

SECTION 2. AGRONOMY

DOI: 10.46299/ISG.2025.MONO.AGRO.1.2.1

2.1 Адаптивний підхід в селекції пшениці м'якої озимої в умовах недостатнього зволоження

Сорт – один із значущих факторів, визначаючий рівень урожайності пшениці м'якої озимої, самий дешевий та доступний засіб її підвищення. Якщо в світі новому сорту зазвичай належить 30–50% добавки урожайності, то в нашій країні ця частка становить 50–70 %. Це пов'язано з тим, що більшість території відноситься до зони нестійкого та недостатнього зволоження. Також відомо чим гірші ґрунтово-кліматичні умови, та низький рівень матеріального оснащення виробництва тим більше значення має більш адаптивний сорт. Вдається, що 25% урожайності визначається його генетичними особливостями, і значення генотипу в підвищенні і стабілізації урожаю постійно зростає. Сорт як елемент технології є одним із головних факторів, який забезпечує необхідну кількість високоякісної продукції. На сучасному етапі найважливішим завданням селекції пшениці м'якої озимої є створення сортів з високим генетичним потенціалом продуктивності і якості зерна та адаптивністю на варіюючі екологічні умови, що забезпечують максимальну реалізацію можливостей сорту [10-13].

Екологічна пластичність дозволяє ефективно використовувати сприятливі фактори зовнішнього середовища, здатність сорту протистояти стресовим факторам. Ступінь реакції генотипів на зміну умов зовнішнього середовища характеризується коефіцієнтом екологічної пластичності, який вибирає напрям і рівень змін індивідуальних показників сортозразка відносно адаптивної норми [13, 14].

Адаптивність сорту збалансоване поєднання більшості ознак, в яких перевага надається найбільш важливим, що формують продуктивність рослин. Рівень адаптивності сорту залежить не тільки від його пристосованості, а і від специфіки екологічних умов, створюваних в агроценозі [15].

До адаптивного сорту пред'являють наступні вимоги:

- екологічна пластичність, здатність формувати середню урожайність в діапазоні коливань умов вегетації;
- гетерогенність агропопуляцій;
- скоростиглість (по ознаці виходу рослин в трубку);
- інтенсивність (реакція на покращення погодних умов та технологій вирощування);
- стійкість до біо- та абіотичних факторів.

Сортовий досвід визначає, що підвищення урожайності вирощуваних сортів базується на вдосконаленні технологій та досягнень селекції. Завдяки створенню та використанню взаємодоповнюючих сортів збільшується урожайність через пристосування до ґрунтово-кліматичних умов. Новостворений сорт може бути розповсюдженим тільки в тому разі, якщо він формує більшу і стабільну урожайність, ніж існуючі [16].

В основу адаптивної селекції закладено ідею створення сортів з високим потенціалом урожайності та стійких до стресів, мінімізувати які технічними засобами майже не можливо. Важливим фактором при створенні нових, більш врожайних сортів, є правильний підбір батьківських сортів при гібридизації, основному методі селекції пшениці озимої. Багаторічна оцінка селекційного матеріалу при різних погодних умовах дозволяє виділити високоврожайні, зимостійкі, посухостійкі, з високою хлібопекарською якістю зерна, стійкі до хвороб і вилягання, найбільше пристосовані сортозразки для вирощування в умовах недостатнього зволоження південно-східного Степу України [17, 18].

В існуючих моделях сортів пшениці встановлені вимоги до рівня урожайності, структурі її елементів стійкості до біотичних і абіотичних умов. В фактичних моделі зафіксовано досягнутий рівень урожайності, структура його компонентів і їх співвідношення. Перспективна біологічна модель націлена на розкриття генетичного потенціалу пшениці м'якої озимої та запропонування шляхи його реалізації. В такій моделі необхідні конкретні співвідношення частин рослини, її фізіологічний тип, вегетаційний період, показники адаптивності при формуванні різних агроценозах. Це неможливо без даних генетичної мінливості

кількісних ознак, результатів біохімічного, імунологічного аналізів, які є базою вивчення, створення вихідного матеріалу та перспективних економічно-орієнтованих сортів.

Основним завданням селекції пшениці м'якої озимої Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України (ДДСДС НААН) є створення пластичних сортів з високим адаптивним потенціалом. Сорти ДДСДС НААН створені на основі оцінок та аналізі селекційних фонів, які сприяють прояву мінливості, закріплюють досягнені параметри ознак, усувають різницю між ними, забезпечують екологічний напрямок селекції і сприяють обґрунтуванню добору продуктивних і адаптивних генотипів пшениці озимої [19]. Вченими станції проводиться гібридизація кращих вітчизняних і закордонних сортів та сортів ДДСДС НААН з послідовним цілеспрямованим добором за показниками продуктивності колосу у початкових ланках селекційного процесу (F_2 – F_4), коли рекомбінаційна мінливість забезпечує нові адаптивні, в тому числі трансгресивні за господарсько-цінними ознаками форми рослин.

Прикладом адаптивних сортів для умов недостатнього зволоження є сорти пшениці озимої Донецька 48, Богиня, Диво донецьке, Юзовська, Ігрита, Перемога, Вежа, Новинка.

Особливу увагу заслуговує положення про середовищно створювальне значення сорту, це майже невикористований ресурс в селекції сучасних сортів пшениці м'якої озимої [20]. Ґрунтово-кліматичні і погодні умови території України характеризуються значним різноманіттям. Навіть у межах агрокліматичної зони виділяються певні екологічні ніші із специфічними характеристиками сортів та особливостями динаміки методологічних факторів. Погодні умови часто мають контрастні параметри в період вегетації пшениці озимої залежно від року. У зв'язку з цим важливішим завданням селекції пшениці м'якої озимої є створення сортів з високим генетичним потенціалом продуктивності і якості зерна та оптимальною нормою реакції (адаптивністю) на варіюючи екологічні умови, що забезпечують максимальну реалізацію

можливостей сорту.

Територіально пшениця м'яка озима вирощується в трьох еколого-географічних зонах: Степ, Лісостеп, Полісся, кожна з яких займає великі площі і дуже суттєво відрізняється за ґрунтово-кліматичними умовами. Товаровиробництво України за матеріальним забезпеченням рівня технології суттєво відрізняється. Окремі господарства та агрофірми здатні забезпечити застосування інтенсивних технологій вирощування пшениці озимої, але більшість вимушені застосовувати технології з мінімальними втратами. В зв'язку з цим у ведучих селекційних установах створюються сорти універсального використання, які відрізняються високою пластичністю і потенційною урожайністю, показниками якості зерна і достатньо високі врожаї в варіюючих умовах середовища, на рівні їх генетичного потенціалу [21–28].

Екологічна пластичність спрямована ефективно використовувати сприятливі фактори зовнішнього середовища, здатність сорту протистояти стресовим факторам. Ступінь реакції генотипів на зміну умов зовнішнього середовища характеризується коефіцієнтом екологічної пластичності, який вибирає напрям і рівень змін індивідуальних показників сортозразка відносно адаптивної норми. Пластичність ознаки є незалежною властивістю і знаходиться під специфічним генетичним контролем. Стабільність і пластичність ознак сортів обумовлені здатністю генетичних механізмів рослини зводити до мінімуму наслідки негативного впливу середовища. Стабільність – стійкість реалізації притаманної генотипу реакції на зміну умов середовища.

Роль генетичного різноманіття будь-якого біологічного виду очевидна – саме це дозволяє даному виду виживати і навіть розвиватися в умовах навколишнього середовища, що постійно змінюються.

Для якісного ведення селекційної роботи необхідно використовувати нові сорти, лінії, форми пшениці озимої, які володіють комплексом цінних ознак, що здатні на виході давати стабільно високий урожай в поєднанні з високою якістю насіння. В створенні таких зразків визначну роль відіграють колекції генетичних ресурсів рослин [29-31]. Однією з головних задач зі збереження таких колекцій

є збагачення їх генетичним різноманіттям форм, що мають цінні ознаки, тобто збільшенню гетерозисності таких колекцій, що в свою чергу зменшує загрозу генетичного виродження (ерозії) сучасних виробничих сортів.

Якість роботи зі збагачення колекцій набагато підвищується за рахунок знання генетики вихідного матеріалу. Проте, як зазначає Мережко А. Ф. [32], виявлення генетичних властивостей великої кількості зразків, які мають потрібні фенотипічні показники досить ускладнено, що пов'язано з рядом об'єктивних причин. Тому необхідно чітко розрізняти відомі терміни «джерело» та «донор» ознаки. За визначенням, що подає Мережко А. Ф.: «джерело» – це зразок, що має потрібне селекціонеру середнє значення відповідної ознаки і належить до культурного виду або його дикорослому родичу; «донор» – це генетично вивчене джерело, котре: а) здатне легко схрещуватися з кращими сортами і лініями та продукувати життєздатне високофертильне потомство; б) забезпечує бажаний ефект в широкому спектрі гібридних комбінацій; в) не володіє якими-небудь негативними характеристиками, які тісно пов'язані з іншими важливими ознаками і зменшують врожай або якість продукції до економічно недопустимого рівня.

Важлива роль у вирішенні питання збагачення генетичного різноманіття сортів належить генетичним ресурсам рослин (ГРР) [33]. Відомий ботанік Дж. Г. Хокс значення ГРР вбачав у наступному: 1) огляд різновиду ГРР, що знаходяться в генбанках або доступні в польових умовах; 2) експедиційне обстеження регіонів; 3) збереження ГРР; 4) вивчення ГРР; 5) збагачення зародковою плазмою та ін. Наскільки буде ефективно виконано кожна ланка цього процесу, настільки різноманітний матеріал отримає селекціонер для своєї роботи.

В наш час роботу зі збереження, поповнення і вивчення колекцій сільськогосподарських культур та інших цінних видів рослин в Україні координує Національний центр генетичних ресурсів рослин України при Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Різні умови вегетації можуть бути причиною генетичної зміни сортів і призвести до зміни характеристики самих сортів. В селекції пшениці

найпоширенішим методом створення гібридів для відбору цінних генотипів є внутрішньовидова гібридизація. Еколого-географічний принцип підбору батьківських форм для схрещування є основним і найбільш ефективним.

Однією із важливих проблем селекції пшениці є створення і вивчення вихідного матеріалу. Основним джерелом сортів для селекційного використання є колекції, які базуються на світових генетичних ресурсах. У Національному центрі генетичних ресурсів рослин України зосереджені зразки пшениць м'якої озимої передані в центр з різних установ та країн світу. Інколи сорти представлені популяціями, такі зразки вивчаються дуже рідко хоча вони можуть слугувати джерелом збільшення обсягу вихідного матеріалу для потреб практичної селекції.

Основним напрямком селекції пшениці є підвищення продуктивності, яка є складною кількісною ознакою і поділяється на компоненти. Для ефективної селекції потрібні прикладні знання про специфічність прояву та про генетичний контроль конкретних господарсько цінних ознак.

Властивості генотипу найповніше виявляються схрещуванням, найбільш ефективним методом оцінки є діалельні схрещування та аналіз гібридного потомства і селекційне опрацювання отриманих комбінацій. Трудомісткість методу діалельних схрещувань компенсується багатством вихідного гібридного матеріалу для практичної селекції.

Інтенсифікація технології виробництва зерна пшениці м'якої озимої призвела до значного зростання потенційної врожайності нових сортів. Проаналізовані ознаки, які визначають продуктивність, пластичність та недостатньо вивчені в конкретних посушливих кліматичних умовах, що постійно змінюються, тому використання методів екологічної селекції залишається основним завданням селекційних програм при створенні сортів з відповідною адаптивністю у конкретних умовах вегетації [34].

Морфотип рослини, який залежить від морфогенезу та генотипу конкретного сорту, є цілісною системою відпрацьованих взаємозв'язків як загального значення, так й особистих, співвідношення яких в процесі

індивідуального розвитку і призводить до формування конкретної рослини відповідного сорту.

Структура продуктивності на кожному етапі індивідуального розвитку рослини обумовлена конкретною реалізацією сорту як об'єднання двох взаємопов'язаних процесів: морфогенеза та формування елементів функціонуючих органів рослини. На рівні рослини стабільність визначається процесом формування початкового стебла, кущення, стеблуння, формування основного та бокових пагонів і колосів, їх довжини, кількості зерен в колоссях, маси зерна з колоса, маси зерна з рослини, маси 1000 зерен. На рівні популяції стабільність і пластичність визначається гнучким механізмом реалізації у окремих рослин декількох екологічно відпрацьованих схем і морфогенетичних процесів спрямованих на формування конкретного типу рослин. Еколого-генетичний механізм реалізації генотипу через фенотип становить в зміні норми реакції і кількості метамерів вегетативної частини рослини.

Сільськогосподарське виробництво вимагає від сортів протилежні умови тим, що створюються еволюційно природним добором. Рослина пшениці повинна мати потужну кореневу систему, інтенсивне кущення, стійкість до біотичних та абіотичних факторів за рахунок зміни регуляторних механізмів в онтогенезі, що можливо вирішити саме селекційними методами.

Сорти пшениці м'якої озимої в морфологічному плані представлені як цілісні корелятивні ростові біоритмічні системи. Це результат сукупної дії природного та штучного добору. Природний добір визначає родові і видові механізми морфотипів – сортів, він визначає стабілізацію взаємозв'язків показників які визначають продуктивність в конкретних умовах вегетаційного періоду. А штучний добір, селекція під контролем, призводить до змін росту та розвитку, що є обов'язковим для нових адаптованих сортів. Селекція змінює взаємозв'язки та фенотип зміною структурних показників тобто кількісних ознак сорту. Створення сорту хоча і тривалий процес, але його частка дуже не значна в порівнянні із природнім добором як частка генотипу в порівнянні з впливом навколишнього середовища. Визначення і аналіз взаємозв'язків ознак у сортів і

гібридів, які формуються на всіх етапах органогенезу, важливі для сьогодення і майбутньої селекції більш пристосованих сортів в умовах коливання погодних умов та потепління клімату. Необхідно теоретично досліджувати процеси саморегуляції морфогенезу пшениці м'якої озимої та відпрацювати для практичної селекції систему методів протистояння абіотичним факторам, які б стримували їх методами добору для збільшення цінних ознак в нових сортах. Завдання подолання змін та взаємозв'язків визначаючих формування морфометричних структур рослин, а в цілому і продуктивність є головним і надскладним, яке постає перед селекціонерами. Існує багато проблем, успішне вирішення яких дозволило б збільшити продуктивність існуючих сортів. Градієнти норми реакції накладають обмеження і виконують роль природного добору, визначають рівень продуктивності в конкретному екологічному пункті, тобто в умовах екології вегетаційного періоду створюваних сортів має значення морфометричний аспект. Необхідне чітке розмежування вегетативної та генеративної фази росту. Важливо щоб період цвітіння не був довгим, тому що коли ця ознака сприяє своєчасної стиглості і стабільності її урожайності. Збільшення генеративної фази та зменшення вегетативної – також резерв підвищення урожайності.

В селекції сучасних сортів пшениці збільшено показники кількісних ознак, а це збільшує період вегетації та їх структури. Для подолання зміни такого зв'язку матимуть значення дослідження на конкретних фазах росту рослин пшениці м'якої озимої. Важливо також для збільшення продуктивності сортів вирішення завдання подолання сортоспецифічності розташування та кут відхилення листків і особисто прапорцевого листа, його розміри та колір.

Оптимальний стеблостій – один із основних компонентів врожайності який також можливо регулювати технологією вирощування, яка потрібна для конкретного сорту. Формування ефективного стеблостою сприяє рівномірному розподілу продуктивної вологи та поживних речовин між рослинами, що, у кінцевому рахунку, створює підґрунтя для закладки рослинами показників структури урожаю.

Для збільшення продуктивності повинно надійно керувати ростом рослини. Добори родин і ліній рослин по морфотипу та інформації їх росту повинні бути теоретично обґрунтовано індивідуальним доббором і оцінкою за нащадками. Важливим показником оцінки сортів є адаптивна здатність під якою розуміють здатність генотипу підтримати властиві фенотипові ознаки в певних умовах навколишнього середовища, або періоду вегетації.

Різні погодні умови, які за всяк час змінюються, ускладнюють селекційні завдання. Цілеспрямоване створення універсальних сортів широкого ареалу має небагато позитивних прикладів. Випадки їх появи, як правило, не були результатом цілеспрямованої селекційної роботи. Зазвичай високопродуктивні сорти надто чутливі до біотичних та абіотичних факторів. Найбільш розповсюдженою кореляцією сортозразків при доборах на більшу продуктивність є зниження їх загальної пристосованості. Наведено, що в більшості випадків висока екологічна стійкість рослин зазвичай пов'язана з меншою їх продуктивністю. Інтенсивний добір за однією ознакою знижує загальну пристосованість. Саме це є одним із основних стимулів приділяти більшу увагу поєднанню потенційної продуктивності сучасних сортів з їх стресостійкістю, а саме до біо- та абіотичних факторів навколишнього середовища.

Кожний із компонентів урожайності на окремих етапах органогенезу може змінюватися незалежно від кількості врожаю, а його максимальний показник досягається при більших показниках його компонентів і субкомпонентів. При цьому більша урожайність в мінливих умовах вегетації забезпечується за рахунок поєднання пластичних компонентів. Ефективним методом оцінки адаптивних генотипів є той по якому можливо визначити реакції сорту на умови середовища.

Реакція сорту на умови вирощування характеризують загальну адаптивну здатність (ЗАЗ) – середній показник ознаки в мінливих умовах середовища, специфічна адаптивна здатність (САЗ) – відхилення від загальної в конкретному середовищі. Стабільність – здатність генотипу завдяки регулярним механізмам підтримувати певний фенотип в мінливих умовах вегетації.

Пластичність – b_i – коефіцієнт регресії на середовище) – реакція генотипу на мінливі умови середовища, виявляється в фенотиповій мінливості.

Репрезентативну оцінку екологічних параметрів можна отримати в одному пункті, але в різні строки сівби, або в один строк в різних пунктах або три роки в одному пункті.

Не зупиняючись на підставах стабільності сортів, визначаємо саме проявлення їх фенотипової стабільності.

Метод оцінки ЗАС, САС сорту в екологічному сортовипробуванні заснований на визначенні n сортів в m середовищах (місце, роки) та s повторення.

$X_{iRr} = U + V_i + d_R + (Vd)_{iR} + l_{iRr}$, де

X_{iRr} – фенотипове значення ознаки i -того сорту, вирощеного в R -том повторенні

U – загальна середня всієї сукупності фенотипів,

V_i – ефект i -того сорту,

d_R – ефект R -того середовища,

$(Vd)_{iR}$ – ефект взаємодії i -того сорту з R -тим середовищем.

l_{iRr} – ефект, обумовлений випадковими причинами та віднесений до iRr фенотипу.

На елементи моделі накладено наступні обмеження:

$$\sum_j V_i = \sum_R d_r = \sum (Vd)_{iR} = \sum_R (Vd)_{iR} = \sum l_{iRr}$$

Перший етап оцінки значень ЗАЗ і стабільності сортів, двофакторний дисперсійний аналіз.

Другий етап оцінки – визначення ЗАЗ і САЗ.

Згідно визначенню, ефект загальної адаптивної здатності i -сорту ЗАЗ $_i$ дорівнює V_i . Відхилення від суми $U + V_j$ буде становити ефект специфічної адаптивної здатності i -того сорту в R середовищі - САЗ $_{iR}$. Цей ефект складається із лінійної (ефект R -того середовища) та нелінійної частини (ефект взаємодії $(vd)_{iR}$).

Порівняти сорти по загальній адаптивній здатності можливо співставою $ЗАЗ_i$, яка характеризує середнє значення ознаки сорту по всіх середовищах (місто випробування, роки. Стабільність i -того сорту визначається по варіансі $САЗ$:

$$\sigma_{САЗ_i} = \frac{1}{m-1} \sum_R (dR + (Vd)iR) - \frac{m-1}{m} r^2$$

Чим більше $\sigma_{САЗ_i}$, тим менш стабільним буде показник ознаки сорту в мінливих умовах середовища.

Для порівняння мінливості різних ознак при вивченні різних сортів та середовищ можливо використання відносної стабільності сорту за конкретною ознакою Sgi .

$$Sgi = \frac{\sigma_{САЗ}}{U + ЗАЗ} 100\%$$

Цей показник аналог коефіцієнту варіації при вивченні сортів в низці середовищ. Реакція сорту на покращення умов середовища визначається по значенню коефіцієнта регресії сорту на середовище.

$$bi = \frac{\sum XiR * dR}{\sum_R d^2 R}$$

Коефіцієнт регресії bi дає потрібну інформацію про стабільність сорту в порівнянні з $\sigma_{САЗ_i}$, але на відміну від останньої вказує локацію сорту на змінюючі (кращі, гірші) умови. При $bi > 1$ сорт має більші показники ознаки в порівнянні з іншими сортами в кращих умовах, при $bi < 1$ – в гірших умовах, при $bi = 0$ не реагує на зміну умов середовища. Обидва показники стабільності взаємно доповнюють один одного. Для виділення сортів, які поєднують продуктивність та стабільність, використовують показник селекційної цінності генотипу (СЦГ).

$$СЦГ_i = U + ЗАЗ_i - p \sigma_{САЗ_i}$$

$$p = \frac{100}{2Sg};$$

$$Sg = \frac{Sgi + \dots + Sgn}{n}$$

Кращим сортом для умов сортовипробування буде той, що має максимальну загальну адаптивну здатність, формує найбільшу урожайність в сприятливих умовах вегетації та забезпечує її стабільність.

Генетико-статистичний аналіз експериментальних даних можливо виконати з використанням програми OSGE [35], а наведений приклад формул пояснює їх біологічний сенс.

Список ознак для математичного забезпечення селекційного процесу, та оцінки структури урожаю:

1. Маса зерна з рослини (продуктивність).
2. Маса 1000 зерен (МТЗ).
3. Маса зерна з головного колоса.
4. Кількість колосків головного колоса (ККК).
5. Кількість зерен головного колоса.
6. Продуктивна кущистість (ПК).
7. Довжина головного колосу.
8. Висота рослини.
9. Кількість рослин на 1 м².
10. Кількість рослин на 1 м² перед збиранням.
11. Кількість продуктивних стебел на 1 м².
12. Середня кількість зерен в колосі (КЗК).
13. Маса зерен з одного колосу (МЗК).
14. Маса зерна з 1 м².
15. Довжина соломини.
16. Довжина вегетаційного періоду.
17. Урожай при 14% вологості зерна.

Визначальним в агроценозі пшениці озимої – підвищення урожайності та її стабільності. Під стабільністю розуміють здатність сортів мати стійку продуктивність або інші господарські ознаки чи властивості при зміні умов середовища. Пропонують використовувати термін «норма реакції» як синонім пластичності генотипів та стабільність їх продуктивністю необхідно врахувати і думку, що пластичність, стабільність, норма реакції не є загальною характеристикою сорту, а стосується певної ознаки та їх комплексу.

Дослідження сортів пшениці озимої м'якої у 2020–2024 рр. в мінливих

умовах середовища виявили їх генетичний потенціал урожайності. В екологічному сортовипробуванні по урожайності та індексу екологічної пластичності сорти відповідають умовам недостатнього зволоження, мають оптимальну реакцію на ці умови. Вони мають високий рівень адаптивно значущих ознак: продуктивна кустистість (ПК), кількість зерен в колосі (КЗК), кількість колосків у колосі (ККК), маса зерна з колосу (МЗК), маса 1000 зерен (МТЗ), які формують урожайність та більш повно реалізують ресурси середовища.

Реакцію сортів пшениці м'якої озимої оцінено шляхом розрахунків за показниками урожайності та структурою продуктивності (табл. 1) з визначенням середніх значень та варіанси стабільності.

Таблиця 1

Характеристика сортів за структурою продуктивності

№	Сорт	ПК, шт.	КЗК, шт.	ККК, шт.	МЗК, г	МТЗ, г	Урожайність, т/га	S^2di
1	Донецька 48	1,2	31,4	18,3	1,5	47,2	7,64	0,05
2	Перемога	1,5	35,2	19,2	1,6	46,3	8,10	0,04
3	Диво донецьке	1,8	34,6	19,9	1,4	40,9	5,56	0,04
4	Попелюшка	1,1	33,8	19,5	1,5	44,9	9,47	0,18
5	Вежа	1,5	37,5	19,5	1,7	45,7	10,14	1,12
6	Новинка	1,2	32,3	17,8	1,5	47,2	7,05	0,04
	Середнє	1,4	34,1	19,0	1,53	45,4	7,99	-
	НІР ₀₅	0,21	1,07	0,5	0,07	0,68	0,15	-

Рівень урожайності варіював від 7,05 т/га до 10,14 т/га при 7,64 т/га умовного стандарту.

Варіанса ознаки S^2di вказує наскільки надійно сорт відповідає умовам вегетації та Характеризує його пластичність. Чим ближче до нуля, тим менше відрізняються емпіричні значення ознаки урожайності від теоретичних.

Більш стабільними є сорти Донецька 48, Новинка, Перемога, Диво донецьке.

Сорти Вежа та Попелюшка мають високу чутливість до умов вегетації.

Таким чином, сорти мають найкращу агроекологічну відповідність до умов Степу та Лісостепу. Вони характеризуються гарантованим приростом урожайності зерна 0,5 – 1,2 т/га у порівнянні з стандартами.

Показники економічної ефективності сортів вивчались після попередника еспарцет, що забезпечило отримання умовно чистого доходу 3500 грн за рівня рентабельності 60% в порівнянні з сортом Донецька 48. Посівні площі в господарствах різних форм власності степової зони склали впродовж 2021– 2025 рр. понад 100 тис. га, що забезпечило додатковий збір зерна за рахунок використання потенціалу продуктивності.