

УДК 633.11:577.11

Фанін Я. С.

аспірант,

Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннізнавства і сортовивчення
Одеса, Україна**E-mail:** yaroslavfanin96@gmail.com,**ORCID:** 0000-0003-3129-7583**Литвиненко М. А.**доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії наук України,Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннізнавства і сортовивчення
Одеса, Україна**E-mail:** dr_litvin@ukr.net.**ORCID:** 0000-0002-8605-6587

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН У СУЧАСНИХ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАКОРДОННИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Анотація

Мета – визначити стан сучасних вітчизняних і закордонних селекційних досягнень за врожайністю, елементами продуктивності рослин за різного рівня азотного мінерального живлення. *Методи*. Польові дослідження закладалися згідно з методикою польового досвіду Б.А. Доспехова. Агротехніка вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для Степової зони України. *Спостереження* за тривалістю основних періодів росту та розвитку, відбір і розбір пробних снопів із визначенням елементів структури врожаю проводили за методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур. *Сорти* були поділені на групи за місцем їх утворення: I група сортів – СГІ НЦ, II – сорти селекції українських сортів, III – закордонні фірми. *Результати*. Вивчено впродовж контрастних за погодними умовами 2021–2022 років урожайність і елементи продуктивності рослин у сучасних сортів озимої м'якої пшениці порівняно із сортами більш ранніх етапів селекції. Виявлена специфічна реакція сортів на чинники погодних умов року та різних доз добрив. На цьому тлі встановлено прогрес у рості врожайності сучасних сортів порівняно із сортами ранніх етапів селекції в 1,32–2,25 рази. У результаті дослідження елементів структури врожаю було встановлено декілька закономірностей. У сучасних сортів значно зменшилась висота рослин, що підвищило стійкість до вилягання та збільшення частки зерна в загальному біологічному врожаї до 42–48%. Також важливі зміни відбулися в сучасних сортах за продуктивністю колоса, вона збільшилась на 76–94% порівняно із сортами ранніх етапів селекції. З підвищенням генетичного потенціалу врожайності сучасних сортів зростає ефективність використання високих доз мінерального підживлення. Показані особливості сучасних сортів за вивченими ознаками залежно від місця їх утворення. *Висновки*. Селекція озимої м'якої пшениці досягла значних успіхів на підвищення врожайності як в Україні, так і за кордоном. Сучасні сорти в наших дослідах показали врожайність на рівні 5,88–6,77 т/га, що в 1,32–2,25 рази більше, ніж у сортів ранніх етапів селекції. Серед значних змін у результаті селекції, які вплинули на врожай, можна віділити декілька: 1) висота рослин значно зменшилась у сучасних сортів, що дало змогу збільшити зернову частку у співвідношенні зернової та вегетативної маси від 32–40% у сортів ранніх етапів селекції до 42–48% у сучасних сортів; 2) маса зерна з одного колоса в сучасних сортів на 76–94% більше, ніж у сортів минулих етапів селекції; 3) за показником маси 1000 зерен стійкий прогрес мають тільки сорти селекції СГІ НЦНС та деякі сорти інших установ України.

Ключові слова: озима м'яка пшениця, продуктивність рослин, структура врожаю, азотне підживлення, колекція.

Вступ. Проблема врожайності пшениці в історії розвитку світового землеробства постійно зростає, це зумовлено її значними харчовими та кормовими якостями, поступовим підвищенням продуктивності культури як ярого, так і озимого типу розвитку. За останні десятиліття світова середня врожайність досягла рівня 3,2–3,6 т/га, а валовий збір – 620–680 млн т, що становить значну частину сировини для виробництва продуктів харчування. В Україні озима м'яка пшениця є стратегічною культурою, яка займає найбільші площі посіву – 6,2–6,6 млн гектарів [4]. Це зумовлено ґрунтово-кліматичними умовами, які сприятливі для цієї культури майже по всій території України, біологічними особливостями, які забезпечують ефективне використання зимово-весняних запасів вологи у ґрунті, і успішним майже 100-річним вивченням озимої м'якої пшениці у провідних установах країни. За цей період урожайність у виробничих умовах збільшилась із 2,2–2,8 т/га (30–40 рр. минулого століття) до 4,2–4,6 т/га за останній десятирічний період, валовий збір – із 12,5–16,8 млн т до 22–24 млн т відповідно [1]. Україна не тільки цілком забезпечує власні потреби у продовольчому зерні пшениці, а й увійшла в десятку країн за експортом цієї культури. За висновками закордонних і вітчизняних експертів, у сумарному впливі всіх чинників на це зростання 30–40% припадає на впровадження нових високоврожайних сортів [2].

Підвищення генетичного потенціалу продуктивності й удосконалення інших ознак і властивостей відбувається поступово і навіть стрибкоподібно, зазвичай шляхом створення та залучення якісно нового генетичного матеріалу. Одним із таких стрибків у селекції озимої пшениці було залучення генів короткостебловості, що дало можливість розв'язати проблему стійкості до вилягання та створити якісно нові сорти інтенсивного типу зі зростанням генетичного потенціалу врожайності на 20–25 %. Такі етапи селекційних досягнень деякою мірою змінили характеристику сортів за врожайністю, елементами продуктивності, морфологією, стійкістю до біотичних і абіотичних чинників [3].

Найбільш показовим та інформативним за цією темою є багаторічний дослід «Історія сортозмін», який проводиться у Відділі селекції та насінництва пшениці СГІ-НЦНС із 1972 р. та включає сортовипробування найбільш розповсюджених комерційних сортів, створених за 100-річний період селекції пшениці на Півдні України.

Кожний рік цей дослід поповнюється сортами, які набувають виробничого значення. Результати цих багаторічних досліджень свідчать про те, що створено та використано у виробництві цього розділу понад 100 сортів, на базі яких здійснено 8 сортозмін, у переважній кількості сорти СГІ НЦНС. Результати досліджень демонструють, що селекція досягла значних змін у генетичному вдосконаленні озимої пшениці як основної продовольчої культури. Генетичний потенціал урожайності збільшився від рівня 3–4 т/га до 10–12 т/га, тобто у 2,5–3 рази; знизилась висота рослин до рівня 60–90 см, що дозволило збільшити частку маси зерна в біологічному врожаї до 40–50 %; значно підвищилась стійкість до посухи, хвороб; значно покращились показники хлібопекарських якостей – до рівня екстра пшениці. Також отримані аналогічні результати в польових дослідах інших наукових установ. Це підтверджується високими досягненнями виробництва зерна пшениці на аграрних підприємствах України, які ефективно використовують сортовий потенціал [5].

У процесі реформування державного сортовипробування та переходу від районування сортів до їх реєстрації кількість сортів у державному реєстрі за останні тридцять років збільшилась із 60 (1992 р.) до 560 (2022 р.), тобто в 10 разів. Водночас зростає кількість сортів закордонних селекцій. Так, сортів пшениці вітчизняної селекції в реєстрі 352 (63 %), сортів закордонної селекції – 208 (37 %). У зв'язку із цим важливо встановити, які зміни господарських і біологічних властивостей сортів відображаються в разі поєднання вітчизняного та закордонного сортименту озимої м'якої пшениці, на прикладі найбільш розповсюджених в Україні сортів.

Мета роботи. Визначити стан сучасних вітчизняних і закордонних досягнень селекції озимої м'якої пшениці за врожайністю, елементами продуктивності рослин за різного рівня азотного мінерального живлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. *Матеріали, методи досліджень.* Польові дослідження проводилися по чорному пару на експериментальних полях відділу селекції та насінництва пшениці СГІ-НЦНС у період 2020–2022 рр. Дослід закладався у трикратній повторності з розміром дослідної ділянки 10 м² за суцільного способу сівби (ширина міжрядь – 15 см), з нормою висіву – 4,5 млн зерен/га, на двох фонах із весняним підживленням аміачної селітри в дозах N 60 і N 120 кг/га діючої речовини. Дослідження проводилися за методикою польового досвіду Б.А. Доспехова [6]. Агротехніка вирощування пшениці озимої – загальноприйнята для Степової зони України. Спостереження за розвитком рослин, відбір і аналіз пробних снопів із визначенням елементів структури врожаю проводили за методикою державного сортовипробування с.-г. культур [7].

Колекція сортів Відділу селекції та насінництва пшениці представлена в кількості 50 найбільш розповсюджених в Україні сортів із селекції СГІ-НЦНС, 7 селекційних установ в Україні та 6 іноземних компаній. А саме, вітчизняні установи – Інститут фізіології і генетики – Новосмулянка, Чорнява, Славна; Білоцерківська дослідно-селекційна станція – Квітка ланів, Щедра нива; Миронівський інститут пшениці – Світанок; Інститут зрошувального землеробства – Росинка, Соборна, Кошова; Інститут експериментальної ботаніки – Валенсія; Херсонський державний аграрний університет – Ярославна; ННЦ «Інститут землеробства НААН» – Аналог, Кесарія; іноземні компанії – Штрубе (Німеччина) – Ортегус, Понтікус, Фаустус, Ленокс; Лімагрейн (Франція) – Колонія; РАДжТ (Чехія) – Балетка, Мачбол; Нордзаат Заатцухт (Бельгія) – Мулан; Селген (Чехія) – Турандот; Заат Уніон (Німеччина) – Токрілд. Для підтвердження змін у характеристиках сортів у дослід залучені сорти більш ранніх етапів селекції: сорт екстенсивного типу степової екології Одеська 16 (1952 р.), сорт високорослий інтенсивного типу лісостепової екології Безоста 1 (1959 р.), сорт високорослий інтенсивного типу степової екології Одеська 51 (1968 р.), сорт високорослий інтенсивного типу степової екології Пилипівка (2011 р.). Варто зазначити, що сорт Пилипівка, хоча і був занесений у реєстр не так давно порівняно з іншими сортами із групи сортів, які слугували контролем, але за своїм сортотипом і реакцією на агрофон його впевнено можна віднести до сортів високорослих інтенсивного типу. У колекції представлені сорти, створенні за останні 30 років, для відображення селекційних досягнень за показниками елементів структури врожаю м'якої пшениці. З огляду на те, що в державному реєстрі з'являється все більше сортів пшениці закордонного походження, у колекції відділу були представлені найбільш розповсюджені в Україні сорти із цієї категорії. Для аналізу експериментальних даних сорти пшениці, які представлені в колекції, були згруповані за місцем створення, за господарсько-цінними ознаками, за походженням з установ, за географічним розташуванням: I – сорти, які створені в СГІ-НЦНС; II – сорти, які створені в українських установах; III – сорти, створені в закордонних компаніях.

Були використані метеорологічні дані метеорологічної служби Одеського аеропорту, яка територіально розташована поряд з експериментальними полями. За отриманими даними, у вегетаційний рік 2020/2021 рр. випало приблизно 500 мм, тобто цілком досить для оптимальної вегетації пшениці. В осінній період випало

73,8 мм опадів, у зимовий період рівень опадів становив приблизно 202,9 мм. Також треба згадати про значний об'єм снігів протягом зими, що дало змогу накопичити значний рівень вологи та забезпечити розвиток рослин на рівні 3–4 стебла на одну рослину. Навесні сумарний рівень опадів становив 130 мм, із яких 62 мм випали у травні, під час колосіння та цвітіння. Такий же рівень опадів спостерігався в червні під час наливу зерна. Цей рік можна вважати оптимальним для вегетації за абіотичними чинниками.

У 2021/2022 вегетаційний рік випало 250 мм, що удвічі менше за минулий рік. Цей рік мав відрізнитися від попереднього більш вираженими стресовими чинниками. В осінній період випало 64,7 мм, що дещо менше, ніж минулого року. Дружні сходи були отримані в кінці жовтня – на початку листопада. Зима була теплою та майже безсніжною, кількість опадів була на рівні 120 мм, 88 мм із яких припадало на грудень. Весною спостерігався значний дефіцит вологи, за весь період випало 34 мм опадів, на період колосіння та цвітіння у травні припадає 10,4 мм, у період наливу зерна в червні випало 30,7 мм. За високих температур (26–30 °С) це призвело до «запалу» зерна та зниження врожайності. Погодні умови цього року можна вважати посушливими. Обчислення статистичних показників і кореляційного зв'язку між досліджуваними параметрами проводили за загальноприйнятими методами з використанням комп'ютерної програми MS Excel та Statistics 8.

Результати досліджень. Передусім зазначимо, що середня врожайність, незважаючи на відмінність погодних умов за роками, відрізняється несуттєво: у 2021 р. – $5,05 \pm 0,12$ т/га, у 2022 р. – $4,81 \pm 0,09$ т/га. Але в результаті проведення аналізу показників урожайності у середньому за два роки за окремими групами сортів можна простежити зростання врожайності в сучасних сортах. Особливо якщо порівняти сучасні сорти різних груп із сортами ранніх етапів селекції (рис. 1).

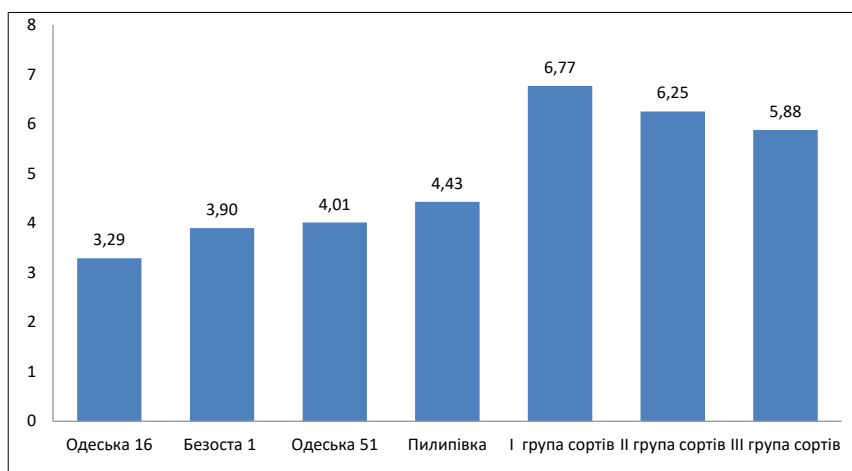


Рис. 1. Урожайність сучасних сортів різних груп за походженням порівняно з етапними сортами стандартами (т/га)

Як бачимо з рисунка № 1, з кожним новим етапом селекції відбувається збільшення врожайності, починаючи від стародавнього сорту екстенсивного типу Одеська (16 3,29 т/га) до 4,43 т/га у сучасного високорослого інтенсивного типу сорту Пилипівка, збільшення врожаю становить 34,6%. Важливішим є збільшення врожайності більш сучасних короткостеблових сортів різного походження (табл. № 1).

Найбільшу врожайність проявили сорти, створені в СГІ НС НЦ, з перевищенням сортів попередніх етапів селекції на 52,8–105,8%. Значне перевищення демонструють сорти української селекції – на 41,1–90,0%. Суттєво менші врожайності і перевищення над стандартами характерні для закордонних сортів. Імовірно, це пов'язано зі слабкою адаптацією до місцевих умов, що обмежує реалізацію генетичного потенціалу продуктивності.

Загалом за наведеними даними можна стверджувати, що в селекції на підвищення врожайності досягнуто значного прогресу як в Україні, так і за кордоном. Перевищення в сучасних сортах із різних груп за місцем створення над сортами ранніх етапів в 1,32–2,25 рази.

Становлять інтерес результати досліджень зміни реакції сортів за врожайністю на внесення різних доз азотних добрив N60 і N120. На сортах чітко видно, що кожен новий етап селекції супроводжувався не тільки збільшенням урожайності, а також підвищенням позитивної реакції на внесення азотних мінеральних добрив. Ця особливість характерна передусім для сучасних сортів пшениці. Коефіцієнт кореляції між врожайністю сортів і реакцією на азот загалом у досліді в середньому за два роки перебуває на середньому рівні – $r = 0,48 \pm 0,08$. Однак ефект від внесення азотного живлення значною мірою залежить від азотного живлення. Так, у 2021 р. з відносно достатньою кількістю опадів позитивна реакція сортів за врожайністю в середньому була суттєво вищою, ніж у посушливий 2022 р. (35,9 і 24,5% відповідно). Це очевидно впливає і на кореляційний зв'язок $r = 0,63 \pm 0,22$ і $r = 0,32 \pm 0,09$ у 2021 та 2022 рр. відповідно. У кожній групі сортів спостерігається деякий розмах за врожайністю та реакцією сортів на збільшення азотного живлення. За врожайністю в середньому на

двох варіантах доз добрив коефіцієнт варіації (V%) був значно вищий, ніж у посушливий 2022 р., ніж в оптимальному 2021 р. – 11,4 і 8,0% відповідно. Збільшення доз азотного живлення зменшує варіацію в сортів за N60 V% = 10,1–13,2%, за N120 = 5,9–6,3%. Найбільший розмах варіації за врожайністю характерний для групи сортів закордонної селекції, особливо на низькому азотному тлі: V = 10,5–17,8%, що пояснюється слабкою адаптивністю до місцевих умов. Отже, з підвищенням генетичним потенціалом урожайності в сучасних сортів пшениці ефективність використання підвищених доз мінерального азоту зростає, але ця особливість модифікується адаптивною мінливістю кожного сорту.

Таблиця 1. Збільшення врожайності в сучасних сортів різних груп за походженням щодо ранніх сортів-стандартів

Група сортів за місцем	К-сть сортів	Урожайність 2021–2022 рр., т/га	Перевищення над сучасними сортами							
			Одеська 16		Безоста 1		Одеська 51		Пилипівка	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
I – сорти селекції СГІ НЦ НС	20	6,77 ± 0,14	+3,48	105,8	+2,87	73,6	+2,76	68,8	+2,34	52,8
II – сорти української селекції	15	6,25 ± 0,18	+2,96	90,0	+2,35	60,2	+2,24	55,9	+1,82	41,1
III – сорти закордонної селекції	11	5,88 ± 0,21	+2,59	78,7	+1,98	50,7	+1,76	39,7	+1,45	32,7

Таблиця 2. Вплив чинників на формування врожайності й елементів структури врожаю

Чинник	Частка впливу				
	Врожайність, %	Густота стеблистою, %	Маса зерна з 1 м ² , %	Маса зерна з 1 стебла, %	Маса 1000 зерен, %
Рік (А)	–	2,5	2,8	–	20,1
Сорт (В)	48,5	13,7	50,3	58,1	17,0
Добрива (С)	24,6	7,0	21,5	–	12,4
Рік – сорт (А – В)	5,6	32,0	8,1	13,2	15,1
Рік – добрива (А – С)	9,8	9,5	4,5	20,4	1,7
Сорт – добрива (А – С)	–	8,7	0,6	–	–
Рік – сорт – добрива (А – В – С)	11,2	26,3	11,8	8,1	33,5
Інші чинники	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2

«–» – чинник не має суттєвого впливу

Водночас ефективність використання низьких доз добрив N60 у короткостебельних сортів значно поступається порівняно з високорослими сортами напівінтенсивного типу. За результатами дисперсійного аналізу (табл. 2) найбільшу частку впливу на формування врожаю мають сорт (48,5%) та добрива (24,6%). У зв'язку із цим є місця розташування, на яких підвищується врожайність у сучасних вітчизняних і закордонних сортів.

Передусім великі зміни, пов'язані з висотою рослин (табл. 3). Залежно від року досліджень і доз мінерального живлення висота у високорослих сортів ранньої селекції змінювалась – 102,4–117,8 см, у сучасних сортів цей показник дорівнює 84–91,2 см.

Якщо змінювати цю ознаку у відсотковому відношенні, то можна застосовувати значне зменшення висоти рослин у сучасних сортах селекції СГІ НЦ НС на 19,2%, у сортах вітчизняної селекції – на 21,5%, закордонних сортах – на 26,5%. Звісно, у кожній групі є розмах мінливості, який змінюється в генотипі генів короткостеблової, їх експресії в конкретних умовах [9]. Але давно відомо, що зниження генетично детермінованої висоти рослини відіграє значну роль у збільшенні врожаю в сучасних сортів [8]. Хоча в наших дослідженнях між високою рослинністю й урожайністю встановлена невисока негативна кореляційна залежність: $r = -0,36 \pm 0,08$, за літературними даними, короткостеблочність має значний вплив на врожайність завдяки підвищенню стійкості до вилягання та зміні у співвідношенні маси стебла та колоса [10].

Для визначення розподілу загальної біомаси між генеративними та вегетативними органами нами були проведенні заміри маси всієї надземної частини рослин з 1 м², також окремо заміряли масу стебел і отриманого зерна зі всіх рослин на 1 м². Щоб визначити питому ваги врожаю зерна від загальної маси, тобто дізнатися співвідношення «К господарське» рослини, був розрахований відсоток маси зерна, отриманого з 1 м², від усієї маси надземної частини з 1 м². Масова частка маси зерна в загальній надземній біомасі також має тенденцію до збільшення в сортів сучасної селекції [11]. Аналіз отриманих даних показав, що залежності від року та рівня азотного підживлення на кожному етапі селекції відбулося підвищення К господарського. Від 32–40% у високорослих сортів до 42–45% у сортів селекції СГІ НЦ НС; 39–44% у сортів вітчизняних установ; 46–48% у сортах закордонної селекції. Між розмірами К господарського та врожайністю сортів є досить високий рівень кореляційного зв'язку, який залежить від умов року, азотного живлення та групи сортів. Від мінімального значення $r = 0,54 \pm 0,14$ до максимального $r = 0,73 \pm 0,24$. Імовірно, надалі наявний резерв збільшення продуктивності нових сортів. Але цей напрям удосконалення сортів потребує детальної конкретизації для визначених умов вирощування.

За літературними даними, одним із головних елементів для формування врожайності є густота продуктивного стеблостою та маса зерен з одного колоса [12]. Нами були досліджені всі групи сортів на площі 1 м² (табл. 3).

За результатом дисперсійного аналізу було встановлено, що на формування густоти стеблостою найбільше впливає чинник «рік – сорт» – 32,0%, на другому місці комплекс факторів (26,3%) і фактор сорту (13,7%). Отже, порівнянням сортів і груп сортів з різним походженням були отримані диференційовані результати. Так, у варіанті N60 середня густота стеблостою за роками для сорту Одеська 16 становить 472 шт./м², для сорту Одеська 51 – 476 шт./м, для сортів I групи – 483 шт./м², сортів II групи – 445 шт./м², сортів III групи – 444 шт./м². Найбільша густота серед сучасних сортів спостерігалась у II групі, тоді як в інших групах вона була на одному рівні. На варіанті N120 кількість продуктивних стебел у середньому за роками збільшилась у сорту Одеська 16 – 571 шт./м², для сорту Одеська 51 – 583 шт./м². Тоді як у сортів I групи – 591 шт./м², II групи – 549 шт./м², III групи – 527 шт./м². Зі збільшенням норм добрив найбільшу густоту стеблостою мала II група, але, на відміну від варіанта N60, між групами спостерігалась значна диференціація. Як бачимо, сорти більш ранніх етапів селекції сортів в обох варіантах були на одному рівні або переважали за кількістю продуктивного стеблостою II та III групи і поступаються від 10 до 36 шт./м² II групі сортів.

Таблиця 3. Елементи структури врожайності сортів озимої пшениці різних груп за походженням залежно від рівня живлення

Ознака	Рік	Сорти ранніх етапів селекції		I група		II група		III група	
		N60	N120	N60	N120	N60	N120	N60	N120
Висота рослин, см	2021	110 ± 3,5	116,6 ± 3,7	88,3 ± 1,1	92,4 ± 0,7	87,5 ± 1,0	92,8 ± 1,0	80,5 ± 1,2	85,4 ± 1,3
	2022	105,6 ± 3,4	109,0 ± 3,5	85,6 ± 1,0	90,0 ± 0,9	85,2 ± 1,2	89,1 ± 1,1	78,0 ± 1,2	82,5 ± 1,3
Коефіцієнт варіації, V%	2021	6,4	6,4	5,6	3,7	4,3	4,1	5,1	5,1
	2022	6,5	6,5	5,6	4,9	5,3	4,8	5,1	5,7
Маса всього рослини, г/1 м ²	2021	1100,3 ± 24,1	1312,8 ± 55,8	1631,5 ± 35,0	1822,8 ± 32,8	1609,7 ± 34,2	1696,1 ± 11,0	1402,6 ± 38,4	1609,4 ± 19,9
	2022	1211,4 ± 53,4	1442,6 ± 29,0	1603,3 ± 32,7	1659,8 ± 27,5	1580,2 ± 36,72	1604,1 ± 31,2	1418,9 ± 76,2	1558,6 ± 33,5
Коефіцієнт варіації, V%	2021	4,3	8,2	9,0	7,5	7,9	2,1	9,1	4,0
	2022	8,8	4,0	8,6	6,9	8,6	7,1	17,8	6,9
Маса стебел, г/1 м ²	2021	648,3 ± 24,1	746,2 ± 17,2	853,4 ± 35,0	907,4 ± 13,8	831,3 ± 34,2	838,0 ± 6,7	737,7 ± 38,4	802,6 ± 13,1
	2022	743,6 ± 6,7	942,9 ± 4,5	866,3 ± 16,9	808,1 ± 15,2	778,2 ± 15,2	808,5 ± 13,9	709,5 ± 32,7	779,3 ± 13,9
Коефіцієнт варіації, V%	2021	4,3	4,5	9,0	6,5	7,9	2,6	9,1	5,3
	2022	1,8	0,9	8,7	7,7	7,05	6,4	15,3	6,4
Кількість продуктивних стебел, шт./1 м ²	2021	512 ± 3,9	609 ± 6,6	530 ± 10	606 ± 7,9	482 ± 9,4	556 ± 7,0	477 ± 7,3	541 ± 13,5
	2022	443 ± 2,3	553 ± 2,8	437 ± 4,2	577 ± 9,0	409 ± 5,8	542 ± 6,7	411 ± 3,8	512 ± 6,7
Коефіцієнт варіації, V%	2021	1,5	2,1	8,5	5,8	7,3	4,7	9,4	8,3
	2022	1,0	1,0	4,3	6,9	5,3	4,6	3,0	4,6
Маса зерна, г/м ²	2021	393,9 ± 9,0	469,3 ± 19,9	745,1 ± 17,3	860,8 ± 16,3	681,8 ± 17,3	818,0 ± 7,5	598,5 ± 17,3	722,9 ± 12,8
	2022	397,0 ± 24,6	499,7 ± 14,7	718,2 ± 20,7	766,9 ± 15,2	656,3 ± 15,9	710,2 ± 17,5	611,1 ± 32,8	702,0 ± 23,4
Коефіцієнт варіації, V%	2022	4,5	8,5	10,3	8,5	9,5	3,4	9,5	5,9
	2021	12,4	5,9	12,9	8,8	9,0	9,2	17,8	11,0
Маса зерна з одного колоса, г	2021	0,77 ± 0,01	0,77 ± 0,02	1,41 ± 0,01	1,42 ± 0,01	1,41 ± 0,01	1,47 ± 0,01	1,25 ± 0,01	1,34 ± 0,01
	2022	0,90 ± 0,05	0,95 ± 0,02	1,64 ± 0,03	1,33 ± 0,01	1,60 ± 0,02	1,31 ± 0,02	1,48 ± 0,06	1,37 ± 0,03
Коефіцієнт варіації, V%	2021	3,3	6,5	4,7	4,5	4,2	2,9	4,7	2,8
	2022	11,3	5,2	9,9	4,5	5,8	6,1	15,3	8,5

Таблиця 4. Зміни маси 1000 зерен у сортів озимої пшениці різних груп за походженням залежно від рівня живлення

Назва групи, к-сть сортів	Фактор В	Фактор С	Фактор А					
			2021 р.			2022 р.		
			Маса 1000 зерен, г	Кращі сорти, г	Коефіцієнт варіації, V%	Маса 1000 зерен, г	Кращі сорти, г	Коефіцієнт варіації, V
1	2		3	4	5	6	7	8
I 20 шт.	60		мін. 34,0, макс. 43,4 сер. зн. 38,8 ± 0,54	Перемога од. 43,4 Перспектива од. 42,4 Довіра од. 41,1	6,2	мін. 36,5 макс. 41,9 сер. зн. 38,0 ± 0,38	Ветеран 41,9 Перемога 40,0 Житниця 39,5	4,5
	120		мін. 35,5 макс. 44,8 сер. зн. 40,4 ± 0,52	Перемога 44,8 Перспектива 44,3 Довіра од. 43,8	5,8	мін. 36,7 макс. 42,3 сер. зн. 39,0 ± 0,32	Ветеран 42,3 Перемога 41,0 Куяльник 40,2	3,7

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7	8
II 15 шт.	60	мін. 37,7 макс. 41,2 сер. зн. 39,3 ± 0,23	Славія 41,2 Світанок мир 40,4 Щедра нива 40,2	2,6	мін. 33,9 макс. 41,4 сер. зн. 37,2 ± 0,50	Славія 41,4 Чорнява 38,7 Геничанка 38,5	5,0
	120	мін. 39,6 макс. 42,5 сер. зн. 40,7 ± 0,23	Славія 42,5 Світанок мир 41,8 Щедра нива 41,5	2,1	мін. 33,1 макс. 42,0 сер. зн. 38,3 ± 0,66	Аналог 42,0 Новомечуринка 41,5 Валенсія 41,0	6,5
III 11 шт.	60	мін. 36,8 макс. 40,0 сер. зн. 37,5 ± 0,29	Турандот 40,0 Ортегус 39,0 Єтана 39,0	2,9	мін. 35,7 макс. 39,0 сер. зн. 37,3 ± 0,36	Ортегус 39,0 Мулан 38,8 Колонія 38,3	3,2
	120	мін. 38,1 макс. 41,6 сер. зн. 39,6	Ленокс 41,6 Турандот 40,7 Ортегус 40,7	2,5	мін. 31,9 макс. 40,5 сер. зн. 37,1 ± 0,76	Турандот 40,5 Єтана 38,9 Колонія 38,6	6,6

Серед сортів СГІ НЦ НС майже кожен четвертий сорт (24,8 %) має масу 1000 зерен більше ніж 40 г. Сорти наукових установ України мають приблизно 12,3 % сортів із більшою масою 1000 зерен – 40 г. Серед сортів іноземної селекції таких сортів не виявлено. Серед сортів ранніх етапів селекції крупнозерних сортів не спостерігається.

Отже, про досягнення в селекції на підвищення маси 1 000 зерен можна говорити тільки в СГІ НЦ НС. Проте не можна стверджувати про перспективність селекції на крупнозерність зерна для підвищення врожайності, адже між цими показниками не був установлений кореляційний зв'язок $r = -0,18-0,28$. Більш значний вплив на формування врожайності має ознака «маса зерна з одного колосу» [14]. Ця ознака має суттєвий кореляційний зв'язок з урожайністю в сортів у цьому досліді: $r = 0,43 \pm 0,4$, з розмахом залежно від чинника дослідження, доз азотних добрив і груп сортів за місцем походження: $r = 0,38-0,56$. За результатами дисперсійного аналізу найбільший вплив на масу зерна з одного колоса має чинник сорту – 58,1 %, далі взаємодії факторів «рік – добрива» – 20,4 %, «рік – сорт» – 13,2 %. Ознака маси зерен із колоса включає сумарний ефект на врожайність маси зерна – маси 1 000 зерен, кількість зерен із колоса. Аналіз характеристик сорту за цією ознакою в різних варіантах досліду та в контрастних за погодними умовами роках переконливо свідчить про значний прогрес селекції на підвищення продуктивності внаслідок продуктивності колоса. У сортів селекції СГІ НЦ НС показник продуктивності колоса був на рівні 1,33–1,64 г. Трохи менший цей показник у сортів вітчизняної селекції – 1,31–1,60 г. У сортів закордонної селекції цей показник становить 1,25–1,44 г. Якщо порівняти ці показники із сортами ранніх етапів селекції, можна зробити висновок, що їхня маса поступається на 76–94 %.

Висновки. Селекція озимої м'якої пшениці досягла значних успіхів на підвищення врожайності як в Україні, так і за кордоном. Сучасні сорти в наших дослідях показали врожайність на рівні 5,88–6,77 т/га, що в 1,32–2,25 рази більше, ніж у сортів ранніх етапів селекції. З підвищенням генетичного потенціалу врожайності в сучасних сортів зростає ефективність використання азотного мінерального живлення, але ця закономірність модифікується адаптивними властивостями сорту. Серед значних змін унаслідок селекції, які вплинули на врожай, можна віділити такі: 1) висота рослин значно зменшилась у сучасних сортів, що дало змогу збільшити зернову частку у співвідношенні зернової та вегетативної маси від 32–40 % у сортів ранніх етапів селекції до 42–48 % у сучасних сортів; 2) маса зерна з одного колоса в сучасних сортів на 76–94 % більше порівняно із сортами минулих етапів селекції; 3) за показником маси 1 000 зерен стійкий прогрес у збільшенні маси мають тільки сорти селекції СГІ НЦНС та деякі сорти інших установ України. За показником густоти стеблистою значної різниці між сортами та групами сортів за походженням не виявлено.

Список використаних джерел

1. Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (*Triticum aestivum*) and consequences for lodging / P.M. Berry et al. *Euphytica*, 203. 2015. 375 p. DOI: 10.1007/s10681-014-1286-y.
2. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Genetic improvement of wheat-a review / Z. Sramkova et al. *Nova Biotechnologica*. 2009. V. 9. P. 27–51.
4. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України. URL: <http://www.minagro.gov.ua>.
5. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу, проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Збірник наукових праць СГІ*. 1996. С. 6–12.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1985. 336 с.
7. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур : методичні рекомендації. Київ, 2000. Вип. 1. С. 100.
8. Лыфенко С.Ф. Полукарликовые сорта озимой пшеницы. Киев : Урожай, 1987. С. 192.
9. Вплив генів короткостебловості на варіацію ознак ліній м'якої озимої пшениці / Г.О. Чеботар та ін. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2013. Вип. 17. № 1056. С. 95–102.
10. Литвиненко М.А., Гончарук Н.О. Селекція сортів озимої м'якої пшениці інтенсивного типу на витривалість до вилягання в умовах Півдня України. *Науково-технічний бюлетень СГІ*. 1993. № 1 (83). С. 8–13.
11. Сабодін Д.А. Фізіологія розвитку рослин. Москва : В-во АН СРСР, 1963. С. 196.
12. Тверда пшениця у Криму / Е.В. Ніколаєв та ін. Сімферополь : Фактор, 2004. С. 136.

13. Селекційна цінність пшенично-житніх транслокацій 1AL/1RS, 1BL/1RS в умовах Півдня України / М.А. Литвиненко та ін. *Сучасні напрями селекційного вдосконалення пшениці* : Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 100-річчю селекції пшениці в інституті СГП – НЦ НС. Одеса, 2016. С. 107–109.

14. Жемела Г.П., Кузнецова О.А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.

Fanin Ya. S.

Postgraduate student,

Plant Breeding & Genetics Institute-National Centre of Seed and Cultivar Investigation

Odesa, Ukraine

E-mail: yaroslavfanin96@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3129-7583

Litvinenko M. A.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

Academician of the National Academy of Science of Ukraine,

Institute of Plant Breeding and Genetics

National Centre of Seed Science and Variety Research

Odesa, Ukraine

E-mail: dr_litvin@ukr.net.

ORCID: 0000-0002-8605-6587

YIELD AND ELEMENTS OF PLANT PRODUCTIVITY IN MODERN DOMESTIC AND FOREIGN VARIETIES OF WINTER DURUM WHEAT

Abstract

Objective. To determine the state of modern local and foreign breeding achievements in terms of yield, elements of plant productivity at different levels of nitrogen mineral nutrition. *Methods.* Field research was conducted according to the methodology of field experience of B.A. Dospelkhov. Agricultural technology of winter wheat cultivation is generally accepted for the steppe zone of Ukraine. Observations of the duration of the main periods of growth and development, selection and analysis of test sheaves with the determination of elements of the crop structure were carried out according to the methodology of state variety testing of agricultural crops. The varieties were divided into groups according to the place of creation of variety creation: group I – PBGI-NCSCI, group II – varieties of Ukrainian varieties, and group III – varieties of. *Results.* The yield and elements of plant productivity of modern varieties of bread winter durum wheat in comparison with varieties of earlier stages of breeding were studied during the years 2021–2022, which were contrasted by weather conditions. The specific reaction of varieties to the factors of weather conditions of the year and different doses of fertiliser was revealed. Against this background, the progress in yield growth of modern varieties (in 1,32–2,25 times higher) compared to varieties of earlier stages of breeding was found. By studying the elements of the yield structure, several regularities were established. Modern varieties significantly reduced plant height, which increased resistance to lodging and increased the share of grain in the total biological yield to 42–48%. Modern varieties have also undergone important changes in ear productivity, which increased by 76–94% compared to varieties from earlier stages of breeding. As the genetic potential of modern varieties increases, the efficiency of using high doses of mineral fertilisation increases. The peculiarities of modern varieties according to the studied traits depending on the place of their creation are shown. *Conclusions.* Breeding of winter durum wheat has achieved significant success in increasing yields both in Ukraine and abroad. In our experiments, modern varieties showed yields of 5,88–6,77 t/ha, which is 1,32–2,25 times higher than varieties of early stages of breeding. Among the significant changes resulting from breeding that affected the yield are several: 1) plant height was significantly reduced in modern varieties, which allowed to increase the grain share in the ratio of grain and vegetative mass from 32–40% in early breeding varieties to 42–48% in modern varieties; 2) the weight of grain per ear per ear in modern varieties is 76–94% higher compared to varieties of previous stages of selection; 3) according to the weight of 1 000 grains, only varieties of the PBGI-NCSCI and some varieties of other institutions of Ukraine have a steady progress in increasing the weight.

Key words: winter bread wheat, plant productivity, yield structure, nitrogen fertilization, collection.

References

1. Berry, P.M., Kendall, S., and Rutterford, Z. (2015). Historical analysis of the effects of breeding on the height of winter wheat (*Triticum aestivum*) and consequences for lodging. *Euphytica*. 203, 375. DOI: 10.1007/s10681-014-1286-y [in United Kingdom].
2. Ofitsiyniyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
3. Sramkova Z. (2009). Genetic improvement of wheat-a review. [Genetic improvement of wheat-a review] / Z. Sramkova, E. Gregova, E. Sturdík. *Nova Biotechnologica*. V. 9. P. 27–51 [in Slovak Republic].
4. Ofitsiyniyi sait Ministerstva aharnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy [Official website of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. URL: <http://www.minagro.gov.ua> [in Ukrainian].
5. Lytvynenko M.A. (1996). Realizatsiia henetychnoho potentsialu, problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi [Realization of genetic potential, problems of productivity and grain quality of modern winter wheat varieties]. *Zb. nauk. pr. SHI*. S. 6–12 [in Ukrainian].

6. Dospekhov B.A. (1985). *Metodyka polevoho opeta* [Methodology of field experience]. M. : Kolos. 336 [in USSR].
7. *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops] (2000). Metod. rekomend. K. Vyp. 1. 100 [in Ukrainian].
8. Lifenko S.F. (1987). *Polukarlykovnye sorta ozymoi pshenytsi* [Semi-dwarf varieties of winter wheat]. K. : Urozhai. 192 [in USSR].
9. Chebotar H.O., Motsnyi I.I., Kulbida M.P., Chebotar S.V. (2013). *Vplyv heniv korotkosteblovosti na variatsiiu oznak linii miakoi ozymoi pshenytsi* [The influence of shortness genes on the variation of traits of soft winter wheat lines]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriya "Biologiya"*. Vyp. 17, № 1056. 95–102 [in Ukrainian].
10. Lytvynenko M.A., Honcharuk N.O. (1993). *Selektsiia sortiv ozymoi miakoi pshenytsi intensyvnoho typu na vytrivalist do vyliahannia v umovakh Pivdnia Ukrainy* [Selection of winter soft wheat varieties of the intensive type for endurance to lodging in the conditions of Southern Ukraine]. *Nauk.-tekhn. biul. SHI*. № 1 (83). 8–13 [in Ukrainian].
11. Sabodyn D.A. (1963). *Fyziolohyia razvytia rastenyi* [Physiology of plant development]. M. : Yzdvo AN USSR. 196 [in USSR].
12. Nykolaev E.V., Yzotov A.M., Tarasenko B.A., y dr. (2004). *Tverdaia pshenytsa v Krimu* [Durum wheat in Crimea]. Symferopol : Faktor. 136 [in Ukrainian].
13. Lytvynenko M.A., Topal M.M., Shcherbyna Z.V., Zorunko V.I. (2016). *Selektsiina tsinnist pshenychno-zhytnikh translokatsii 1AL/1RS, 1BL/1RS v umovakh pivdnia Ukrainy. Suchasni napriamy selektsiinoho udoskonalennia pshenytsi* [Breeding value of wheat-rye translocations 1AL/1RS, 1BL/1RS in conditions of southern Ukraine. Modern directions of breeding improvement of wheat]. *Mizhnar. nauk.-prakt. konf. prysviachena 100-richchiu selektsii pshenytsi v instytuti SHI – NTs NS*. Odesa. 107–109 [in Ukrainian].
14. Zhemela H.P., Kuznetsova O.A. (2012). *Vplyv sortovykh vlastyvostei na produktyvnist ta yakist zerna pshenytsi miakoi ozymoi* [Influence of varietal properties on productivity and grain quality of soft winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 3. 23–25 [in Ukrainian].