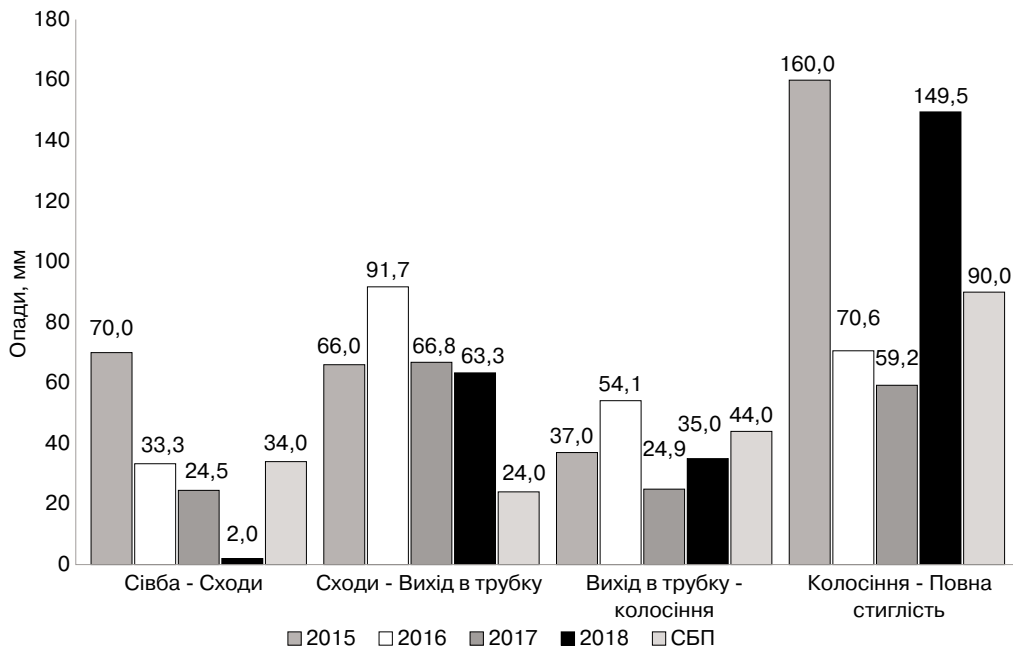
У період «вихід у трубку-колосіння» середньодобова температура повітря у 2016 та 2018 рр. була нижчою за середньобагаторічні (відповідно +15,9 та +16,6 °С, що нижче на 0,8 та 0,1 °С), у 2015 та 2017 рр. перевищувала середньобагаторічні (на 1,6 та 2,5 °С відповідно) (див. рис. 1), проте недостатня кількість опадів в усі роки (за винятком оптимального за вологозабезпеченням 2016 р.) не сприяла нормальному формуванню зерна (див. рис. 2).

У період «колосіння-повна стиглість» температура повітря в усі роки була вищою порівняно із середньобагаторічними даними. У 2015 та 2018 рр. випало відповідно 160,0 мм та 149,5 мм опадів (тобто більше від середньобагаторічних на 70,0 та 59,5 мм), що призвело до значного вилягання посівів пшениці твердої ярої, тоді як у 2016, 2017 рр. опадів було менше від середньобагаторічних (відповідно на 19,4 та 30,8 мм), що не сприяло формуванню високої продуктивності, особливо у 2017 р. (див. рис. 1 і 2).



Примітки: 2015, 2016, 2017, 2018 – роки досліджень; СБП – середньобагаторічні показники

Рис. 1. Температурний режим за вегетаційний період пшениці твердої ярої (2015–2018 рр.)



Примітки: 2015, 2016, 2017, 2018 – роки досліджень; СБП – середньобагаторічні показники

Рис. 2. Кількість опадів за вегетаційний період пшениці твердої ярої (2015–2018 рр.)

Обговорення результатів. Найвищою врожайністю виділились колекційні зразки пшениці твердої ярої

Гордеїформе 13-08 (4,25 т/га), Гордеїформе 13-07 (4,24 т/га) з України, Лилек (RUS) (4,19 т/га),

ARN AAZ-1.040 YRC-4M (MEX) (4,19 т/га), Харківська 27 (UKR) (4,13 т/га), Neodur (FRA) (4,12 т/га), Омський изумруд (RUS) (4,00 т/га) та ін. (табл. 1). У цілому за роки досліджень урожайність колекційних зразків мала високий рівень мінливості (CV = 42,2 %) з відхиленням від незначного (5,7 %) до зна-

чного (84,0 %). Середньоквадратичне відхилення (σ) на рівні 1,4, дисперсія (σ^2) – 2,1. Найвищу середню врожайність відмічено у 2015 р. (4,34 т/га) та 2016 р. (4,14 т/га), найменшою врожайність виявилась у 2018 р. із загалом оптимальними за ГТК умовами, але з окремими дуже посушливими періодами вегетації.

Таблиця 1. Кращі за врожайністю колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | Урожайність за роками, т/га | | | | Статистичні параметри | | | | |
|----------------------|------------|-----------------------------|------|------|------|-----------------------|-----|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 4,94 | 4,11 | 2,91 | 1,81 | 3,13 | 4,8 | 46,6 | 2,0 | 3,9 |
| Гордеїформе 13-08 | UKR | 6,34 | 4,64 | 4,45 | 1,57 | 4,25 | 4,8 | 46,6 | 2,0 | 3,9 |
| Гордеїформе 13-07 | UKR | 6,99 | 5,56 | 3,08 | 1,35 | 4,24 | 5,6 | 59,3 | 2,5 | 6,3 |
| Лилек | RUS | 5,57 | 6,20 | 2,06 | 2,93 | 4,19 | 4,1 | 47,9 | 2,0 | 4,0 |
| ARN AAZ-1.040 YRC-4M | MEX | 5,76 | 5,36 | 3,11 | 2,52 | 4,19 | 3,2 | 38,5 | 1,6 | 2,6 |
| Харківська 27 | UKR | 6,54 | 5,77 | 2,40 | 1,80 | 4,13 | 4,7 | 57,6 | 2,4 | 5,6 |
| Neodur | FRA | 4,77 | 4,33 | 5,10 | 2,28 | 4,12 | 2,8 | 30,7 | 1,3 | 1,6 |
| Омський изумруд | RUS | 4,10 | 5,59 | 3,63 | 2,68 | 4,00 | 2,9 | 30,3 | 1,2 | 1,5 |
| Adomar 7 | MEX | 6,06 | 4,58 | 2,70 | 2,58 | 3,98 | 3,5 | 41,7 | 1,7 | 2,8 |
| MUSK DUKEN | MEX | 4,09 | 3,54 | 5,07 | 3,10 | 3,95 | 2,0 | 21,5 | 0,8 | 0,7 |
| 143 KIRKI 9 | MEX | 4,57 | 4,86 | 5,00 | 1,34 | 3,94 | 3,7 | 44,2 | 1,7 | 3,0 |
| 193 THKNEE8 | MEX | 5,17 | 4,45 | 3,59 | 2,31 | 3,88 | 2,9 | 31,7 | 1,2 | 1,5 |
| Безенчукская 105 | RUS | 4,30 | 5,61 | 2,78 | 2,80 | 3,87 | 2,8 | 35,1 | 1,4 | 1,8 |
| x | - | 4,34 | 4,14 | 2,81 | 1,87 | 3,29 | 3,1 | 42,2 | 1,4 | 2,1 |
| min | - | 0,93 | 1,37 | 0,87 | 0,77 | 1,36 | 0,2 | 5,7 | 0,1 | 0,0 |
| max | - | 6,99 | 6,41 | 5,10 | 3,58 | 4,25 | 5,6 | 84,0 | 2,5 | 6,3 |
| R | - | 6,06 | 5,04 | 4,23 | 2,81 | 2,89 | 5,5 | 78,3 | 2,4 | 6,3 |
| HIP ₀₅ | - | 0,35 | 0,34 | 0,28 | 0,23 | - | - | - | - | - |

Вивчали критерії непрямой оцінки продуктивності генотипів методом селекційних індексів, завдяки якому з'являється можливість об'єктивного і комплексного використання параметрів мінливості ознак та зв'язку між ними при оцінці. Селекційний індекс дає рекомендації для добору як за основною ознакою, так і за тими, що є його складовими. Відібрані за врожайністю колекцій-

ні зразки пшениці твердої ярої оцінювали цим методом. За результатами досліджень, високий індекс перспективності (IP) мали мексиканські колекційні зразки пшениці твердої ярої 030M-1Y-0M, Korifla, MINIMUS/RISSA CDSS 934413-29, GREEN/SOMO, PLC/CR//RABI, CANELO 9, ETH-LRBR-2-28/ALTAR 84, SBH(5)BRCH/134*5-6, LABUD SRN 2 (табл. 2).

Таблиця 2. Кращі за індексом перспективності (IP) колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | IP за роками | | | | Статистичні параметри | | | | |
|------------------------------|------------|--------------|------|------|------|-----------------------|------|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 55,1 | 38,0 | 51,9 | 40,2 | 46,3 | 17,1 | 18,3 | 8,5 | 71,8 |
| 030M-1Y-0M | MEX | 95,5 | 60,8 | 81,8 | 45,9 | 71,0 | 49,6 | 31,0 | 22,0 | 483,8 |
| Korifla | MEX | 80,2 | 60,6 | 79,2 | 58,5 | 69,6 | 21,7 | 16,8 | 11,7 | 136,4 |
| Neodur | FRA | 93,0 | 68,1 | 63,4 | 47,0 | 67,9 | 45,9 | 28,0 | 19,0 | 361,3 |
| MINIMUS/RISSA CDSS 934413-29 | MEX | 87,6 | 55,6 | 81,9 | 42,8 | 67,0 | 44,9 | 31,8 | 21,3 | 454,4 |
| GREEN/SOMO | MEX | 91,3 | 69,6 | 64,9 | 41,0 | 66,7 | 50,3 | 31,0 | 20,6 | 426,3 |
| PLC/CR//RABI | MEX | 82,9 | 54,3 | 77,1 | 47,4 | 65,4 | 35,5 | 26,3 | 17,2 | 296,2 |
| CANELO 9 | MEX | 83,5 | 61,0 | 66,3 | 49,0 | 65,0 | 34,4 | 22,0 | 14,3 | 204,6 |
| ETH-LRBR-2-28/ALTAR 84 | MEX | 102,9 | 60,8 | 52,2 | 43,1 | 64,7 | 59,8 | 40,8 | 26,4 | 698,0 |
| SBH(5) BRCH/134*5-6 | MEX | 71,9 | 57,8 | 76,8 | 51,3 | 64,4 | 25,4 | 18,5 | 11,9 | 141,4 |
| CASM 3//SRN 3 ASAIN 15 | MEX | 79,8 | 65,6 | 67,0 | 43,6 | 64,0 | 36,2 | 23,5 | 15,0 | 226,0 |
| SHAG 8.2B-OYRC | MEX | 83,9 | 63,2 | 66,1 | 41,9 | 63,8 | 42,0 | 27,0 | 17,2 | 297,0 |
| LABUD SRN 2 | MEX | 80,8 | 64,3 | 65,1 | 43,8 | 63,5 | 37,0 | 23,9 | 15,2 | 230,6 |
| 143 KIRKI 9 | MEX | 76,3 | 63,9 | 67,1 | 45,8 | 63,3 | 30,5 | 20,2 | 12,8 | 163,5 |
| ALAS / S*DON 87 | MEX | 67,7 | 62,5 | 74,6 | 47,7 | 63,1 | 26,9 | 18,1 | 11,4 | 130,6 |
| x | | 64,8 | 51,2 | 56,3 | 43,0 | 53,8 | 23,6 | 19,1 | 10,5 | 128,6 |
| min | | 36,5 | 28,9 | 36,6 | 29,5 | 34,2 | 3,6 | 3,3 | 1,5 | 2,3 |
| max | | 102,9 | 72,4 | 81,9 | 58,5 | 71,0 | 59,8 | 41,5 | 26,4 | 698,0 |
| R | | 66,3 | 43,5 | 45,3 | 28,9 | 36,8 | 56,1 | 38,2 | 24,9 | 695,7 |

Аналіз отриманих даних свідчить, що індекс перспективності варіював як за зразками, так і за роками, та виявляв різну реакцію генотипів пшениці твердої ярої на умови вегетації, що складались у роки вирощування. Так, найвищі середні значення IP колекційні зразки мали у 2015 р. (64,8), найнижчі – у 2018 р. (43,0). Індекс мав середній рівень

мінливості (19,1 %) з відхиленнями від незначного (3,3 %) до значного (41,5 %), середньоквадратичне відхилення на рівні 10,5, дисперсія – 128,6.

Високі значення фіно-скандинавського індексу відмічали у колекційних зразках пшениці твердої ярої з Мексики MAGH 72 FUTO ALG 86, ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84, ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84,

JOPE 1/6*ACO 89, CHAZ 1.2M-OY, TOPPY 6-5-OPAP, SHAG 21/CASCA та французького Neodur (табл. 3). Найвище середнє значення FSI у колекційних зразків було зафіксоване у 2018 р. (52,5), найнижче – у

2017 р. (42,8). Індекс мав середній рівень мінливості (16,2 %) з відхиленнями від незначного (4,4 %) до значного (38,8 %), середньоквадратичне відхилення на рівні 7,5, дисперсія – 65,0.

Таблиця 3. Кращі за фіно-скандинавським індексом (FSI) колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | FSI за роками | | | | Статистичні параметри | | | | |
|-------------------------|------------|---------------|------|------|------|-----------------------|------|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 33,1 | 34,2 | 26,7 | 49,8 | 35,9 | 23,2 | 27,4 | 9,8 | 96,7 |
| MAGH 72 FUT0 ALG 86 | MEX | 63,5 | 62,5 | 50,3 | 64,4 | 60,2 | 14,1 | 11,0 | 6,6 | 44,0 |
| ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84 | MEX | 80,5 | 50,0 | 49,6 | 53,9 | 58,5 | 30,9 | 25,3 | 14,8 | 219,3 |
| JOPE 1/ 6*ACO 89 | MEX | 71,2 | 67,0 | 38,1 | 51,7 | 57,0 | 33,1 | 26,6 | 15,1 | 229,1 |
| CHAZ 1.2M-OY | MEX | 48,3 | 62,4 | 66,2 | 47,7 | 56,1 | 18,5 | 17,0 | 9,5 | 90,8 |
| TOPPY 6-5 -OPAP | MEX | 54,9 | 62,5 | 54,3 | 52,4 | 56,0 | 10,1 | 8,0 | 4,5 | 19,9 |
| SHAG 21/CASCA | MEX | 60,0 | 51,1 | 49,0 | 63,5 | 55,9 | 14,4 | 12,4 | 6,9 | 48,2 |
| SHAKE 2 | MEX | 65,3 | 52,1 | 52,5 | 52,2 | 55,5 | 13,3 | 11,8 | 6,5 | 42,7 |
| CNND/VEE/CELTA | MEX | 64,4 | 52,1 | 55,1 | 47,3 | 54,8 | 17,1 | 13,2 | 7,2 | 51,9 |
| GREEN/SOMO | MEX | 55,9 | 56,7 | 43,7 | 61,5 | 54,4 | 17,8 | 13,9 | 7,6 | 57,6 |
| 28 THIDSN2-48 | MEX | 54,0 | 55,7 | 49,6 | 58,2 | 54,4 | 8,6 | 6,6 | 3,6 | 12,9 |
| SY 20090 2 SULA 2MOY | MEX | 57,9 | 52,5 | 41,8 | 64,0 | 54,1 | 22,1 | 17,4 | 9,4 | 88,4 |
| RU/MINIMUS | MEX | 57,4 | 52,6 | 42,7 | 63,3 | 54,0 | 20,5 | 16,1 | 8,7 | 75,5 |
| VANRRIKSE 3 | MEX | 48,6 | 53,3 | 52,5 | 61,6 | 54,0 | 13,0 | 10,1 | 5,5 | 29,8 |
| Neodur | FRA | 55,9 | 54,6 | 49,7 | 53,6 | 53,4 | 6,2 | 5,0 | 2,7 | 7,0 |
| x | | 47,1 | 46,9 | 42,8 | 52,5 | 47,3 | 17,0 | 16,2 | 7,5 | 65,0 |
| min | | 24,6 | 31,3 | 22,6 | 41,3 | 31,6 | 5,1 | 4,4 | 2,2 | 4,7 |
| max | | 80,5 | 67,0 | 66,2 | 65,0 | 60,2 | 41,4 | 38,8 | 18,9 | 356,4 |
| R | | 55,9 | 35,7 | 43,6 | 23,7 | 28,6 | 36,3 | 34,4 | 16,7 | 351,7 |

За результатами досліджень, найвищі середні значення мексиканського індексу у колекційних зразків пшениці твердої ярої відмічали у 2015 р. (2,5), найнижчі (1,9) – у 2016 р. (табл. 4). Найвищі значення MI за роки досліджень спостерігали у колекційних зразків Neodur (FRA) та мексиканських

ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84, S 15 FOCHA 1.030M-1Y, GREEN/SOMO, JOPE 1/6*ACO 89, Korifla, MINIMUS/RISSA CDSS 934413-29 тощо. Індекс мав середній рівень мінливості (19,5 %) та коливався від незначного (4,2 %) до значного (44,3 %), середньоквадратичне відхилення на рівні 0,4, дисперсія – 0,2.

Таблиця 4. Кращі за мексиканським індексом (MI) колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | MI за роками | | | | Статистичні параметри | | | | |
|------------------------------|------------|--------------|------|------|------|-----------------------|-----|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 1,7 | 1,8 | 1,1 | 0,8 | 1,3 | 1,0 | 33,7 | 0,5 | 0,2 |
| ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84 | MEX | 5,3 | 2,3 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,1 | 44,3 | 1,4 | 2,0 |
| Neodur | FRA | 3,3 | 2,5 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 0,8 | 11,9 | 0,3 | 0,1 |
| S 15 FOCHA 1.030M-1Y | MEX | 3,5 | 2,0 | 3,2 | 2,5 | 2,8 | 1,5 | 24,2 | 0,7 | 0,5 |
| GREEN/SOMO | MEX | 3,6 | 2,7 | 2,9 | 1,8 | 2,8 | 1,8 | 26,3 | 0,7 | 0,5 |
| JOPE 1/6*ACO 89 | MEX | 2,8 | 3,2 | 1,8 | 3,0 | 2,7 | 1,5 | 23,6 | 0,6 | 0,4 |
| Korifla | MEX | 3,0 | 2,1 | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 0,9 | 14,8 | 0,4 | 0,2 |
| MINIMUS/RISSA CDSS 934413-29 | MEX | 3,2 | 1,5 | 2,2 | 3,7 | 2,6 | 2,2 | 37,8 | 1,0 | 1,0 |
| 030M-1Y-0M | MEX | 2,4 | 2,1 | 3,4 | 2,7 | 2,6 | 1,3 | 21,3 | 0,6 | 0,3 |
| MAGH 72 FUT0 ALG 86 | MEX | 2,9 | 2,4 | 2,8 | 2,4 | 2,6 | 0,6 | 11,1 | 0,3 | 0,1 |
| PIPER/PLATA...31B | MEX | 2,6 | 1,8 | 2,7 | 3,3 | 2,6 | 1,5 | 23,3 | 0,6 | 0,4 |
| DUN/MUSK 1 | MEX | 3,6 | 2,0 | 2,3 | 2,4 | 2,6 | 1,6 | 28,1 | 0,7 | 0,5 |
| PLC/CR//RABI | MEX | 2,7 | 1,7 | 3,1 | 2,7 | 2,6 | 1,4 | 22,9 | 0,6 | 0,3 |
| x | | 2,5 | 1,9 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 1,0 | 19,5 | 0,4 | 0,2 |
| min | | 1,2 | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 1,3 | 0,2 | 4,2 | 0,1 | 0,0 |
| max | | 5,3 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,2 | 3,1 | 44,3 | 1,4 | 2,0 |
| R | | 4,1 | 2,3 | 2,3 | 2,9 | 1,9 | 2,9 | 40,1 | 1,3 | 2,0 |

Білоцерківський індекс (БІ), полтавський індекс (PI), індекс лінійної щільності колоса (ЛЩК) запропоновано для використання в селекційній практиці, оскільки вони характеризуються тісною генетичною кореляцією з продуктивністю колоса, простотою і швидкістю їх вимірювання і на ранніх етапах селекції можуть слугувати маркерами високої продуктивності селекційного матеріалу.

Білоцерківський індекс за роки досліджень варіював у межах від 7,0 (2017 р.) до 11,1 (2018 р.) (табл. 5). Найвищі середні значення БІ спостерігали у

мексиканських зразків SULA RBCE 2-4PAP-OY, ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84, CIANOT-79, SHAG 21/CASCA, GREEN/SOMO, DUN/MUSK 1, CASM 3//SRN 3 ASAIN 15, а також Neodur (FRA), Duraxing (CAN) та ін. Коефіцієнт варіації індексу характеризувався середнім рівнем мінливості (24,7 %) з відхиленням від середнього (11,1 %) до значного (47,3 %), середньоквадратичне відхилення 2,4, дисперсія – 6,6.

Полтавський індекс за період проведених досліджень варіював від 3,1 до 4,3 (табл. 6). Найвищі значення PI спостерігали у Duraxing (CAN), Neodur

Таблиця 5 Кращі за білоцерківським індексом (БІ) колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | БІ за роками | | | | Статистичні параметри | | | | |
|-------------------------|------------|--------------|------|------|------|-----------------------|------|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 6,8 | 13,9 | 6,1 | 16,3 | 10,8 | 10,2 | 47,3 | 5,1 | 25,9 |
| SULA RBCE 2-4PAP - OY | MEX | 12,0 | 12,3 | 8,2 | 19,8 | 13,1 | 11,6 | 37,1 | 4,9 | 23,5 |
| ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84 | MEX | 16,3 | 12,6 | 7,4 | 15,9 | 13,0 | 8,9 | 31,5 | 4,1 | 16,9 |
| CIANOT-79 | MEX | 10,6 | 11,8 | 8,5 | 20,8 | 12,9 | 12,2 | 41,8 | 5,4 | 29,1 |
| Neodur | FRA | 14,0 | 13,9 | 8,4 | 14,8 | 12,8 | 6,4 | 22,9 | 2,9 | 8,6 |
| SHAG 21/CASCA | MEX | 12,1 | 13,2 | 10,4 | 14,9 | 12,6 | 4,5 | 15,0 | 1,9 | 3,6 |
| GREEN/SOMO | MEX | 13,3 | 14,3 | 9,3 | 13,4 | 12,6 | 4,9 | 17,5 | 2,2 | 4,8 |
| DUN/MUSK 1 | MEX | 14,9 | 10,4 | 6,7 | 15,9 | 12,0 | 9,2 | 35,4 | 4,2 | 18,0 |
| CASM3//SRN3 ASAIN 15 | MEX | 14,6 | 13,2 | 8,2 | 11,8 | 12,0 | 6,4 | 23,2 | 2,8 | 7,7 |
| Duraxing | CAN | 14,9 | 9,5 | 7,9 | 15,5 | 11,9 | 7,7 | 32,1 | 3,8 | 14,7 |
| TRUMP6 1Y - OB | MEX | 10,5 | 13,4 | 5,9 | 17,6 | 11,8 | 11,7 | 41,4 | 4,9 | 24,0 |
| LABUD SRN 2 | MEX | 9,5 | 12,3 | 10,2 | 14,6 | 11,7 | 5,1 | 19,8 | 2,3 | 5,3 |
| 143 KIRKI 9 | MEX | 9,6 | 11,3 | 10,5 | 15,1 | 11,6 | 5,5 | 20,9 | 2,4 | 5,9 |
| MAGH 72 FUTO ALG 86 | MEX | 12,6 | 12,2 | 8,8 | 12,6 | 11,5 | 3,8 | 16,1 | 1,9 | 3,4 |
| YAZI 13 | MEX | 11,3 | 10,8 | 9,8 | 14,0 | 11,5 | 4,2 | 15,7 | 1,8 | 3,3 |
| x | | 10,1 | 9,5 | 7,0 | 11,1 | 9,4 | 5,3 | 24,7 | 2,4 | 6,6 |
| min | | 4,9 | 4,7 | 3,5 | 5,4 | 5,0 | 2,1 | 11,1 | 0,9 | 0,7 |
| max | | 16,8 | 14,3 | 10,5 | 20,8 | 13,1 | 12,2 | 47,3 | 5,4 | 29,1 |
| R | | 11,9 | 9,6 | 7,1 | 15,4 | 8,1 | 10,1 | 36,3 | 4,5 | 28,4 |

(FRA) та мексиканських зразків ETH-LRBRA-2-28 / ALTAR 84, GREEN / SOMO, DUN / MUSK 1, COTE / ASAISA // FILLO 3, CHAZ 1.2M-OY, 193 THK NTF 8, 030M-1Y-0M, AKAK 14/AC 084//RASCON 19 тощо.

Коефіцієнт варіації PI становив 26,2 % з відхиленням від незначного (6,1 %) до значного (61,6 %), середньоквадратичне відхилення на рівні 1,0, дисперсія – 1,2.

Таблиця 6. Кращі за полтавським індексом (PI) колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | PI за роками | | | | Статистичні параметри | | | | |
|---------------------------|------------|--------------|------|------|------|-----------------------|-----|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 2,8 | 2,4 | 2,4 | 6,3 | 3,5 | 3,9 | 54,1 | 1,9 | 3,6 |
| ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84 | MEX | 8,9 | 4,7 | 3,3 | 7,1 | 6,0 | 5,6 | 41,6 | 2,5 | 6,3 |
| GREEN/SOMO | MEX | 6,4 | 6,6 | 3,6 | 5,2 | 5,4 | 3,0 | 25,3 | 1,4 | 1,9 |
| Duraxing | CAN | 4,9 | 4,8 | 3,4 | 6,8 | 5,0 | 3,4 | 27,7 | 1,4 | 1,9 |
| DUN/MUSK 1 | MEX | 6,2 | 3,3 | 2,8 | 6,6 | 4,7 | 3,8 | 41,4 | 2,0 | 3,8 |
| 193 THK NTF 8 | MEX | 4,7 | 5,6 | 3,4 | 4,9 | 4,7 | 2,2 | 19,7 | 0,9 | 0,8 |
| Neodur | FRA | 5,3 | 3,4 | 3,4 | 6,1 | 4,6 | 2,6 | 29,2 | 1,3 | 1,8 |
| 030M-1Y-0M | MEX | 3,8 | 3,6 | 4,0 | 6,6 | 4,5 | 3,0 | 31,6 | 1,4 | 2,0 |
| AKAK 14/AC 084//RASCON 19 | MEX | 4,4 | 5,3 | 3,3 | 4,9 | 4,5 | 1,9 | 18,6 | 0,8 | 0,7 |
| PIPER/PLATA...31B | MEX | 3,7 | 6,2 | 2,8 | 5,2 | 4,5 | 3,3 | 33,3 | 1,5 | 2,2 |
| LABUD SRN 2 | MEX | 4,3 | 4,0 | 3,9 | 5,7 | 4,5 | 1,7 | 18,0 | 0,8 | 0,6 |
| CASM3//SRN3 ASAIN 15 | MEX | 5,1 | 4,5 | 3,4 | 4,8 | 4,5 | 1,8 | 17,3 | 0,8 | 0,6 |
| BUTO//SCOT/MEX1/ | MEX | 5,0 | 4,8 | 2,7 | 5,3 | 4,5 | 2,5 | 26,3 | 1,2 | 1,4 |
| RU/MINIMUS | MEX | 4,2 | 5,0 | 3,5 | 5,1 | 4,5 | 1,5 | 16,1 | 0,7 | 0,5 |
| x | | 3,9 | 3,6 | 3,1 | 4,3 | 3,7 | 2,2 | 26,2 | 1,0 | 1,2 |
| min | | 1,5 | 1,4 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 0,4 | 6,1 | 0,2 | 0,0 |
| max | | 8,9 | 6,6 | 5,6 | 7,2 | 6,0 | 5,7 | 61,6 | 2,5 | 6,3 |
| R | | 7,4 | 5,2 | 3,6 | 5,2 | 3,8 | 5,3 | 55,5 | 2,4 | 6,3 |

Індекс лінійної щільності колоса в роки досліджень варіював від 4,7 до 7,2 (табл. 7). Найвищі значення ЛЩК спостерігали у мексиканських зразків JOPE 1/6*ACO 89, 28 THIDSN2-48, MAGH 72 FUTO ALG 86, MUSK 7 2Y-OY, SHAG 9/BUTO/7, YAZI 10...10YRS OPAP, ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84, S 15 FOCHA 1.030M-1Y та ін. Коефіцієнт варіації індексу характеризувався середнім рівнем мінливості (21,8 %) з відхиленням від незначного (4,9 %) до значного (41,6 %), середньоквадратичне відхилення на рівні 1,3, дисперсія – 1,9.

У практичній селекції основою для цілеспрямованого добору є вивчення кореляційних зв'язків між кількісними цінними господарськими ознаками у вихідного матеріалу. Селекціонеру необхідно знати, за яким напрямом добір буде найбільш ефективним, тому проводити його потрібно за ознаками, що мають істотний позитивний кореляційний зв'язок з урожайністю.

У селекції на продуктивність значна увага приділяється висоті рослин. Стебло рослини відіграє одну з провідних ролей у формуванні врожаю, крім того, від висоти та анатомічних особливостей стебла залежить стійкість рослин до вилягання, що особливо важливо для пшениці твердої. Селекціонерами досягнуто великих успіхів у підвищенні потенційної врожайності пшениці, тому довжина стебла має великий вплив на фотосинтетичні процеси і продуктивність рослин у цілому [18]. Але залежно від умов вирощування висота рослин зазнає значного фенотипового варіювання. За цією ознакою рослини пшениці твердої ярої поділяються на високорослі (>120 см), середньорослі (106–120 см), низькорослі (86–105 см), напівкарлики (61–85 см) та карлики (<60 см).

У досліджуваних колекційних зразків пшениці твердої ярої проаналізовано кореляційну залеж-

Таблиця 7. Кращі за індексом лінійної щільності колоса (ЛЩК) колекційні зразки пшениці твердої ярої

| Зразок | Походження | ЛЩК за роками | | | | Статистичні параметри | | | | |
|-------------------------|------------|---------------|------|------|------|-----------------------|-----|-------|----------|------------|
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | X | R | CV, % | σ | σ^2 |
| Спадщина, St. | UKR | 5,3 | 4,2 | 3,4 | 6,1 | 4,7 | 2,7 | 24,9 | 1,2 | 1,4 |
| JOPE 1/6*ACO 89 | MEX | 7,7 | 9,1 | 5,3 | 7,2 | 7,3 | 3,8 | 21,8 | 1,6 | 2,5 |
| 28 THIDSN2-48 | MEX | 6,3 | 8,0 | 6,7 | 7,9 | 7,2 | 1,8 | 12,2 | 0,9 | 0,8 |
| MAGH 72 FUTO ALG 86 | MEX | 6,7 | 8,0 | 6,0 | 7,7 | 7,1 | 2,0 | 13,2 | 0,9 | 0,9 |
| MUSK 7 2Y-OY | MEX | 7,0 | 7,3 | 5,8 | 8,0 | 7,0 | 2,2 | 13,3 | 0,9 | 0,9 |
| SHAG 9/BUTO / 7 | MEX | 7,2 | 7,8 | 5,2 | 7,9 | 7,0 | 2,8 | 18,2 | 1,3 | 1,6 |
| YAZI 10...10YRS OPAP | MEX | 6,2 | 9,7 | 5,3 | 6,2 | 6,9 | 4,4 | 28,4 | 1,9 | 3,8 |
| ETH-LRBRA-2-28/ALTAR 84 | MEX | 8,7 | 7,0 | 5,4 | 5,9 | 6,8 | 3,2 | 21,1 | 1,4 | 2,0 |
| S 15 FOCHA 1.030M-1Y | MEX | 7,4 | 7,9 | 6,2 | 5,3 | 6,7 | 2,6 | 17,7 | 1,2 | 1,4 |
| TOPPY 6 - 5Y - OPAP | MEX | 7,9 | 9,2 | 4,9 | 4,8 | 6,7 | 4,4 | 32,7 | 2,2 | 4,8 |
| RU/MINIMUS | MEX | 7,3 | 7,6 | 4,6 | 6,9 | 6,6 | 3,0 | 20,4 | 1,3 | 1,8 |
| ALAS//4AC 089.30 | MEX | 7,4 | 7,3 | 4,9 | 6,8 | 6,6 | 2,5 | 17,6 | 1,2 | 1,3 |
| x | | 5,8 | 7,2 | 4,7 | 5,9 | 5,9 | 2,8 | 21,8 | 1,3 | 1,9 |
| min | | 3,9 | 4,2 | 2,9 | 3,1 | 4,6 | 0,7 | 4,9 | 0,3 | 0,1 |
| max | | 9,0 | 10,0 | 6,7 | 8,0 | 7,3 | 5,7 | 41,6 | 2,7 | 7,2 |
| R | | 5,1 | 5,9 | 3,8 | 4,9 | 2,7 | 5,1 | 36,8 | 2,4 | 7,2 |

ність між урожайністю і селекційними індексами, в результаті встановлено як позитивні, так і слабкі негативні зв'язки (табл. 8). Враховуючи контрастність гідротермічних умов у різні роки, а саме нерівномірність розподілення опадів у певні фази

розвитку пшениці твердої ярої, та широку норму реакції за висотою рослин, кореляційні зв'язки врожайності із селекційними індексами було представлено з урахуванням класу висоти рослин колекційних зразків.

Таблиця 8. Кореляційна залежність між урожайністю та селекційними індексами колекційних зразків пшениці твердої ярої

| Рік | Клас за висотою рослин | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| | карлики до 60 см | напівкарлики 61–85 см | низькорослі 86–105 см | середньорослі 106–120 см | високорослі > 120 см |
| Індекс перспективності (IP) | | | | | |
| 2015 | -0,11 | -0,10 | 0,00 | - | - |
| 2016 | - | 0,23 | 0,81 | 0,53 | 0,44 |
| 2017 | -0,08 | 0,49 | - | - | - |
| 2018 | -0,31 | 0,13 | 0,18 | - | - |
| Фіно-скандинавський індекс (FSI) | | | | | |
| 2015 | -0,20 | -0,14 | 0,29 | - | - |
| 2016 | - | -0,08 | 0,85 | 0,65 | 0,43 |
| 2017 | -0,16 | 0,52 | - | - | - |
| 2018 | -0,16 | 0,13 | 0,17 | - | - |
| Мексиканський індекс (MI) | | | | | |
| 2015 | -0,30 | -0,17 | 0,21 | - | - |
| 2016 | - | 0,16 | 0,44 | 0,33 | 0,55 |
| 2017 | -0,04 | 0,53 | - | - | - |
| 2018 | 0,16 | 0,20 | 0,51 | - | - |
| Білоцерківський індекс (BI) | | | | | |
| 2015 | -0,15 | -0,13 | 0,23 | - | - |
| 2016 | - | 0,36 | 0,65 | 0,64 | 0,68 |
| 2017 | -0,02 | 0,32 | - | - | - |
| 2018 | 0,13 | -0,07 | 0,36 | - | - |
| Полтавський індекс (PI) | | | | | |
| 2015 | -0,30 | -0,26 | 0,00 | - | - |
| 2016 | - | 0,23 | 0,81 | 0,53 | 0,80 |
| 2017 | -0,08 | 0,49 | - | - | - |
| 2018 | 0,14 | 0,04 | 0,46 | - | - |
| Індекс лінійної щільності колоса (ЛЩК) | | | | | |
| 2015 | 0,02 | 0,06 | 0,35 | - | - |
| 2016 | - | -0,17 | 0,73 | 0,08 | 0,58 |
| 2017 | 0,06 | 0,37 | - | - | - |
| 2018 | -0,08 | -0,09 | 0,56 | - | - |

Урожайність колекційних зразків пшениці твердої ярої з класів більш високорослих рослин позитивно і достовірно корелює з усіма селекційними індексами. Тісну кореляцію врожайності ($r = 0,70-0,89$) встановлено у високорослої групи з полтавським індексом ($r = 0,80$), у низькорослої групи – з індексом перспективності ($r = 0,81$), фіно-скандинавським ін-

дексом ($r = 0,85$), полтавським індексом ($r = 0,81$) та індексом лінійної щільності колоса ($r = 0,73$).

Середню позитивну кореляцію врожайності ($r = 0,50-0,69$) спостерігали у високорослої групи з мексиканським, білоцерківським та індексом лінійної щільності колоса; у середньорослої групи – з індексом перспективності, фіно-скандинавським,

білоцерківським та полтавським індексами; у низкорослої – з мексиканським, білоцерківським; у групи напівкарликів – з фіно-скандинавським та мексиканським індексами (див. табл. 8).

Слабку позитивну кореляцію врожайності ($r = 0,30-0,49$) спостерігали у високорослої групи з індексом перспективності та фіно-скандинавським індексом; у середньорослої групи – з мексиканським індексом; у низкорослої групи – з мексиканським, білоцерківським, полтавським та індексом лінійної щільності колоса.

Відсутність зв'язку ($r \leq 0,10$) або дуже слабку позитивну і негативну кореляцію ($|r| = 0,10-0,30$) між урожайністю та індексами в усі роки досліджень відмічено для групи карликів.

У наших дослідженнях найбільш ефективними виявились полтавський індекс та індекс лінійної щільності колоса, які мали позитивний зв'язок з урожайністю. Але при цьому необхідно враховувати належність зразка до певної групи за висотою рослин. Таким чином, більшість досліджуваних селекційних індексів не дають можливості безпосередньо виявити найбільш урожайні колекційні зразки, але дають підстави відібрати зразки з найбільш збалансованим співвідношенням елементів продуктивності для використання в селекційних програмах.

Висновки. Виділено колекційні зразки пшениці твердої ярої з підвищеною порівняно зі стандартом

урожайністю для використання в селекції на продуктивність: Гордеїформе 13-08, Гордеїформе 13-07, Харківська 27 (UKR), Лилек, Омский изумруд (RUS), ARN AAZ-1.040 YRC-4M (MEX), Neodur (FRA) та ін.

За рядом селекційних індексів виокремлено колекційні зразки пшениці твердої ярої Neodur (FRA), Duraxing (CAN) та мексиканські GREEN/SOMO, Korifla, SHAG 9/BUTO/7, DUKEM 10/LOTUS 55, LABUD SRN 2, S 15 FOCHA 1.030M-1Y, MAGH 72 FUTO ALG 86, які мали оптимальні співвідношення між досліджуваними елементами структури врожаю.

Встановлено як позитивні, так і слабкі негативні кореляції між урожайністю та селекційними індексами. В окремі роки у високорослої групі було виявлено тісну кореляцію врожайності з полтавським індексом ($r = 0,80$), у низкорослої – з індексом перспективності ($r = 0,81$), фіно-скандинавським індексом ($r = 0,85$), полтавським індексом ($r = 0,81$) та індексом лінійної щільності колоса ($r = 0,73$). Відсутність зв'язку ($r \leq 0,10$) або дуже слабку позитивну і негативну кореляцію ($|r| = 0,10-0,30$) між урожайністю та селекційними індексами виявлено в усі роки досліджень для групи карликів.

У наших дослідженнях достатньо ефективними виявились полтавський індекс та індекс лінійної щільності колоса, які мали стабільну позитивну кореляцію з урожайністю.

Список використаних джерел

1. Тищенко В. М., Дриженко Л. М. Рівень формування селекційних індексів у сортів та селекційних ліній пшениці озимої в залежності від часу відновлення весняної вегетації. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія*. Львів, 2013. Вип. 17 (2). С. 179–183.
2. Дриженко Л. М., Тищенко В. М., Чернишова О. П. Генетичні кореляції врожайності озимої пшениці з селекційними індексами в стресових умовах середовища. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. Вип. 3 (24). С. 32–35.
3. Тищенко В. Н., Чекалин Н. М. Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы в зоне Лесостепи. *Полтава*: [б. и.], 2005. 271 с.
4. Вертий Н. С. Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов. *Нива Поволжья*. 2016. №2 (39). С. 9–15.
5. Драгавцев В. А. Какие технологии селекции растений на повышение урожая – транегеноз или управление взаимодействием «генотип-среда» будут доминировать в будущем? *Трансгенные растения: технологии создания, биологические свойства, применение, биобезопасность*: материалы VI Всероссийского симпозиума (Москва, 16–21 ноября 2016 г.). Москва: ИФР РАН, 2016. С. 47–50.
6. Левакова О. В., Банникова М. И. Анализ генетических источников ценных признаков сортов озимой мягкой пшеницы в целях создания исходного материала. *Аграрная наука*. 2019. № 7–8. С. 38–40. doi: 10.32634 / 0869-8155-2019-330-7-38-40
7. Воробьев В. А., Воробьев А. В. Роль селекционных индексов в оценке продуктивности яровой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32, №9. С. 37–39. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10909
8. Sukumaran S, Reynolds M P, Sansaloni C. Genome-wide association analyses identify QTL hotspots for yield and component traits in durum wheat grown under yield potential, drought, and heat stress environments. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. Article 81. doi: 10.3389/fpls.2018.00081
9. Яцишен О. Л., Тараненко Л. К. Фізіолого-генетичні механізми вдосконалення архітектури генотипів гречки методами селекції за індексними показниками. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2012. Вип. 4. С. 134–144.
10. Тараненко Л. К., Каражбей П. П., Пальчук М. Ф. Вдосконалення архітектури генотипів гречки методами селекції. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агронімія*. 2011. Вип. 162, Ч. 1. С. 118–123.
11. Лозінська Т. П., Власенко В. А. Використання нового селекційного індексу для оцінки продукційного процесу у сортів пшениці м'якої ярої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія і біологія*. 2010. Вип. 10. С. 130–133.
12. Хоменко С. О., Федоренко І. В., Солоня В. Й. Індекси показники та їх мінливість у колекційних зразках пшениці м'якої ярої. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 86, Ч. 1: Агронімія. С. 174–179.
13. Хоменко С. О., Федоренко М. В. Вихідний матеріал за стійкістю проти вилягання пшениці твердої ярої для умов Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*: збірник наукових праць. Київ: ФОР Корзун Д. Ю., 2014. Вип. 21. С. 184–189.
14. Филиппченко Ю. А. Генетика мягкой пшеницы. Москва–Ленинград: Сельхозгиз, 1934. С. 27–30.
15. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень*. Київ: АЛЕФА, 2003. Вип. 2, част. 3. 241 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Szamak I. Breeding of dwarf wheats by means of three indexes breaking correlations. *Cereal Research Communications*. 1979. Vol. 7, No. 3. P. 215–226.
18. Суслев С. А. Кластерний аналіз: суцільність, переваги та недоліки. *Вестник НГИЭИ*. 2010. № 1. С. 51–57.

References

1. Tyshchenko, V. M., & Dryzhenko, L. M. (2013). Forming of winter wheat breeding indexes depend of spring vegetation renewal moment. *Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agronomy*, 17(2), 179–183. [in Ukrainian]
2. Dryzhenko, L. M., Tyshchenko, V. M., & Chernyshova, O. P. (2014). Genetic correlations of winter wheat yield with selection indices in stressing environment. *Plant Varieties Studying and Protection*, 3, 32–35. [in Ukrainian]
3. Tishchenko, V. N., & Chekalin, N. M. (2005). Genetic Basis of Winter Wheat Adaptive Breeding in the Forest-Steppe Zone. Poltava: N.p. [in Russian]
4. Vertiy, N. S. (2016). Plant breeding indexes in evaluation of barley-wheat hybrids. *Volga Region Farmland*, 2, 9–15. [in Russian]
5. Dragavtsev, V. A. (2016). What technologies of plant selection for increase of crop – a transgenosis or management of interaction “genotype-environment” will dominate in the future? In *Transgenic Plants: Imaging Technology, Biological Properties, Use, Biosecurity: Proc. 6th All-Russian Symposium* (pp. 47–50). November 16–21, 2016, Moscow, Russia. [in Russian]
6. Levakova, O. V., & Bannikova, M. I. (2019). Analysis of genetic sources of valuable characteristics of soft wheat varieties to create initial material. *Agricultural Science*, 7–8, 38–40. doi: 10.32634 / 0869-8155-2019-330-7-38-40. [in Russian]
7. Vorobiev, V. A., & Vorobiev, A. V. (2018). Role of selection indices in evaluation of spring wheat productivity. *Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*, 32(9), 37–39. [in Russian]. doi: 10.24411 / 0235-2451-2018-10909
8. Sukumaran, S., Reynolds, M. P., & Sansaloni, C. (2018). Genome-wide association analyses identify QTL hotspots for yield and component traits in durum wheat grown under yield potential, drought, and heat stress environments. *Front. Plant Sci.*, 9: 81. doi: 10.3389/fpls.2018.00081
9. Yatsyshen, O. L., & Taranenko L. K. (2012). Physiological and genetic mechanisms of improving the architectonics of buckwheat genotypes by index selection methods. *Collection of scientific works of NSC “Institute of Agriculture of NAAS”*, 4, 134–144. [in Ukrainian]
10. Taranenko, L. K., Karazhbei, P. P., & Palchuk, M. F. (2011). Improving the architecture of buckwheat genotypes by selection methods. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Agronomy*, 162 (1), 118–123. [in Ukrainian]
11. Lozinska, T. P., & Vlasenko, V. A. (2010). The use of new breeding index for evaluation of the production process in spring bread wheat varieties. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology*, 10, 130–133. [in Ukrainian]
12. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., & Solona, V. J. (2014). Index parameters and their variability in collection samples of bread spring wheat. *Collected Works of Uman National University of Horticulture*, 86(1), 174–179. [in Ukrainian]
13. Khomenko, S. O., & Fedorenko, M. V. (2014). The source material for lodging resistance of durum spring wheat under the forest-steppe of Ukraine. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 21, 184–189. [in Ukrainian]
14. Filipchenko, Yu. A. (1934). Genetics of Common Wheat (pp. 27–30). Moscow–Leningrad: Sel'khozgiz. [in Russian]
15. Volkodav, V. V. (Ed.). (2003). Methods of Examination and State Variety Testing Cereals, Groats, and Legumes. *Rights Protection for Plant Varieties* (Iss. 2, Part 2). Kyiv: Alefa. [in Ukrainian]
16. Dospikhov, B. A. (1985). Methods of Field Experiments (with the Basics of Statistical Processing of Research Results). (5th ed., rev.). Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
17. Szamak, I. (1979). Breeding of dwarf wheats by means of three indexes breaking correlations. *Cereal Res. Commun.*, 7(3), 215–226.
18. Suslov, S A. (2010). The cluster analysis: the issue, advantages and disadvantages. *Bulletin NGIEI*, 1, 51–57. [in Russian]

Урожайность коллекционных образцов яровой твердой пшеницы и эффективность использования селекционных индексов

Кузьменко Е. А.

Хоменко С. О., доктор сельскохозяйственных наук

Федоренко М. В., кандидат сельскохозяйственных наук

Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло НААН
Украина, 08853, с. Центральное, Мироновский район Киевской обл.
e-mail: evgeniy.anatoliyovich@gmail.com

Цель. Идентифицировать высокоурожайные образцы в коллекции яровой твердой пшеницы и определить эффективность использования для этого селекционных индексов. **Методы.** Полевые, лабораторные и вариационной статистики. Погодные условия в годы проведения исследований (2015–2018) по температурному режиму, количеству осадков и их распределению по месяцам отличались от средних многолетних показателей. В полевых условиях в Мироновском институте пшеницы имени В. Н. Ремесло исследовали 104 коллекционных образца яровой твердой пшеницы. Определяли урожайность, элементы продуктивности и селекционные индексы. **Результаты.** Выделены коллекционные образцы яровой твердой пшеницы с достоверно превышающей стандарт урожайностью для использования в селекционной практике: Гордеиформе 13-08, Гордеиформе 13-07, Харківська 27 (UKR), Лилек, Омский изумруд (RUS), ARN AAZ-1.040 YRC-4M (MEX), Neodur (FRA) и др. В результате оценки коллекционного материала яровой твердой пшеницы по селекционным индексам были выделены 82 образца (78,8 %) с высоким индексом перспективности, 70 образцов (67,3 %) имели высокое значение финно-скандинавского индекса, у 71 (68,2 %) наблюдали высокие показатели мексиканского индекса. Наиболее высокие средние значения белоцерковского и полтавского индексов наблюдали у ряда французских и мексиканских образцов, индекса линейной плотности колоса – у французского (Neodur) и ряда мексиканских образцов. По ряду селекционных индексов вы-

делены коллекционные образцы яровой твердой пшеницы Neodur (FRA), Duraxing (CAN) и мексиканские GREEN/SOMO, Korifla, SHAG 9/BUTO/7, DUKEM 10/LOTUS 55, LABUD SRN 2, S 15 FOCHA 1.030M-1Y, MAGH 72 FUTO ALG 86, которые имели оптимальные соотношения исследуемых элементов структуры урожая. Проанализирована корреляционная связь урожайности с селекционными индексами. **Выводы.** Выделены коллекционные образцы яровой твердой пшеницы с повышенной урожайностью для использования в селекции на продуктивность. Установлены как положительные, так и слабые отрицательные корреляции между урожайностью и селекционными индексами. В отдельные годы выявлена тесная положительная корреляция: у высокоурожайной группы с полтавским индексом ($r = 0,80$), у низкорослой группы – с индексом перспективности ($r = 0,81$), финно-скандинавским индексом ($r = 0,85$), полтавским индексом ($r = 0,81$) и индексом линейной плотности колоса ($r = 0,73$). Для группы карликов отмечены либо отсутствие ($r \leq 0,10$), либо очень слабая положительная и отрицательная корреляция ($|r| = 0,10–0,30$) между урожайностью и индексами во все годы исследований. Достаточно эффективными оказались полтавский индекс и индекс линейной плотности колоса, которые имели стабильную положительную связь с урожайностью.

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, коллекционный образец, урожайность, селекционный индекс, элемент продуктивности

Yielding capacity of collection samples of spring durum wheat and efficiency of using selection indices

Kuzmenko Ye. A.

Khomenko S. O., Doctor of Agricultural Sciences

Fedorenko M. V., Candidate of Agricultural Sciences

The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS

Tsentralne village, Myronivka district, Kyiv region, Ukraine, 08853,

e-mail: evgeniy.anatoliyovich@gmail.com

Purpose. To identify high-yielding samples in spring durum wheat collection and to determine the efficiency of using selection indices. **Methods.** Field, laboratory and methods of variation statistics. Weather conditions in the years of the research (2015–2018) on temperature regime, rainfall, and their distribution by months differed from the average long-term data. 104 collection samples of spring durum wheat were examined in the field at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. The yield, productivity elements and selection indices were determined. **Results.** Collection samples of durum spring wheat with significantly higher than standard yield for use in breeding practice were identified: Hordeiforme 13-08, Hordeiforme 13-07 (UKR), Lilek, Omskiy izumrud (RUS), ARN AAZ-1.040 YRC-4M (MEX), Kharkivska 27 (UKR), Neodur (FRA) etc. As a result of evaluating collection material of durum spring wheat by selection indices 82 samples (78.8%) with high index of promise were identified, 70 samples (67.3%) possessed high value of Finno-Scandinavian index, 71 ones (68.2%) had high Mexican index. The highest average values of Bila Tserkva index and Poltava index were observed in a number of French and Mexican samples, high level for index of linear density of spike was in French (Neodur) and in a number of Mexican samples. According to a

number of selection indices, the collection samples of durum spring wheat Neodur (FRA), Duraxing (CAN), and GREEN/SOMO, Korifla, SHAG 9/BUTO/7, DUKEM 10/LOTUS 55, LABUD SRN 2, S 15 FOCHA 1.030M-1Y, MAGH 72 FUTO ALG 86 (MEX) with the optimal ratio between the yield components under study were identified. The correlation between yield and selection indices was analyzed. **Conclusions.** There have been identified collection samples of spring durum wheat with increased productivity to be used in breeding for productivity. Both positive and weak negative correlations between yield and selection indices were established. In some years of the research strong correlation was found in group of tall plants with the Poltava index ($r = 0.80$) and in group of short height plants with index of promise ($r = 0.81$), Finno-Scandinavian index ($r = 0.85$), Poltava index ($r = 0.81$), and index of linear density of spike ($r = 0.73$). In group of dwarf plants no ($r \leq 0.10$) or very weak positive and negative correlation ($|r| = 0.10-0.30$) between yield and indices in all years of the research was observed. The Poltava index and the index of linear density of spike with positive relation to yielding capacity were the most effective ones.

Key words: *spring durum wheat, collection sample, yielding capacity, selection index, yield component*