

<https://doi.org/10.15407/frg2025.05.405>

УДК 633.11:631.527:631.531.02

СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ ПРОДУКТИВНОСТІ У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЙНОСТІ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ І СЕЛЕКЦІЙНИХ ЛІНІЙ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ПШЕНИЦІ

Р.А. ЯКИМЧУК^{1,2}, Л.О. ХОМЕНКО¹, М.В. ТАРАСЮК¹

¹Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

²Національний дендрологічний парк «Софіївка» Національної академії наук
України

20300 Умань, вул. Київська, 12а

e-mail:peoplenature16@gmail.com

Збільшення виробництва зерна озимої м'якої пшениці шляхом створення і впровадження у виробництво високопродуктивних екологічно пластичних сортів нової генерації є черговим завданням сучасної селекції та запорукою подолання глобальної проблеми продовольчої безпеки. Попереднє моделювання генотипу нової сортозміни для різних ґрунтово-кліматичних зон потребує вивчення ролі окремих ознак продуктивності у формуванні високої врожайності зерна. Метою досліджень було визначити врожайність сучасних високопродуктивних сортів і селекційних ліній озимої м'якої пшениці за різних ґрунтово-кліматичних умов та встановити рівень впливу окремих елементів продуктивності на її формування. Упродовж 2023—2025 рр. в екологічному випробуванні проведено вивчення 16 генотипів озимої м'якої пшениці різновиду лютесценс, урожайність яких у зонах Лісостепу і Степу становила, відповідно, 95,7—146,3 і 68,4—107,3 ц/га. Стабільно зберігали лідерство за врожайністю в різних ґрунтово-кліматичних зонах України сорт Джентльмен і селекційні лінії УК 126/20, УК 070/19, морфо-фізіологічні та біометричні характеристики яких можуть бути покладені в основу розробки нової моделі сорту. Урожайність високопродуктивних зразків озимої м'якої пшениці за різних ґрунтово-кліматичних умов прямо залежить від озерності колоса та маси зерна з колоса і рослини. Найвищі показники врожайності в зоні Лісостепу характерні для сортів і селекційних ліній, що за довжиною стебла належать до напівкарликових-короткостеблових, а в зоні Степу — до короткостеблових-середньорослих. Незважаючи на важливу роль у формуванні високого врожаю окремими сортами і селекційними лініями підвищеної кількості продуктивних стебел, довжини колоса і маси 1000 зерен, проведення цільових селекційних доборів винятково за біометричними показниками таких структурних елементів може бути малоефективним. У подальших селекційно-генетичних дослідженнях слід спрямовувати роботу на створення і добір генотипів озимої пшениці з високою зерновою продуктивністю колоса й рослини, що має бути пріоритетним на всіх етапах селекційного процесу та вагомою складовою розробки генетичної моделі сортів озимої м'якої пшениці нового покоління.

Цитування: Якимчук Р.А., Хоменко Л.О., Тарасюк М.В. Структурні елементи продуктивності у формуванні врожайності високопродуктивних сортів і селекційних ліній озимої м'якої пшениці. *Фізіологія рослин і генетика*. 2025. 57, № 5. С. 405—425. <https://doi.org/10.15407/frg2025.05.405>

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., структурні елементи врожайності, озерненість колоса, екологічна пластичність, зернова продуктивність, кореляційна залежність.

Пшениця м'яка вирощується у понад 130 країнах і є одним із основних продуктів харчування для населення в усьому світі [1]. Вона відіграє вирішальну роль у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки та є джерелом понад 20 % потреби людства в харчових калоріях і білках [2]. Останнім часом на світових ринках щороку реалізується понад 200 млн т зерна, що становить п'яту частину виробленої у світі пшениці. В глобальній торгівлі зерновими традиційно домінують Австралія, Канада, США, Європейський союз, Аргентина. Україна, увійшовши за обсягами виробництва зерна в першу десятку країн, займає шосту сходинку в переліку найбільших світових експортерів зерна [3].

Із збільшенням кількості населення та підвищенням споживання продукції переробки зерна очікується, що світовий попит на пшеницю впродовж наступних тридцяти років зросте майже на 70 % [1]. Середньорічний генетичний приріст урожайності пшениці становить 1 % [4], тоді як попит на неї щорічно зростає на 1,7 % і досягне 1 млрд т до 2050 р. [5]. Гідне протистояння потенційно очікуваній загрозі продовольчій безпеці є політичною проблемою і в XXI ст. [6]. Отже, для задоволення потреб майбутнього покоління у продуктах харчування одним з найважливіших завдань сектора аграрного виробництва є пошук шляхів підвищення врожайності пшениці.

Останнім часом інтенсифікацію системи сільськогосподарського виробництва вбачають у втіленні нових технологій, впровадженні високоврожайних стійких до хвороб сортів з кращою реакцією на мінеральні добрива і толерантністю до нестачі вологи, оптимізації сівоzmіни та диверсифікації, удосконаленні систем живлення й захисту рослин [5]. Створення високоврожайних сортів пшениці м'якої із широкою агроєкологічною пластичністю та підвищеними адаптивними властивостями до несприятливих і екстремальних умов середовища, найвагоміші з яких посухо- і жаростійкість, є пріоритетним завданням у роботі сучасного селекціонера [7].

За результатами проведених досліджень в Україні та світі впровадження нових сортів є найменш затратним та екологічно безпечним способом інтенсифікації виробництва зерна. Сортіві ресурси відіграють провідну роль у збільшенні врожайності й, відповідно, валового збору зерна, оскільки частка їх впливу за останні десятиріччя становить 30—70 %. Доведено, що вирощування високоврожайних сортів озимої пшениці з урахуванням їх адаптивних властивостей і дотриманням агротехнологій дає можливість збільшити врожайність зерна на 11—50 % [8, 9]. Внесок сорту в досягнутий за останні 25—30 років рівень урожайності пшениці озимої в Україні становить 45—50 % [10], у країнах Західної Європи — 60 [11], США — 27 % [12]. Генетичний потенціал продуктивності сучасних сортів, створених в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України під керівництвом академіка НАН України В.В. Моргуна, сягає понад 10,0 т/га. Так, у 2009 р. на Черкащині сорт пшениці озимої Фаворитка на площі 136

га забезпечив отримання рекордної за всю історію України врожайності зерна — 13,18 т/га [13]. Отримано рекордні врожаї зерна сортів Софія Київська — 14,4 т/га, Городниця — 13,5, Київська 19 — 13,2 т/га. За рівнем урожайності вони є лідерами з-поміж сортів української селекції, які створені для вирощування за інтенсивних технологій. Підраховано, що від вирощування «старих» сортів Україна щороку не добирає понад 2,5 млн т зерна [14]. Віддача від нового сорту спостерігається в перші 1—2 роки після його впровадження та сягає 0,70 т/га приросту порівняно зі «старими» сортами, які використовують у виробництві упродовж тривалого періоду [15].

Значна відмінність у врожайності сортів пшениці свідчить про важливість правильного добору спадкових ознак селекцією рослин [16]. Селекційно-генетичне поліпшення і створення сортів з підвищеним потенціалом продуктивності є доволі важким завданням, що зумовлено надзвичайною складністю та комплексністю цих показників, тісно пов'язаних зі спадковою детермінацією стійкості до мінливих температур, дефіциту вологи, недостатнього освітлення, строкатих ґрунтових умов, збудників хвороб і шкідників [2]. Дбаючи про головну мету у програмах селекції пшениці — підвищення врожайності, важливо зберегти якість зерна (зниження рівня глютену, підвищення вмісту цінного білка, органічних сполук і мікроелементів). Подолання негативної кореляції між урожайністю та білковістю зерна й досі є невирішеною проблемою [17].

Кожен селекціонер будує свою власну модель сорту, яка бере до уваги особливості фенотипу, його генетичну структуру, агроекологічні особливості місцевості, для якої створюється сорт. Попереднє моделювання сорту — необхідна умова для сучасної селекційної програми, що враховує не лише бажані ознаки майбутнього генотипу, а й чинники навколишнього середовища, які лімітують врожайність і якість продукції. Результати тестування сучасних сортів і селекційних ліній, що добре зарекомендували себе за показниками продуктивності, з виявленням ролі ключових біометричних ознак у формуванні високої врожайності, є важливим підґрунтям для успішної реалізації селекційних програм озимої пшениці на основі штучних схрещувань та цілеспрямованого тиску добору на наступні гібридні покоління [18].

Урожайність не можна розцінювати як просту ознаку — це комплекс взаємозв'язаних її структурних елементів і властивостей. Головними компонентами, які беруть участь у формуванні врожаю, є кількість продуктивних рослин на одиницю площі й маса зерна одного колоса, яка складається із кількості зерен і маси зернівки. Питання про вплив окремих ознак продуктивності на урожайність доволі складне, тому дуже важливо встановити їхню роль у формуванні врожайності зерна загалом і, зокрема, у плануванні генотипу нової сортозміни для різних ґрунтово-кліматичних зон.

Метою досліджень було визначити врожайність сучасних високопродуктивних сортів і селекційних ліній озимої м'якої пшениці за різних ґрунтово-кліматичних умов та встановити рівень впливу окремих елементів продуктивності на її формування.

Методика

За результатами аналізу продуктивності численних сортів і ліній пшениці м'якої озимої вітчизняної та зарубіжної селекцій, що упродовж багатьох років вивчаються в Інституті фізіології рослин і генетики (ІФРГ) НАН України, виділено 16 генотипів різновиду лютесценс, які характеризуються високою врожайністю. Серед них сорти Звенигора, Перлина Поділля, Ювілейна Патона, Київська 20 (ІФРГ НАН України), Джентльмен (ТОВ «РВА Україна»), Tobak (Saaten Union, Німеччина), Kolonia (Limagrains, Франція), Tonnage (Saatbau Linz, Австрія), Reform (RAGT, Франція) та колекційні вітчизняні й західноєвропейські селекційні лінії УК 1289/17, УК 267нт/93, УК 1262/18, УК 1277/17, УК 53/19, УК 126/20, УК 070/19. Упродовж 2023—2025 рр. в розсадниках екологічного випробування, розміщених у північних частинах ґрунтово-кліматичних зон Лісостепу (Дослідне сільськогосподарське виробництво (ДСВ) ІФРГ НАН України — с-ще Глеваха Київської обл.) і Степу (Фермерське господарство (ФГ) «Чорнобай» — с. Розношенське Кіровоградської обл.) досліджувались продуктивність, вивчалися біометричні показники окремих ознак і структурних елементів врожайності відібраних сортів і селекційних ліній. Як стандарт використано сорт Подолянка (ІФРГ НАН України).

Ґрунт дослідного поля ДСВ ІФРГ НАН України — світло-сірий опідзолений, супіщаний, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ — 5,8, вміст гумусу — 1,7 %, легкогідролізованого азоту — 150,8 мг/кг, рухомих фосфору — 237,8 мг/кг, калію — 183,5 мг/кг, сірки — 12,0 мг/кг, Mg — 0,3 мг-екв/100 г, Ca — 5,7 мг-екв/100 г. Ґрунт території дослідного поля ФГ «Чорнобай» — чорнозем опідзолений, супіщаний, $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ — 6,4, вміст гумусу — 2,2 %, легкогідролізованого азоту — 140,0 мг/кг, рухомих фосфору — 107,2 мг/кг, калію — 113,6 мг/кг, сірки — 4,6 мг/кг, Mg — 3,4 мг-екв/100 г, Ca — 16,3 мг-екв/100 г.

Для комплексної оцінки умов зволоження користувалися гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) [19]. Він враховує надходження вологи у вигляді опадів, сумарну її витрату на випаровування під дією температури повітря за цей самий проміжок часу і вираховується за формулою: $\text{ГТК} = \Sigma \text{О} / 0,1 \cdot \Sigma t \text{ } ^\circ\text{C}$, де $\Sigma \text{О}$ — кількість опадів за період з температурами понад 10 °С, мм; $\Sigma t \text{ } ^\circ\text{C}$ — сума температур понад 10 °С за той самий час. Рівні ГТК диференціювали за такою шкалою: ГТК < 0,4 — дуже сильна посуха, від 0,4 до 0,5 — сильна посуха, від 0,5 до 0,6 — середня посуха, від 0,7 до 0,9 — слабка посуха, від 1,0 до 1,5 — достатньо волого, > 1,5 — надмірно волого.

Сприятливими для вегетації рослин пшениці у зоні Лісостепу і Степу виявились гідротермічні умови 2023 р., які характеризувалися оптимальною сумою температур і достатнім зволоженням ґрунту. Однак у травні спостерігалася сильна посуха в лісостеповій зоні (ГТК = 0,4) і дуже сильна посуха у степовій зоні (ГТК = 0,3). На території проведення досліджень упродовж вересня в обох ґрунтово-кліматичних зонах та впродовж березня в зоні Степу опади спричинили надмірне зволоження (ГТК = 1,9—2,1 і 2,5 відповідно). У 2024 р. в

північних частинах зон Степу і Лісостепу рослини озимої пшениці потерпали від впливу сильної та слабкої посухи (ГТК = 0,4 і 0,8, відповідно). Вкрай низьку кількість опадів помічено у вересні, квітні та липні (ГТК = 0,1–0,4), що разом із високими температурами могло спричинити пізню появу сходів, стрес рослин у період закладання генеративних органів і втрати врожаю та якості зерна, пов'язаних з його прискореним дозріванням. У 2025 р. у північній частині зони Лісостепу рослини озимої пшениці переважно зростали за умов достатнього зволоження ґрунту. Рівень ГТК у період вегетації варіював у межах 0,8–2,2. Дуже сильна посуха у вересні (ГТК = 0,3) призвела до незначної затримки появи сходів, але надмірна волога і сприятливі температурні умови у жовтні сприяли швидкій вегетації проростків та інтенсивному куццю. Північна частина степової зони, попри наявність з жовтня по травень достатньої вологи, постраждала від сильної посухи у червні (ГТК = 0,5). Посушливий період припав на період фаз молочно-воскової і воскової стиглості зерна, що могло позначитися на прискоренні настання повної стиглості зерна з втратою його врожаю.

Посів проводили на ділянках площею 10 м² (ДСВ ІФРГ НАН України) та 25 м² (ФГ «Чорнобай») за чотириразової повторності в оптимальні для обраних територій строки. Під час вирощування пшениці озимої використано загальноприйнятну агротехніку для даних ґрунтово-кліматичних зон. Упродовж вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження, оцінювали стійкість рослин до вилягання та враження хворобами [20]. Зернову продуктивність визначали подільковим збиранням селекційним комбайном «Wintersteiger Classic Plus» та подальшим розрахунком врожайності. Визначення показників елементів структури врожаю (довжина стебла, загальна й продуктивна куцистість, довжина головного колоса, кількість колосків і зернин у колосі, маса зерна з колоса та рослини, маса 1000 зерен) проводили у триразовій повторності за вибірки не менше 30 рослин [21]. За довжиною стебла рослини розподіляли відповідно до класифікації [22, 23]: карлики — 30–60 см, напівкарлики — 61–80 см, короткостеблові — 81–90 см, середньорослі — 91–110 см і високорослі > 110 см.

На підставі результатів структурного аналізу рослин і врожайності зерна озимої м'якої пшениці розраховували кореляційні зв'язки. Коефіцієнти кореляцій розраховували за допомогою програми Statistica. Для встановлення ступеня кореляційної залежності використовувалась шкала сили зв'язку між ознаками: 0,00–0,10 — відсутність кореляції, 0,10–0,39 — слабка кореляція, 0,40–0,69 — помірна кореляція, 0,70–0,89 — сильна кореляція, 0,90–1,00 — дуже сильна кореляція [24].

Статистичний аналіз отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу [25]. Для виявлення статистично значущої різниці між середніми значеннями показників розраховували найменшу істотну різницю ($HIP_{0.05}$). У таблицях наведено середні значення показників та їхні стандартні похибки.

Результати та обговорення

Відібрані для дослідження сорти й лінії озимої пшениці, що вирощувалися в розсаднику екологічного випробування в північній частині зони Лісостепу, характеризувалися високою врожайністю, яка варіювала в межах 95,7—146,3 ц/га і значно перевищувала показник стандарту (табл. 1). Серед них виявлено окремі генотипи (сорти Kolonia, Tonnage, Джентльмен і лінії УК 126/20, УК 070/19), які впродовж 2023—2025 рр., незалежно від мінливості погодних умов, стабільно зберігали високу врожайність на рівні 107,0—146,3 ц/га, що істотно перевищувала як значення стандарту (на 11,0—26,7 ц/га), так і середній показник врожайності у досліді (на 2,5—13,7 ц/га). Серед досліджених генотипів високою продуктивністю відзначилися сорти Tobak і Reform, які за урожайністю, що варіювала в межах 112,7—132,4 і 107,8—111,2 ц/га відповідно, перевищували рівень стандарту та в окремі роки середнє значення у досліді на 6,5—16,7 та 7,2—8,7 ц/га, відповідно. Дещо нижчою продуктивністю характеризувався сорт озимої пшениці Ювілейна Патона. Виявлений у 2023 р. показ-

ТАБЛИЦЯ 1. Продуктивність сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої в екологічному випробуванні за природно-кліматичних умов північної частини зони Лісостепу (2023—2025 рр.)

Сорт/ селекційна лінія	Врожайність, ц/га			Відмінність від врожайності стандарту, ц/га			Відмінність від середньої врожайності у досліді, ц/га		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Подольанка, st	96,0	98,2	125,9	—	—	—	—8,0	—13,0	—8,3
Звенигора	99,9	110,9*	138,7*	+3,9	+12,7	+12,8	—4,1	—0,3	+4,5
Перлина Поділля	103,7*	106,2*	—	+7,7	+8,0	—	—0,3	—5,0	—
Ювілейна Патона	109,2*	106,0*	—	+13,2	+7,8	—	+5,2	—5,2	—
Київська 20	105,2*	104,4*	114,5*	+9,2	+6,2	—11,4	+1,2	—6,8	—19,7
Tobak	112,7*	112,8*	132,4	+16,7	+14,6	+6,5	+8,7	+1,6	—1,8
Kolonia	107,5*	114,4*	—	+11,5	+16,2	—	+3,5	+3,2	—
Tonnage	107,0*	120,7*	144,8*	+11,0	+22,5	+18,9	+2,5	+9,5	+10,6
Reform	111,2*	107,8*	—	+15,2	+9,6	—	+7,2	—3,4	—
Джентльмен	—	112,5*	136,4*	—	+14,3	+10,5	—	+1,3	+2,2
УК 1289/17	103,5*	106,7*	130,5	+7,5	+8,5	+4,6	—0,5	—4,5	—3,7
УК 1262/18	101,0*	111,3*	130,9	+5,0	+13,1	+5,9	—3,0	+0,1	—3,3
УК 1277/17	95,7	109,4*	129,7	—0,3	+11,2	+3,8	—8,3	—1,78	—4,5
УК 53/19	99,0	109,2*	—	+3,0	+11,0	—	—5,0	—2,0	—
УК 126/20	—	124,9*	145,8*	—	+26,7	+19,9	—	+13,7	+11,6
УК 070/19	—	124,4*	146,3*	—	+26,2	+20,4	—	+13,2	+12,1
X _{середнє}	104,0	111,2	134,2						
m, %	1,5	1,6	1,2						
НІР _{0,05}	4,7	5,3	7,5						

Примітка. Тут і в табл. 2: *різниця щодо стандарту статистично вірогідна за $p \leq 0,05$.

ник врожайності цього сорту становив 109,2 ц/га і був істотно вищий на 13,2 та 5,2 ц/га відповідно від рівня стандарту й середнього значення у досліді. За подальшого вивчення реалізації генетично зумовленої продуктивності посівів сортів озимої пшениці Tobak, Reform і Ювілейна Патона виявлено її залежність від погодних умов, що може вказувати на їх порівняно менший адаптивний потенціал.

Стабільно висока продуктивність, яка варіювала в межах 99,0—138,7 ц/га, виявлена в сортів і ліній озимої пшениці Звенигора, Перлина Поділля, УК 1289/17, УК 1262/18, УК 1277/17, УК 53/19. Їхня врожайність перевищувала показники стандарту або зберігалася на такому самому рівні, проте в переліку досліджених генотипів вони не вирізнялись рекордною врожайністю, яка б стабільно зберігалася впродовж років випробувань і перевищувала середній показник врожайності у досліді. За роки випробувань найбільшою залежністю рівня продуктивності від погодних умов зони Лісостепу характеризувався сорт озимої пшениці Київська 20, який в окремі роки досліджень за показником врожайності статистично вірогідно поступався як стандарту, так і середній врожайності у досліді.

Отже, серед високопродуктивних зразків озимої м'якої пшениці різновидності лютесценс, що вивчалися у розсаднику екологічного випробування в умовах зони Лісостепу, виявлено сорти Kolonia, Toppage, Джентльмен та лінії УК 126/20 і 070/19, які впродовж періоду досліджень стабільно зберігали високу врожайність та екологічну пластичність. За потенціалом продуктивності сорти Tobak і Reform істотно перевищують середньостатистичні дослідні показники та рівень стандарту і можуть становити селекційну цінність при створенні генотипів озимої пшениці нової сортозміни для лісостепової зони. Однак при цьому слід зважати на варіювання показників врожайності за роками, що зумовлено залежністю рівня реалізації їх генетичного потенціалу від впливу погодних умов.

Рівень урожайності досліджених сортів і ліній озимої пшениці, що вивчалися у зоні Степу, варіював у межах 68,4—79,2 ц/га у 2023 р., 89,0—107,3 ц/га у 2024 р. та 70,1—82,4 ц/га у 2025 р. Відхилення показників їх зернової продуктивності від стандарту становило від —2,4 до +8,4, від —0,6 до +17,7 і від —0,8 до +11,5 ц/га, відповідно (табл. 2). Найвищі значення врожайності, що стабільно зберігалися впродовж років випробувань, характерні для сорту Київська 20 та ліній УК 1289/17, УК 070/19 і УК 126/20. У цих зразків фіксували врожайність, яка не лише статистично вірогідно перевищувала показники стандарту, а й середню продуктивність у досліді, що вказує на їхню толерантність до нестачі вологи в умовах посушливого клімату. Збереження лініями УК 070/19 і УК 126/20 високої врожайності за різних ґрунтово-кліматичних умовах свідчить про їх високий адаптивний потенціал і потребує вивчення у них ролі окремих елементів продуктивності як можливих складових моделювання сорту нового покоління.

Із переліку досліджених зразків пшениці стабільно високою продуктивністю вирізнялися також сорти Ювілейна Патона, Reform, Джентльмен та лінії УК 1262/18, УК 1277/17, УК 53/19, врожайність

ТАБЛИЦЯ 2. Продуктивність сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої в екологічному випробуванні за природно-кліматичних умов північної частини зони Степу (2023—2025 рр.)

Сорт/ селекційна лінія	Врожайність, ц/га			Відмінність від врожайності стандарту, ц/га			Відмінність від середньої врожайності у досліді, ц/га		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Подольнка, <i>st</i>	70,8	89,6	70,9	—	—	—	—4,8	—7,2	—4,9
Звенигора	68,4	94,7*	—	—2,4	+5,1	—	—7,2	—2,1	—
Ювілейна Патона	78,8*	93,0	—	+8,0	+3,4	—	+3,2	—3,8	—
Київська 20	79,2*	100,1*	82,4*	+8,4	+10,5	+11,5	+3,6	+3,3	+6,6
Tobak	76,4*	89,0	—	+5,6	—0,6	—	+0,8	—7,8	—
Kolonia	76,0*	—	—	+5,2	—	—	+0,4	—	—
Tonnage	76,0*	—	—	+5,2	—	—	+0,4	—	—
Reform	78,4*	92,8	—	+7,6	+3,2	—	+2,8	—4,0	—
Джентльмен	76,0*	94,7*	—	+5,2	+5,1	—	+0,4	—2,1	—
УК 267нт/93	71,2	98,4*	70,1	+0,4	+8,8	—0,8	—4,4	+1,6	—5,7
УК 1289/17	76,0*	101,6*	76,3*	+5,2	+12,0	+5,4	+0,4	+4,8	+0,5
УК 1262/18	77,2*	93,3	76,8*	+6,4	+3,7	+5,9	+1,6	—3,5	+1,0
УК 1277/17	72,0	101,3*	78,4*	+1,2	+11,7	+7,5	—3,6	+4,5	+2,6
УК 53/19	78,8*	96,5*	71,4	+8,0	+6,9	+0,5	+3,2	—0,3	—4,4
УК 126/20	—	107,3*	77,8*	—	+17,7	+6,9	—	+10,5	+2,0
УК 070/19	78,8*	102,7*	78,4*	+8,0	+13,1	+7,5	+3,2	+5,9	+2,6
$\bar{X}_{\text{середнє}}$	75,6	96,8	75,8						
$m, \%$	1,2	1,5	1,1						
$НІР_{0,05}$	2,6	4,4	3,6						

яких істотно перевищувала рівень стандарту чи виявляла в окремі роки таку тенденцію. Показники їх зернової продуктивності варіювали від 72,0 до 101,3 ц/га, що вище від стандарту на 1,2—11,7 ц/га. Врожайність озимої пшениці сорту Джентльмен у роки досліджень була істотно вищою за стандарт і в окремі роки сягала рівня, співставного із середнім у досліді (76,0—94,7 ц/га). Такі самі особливості виявлено в сортів Kolonia і Tonnage, які потребують подальшого вивчення. Варіювання врожайності деяких сортів і селекційних ліній в окремі роки досліджень спричинювало включення їх як у ранг високопродуктивних фаворитів, так і в ряд селекційних зразків з врожайністю, нижчою за середній показник у досліді. Наприклад, сорти Ювілейна Патона, Reform та лінії УК 53/19 у 2023 р. і УК 1277/17 у 2024 р. дали прибавку зерна порівняно із середнім показником врожайності у досліді на 3,2—4,5 ц/га, проте в окремі роки поступалися йому на 3,6—4,4 ц/га. Найменш перспективними для вирощування у степовій зоні є сорти Звенигора, Tobak і лінія УК 267нт/93, врожайність яких істотно залежала від кліматичних умов року випробування, що спричинювало зменшення врожайності до рівня, меншого від показників стандарту і середнього у досліді.

Таким чином, у ґрунтово-кліматичних умовах північної зони Степу сорт Київська 20 і лінії УК 1289/17, УК 070/19 та УК 126/20 зарекомендували себе як найвисокопродуктивніші генотипи з адаптивністю до нестачі вологи й заслуговують на впровадження у виробництво в центральних і південних регіонах України із помірно посушливим кліматом та залучення до селекційних програм зі створення посухостійких сортів. Зважаючи на виявлену тенденцію до збереження стабільно високої врожайності сортом Джентльмен і селекційними лініями УК 070/19 та УК 126/20 також в умовах лісостепової зони, доцільним буде використання їх генетичної плазми при створенні нової моделі високопродуктивних сортів з високою екологічною пластичністю. Впровадження у виробництво сортів Ювілейна Патона, Звенигора, Tobak і Reform не гарантує одержання у зоні Лісостепу стабільно високих урожаїв, а використання їх для вирощування товарного зерна в зоні Степу є вкрай ризикованим.

Основними чинниками врожайності озимої м'якої пшениці є тісно взаємопов'язаний комплекс окремих елементарних ознак рослин, таких як продуктивна кущистість, кількість та маса зерна з колоса і рослини, маса 1000 зерен. Ці найважливіші селекційно цінні ознаки мають кількісний характер і контролюються, переважно, генами з адитивною дією [26]. За результатами низки досліджень між ними і врожайністю встановлено взаємозв'язок. Зокрема, окремими авторами виявлено вірогідно позитивний зв'язок урожайності з масою 1000 зерен. Менш вираженим вони вбачають взаємозв'язок урожайності з продуктивною кущистістю, а з озерненістю і масою зерна з головного колоса він практично не простежується [27—29]. Водночас, за висновками інших дослідників, одним із важливих чинників одержання високого врожаю пшениці є підвищення продуктивної кущистості, яка тісно корелює з кількістю зерен і масою зерна з рослини, а її зниження підвищує продуктивність головного колоса, на частку якої припадає найбільший внесок у врожайність. Між озерненістю колоса і масою зерна з колоса здебільшого простежується прямий зв'язок [30—31].

Потенціал продуктивності сорту у виробничих умовах опосередковано залежить від низки додаткових морфометричних показників рослин: довжини стебла, довжини колоса та кількості в ньому колосків. На підставі визначення довжини стебла рослин досліджених генотипів озимої пшениці за впливу природно-кліматичних умов зон Лісостепу і Степу (табл. 3, 4), проведено ранжування їх за висотою: напівкарлики — Kolonia, Tonnage, Reform; напівкарлики/короткостеблові — Tobak, Джентльмен, УК 53/19, УК 126/20, УК 070/19; короткостеблові — Перлина Поділля; короткостеблові/середньорослі — Подолянка, Звенигора, Київська 20, УК 1262/18; середньорослі — Ювілейна Патона, УК 1289/17, УК 1277/17, УК 267нт/93. Найбільшу продуктивність з високою адаптивністю до мінливих погодних умов зони Лісостепу виявлено в напівкарликових/короткостеблових сортів і селекційних ліній, а в зоні Степу — короткостеблових/середньорослих та середньорослих.

Аналіз структурних елементів продуктивності сортів і ліній, що вивчалися у розсаднику екологічного випробування ґрунтово-кліма-

ТАБЛИЦЯ 3. Показники елементів продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої в екологічному вирощуванні за природно-кліматичних умов північної частини зони Лісостепу (2023–2024 рр.)

Сорт/селекційна лінія	Довжина стебла, см				Довжина головного колоса, см				Кількість, шт.						Маса, г					
	Довжина стебла, см		Довжина головного колоса, см		стебел		продуктивних стебел		колосків у колосі		зерен з головного колоса		зерна з головного колоса		зерна з рослин		1000 зерен			
2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024			
Шолянка, sr	91,6± 1,81	88,5± 1,20	9,5± 0,11	9,7± 0,16	5,0± 0,18	4,2± 0,09	4,0± 0,10	20,4± 0,12	18,3± 0,20	41,4± 0,22	40,2± 0,77	2,1± 0,27	1,9± 0,04	6,2± 0,28	6,1± 0,15	44,2± 1,42	50,4± 2,12			
Звенигора	92,7± 2,67	—	9,2± 0,16	—	4,6± 0,03	—	3,8± 0,07*	22,2± 0,18**	—	52,3± 4,48	—	2,3± 0,25	—	7,2± 0,73	—	44,1± 1,44	—			
Перина Полля	88,8± 0,66	88,7± 1,28	9,2± 0,34	10,0± 0,19	4,4± 0,11*	5,3± 0,13**	3,6± 0,22	21,1± 0,33	22,4± 0,12***	46,5± 1,48*	54,6± 1,25***	2,0± 0,07	2,7± 0,04***	6,2± 0,61	9,7± 0,45**	44,3± 0,72	47,4± 0,64			
Ювілейна Патона	99,8± 2,15*	93,4± 1,66	9,5± 0,17	10,2± 0,16	4,5± 0,19	4,4± 0,05	4,0± 0,04	21,7± 0,34*	21,3± 0,40**	50,9± 2,71*	54,8± 1,55**	3,3± 0,17*	2,7± 0,10**	8,4± 0,52*	8,3± 0,35	42,5± 1,49	50,0± 1,03			
Київська 20	—	89,3± 0,79	—	10,2± 0,36	—	4,2± 0,12	—	4,2± 0,11	19,5± 0,49	50,1± 1,16**	—	—	2,8± 0,09***	—	8,8± 0,24***	—	58,5± 3,05			
Tobak	78,8± 2,24*	73,3± 0,98***	10,3± 0,47	10,4± 0,34	4,9± 0,08	4,6± 0,21	4,2± 0,20	20,7± 0,33	19,8± 0,16**	57,1± 4,44*	54,7± 2,83**	2,6± 0,21	2,6± 0,14**	8,8± 1,20	8,5± 0,64*	45,4± 1,07	44,5± 1,79			
Kolonia	71,5± 1,52**	—	9,1± 0,34	—	4,8± 0,09	—	3,8± 0,31	20,3± 0,37	—	51,7± 3,63*	—	2,3± 0,18	—	7,8± 0,67	—	45,1± 1,30	—			
Tonnage	80,8± 1,08**	77,1± 1,16**	8,9± 0,14*	9,3± 0,15	5,3± 0,25	4,5± 0,13	4,0± 0,30	20,5± 0,25	19,8± 0,02**	61,5± 3,28**	66,9± 1,92***	5,3± 0,72*	3,4± 0,17**	12,6± 1,99*	12,0± 0,68**	47,4± 0,38	52,2± 0,86			
Reform	71,8± 1,19***	67,1± 1,08***	9,3± 0,11	9,6± 0,17	5,2± 0,10	4,7± 0,17	4,2± 0,05	20,6± 0,22	20,2± 0,20**	53,7± 1,70**	57,1± 1,14***	2,4± 0,11	2,9± 0,07***	8,6± 0,30**	9,9± 0,36***	46,6± 1,14	53,7± 2,57			
Джентльмен	—	70,2± 0,96***	—	9,9± 0,53	—	4,3± 0,29	—	4,3± 0,28	20,1± 0,22**	64,1± 1,88***	—	—	3,3± 0,14***	—	10,3± 0,24***	—	48,3± 1,29			
УК 1289/17	—	93,2± 1,10*	—	9,5± 0,39	—	5,2± 0,16**	—	4,7± 0,10**	20,1± 0,23**	50,2± 2,75**	—	—	2,7± 0,18*	—	8,6± 0,52*	—	51,4± 2,68			

	94,0± 0,82	87,0± 0,65	8,7± 0,10**	9,2± 0,22	4,8± 0,10	4,4± 0,08	4,0± 0,17	4,1± 0,05	22,1± 0,24**	21,2± 0,29**	44,3± 0,10***	49,5± 1,12**	4,9± 0,12***	2,5± 0,06**	9,7± 0,70**	8,4± 0,41**	46,2± 0,57	51,3± 0,85
УК 12/2/18																		
УК 12/7/17	99,1± 3,59	—	8,8± 0,08**	—	4,4± 0,04*	—	4,0± 0,09	—	19,3± 0,25*	—	50,7± 2,63*	—	2,6± 0,24	—	8,1± 0,46*	—	51,8± 1,93	—
УК 53/19	81,1± 0,16**	75,6± 0,67***	10,8± 0,31*	11,7± 0,62*	4,4± 0,14	4,4± 0,16	3,7± 0,06**	4,3± 0,16	20,9± 0,30	20,7± 0,72*	64,9± 2,30***	66,7± 3,62**	3,2± 0,19*	3,8± 0,16***	9,3± 0,46**	11,7± 0,76**	53,1± 2,15	54,3± 0,88
УК 12/6/20	—	77,9± 1,44**	—	9,0± 0,35	—	4,3± 0,05	—	4,0± 0,07	—	19,3± 0,29*	—	58,3± 3,69**	—	2,8± 0,19**	—	8,6± 0,39**	—	51,1± 2,37
УК 07/0/19	—	78,9± 1,17**	—	9,4± 0,22	—	5,1± 0,20*	—	4,7± 0,15*	—	20,5± 0,12***	—	56,6± 0,99***	—	2,8± 0,05***	—	9,6± 0,15***	—	46,1± 0,47

Примітка. Тут і в табл. 4 — різниця щодо стандарту статистично вірогідна: * — за $p \leq 0,05$; ** — за $p \leq 0,01$; *** — за $p \leq 0,001$.

ТАБЛИЦЯ 4. Показники елементів продуктивності сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої в екологічному вирощуванні за природно-кліматичних умов північної частини зони Степу (2023—2024 рр.)

Сорт/селекційна лінія	Довжина стебла, см				Довжина головного колоса, см				Кількість, шт.						Маса, г					
	2023		2024		2023		2024		стебел		продуктивних стебел		колосків у колосі		зерен з головного колоса		зерна з головного колоса		зерна з рослин	
	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Подолянська	83,5± 0,84	95,2± 1,21	9,9± 0,23	10,4± 0,11	3,0± 0,08	2,9± 0,10	2,2± 0,05	2,1± 0,03	18,2± 0,34	18,9± 0,35	43,6± 2,54	43,8± 1,61	1,9± 0,12	1,9± 0,07	3,3± 0,26	3,4± 0,15	43,8± 1,13	44,1± 0,32		
Звенигора	86,1± 1,78	—	8,9± 0,22*	—	3,0± 0,07	—	2,1± 0,05	—	21,4± 0,57**	—	48,5± 1,32	—	2,1± 0,14	—	3,8± 0,20	—	42,0± 1,47	—		
Ювілейна Патона	90,0± 1,76*	103,6± 0,32**	9,5± 0,08	9,8± 0,18*	3,2± 0,21	2,9± 0,11	2,3± 0,05	2,1± 0,02	21,0± 0,37**	20,9± 0,34	46,9± 1,65	51,9± 1,41*	2,0± 0,52	2,1± 0,09	4,0± 0,23	3,7± 0,17	42,5± 0,46	42,5± 0,73		
Київська 20	—	95,9± 1,09	—	10,5± 0,11	—	2,9± 0,02	—	2,1± 0,01	—	19,8± 0,07	—	46,6± 1,43	—	2,3± 0,04**	—	4,2± 0,08**	—	49,0± 1,27*		
Tobak	74,1± 1,87**	84,9± 0,85**	9,4± 0,36	10,4± 0,18	3,1± 0,16	2,6± 0,10	2,2± 0,02	2,0± 0,02	19,9± 0,87	20,0± 0,30	50,9± 2,49	57,8± 1,82**	2,1± 0,13	2,4± 0,09	4,0± 0,23	4,1± 0,11*	41,6± 1,29	40,5± 0,34**		

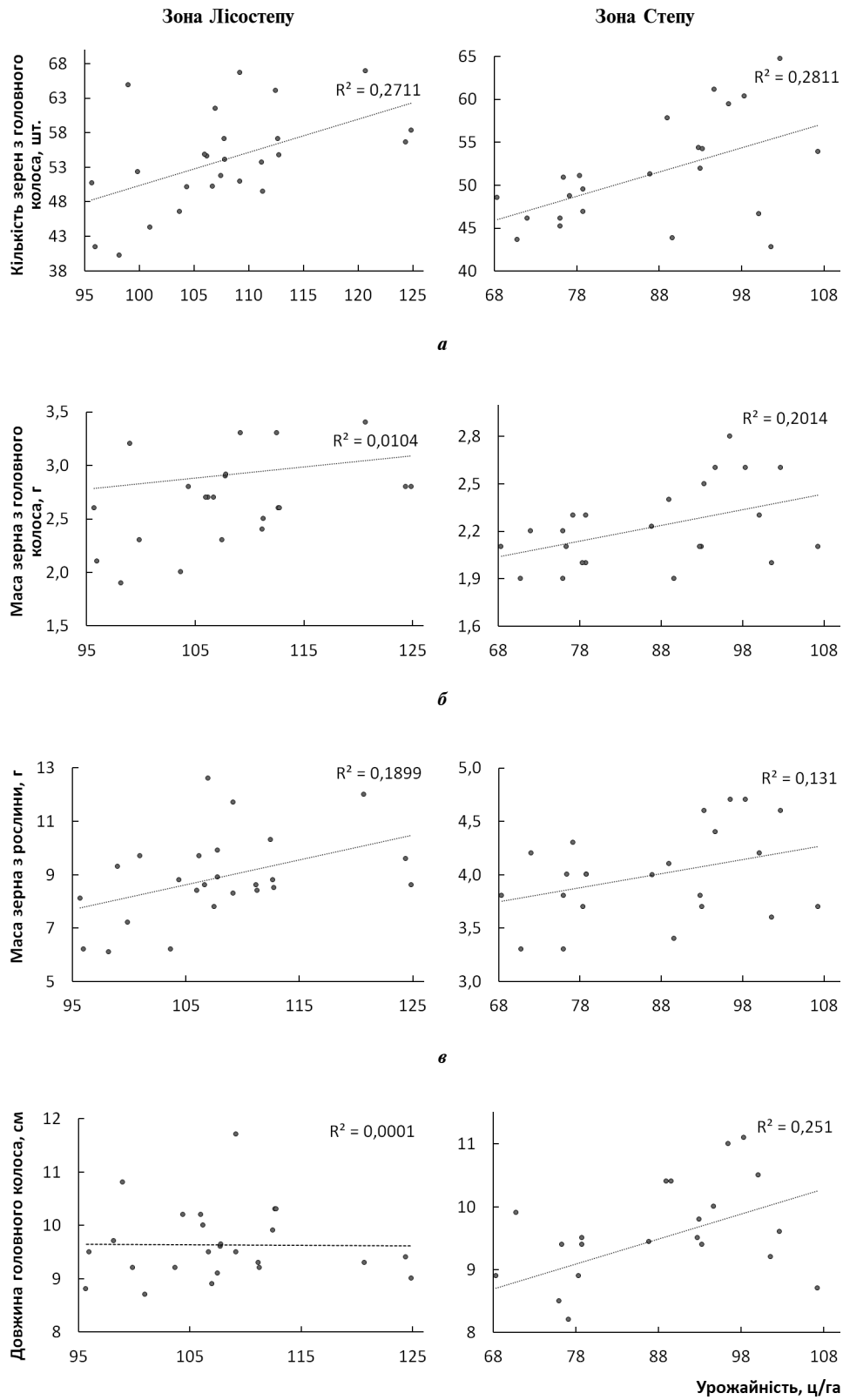
Закінчення табл. 4

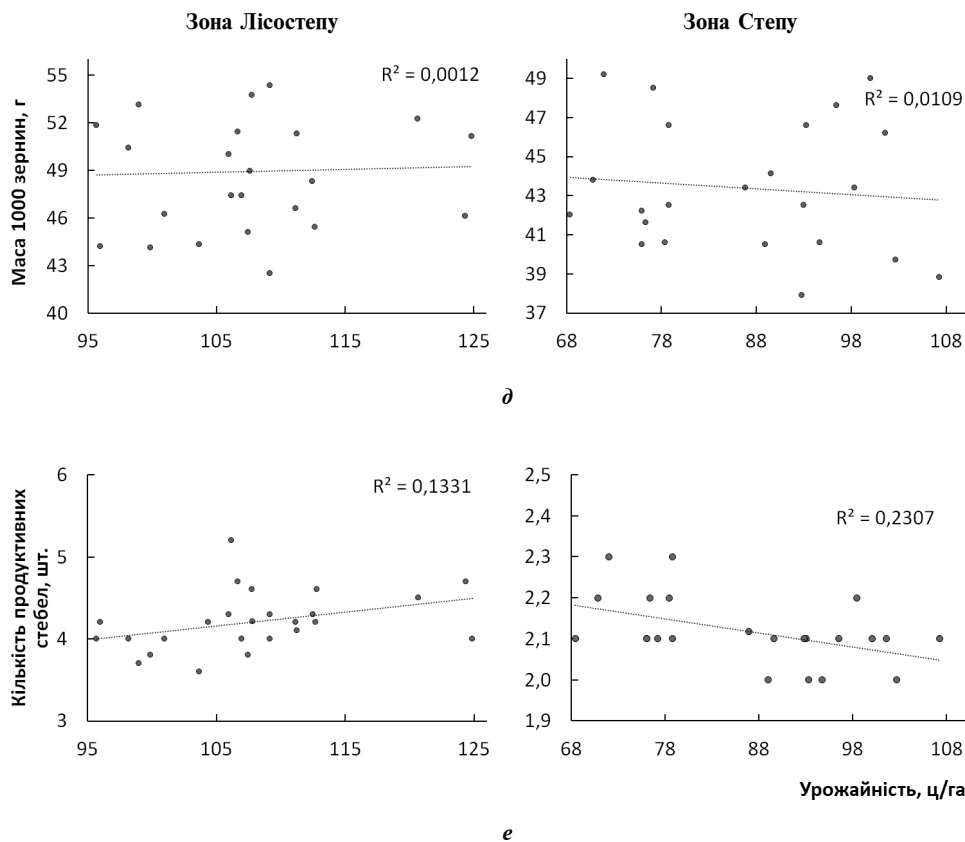
Сорт/селекційна лінія	Довжина стебла, см				Довжина головного колоса, см				Кількість, шт.						Маса, г					
	2023		2024		стебел		продуктивних стебел		колосків у колосі		зерен з головного колоса		зерна з головного колоса		зерна з рослин		1000 зерен			
Kolonia	68,6± 0,42***	—	8,5± 0,07**	—	3,2± 0,04	—	2,1± 0,04	—	17,9± 0,87	—	45,2± 1,33	—	1,9± 0,06	—	3,3± 0,12	—	40,5± 0,33*	—		
	75,2± 1,14**	—	7,5± 0,41**	—	3,1± 0,12	—	2,1± 0,01	—	17,1± 1,11	—	46,1± 2,02	—	2,2± 0,23	—	3,8± 0,32	—	42,2± 0,71	—		
Gonpage	66,3± 0,73***	77,1± 0,75***	8,9± 0,36	9,5± 0,29*	3,3± 0,22	2,6± 0,16	2,2± 0,09	2,1± 0,03	19,7± 0,68	19,9± 0,28	51,1± 1,88	54,3± 2,11*	2,0± 0,08	2,1± 0,03	3,7± 0,21	3,8± 0,07	40,6± 0,12*	37,9± 0,66**		
Reform	—	83,1± 2,12**	—	10,0± 0,18	—	2,7± 0,16	—	2,0± 0,01	—	20,9± 0,16**	—	61,1± 1,77**	—	2,6± 0,08	—	4,4± 0,06**	—	40,6± 0,56**		
Джентльмен	—	93,7± 0,65	—	11,1± 0,09*	—	3,1± 0,12	—	2,2± 0,02	—	19,8± 0,31	—	60,3± 1,12**	—	2,6± 0,08**	—	4,7± 0,25*	—	43,4± 1,43		
УК 267/тп/93	—	107,3± 1,25**	—	9,2± 0,08***	—	3,2± 0,08	—	2,1± 0,03	—	19,7± 0,10	—	42,8± 0,26	—	2,0± 0,05	—	3,6± 0,09	—	46,2± 0,64*		
УК 1289/17	83,2± 1,13	95,9± 0,78	8,2± 0,12**	9,4± 0,16**	2,9± 0,05	2,4± 0,04**	2,1± 0,04	2,0± 0,03	21,2± 0,45**	21,7± 0,07**	48,7± 1,05	54,2± 1,55**	2,3± 0,05*	2,5± 0,02***	4,3± 0,16*	4,6± 0,08**	48,5± 0,75*	46,6± 0,48*		
УК 1262/18	90,3± 2,64	—	7,9± 0,10**	—	3,0± 0,12	—	2,3± 0,04	—	18,6± 0,41	—	46,1± 2,10	—	2,2± 0,05	—	4,2± 0,03*	—	49,2± 1,78	—		
УК 1277/17	83,4± 0,96	88,8± 1,65	9,4± 0,10	11,0± 0,20	2,9± 0,11	2,5± 0,09*	2,1± 0,04	2,1± 0,03	18,7± 0,51	20,1± 0,29	49,5± 3,37	59,4± 1,73**	2,3± 0,16	2,8± 0,11	4,0± 0,28	4,7± 0,13**	46,6± 0,86	47,6± 0,81*		
УК 53/19	—	89,8± 0,50	—	8,7± 0,22**	—	3,0± 0,08	—	2,1± 0,02	—	19,1± 0,37	—	53,9± 1,50**	—	2,1± 0,05	—	3,7± 0,07	—	38,8± 1,49*		
УК 126/20	—	86,7± 0,91**	—	9,6± 0,40	—	2,7± 0,04	—	2,0± 0,02	—	19,9± 0,79	—	64,7± 3,35**	—	2,6± 0,10**	—	4,6± 0,17**	—	39,7± 1,11*		

тичних умов зон Лісостепу і Степу, показав пряму залежність високої врожайності зерна від озерненості колоса та маси зерна з колоса і рослини (див. табл. 3, 4). Статистично вірогідне зростання показників кількості зерен з головного колоса та маси зерна з колоса й рослини виявлено в сортів і ліній, урожайність яких істотно перевищувала стандарт. Серед них виявлено такі, що демонстрували одночасно тенденцію до підвищення маси 1000 зерен на 1,8—8,9 г: Київська 20, Tonnage, Reform, УК 53/19. За різних умов вирощування озимої пшениці встановлено прямий кореляційний зв'язок між урожайністю зерна та кількістю зерен у колосі, масою зерна з рослини (рисунок). Помірний ступінь кореляції ($r = 0,52$ — $0,53$) простежується між зерною продуктивністю та кількістю зерен з головного колоса. Між врожайністю та масою зерна з рослини виявлено слабкий кореляційний зв'язок ($r = 0,36$) за умов вирощування високопродуктивних сортів і ліній у зоні Степу, та помірний ступінь кореляції ($r = 0,44$) за їх вирощування в зоні Лісостепу. Помірною кореляцією ($r = 0,45$) та її відсутністю ($r = 0,10$) характеризувався зв'язок між врожайністю й масою зерна з головного колоса за вирощування рослин пшениці в зонах Степу і Лісостепу відповідно.

Однією із важливих селекційно-цінних морфометричних ознак озимої пшениці є довгий колос. Продуктивність рослин у степовій зоні прямо залежала від цієї ознаки з помірним ступенем кореляції ($r = 0,50$). Однак за умов зростання рослин у зоні Лісостепу кореляційної залежності між цими показниками не виявлено ($r = -0,01$). Не спостерігалось прямої залежності між показником кількості зерен з колоса і його довжиною, хоча довгий колос створює передумову для формування більшої кількості колосків і, відповідно, зерен. Наприклад, у сорту Тобак і лінії УК 53/19 фіксували одночасно високі значення показників довжини колоса та його озерненості. Водночас істотне зменшення довжини головного колоса в сорту Tonnage і ліній УК 1262/18, УК 126/20 супроводжувалося збільшенням у ньому кількості зерен і рівень цього показника в окремих випадках сягав максимальних значень.

Аналізом кореляційної залежності між врожайністю і кількістю продуктивних стебел встановлено, що вона є прямою зі слабким ступенем кореляції ($r = 0,37$) за вирощування високопродуктивних сортів і селекційних ліній у зоні Лісостепу, та оберненою з помірним ступенем кореляції ($r = -0,48$... $-0,37$) — у зоні Степу. Відсутність залежності між врожайністю та масою 1000 зерен у роки досліджень ($r = 0,03$ — $0,10$) ставить під сумнів доцільність селекційних доборів на високу продуктивність винятково за цією ознакою в умовах зон Лісостепу і Степу. Проте помічено, що в умовах зони Лісостепу в деякі роки досліджень зростання показників широкого спектра елементів продуктивності, включно із продуктивною кустистістю, в сортів Перлина Поділля, Ювілейна Патона значною мірою нівелювалися низькою масою 1000 зерен, що спричинило зменшення врожайності від середнього значення у досліді. Зважаючи на роль маси 1000 зерен у формуванні врожайності продуктивних сортів пшениці, можна припустити, що в сорту Тобак значне перевищення середньої у досліді врожайності, яке виявлено в 2023 р., та її зниження в 2024 р., може





Кореляційні залежності між врожайністю високопродуктивних сортів і селекційних ліній озимої м'якої пшениці та структурними елементами продуктивності:

a — кількістю зерен у колосі, *б* — масою зерна з колоса, *в* — масою зерна з рослини, *г* — довжиною колоса, *д* — масою 1000 зерен, *е* — кількістю продуктивних стебел

бути наслідком зменшення маси 1000 зерен. Збереження в 2023 р. показників урожайності в сорту Звенигора на рівні із стандартом та її низький рівень у лінії УК 1277/17, за тенденції до підвищення озерненості й маси зерна з колоса, підвищення чи збереження на рівні стандарту маси 1000 зерен може знайти пояснення в істотному зниженні загальної та продуктивної куцистості рослин.

Аналіз структурних елементів продуктивності рослин озимої пшениці сортів Kolonia й Tonnage та ліній УК 126/20 і УК 070/19, які стабільно зберігали найвищу врожайність за різних ґрунтово-кліматичних умов переконливо доводить, що визначальними складовими високої зернової продуктивності генотипів пшениці є кількість зерен у колосі та їхня маса. Такий морфометричний показник як кількість продуктивних стебел відіграє важливу роль у формуванні загальної врожайності, як це простежується в лінії УК 070/19, коли зменшення маси 1000 зерен компенсується зростанням у рослини кількості фертильних колосів.

Підвищеними показниками озерненості й маси зерна з колоса та рослини супроводжується висока врожайність більшості сортів і селекційних ліній, що досліджувались у ґрунтово-кліматичних умовах

зони Степу. Роль цих структурних елементів продуктивності є визначальною у зростанні врожаю навіть за умов виявленої тенденції до зменшення маси 1000 зерен. Зокрема, це демонструють дані досліджень сортів Ювілейна Патона, Звенигора, Kolonia, Tonnage, Reform, Джентльмен та низки селекційних ліній, УК 126/20, УК 070/19, з яких останні дві лінії виявили рекордний врожай у 2024 р. — 107,3 і 102,7 ц/га відповідно (див. табл. 4).

В окремих генотипів — Київська 20, УК 1289/17, УК 53/19, УК 1262/18 високі показники кількості й маси зерна з колоса та рослини посилювались підвищеною масою 1000 зерен, що позначилося на зростанні зернової продуктивності, рівень якої здебільшого істотно перевищував середні показники у досліді. Як і за вивчення зразків озимої м'якої пшениці за вирощування в зоні Лісостепу, зменшення довжини колоса в умовах недостатнього зволоження не було визначальним чинником кількості зерен у колосі, що яскраво виражено в лінії УК 070/19, де цей показник характеризувався максимальним значенням.

Отже, в умовах зони Степу за помірної посухи рівень врожайності досліджених високопродуктивних сортів і ліній прямо залежав від кількості та маси зерна з колоса й рослини, високі значення яких навіть за виявленої тенденції до зменшення показників кількості продуктивних стебел і маси 1000 зерен можуть істотно впливати на зростання продуктивності рослин озимої м'якої пшениці.

Таким чином, у результаті вивчення різних сортів і селекційних ліній озимої м'якої пшениці виділено низку високопродуктивних генотипів різновиду лютеценс, урожайність яких в екологічних випробуваннях зон Лісостепу і Степу становила 95,7—146,3 і 68,4—107,3 ц/га відповідно. Найвищою зерновою продуктивністю та високою екологічною пластичністю характеризувались сорт Джентльмен і селекційні лінії УК 126/20, УК 070/19, які впродовж років стабільно зберігали лідерство за врожайністю при вирощуванні в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Їхні морфо-фізіологічні та біометричні характеристики можуть бути покладені в основу розробки нової моделі сорту для мінливих кліматичних умов, що задовольнятиме сучасні вимоги до зернової продуктивності та адаптивності озимої м'якої пшениці.

В умовах лісостепової зони виявлено перевищення зернової продуктивності стандарту і середніх показників у досліді з сортами Kolonia, Tonnage, Tobak і Reform, що свідчить про доцільність використання їх генетичної плазми при створенні генотипів озимої пшениці нової сортозміни для регіонів цієї зони. В умовах північної частини зони Степу сорт Київська 20 і лінія УК 1289/17 зарекомендували себе як найвисокопродуктивніші генотипи з адаптивністю до недостатнього зволоження і заслуговують на розширення їх виробничих посівів у центральних і південних регіонах України з помірно посушливими кліматичними умовами та включення в селекційні програми зі створення посухостійких сортів.

Урожайність високопродуктивних зразків озимої м'якої пшениці за різних ґрунтово-кліматичних умов прямо залежить від озерненості

колоса та маси зерна з колоса і рослини. Найвищі показники врожайності у зоні Лісостепу характерні для сортів і селекційних ліній, що за довжиною стебла належать до напівкарликових-короткостеблових, а в зоні Степу — до короткостеблових-середньорослих.

Незважаючи на важливу роль у формуванні високого врожаю окремими сортами і селекційними лініями підвищеної кількості продуктивних стебел, довжини колоса і маси 1000 зерен, проведення цільових селекційних доборів винятково за біометричними показниками цих структурних елементів може бути малоефективним. У подальших селекційно-генетичних дослідженнях слід спрямувати роботу на створення і добір генотипів озимої пшениці з високою зерновою продуктивністю колоса й рослини, що має стати пріоритетом на всіх етапах селекційного процесу та вагомою складовою розробки генетичної моделі сортів озимої м'якої пшениці нового покоління.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Vitale J., Adam B., Vitale P. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat. *Agronomy*. 2020. **10**, N 2. P. 1—15. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020238>
2. Macas B., Costa R., Gomes C., Bagulho A.S., Pinheiro N., Moreira J., Costa A., Patanita M., Dorez J., Rodrigo S. Breeding in bread-making wheat varieties for Mediterranean climate: the need to get resilient varieties. *Front. Nutr.* 2024. N 11. P. 1—16. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1393076>
3. Павлишин С.П. Сучасні тенденції розвитку ринку зерна в Україні. *Інноваційна економіка*. 2025. № 2. С. 144—154. <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2025.2.16>
4. Dixon J., Braun H.J., Crouch J. Transitioning wheat research to serve the future needs of the developing world. *Wheat Facts and Futures*. Dixon J., Braun H.J., Kosina P. (eds.). Mexico City (Mexico): CIMMYT. 2009. P. 1—19.
5. Tadesse W., Sanchez-Garcia M., Assefa S.G., Amri A., Bishaw Z., Ogbonnaya F.C., Baum M. Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breed Genet. Genom.* 2019. N 1. P. 1—28. <https://doi.org/10.20900/cbgg20190005>
6. Roder M., Thornley P., Campbell G., Bows-Larkin A. Emissions associated with meeting the future global wheat demand: A case study of UK production under climate change constraints. *Environ. Sci. Policy*. 2014. N 39. P. 13—24.
7. Моргун В.В., Дубровна О.В., Моргун Б.В. Сучасні біотехнології отримання стійких до стресів рослин пшениці. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. **48**, № 3. С. 196—214.
8. Buranova S., Cerny J., Mitura K., Lipinska K.J., Kovarik J., Balik J. Effect of organic and mineral fertilizers on yield parameters and quality of wheat grain. *Sci. Agricul. Bohemica*. 2016. **47**, N 2. P. 47—53.
9. Chuhrii H.A. Adaptive properties of the winter wheat variety as factor increasing the gross grain yield. *Grain Crops*. 2021. **5**, N 1. P. 79—84. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0165>
10. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. 730 с.
11. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціали пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 276 с.
12. Храмцов Л.И., Храмцов В.Л. Ландшафтное растениеводство. Днепропетровск: Пороги, 2007. 372 с.
13. Вакуленко В.В., Орехівський В.Д., Коваленко Н.П., Кривенко А.І., Гаврилюк В.М., Коновалов Д.В. Селекція і трансфер Київських сортів пшениці. Київ: Академперіодика, 2024. 248 с. <https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.509.248>
14. Захарук О. Від культивування старих сортів рослин вітчизняні аграрії щороку не добирають понад 7 млн тонн зерна. *Зерно і хліб*. 2006. № 1. С. 8—9.

15. Гамаюнова В.В., Корхова М.М., Панфілова А.В., Смірнова І.В., Коваленко О.А., Хоненко Л.Г. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування. Миколаїв: МНАУ, 2021. 300 с.
16. Lobell D.B., Cassman K.G., Field C.B. Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. *Ann. Rev. Envir. Res.* 2009. N 34. P. 179–204. <https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.041008.093740>
17. Bedo Z., Lang L., Rakszegi M. Breeding for grain-quality traits. Cereal grains assessing and managing quality. Wrigley C.W., Batey I.L. (eds.). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited/CRC Press, 2010. P. 369–392.
18. Tessema B.B., Liu H., Sorensen A.C., Andersen J.R., Jensen J. Strategies using genomic selection to increase genetic gain in breeding programs for wheat. *Front. Genet.* 2020. N 11. P. 1–12. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.578123>
19. Ткаченко Т.Г. Агрометеорологія. Харків: ХНАУ, 2015. 268 с.
20. Волкодав В.В. Методика Державного сорто випробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). К., 2001. 69 с.
21. Мусаев А.Дж., Гусейнов Г.С., Мамедов З.А. Методика полевого опыта по изучению селекционного материала зерновых культур. Баку: Муаллим, 2008. 88 с.
22. Лифенко С.П. Полукарликовые сорта озимой пшеницы. К.: Урожай, 1987. 192 с.
23. Уліч Л.І., Уліч О.Л. Вплив висоти рослин сортів пшениці озимої на стійкість до вилягання і продуктивність посівів. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 55–64. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.4.2006.68029>
24. Schober P., Boer C., Schwarte L.A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anest. Analg.* 2018. **126**, N 5. P. 1673–1678. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
25. Дідора В.Г., Смаглій О.Ф., Ермантраут Е.Р., Гудзь В.П., Мойсеєнко В.В., Манько Ю.П., Трофименко П.І., Саяук О.А., Дербон І.Ю., Храпійчук П.П. Методика наукових досліджень в агрономії. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
26. Cox D.J. Breeding for hard red winter wheat cultivars adapted to conventional-till and no-till systems in northern latitudes. *Euphytica*. 1991. **58**. P. 57–63. <https://doi.org/10.1007/BF00035340>
27. Bocianowski J., Prazak R. Genotype by year interaction for selected quantitative traits in hybrid lines of *Triticum aestivum* L. with *Aegilops kotschy* Boiss. and *Ae. variabilis* Eig. using the additive main effects and multiplicative interaction model. *Euphytica*. 2022. **218**, N 11. P. 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-02967-4>
28. Nagy D., Meszlenyi T., Boda K., Lantos C., Pauk J. Agronomical responses of elite winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in phenotyping experiments under continuous water withdrawal and optimal water management in greenhouses. *Plants*. 2025. **14**, N 15. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/plants14152435>
29. Ullah M.I., Mahpara S., Bibi R., Shah R.U., Ullah R., Abbas S., Ullah M.I., Hassan A.M., El-Shehawi A.M., Brestic M., Zivcak M., Khan M.I. Grain yield and correlated traits of bread wheat lines: Implications for yield improvement. *Saudi J. Biol. Sci.* 2021. **28**, N 10. P. 5714–5719. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.006>
30. Sainia P.K., Singha S.V., Yadava R.K., Singha L., Singha S.S.K., Tripathia H., Tiwari S.D.U. Analyses for grain yield and its contributing traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *J. Adv. Biol. Biotechnol.* 2024. **27**, N 3. P. 208–218. <https://doi.org/10.9734/JABB/2024/v27i3735>
31. Sisay D.T., Sharie G., Getnet B., Demissie A., Gebretsadik R., Dessalegn T., Ruediger A., Molla D., Zewde S., Gesesse C.A., Abebe E. Farmers participatory evaluation of bread wheat varieties through seed producer cooperatives: evidence from Ethiopia. *Disc. Agric.* 2024. **16**, N 2. P. 1–13. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00028-z>

Отримано 28.10.2025

REFERENCES

1. Vitale, J., Adam, B. & Vitale, P. (2020). Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat. *Agronomy*, 10, No. 2, pp. 1-15. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020238>

2. Macas, B., Costa, R., Gomes, C., Bagulho, A.S., Pinheiro, N., Moreira, J., Costa, A., Patanita, M., Dore, J. & Rodrigo, S. (2024). Breeding in bread-making wheat varieties for Mediterranean climate: the need to get resilient varieties. *Front. Nutr.*, No. 11, pp. 1-16. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1393076>
3. Pavlyshyn, S.P. (2025). Current trends in the development of the grain market in Ukraine. *Innovatsiina ekonomika*, No. 2, pp. 144-154. <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2025.2.16> [in Ukrainian].
4. Dixon, J., Braun, H.J. & Crouch, J. (2009). Transitioning wheat research to serve the future needs of the developing world. In *Wheat facts and futures*. Dixon, J., Braun, H.J., Kosina, P. (eds.) (pp. 1-9), Mexico City (Mexico): CIMMYT.
5. Tadesse, W., Sanchez-Garcia, M., Assefa, S.G., Amri, A., Bishaw, Z., Ogbonnaya, F.C. & Baum, M. (2019). Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breed Genet Genom*, No. 1, pp. 1-28. <https://doi.org/10.20900/cbagg20190005>
6. Roder, M., Thornley, P., Campbell, G. & Bows-Larkin, A. (2014). Emissions associated with meeting the future global wheat demand: A case study of UK production under climate change constraints. *Envir. Sci. Policy*, No. 39, pp. 13-24.
7. Morgun, V.V., Dubrovna, O.V. & Morgun, B.V. (2016). Modern biotechnology for producing stress-resistant wheat plants. *Fiziol. rast. genet.*, 48, No. 3, pp. 196-214 [in Ukrainian].
8. Buranova, S., Cerny, J., Mitura, K., Lipinska, K.J., Kovarik, J. & Balik, J. (2016). Effect of organic and mineral fertilizers on yield parameters and quality of wheat grain. *Sci. Agric. Bohemica*, 47, No. 2, pp. 47-53.
9. Chuhrii, H.A. (2021). Adaptive properties of the winter wheat variety as factor increasing the gross grain yield. *Grain Crops*, 5, No. 1, pp. 79-84. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0165>
10. Lykhochvor, V.V. & Petrychenko, V.F. (2006). Crop production. Modern intensive technologies for growing major field crops. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian].
11. Orliuk, A.P. & Honcharova, K.V. (2002). Adaptive and productive potential of wheat. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
12. Khramtsov, L.I. & Khramtsov, V.L. (2007). Landscape plant growing. Dnepropetrovsk: Porogi [in Russian].
13. Vakulenko, V.V., Orekhivskyi, V.D., Kovalenko, N.P., Kryvenko, A.I., Havryliuk, V.M. & Konovalov, D.V. (2024). Selection and transfer of Kyiv wheat varieties. Kyiv: Akademperiodyka. <https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.509.248> [in Ukrainian].
14. Zakharuk, O. (2006). Domestic farmers lose more than 7 million tons of grain each year from cultivating old plant varieties. *Zerno i khlib*, No. 1, pp. 8-9 [in Ukrainian].
15. Hamaiunova, V.V., Korkhova, M.M., Panfilova, A.V., Smirnova, I.V., Kovalenko, O.A. & Khonenko, L.H. (2021). Winter wheat: resource potential and cultivation technology. Mykolaiv: MNAU [in Ukrainian].
16. Lobell, D.B., Cassman, K.G. & Field, C.B. (2009). Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. *Ann. Rev. Envir. Res.*, No. 34, pp. 179-204. <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.041008.093740>
17. Bedo, Z., Lang, L. & Rakszegi, M. (2010). Breeding for grain-quality traits. *Cereal grains assessing and managing quality*. Wrigley, C.W., Batey, I.L. (eds.) (pp. 369-392), Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited/CRC Press.
18. Tessema, B.B., Liu, H., Sorensen, A.C., Andersen, J.R. & Jensen, J. (2020). Strategies using genomic selection to increase genetic gain in breeding programs for wheat. *Front. Genet.*, No. 11, pp. 1-12. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.578123>
19. Tkachenko, T.H. (2015). *Agrometeorology*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian].
20. Volkodav, V.V. (2001). Methodology of State variety testing of agricultural crops (grains, cereals and legumes). Kyiv [in Ukrainian].
21. Musayev, A.Dzh., Guseynov, G.S. & Mamedov, Z.A. (2008). Methodology of field experiment for studying breeding material of grain crops. Baku: Muallim [in Russian].
22. Lifenko, S.P. (1987). Semi-dwarf varieties of winter wheat. Kiev: Urozhay [in Russian].
23. Ulich, L.I. & Ulich, O.L. (2006). The influence of plant height of winter wheat varieties on lodging resistance and crop productivity. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*, No. 4, pp. 55-64. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.4.2006.68029> [in Ukrainian].

24. Schober, P., Boer, C. & Schwarte, L.A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anest. Anal.*, 126, No. 5, pp. 1673-1678. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
25. Didora, V.H., Smahlii, O.F., Ermantraut, E.R., Hudz, V.P., Moiseienko, V.V., Manko, Yu.P., Trofymenko, P.I., Saiuk, O.A., Derebon, I.Iu. & Khrapiichuk, P.P. (2013). Scientific research methodology in agronomy. Kyiv: «Tsentr uchbovoi literatury» [in Ukrainian].
26. Cox, D.J. (1991). Breeding for hard red winter wheat cultivars adapted to conventional-till and no-till systems in northern latitudes. *Euphytica*, 58, pp. 57-63. <https://doi.org/10.1007/BF00035340>
27. Bocianowski, J. & Prazak, R. (2022). Genotype by year interaction for selected quantitative traits in hybrid lines of *Triticum aestivum* L. with *Aegilops kotschy* Boiss. and *Ae. variabilis* Eig. using the additive main effects and multiplicative interaction model. *Euphytica*, 218, No. 11, pp. 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-02967-4>
28. Nagy, D., Meszlenyi, T., Boda, K., Lantos, C. & Pauk, J. (2025). Agronomical responses of elite winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in phenotyping experiments under continuous water withdrawal and optimal water management in greenhouses. *Plants*, 14, No. 15, pp. 1-23. <https://doi.org/10.3390/plants14152435>
29. Ullah, M.I., Mahpara, S., Bibi, R., Shah, R.U., Ullah, R., Abbas, S., Ullah, M.I., Hassan, A.M., El-Shehawi, A.M., Brestic, M., Zivcak, M. & Khan, M.I. (2021). Grain yield and correlated traits of bread wheat lines: Implications for yield improvement. *Saudi J. Biol. Sci.*, 28, No. 10, pp. 5714-5719. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.006>
30. Sainia, P.K., Singha, S.V., Yadava, R.K., Singha, L., Singha, S.S.K., Tripathia, H. & Tiwari, S.D.U. (2024). Analyses for grain yield and its contributing traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *J. Adv. Biol. Biotechnol.*, 27, No. 3, pp. 208-218. <https://doi.org/10.9734/JABB/2024/v27i3735>
31. Sisay, D.T., Sharie, G., Getnet, B., Demissie, A., Gebretsadik, R., Dessalegn, T., Ruediger, A., Molla, D., Zewde, S., Gesesse, C.A. & Abebe, E. (2024). Farmers participatory evaluation of bread wheat varieties through seed producer cooperatives: evidence from Ethiopia. *Disc. Agric.*, 16, No. 2, pp. 1-13. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00028-z>

Received 28.10.2025

STRUCTURAL ELEMENTS OF PRODUCTIVITY IN THE FORMATION OF YIELD OF HIGH-YIELDING VARIETIES AND SELECTION LINES OF WINTER BREAD WHEAT

R.A. Yakymchuk^{1,2}, L.O. Khomienko¹, M.V. Tarasiuk¹

¹Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylykivska St., Kyiv 03022, Ukraine

²National Dendrological Park «Sofiyivka», National Academy of Sciences of Ukraine
12-a, Kyivska St., Uman 20300, Ukraine
e-mail: peoplenature16@gmail.com

Increasing the production of winter bread wheat by creating and introducing high-yielding, environmentally friendly varieties of the new generation into production is a regular task for modern breeding, and a guarantee of overcoming the global problem of food security. Preliminary modeling of the new variety genotype for different soil and climatic zones requires studying the role of individual productivity traits in forming high grain yields. The aim of the research was to determine the yield of modern high-yielding varieties and breeding lines of winter bread wheat under different soil and climatic conditions, and to establish the level of influence of individual productivity factors on its formation. During 2023–2025, 16 genotypes of winter bread wheat of the *Lutescens* species were studied in ecological trials, with yields in the Forest-Steppe and Steppe zones ranging from 95.7 to 146.3 and 68.4 to 107.3 cwt/ha, respectively. The Gentleman variety and breeding lines UK 126/20 and UK 070/19 consistently maintained their leadership in terms of yield when grown in different soil

and climatic zones of Ukraine. Their morphological, physiological, and biometric characteristics can be used as a basis for developing a new variety model. The yield of high-yielding winter bread wheat varieties under various soil and climatic conditions directly depends on the grain filling of the ear and the weight of grain from the ear and plant. The highest yield indices in the Forest-Steppe zone were characteristic to varieties and breeding lines that are semi-dwarf—short-stemmed in terms of stem length, and in the Steppe zone — short-stemmed—medium-stemmed. Despite the important role of increased number of productive stems, ear length, and 1,000-grain weight in producing high yields of individual varieties and breeding lines, selection based solely on the biometric indices of these structural elements may be ineffective. Further breeding and genetic research should focus on creating and selecting winter wheat genotypes with high grain productivity per ear and plant, which should be a priority at all stages of the breeding process and an important component in the development of a genetic model for a new generation of winter bread wheat varieties.

Key words: *Triticum aestivum* L., structural elements of yield, grain number in the ear, ecological plasticity, grain productivity, correlation dependence.

ORCID

Р.А. ЯКИМЧУК — R.A. Yakymchuk <https://orcid.org/0000-0002-6249-4304>

Л.О. ХОМЕНКО — L.O. Khomienko <https://orcid.org/0000-0002-3776-6208>

М.В. ТАРАСЮК — M.V. Tarasiuk <https://orcid.org/0000-0001-5914-7208>