

УДК 633.112:631.527:575

© 2023

## АДАПТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM DURUM* DESF.) ЗА ПАРАМЕТРАМИ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ ТА ГОМЕОСТАТИЧНОСТІ У СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

А.В. Ярош

кандидат сільськогосподарських наук  
Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН,  
Національний центр генетичних ресурсів рослин України  
просп. Героїв Харкова, 142, м. Харків, 61060, Україна  
e-mail: jarosh\_andrij@ukr.net  
ORCID: 0000-0002-6009-4139

Надійшла 06.06.2023

**Мета.** Визначити адаптивність сучасних зразків пшениці озимої (*Triticum durum* Desf.) за параметрами селекційної цінності та гомеостатичності маси 1000 зерен і урожайності, а також джерела високих рівнів їх прояву, адаптовані до стресових умов Східного Лісостепу України. **Методи.** Загальнонаукові (аналіз і синтез) — для диференціації та узагальнення отриманих результатів; дисперсійний — для визначення рівнів прояву селекційної цінності та гомеостатичності маси 1000 зерен і урожайності, оцінювання достовірності експериментальних даних. **Результати.** Визначено три генотипи, які вирізняються формуванням великої маси 1000 зерен (понад 46 г) — МІП Лакомка, Шляхетний та Кораловий (Україна), та 11 джерел високого рівня прояву врожайності (понад 16% до стандарту) — Престижний, МІП Лакомка, Шляхетний, Пассат, Кораловий (Україна), Hordeiforme 335 (Молдова), MV Hundur (Угорщина) та ін. Селекційна цінність кращих зразків за урожайністю  $S_c = 284,4 - 504,0$ , гомеостатичність  $Нот = 1965,3 - 8543,1$ . Встановлено, що частка зразків з генотиповою здатністю формувати високу гомеостатичність урожайності становить 26,7%, середню — 40,0%, низьку — 33,3%. **Висновки.** До найадаптованіших генотипів *T. durum* Desf. щодо вирощування у стресових умовах Східного Лісостепу України належать такі сорти вітчизняної селекції, що поєднують високу селекційну цінність та гомеостатичність урожайності: МІП Лакомка ( $S_c = 504,0$ ;  $Нот = 6200,4$ ), Пассат ( $S_c = 488,6$ ;  $Нот = 8543,1$ ), Шляхетний ( $S_c = 477,6$ ;  $Нот = 6670,2$ ) та Кораловий ( $S_c = 446,4$ ;  $Нот = 6103,6$ ) — вони формують урожайність на рівні понад 123% до стандарту.

**Ключові слова:** мінливість, гомеостаз, норма реакції, маса 1000 зерен, урожайність, стабільність, сорт, джерело.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202311-06>

Ефективність функціонування аграрного сектору економіки визначається збільшенням валових зборів зерна та стабілізацією його виробництва, що сприяє розвитку

ринку зерна та належить до стратегічних завдань народногосподарського комплексу України [1]. Проте стресові чинники біотичної та абіотичної природи лімітують

рівень урожайності та адаптивності продовольчих культур, створюючи значні перешкоди на цьому шляху [2–4]. Успішне впровадження у виробництво конкурентоспроможних сортів, у тому числі пшениці озимої (*Triticum durum* Desf.), потребує значної селекційної роботи щодо підвищення рівня урожайності та адаптивного потенціалу в певних агроекологічних зонах [2, 5], а також постійних досліджень з удосконалення технологій вирощування [6–8]. Використання заздалегідь підібраних джерел з необхідними рівнями прояву цінних господарських ознак у певних агроекологічних умовах вирощування сприяє селекційному процесу на шляху створення високоперспективних сортів.

**Аналіз останніх досліджень.** Крацюю сировиною для виробництва високоякісних макаронних виробів є борошно, отримане з помелу зерна *T. durum* Desf., яке завдяки короткій та тугій клейковині другої групи дає змогу виготовляти ці вироби з відповідними властивостями, за яких вони зберігають форму при варінні, не ослизнюються і мають приємний лимонно-жовтий або янтарний колір. *T. durum* Desf. широко використовують також у хлібопекарській та круп'яній галузях харчової промисловості, для виробництва крупки (особливого сорту борошна) та виготовлення манної крупи вищої якості [9]. Порівняно з *Triticum aestivum* L. зерно *T. durum* Desf. багатше на білок, вміст якого становить 14–16%. Основне виробництво *T. durum* Desf. зосереджено в Канаді (4,4 млн т), Італії (4 млн т) та Туреччині (3 млн т). В Україні обсяг виробництва *T. durum* Desf. становить 1,5–2,3 млн т [5, 10].

Серед чинників впливу щодо збільшення валових зборів зерна та стабілізації врожаїв щодалі більшого значення набуває сорт [11, 12]. При цьому успішне впровадження нових сортів у виробництво визначається рівнем генетичного потенціалу їхньої урожайності, адаптивності та гомеостатичності [13–15]. Обов'язковим підходом на цьому шляху є використання прогресивних технологій вирощування [7]. Відомо, що внесок селекції у зростання врожайності становить 50% [12]. Селекційна цінність та гомеостатичність врожайності й основних її структурних

елементів, зокрема маси 1000 зерен, є заporукою ефективною реалізації генотипом високих та стабільних врожаїв у мінливих умовах вирощування [2].

Реалізацію генетичного потенціалу урожайності та адаптивності сорту лімітують різні біотичні та абіотичні стресові чинники довкілля [2]. Провідну роль серед біотичних чинників відіграють грибні хвороби, урожайність від яких зменшується переважно на 15–20%, а при епіфітотіях втрати можуть досягати 60% [16]. Серед абіотичних чинників дедалі більшого значення набувають проблеми водного дефіциту, спричинені підвищенням температури та зменшенням кількості опадів, що активно прогножуються зі змінами клімату [3, 17]. Рівень впливу стресових чинників довкілля на генотип визначається його гомеостатичністю, під якою розуміють здатність генотипу зводити до мінімуму вплив стресових чинників навколишнього природного середовища [18]. Встановлено: що вищий рівень прояву гомеостатичності  $Hom$  та селекційної цінності  $S$ , то більш значущий і стабільніший генотип у мінливих умовах вирощування [19]. Визначення параметрів селекційної цінності й гомеостатичності урожайності та її структурних елементів серед генетичного різноманіття сучасних сортів *T. durum* Desf. є необхідним та актуальним етапом на шляху створення перспективних сортів, адаптованих до певних агроекологічних умов вирощування.

**Мета досліджень** — визначити адаптивність сучасних зразків *T. durum* Desf. за параметрами селекційної цінності та гомеостатичності їхньої маси 1000 зерен і урожайності, а також джерела високих рівнів їх прояву, адаптованих до умов Східного Ліссостепу України.

**Матеріали та методи досліджень.** Матеріалом дослідження були 15 зразків *T. durum* Desf. з п'яти країн, у тому числі 7 зразків з України, по 3 — з Молдови й Угорщини та по одному — з Австрії та Франції (табл. 1). Дослідження проводили протягом 2018–2021 рр. у лабораторії генетичних ресурсів зернових культур Національного центру генетичних ресурсів рослин України на експериментальній базі Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН,

**1. Параметри селекційної цінності та гомеостатичності кращих зразків *T. durum* Desf. за масою 1000 зерен у 2019–2022 рр.**

Назва зразка	Країна походження	Маса 1000 зерен, г			Sc	CV, %	Hom
		max	min	$\bar{X}$			
Континент, стандарт	Україна	44,5	38,5	41,6	36,1	7,2	576,0
МІП Лакомка	Україна	49,5	43,5	46,8	41,2	6,5	717,9
Шляхетний	Україна	48,5	44,0	46,6	42,3	5,1	921,7
Кораловий	Україна	48,5	43,5	46,5	41,7	5,7	817,3
Престижний	Україна	47,5	42,0	44,5	39,4	6,3	711,3
Пассат	Україна	44,5	40,5	42,8	38,9	4,9	881,4
Прозорий	Україна	45,5	38,0	42,2	35,2	9,1	465,6
Надійний	Україна	45,5	39,5	42,0	36,5	7,4	564,9
Hordeiforme 340	Молдова	45,5	36,5	42,0	33,7	11,5	365,8
Hordeiforme 335	Молдова	46,5	36,5	41,2	32,3	12,2	336,7
Hordeiforme 333	Молдова	41,5	35,0	37,8	31,9	8,8	429,9
MV Hundur	Угорщина	44,5	39,0	42,0	36,8	6,6	633,7
GK Betadur	Угорщина	44,0	37,5	40,2	34,2	8,5	474,4
MV Pennedur	Угорщина	43,5	36,5	39,7	33,3	8,9	443,6
Lupidur	Австрія	42,5	33,5	38,8	30,6	12,2	319,1
XE 9710	Франція	46,5	35,0	40,3	30,4	14,4	280,7
HIP <sub>0,05</sub>		–	–	0,9	–	–	–
min		41,5	33,5	37,8	30,4	4,9	280,7
max		49,5	44,0	46,8	42,3	14,4	921,7
Середнє в досліді		45,5	38,7	42,2	35,9	8,5	558,8

розташованій у Харківському районі Харківської області, у східній частині Лісостепу України. Досліди закладали відповідно до вимог селекційних польових експериментів [Доспехов Б.О., 1985]. Посів проводили на ділянках площею 2 м<sup>2</sup> сівалкою ССФК-7 у 3-разовому повторенні за попередником чорний пар в оптимальні терміни з нормою висіву 4,5 млн зерен на 1 га. Стандартом був сорт Континент, який висівали через 20 номерів. Вивчали зразки за загальноприйнятими методиками [Мережка А.Ф. та ін., 1999]. Селекційну цінність Sc та гомеостатичність Hom визначали за методикою В.В. Хангільдіна [18]. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за згадуваною методикою Б.О. Доспехова. При цьому використовували такі методи досліджень: загальнонаукові (аналіз і синтез) — для диференціації й узагальнення отриманих результатів, дисперсійний — для визначення рівнів прояву

селекційної цінності та гомеостатичності маси 1000 зерен і урожайності, оцінки достовірності експериментальних даних.

**Результати досліджень.** Аналізуючи погодні умови вегетаційних періодів 2019–2022 рр., дійшли висновку, що різні значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) сприяли диференціації зразків *T. durum* Desf. за масою 1000 зерен та урожайністю.

Осінній період був найпосушливіший у 2021 р. (ГТК=0,36), сильно посушливий — у 2020 р. (ГТК=0,46), доволі вологий — у 2019 р. (ГТК=1,46). Метеорологічні умови вегетаційних весняно-літніх періодів досліджень значно різнилися вологозабезпеченістю та температурним режимом. Весняні місяці були посушливими у 2022 р. (ГТК=0,59), доволі вологими — у 2021 р. (ГТК=1,46), надмірно вологими — у 2020 р. (ГТК=2,05). Літні місяці були доволі вологими у 2020 р. (ГТК=1,27) і 2022 р. (ГТК=1,17), посушливими — у 2021 р.

(ГТК=0,64). Для формування великої маси 1000 зерен та урожайності найсприятливішим був 2020 р. В умовах 2019 р. та 2021 р. рівні прояву цих показників були переважно нижчими. Дефіцит вологи та підвищена температура в липні 2021 р. (ГТК=0,09) зумовили запал зерна, що найнегативніше позначився на формуванні маси 1000 зерен та урожайності порівняно з іншими роками досліджень.

Отже, погодні умови вегетаційних періодів дали змогу диференціювати сучасні сорти *T. durum* Desf. за селекційною цінністю та гомеостатичністю маси 1000 зерен і урожайності, а також вирізнити джерела високих рівнів їх прояву, адаптовані до умов Східного Лісостепу України.

На основі багаторічного вивчення визначено три генотипи, що вирізняються формуванням великої маси 1000 зерен (понад 46 г), — це вітчизняні сорти МІП Лакомка, Шляхетний та Кораловий, стандарт Континент — 41,6 г (див. табл. 1).

У результаті досліджень визначено, що у сучасних сортів та лінії *T. durum* Desf. селекційна цінність маси 1000 зерен  $Sc=30,4-42,3$ , гомеостатичність  $Hom=280,7-921,7$ .

Досліджуючи селекційну цінність маси 1000 зерен *T. durum* Desf., вирізнили джерела, які перевищують середнє її значення в досліді ( $Sc=35,9$ ). За цією ознакою вирізнялися такі сорти: Шляхетний ( $Sc=42,3$ ), Кораловий ( $Sc=41,7$ ), МІП Лакомка ( $Sc=41,2$ ), Престижний ( $Sc=39,4$ ), Пассат ( $Sc=38,9$ ), Надійний ( $Sc=36,5$ ); MV Hundur ( $Sc=36,8$ ), стандарт Континент ( $Sc=36,1$ ).

Низький рівень варіабельності досліджуваної ознаки за період вивчення є критерієм гомеостатичності генотипів. Стабільність ознаки в мінливих умовах навколишнього середовища чітко відображає тісний зв'язок гомеостатичності  $Hom$  з коефіцієнтом варіації  $CV$ .

До генотипів з високою гомеостатичністю за низької варіабельності ( $CV \leq 10,0\%$ ) маси 1000 зерен належать такі сорти та лінії: Шляхетний ( $Hom=921,7$ ), Пассат ( $Hom=881,4$ ), Кораловий ( $Hom=817,3$ ), МІП Лакомка ( $Hom=717,9$ ), Престижний ( $Hom=711,3$ ), Надійний ( $Hom=564,9$ ), Прозорий ( $Hom=465,6$ ), Hordeiforme 333 ( $Hom=429,9$ ), MV Hundur ( $Hom=633,7$ ), GK Betadur ( $Hom=$

$=474,4$ ), MV Pennedur ( $Hom=443,6$ ); їх частка становить 73,3%.

Гомеостатичністю та варіабельністю середнього рівня характеризувалися зразки Hordeiforme 340 ( $Hom=365,8$ ), Hordeiforme 335 ( $Hom=336,7$ ); Lupidur ( $Hom=319,1$ ) та ХЕ 9710 ( $Hom=280,7$ ), стандарт Континент ( $Hom=576,0$ ). Визначено, що частка зразків з гомеостатичністю середнього рівня за масою 1000 зерен становить 26,7%. Низького рівня гомеостатичності за масою 1000 зерен серед досліджуваних зразків не встановлено.

Таким чином, сорти Шляхетний, Кораловий, МІП Лакомка, Престижний, Пассат, Надійний та MV Hundur є генотипами, що вирізняються формуванням високої селекційної цінності та гомеостатичності маси 1000 зерен. Зазначені зразки — цінний вихідний матеріал для створення нових селекційно цінних та стабільних генотипів з великою масою 1000 зерен.

За період 2019–2022 рр. серед сучасних зразків *T. durum* Desf. до джерел високого рівня прояву врожайності (понад 16% до стандарту) належали Престижний, МІП Лакомка, Надійний, Прозорий, Шляхетний, Пассат, Кораловий; Hordeiforme 335, MV Hundur, Lupidur та ХЕ 9710; стандарт Континент ( $422 \text{ г/м}^2$ ).

Селекційна цінність  $Sc$  урожайності варіювала від 284,4 до 504,0, гомеостатичність  $Hom$  — від 1965,3 до 8543,1 (табл. 2).

Вивчаючи селекційну цінність *T. durum* Desf., визначили вісім джерел, які перевищують середнє значення в досліді  $Sc=389$ : сорти МІП Лакомка ( $Sc=504,0$ ), Пассат ( $Sc=488,6$ ), Престижний ( $Sc=481,5$ ), Шляхетний ( $Sc=477,6$ ), Кораловий ( $Sc=446,4$ ), Надійний ( $Sc=440,6$ ), Прозорий ( $Sc=423,6$ ), MV Hundur ( $Sc=449,8$ ); стандарт Континент ( $Sc=351,4$ ).

Високою гомеостатичністю та низькою варіабельністю ( $CV \leq 10,0\%$ ) урожайності вирізнилися чотири вітчизняних сорти (26,7%): Пассат ( $Hom=8543,1$ ), Шляхетний ( $Hom=6670,2$ ), Кораловий ( $Hom=6103,6$ ) та МІП Лакомка ( $Hom=6200,4$ ; стандарт Континент ( $Hom=4366,2$ ).

Гомеостатичністю та варіабельністю середнього рівня характеризувалися шість зразків, частка яких становила 40%: Прес-

**2. Параметри селекційної цінності та гомеостатичності кращих зразків *T. durum* Desf. за врожайністю у 2019–2022 рр.**

Назва зразка	Урожайність, г/м <sup>2</sup>			Sc	CV, %	Hom
	max	min	$\bar{X}$			
Континент, стандарт	450	375	422	351,4	9,7	4366,2
Престижний	688	525	631	481,5	14,6	4333,2
МІП Лакомка	676	554	615	504,0	9,9	6200,4
Надійний	664	503	582	440,6	13,9	4199,7
Прозорий	665	500	563	423,6	15,8	3568,5
Шляхетний	611	523	558	477,6	8,4	6670,2
Пассат	585	515	555	488,6	6,5	8543,1
Кораловий	573	490	522	446,4	8,6	6103,6
Hordeiforme 335	617	382	496	307,1	23,7	2090,9
Hordeiforme 333	534	371	456	317,3	17,9	2548,9
Hordeiforme 340	556	353	448	284,4	22,8	1965,3
MV Hundur	685	504	611	449,8	15,6	3930,7
MV Pennedur	572	392	477	326,9	18,9	2516,5
GK Betadur	556	353	454	288,2	22,4	2030,6
Lupidur	567	363	493	315,6	22,9	2151,9
XE 9710	633	382	531	320,5	24,9	2137,1
HIP <sub>0,05</sub>	–	–	23,0	–	–	–
min	534	353	448	284,4	6,5	1965,3
max	688	554	631	504,0	24,9	8543,1
Середнє в досліді	602	443	526	389,0	16,0	3959,8

тжний (Hom = 4333,2), Надійний (Hom = 4199,7), Прозорий (Hom = 3568,5); Hordeiforme 333 (Hom = 2548,9), MV Hundur (Hom = 3930,7), MV Pennedur (Hom = 2516,5).

Низький рівень гомеостатичності урожайності був характерний для п'яти зразків: Hordeiforme 340 (Hom = 1965,3), Hordeiforme 335 (Hom = 2090,9); GK Betadur (Hom = 2030,6), Lupidur (Hom = 2151,9), XE 9710 (Hom = 2137,1), частка яких становила 33,3%.

Отже, до найзначущих генотипів, які поєднують високу селекційну цінність та гомеостатичність урожайності, належать сорти МІП Лакомка, Пассат, Шляхетний та Кораловий. Виокремлені у процесі вивчення генотипи з високою селекційною цінністю та гомеостатичністю маси 1000 зерен і урожайності є цінним вихідним матеріалом для створення високоперспективних сортів *T. durum* Desf., адаптованих до стресових умов вирощування у східній частині Лісостепу України.

### Висновки

Серед сучасних сортів та ліній *T. durum* Desf. визначено три генотипи, які вирізняються формуванням великої маси 1000 зерен (понад 46 г) — МІП Лакомка, Шляхетний і Кораловий та 11 джерел високого рівня прояву врожайності (понад 16% до стандарту): Престижний, МІП

Лакомка, Надійний, Прозорий, Шляхетний, Пассат, Кораловий; Hordeiforme 335; MV Hundur, Lupidur та XE 9710.

Селекційна цінність Sc маси 1000 зерен становила 30,4–42,3, гомеостатичність Hom — 280,7–921,7. Сорти Шляхетний (Sc=42,3; Hom=921,7), Кораловий (Sc=41,7;

Нот = 817,3), МІП Лакомка ( $Sc = 41,2$ ; Нот = 717,9), Престижний ( $Sc = 39,4$ ; Нот = 711,3), Пассат ( $Sc = 38,9$ ; Нот = 881,4), Надійний ( $Sc = 36,5$ ; Нот = 564,9) та MV Hundur ( $Sc = 36,8$ ; Нот = 633,7) є цінними генотипами, що вирізняються формуванням високої селекційної цінності та гомеостатичності маси 1000 зерен.

Встановлено, що частка зразків з генотиповою здатністю формувати високу гомеостатичність урожайності становить 26,7%, середню — 40,0%, низьку — 33,3%. Визначено, що селекційна цінність  $Sc$  урожайності становила 284,4–504,0, гомеостатичність Нот — 1965,3–8543,1. До найзначущих генотипів *T. durum* Desf., що

поводяться високу селекційну цінність та гомеостатичність урожайності, належать сорти вітчизняної селекції МІП Лакомка ( $Sc = 504,0$ ; Нот = 6200,4), Пассат ( $Sc = 488,6$ ; Нот = 8543,1), Шляхетний ( $Sc = 477,6$ ; Нот = 6670,2) та Кораловий ( $Sc = 446,4$ ; Нот = 6103,6), які формують урожайність на рівні понад 123% до стандарту.

Виокремлені у процесі дослідження генотипи з високим адаптивним потенціалом є цінним вихідним матеріалом для створення перспективних сортів *T. durum* Desf., адаптованих до стресових умов вирощування у Східному Лісостепу України.

#### Yarosh A.

V. Ya. Yuriev Institute of plant growing of NAAS, National center of plant genetic resources of Ukraine; 142 Heroiv Kharkova Ave., Kharkiv, 61060, Ukraine; e-mail: jarosh\_andrij@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6009-4139

#### Adaptability of *Triticum durum* Desf. according to parameters of selection value and homeostaticity in the Eastern Forest Steppe of Ukraine

**Goal.** To determine the adaptability of modern samples of *Triticum durum* Desf. according to the parameters of selection value and homeostatic weight of 1000 grains, and productivity, as well as source of high levels of their manifestation, adapted to the stressful conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** General scientific (analysis and synthesis) — for differentiation and generalization of the obtained results; dispersive — to determine the levels of manifestation of the selection value and homeostaticity of the mass of 1000 grains and yield, to assess the reliability of experimental data. **Results.** Three genotypes were identified, which were distinguished by the formation of a large mass of 1000 grains (over

46 g) — MIP Lakomka, Shliakhetnyi, and Korolovyi (Ukraine), and 11 sources of high yield manifestation (over 16% to the standard) — Prestyzhnyi, MIP Lakomka, Shliakhetnyi, Passat, Korolovyi (Ukraine), Hordeiforme 335 (Moldova), MV Hundur (Hungary), etc. The selection value of the best samples in terms of productivity was  $Sc = 284.4 - 504.0$ , homeostaticity —  $Hom = 1965.3 - 8543.1$ . It was established that the share of samples with the genotypic ability to form high homeostatic productivity was 26.7%, average — 40.0%, and low — 33.3%. **Conclusions.** The most adapted genotypes of *Triticum durum* Desf. for cultivation in the stressful conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine include the following varieties of domestic selection, which combine high selection value and homeostatic productivity: MIP Lakomka ( $Sc = 504.0$ ;  $Hom = 6200.4$ ), Passat ( $Sc = 488.6$ ;  $Hom = 8543.1$ ), Shliakhetnyi ( $Sc = 477.6$ ;  $Hom = 6670.2$ ), and Korolovyi ( $Sc = 446.4$ ;  $Hom = 6103.6$ ) — they form productivity at the level of more than 123% to the standard.

**Key words:** variability, homeostasis, reaction rate, weight of 1000 grains, productivity, stability, variety, source.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202311-06>

## Бібліографія

1. Ільчук М.М., Коновал І.А., Барановська О.Д., Євтушенко В.Д. Розвиток ринку зерна в Україні та його стабілізація. *Економіка АПК*. 2019. № 4. С. 29–38. doi: 10.32317/2221-1055.201904029

2. Studnicki M., Derejko A., Wójcik-Gront E., Kosma M. Adaptation patterns of winter wheat cultivars in agro-ecological regions. *Scientia Agricola*. 2019. N 76. P. 148–156. doi: 10.1590/1678-992X-2017-0183

3. Raza A., Razaq A., Saher-Mehmood S. et al. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. *Plants*. 2019. V. 8. N 2. P. 34. doi: 10.3390/plants8020034

4. Запісоцька М.С., Волощук О.П., Волощук І.С., Глива В.В. Погодні фактори та їхній вплив на адаптаційні властивості сортів пшениці озимої в умовах західного Лісостепу України. *Наукові горизонти*. 2021. Т. 24. № 6. С. 34–40. doi:

10.48077/scihor.24(6).2021.34-40

5. Щупак Г.В., Цупко Ю.В., Щупак В.Г. та ін. Селекція пшениці твердої озимої (*Triticum durum* Desf.) на підвищення адаптивних властивостей. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 3. С. 25–31.

6. Li W-G., Han M.-M., Pang D-W et al. Characteristics of lodging resistance of high-yield winter wheat as affected by nitrogen rate and irrigation managements. *Journal of Integrative Agriculture*. 2022. V. 21. N 5. P. 1290–1309. doi: 10.1016/S2095-3119(20)63566-3

7. Полторецький С., Третьякова С., Мостов'як І. та ін. Ріст і продуктивність пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від параметрів сівби. Український екологічний журнал. 2020. Т. 10. № 2. С. 81–87. doi: 10.15421/2020\_68

8. Сидякіна О.В., Дворецький В.Ф. Продуктивність озимої пшениці залежно від фону живлення в умовах Західного Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. № 7 (92). С. 45–52. doi: 10.33249/2663-2144-2020-92-7-45-52

9. Денов Д.А., Шелев А.С. Проблемы и перспективы возделывания твердой пшеницы. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 1988. № 3. С. 73–77.

10. Riffiod A., Berman M., Leygue J. Des filières blé dur en hleine évolution. (ESA/ISARA), (ARVALIS). *Perspectives Agricoles*. 2005. N 310. P. 12–17.

11. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.

12. Мілютенко Т.Б., Довбиш М.Й., Клочко А.А., Лисікова В.М. Потенціал сортових ресурсів.

Ефективне його використання — головна передумова стабільного виробництва зерна. *Насінництво*. 2011. № 2. С.1–6.

13. Зампіла Н.П., Демидов О.А., Волохдіна Г.Б. та ін. Урожайність та адаптивна здатність селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах Ліссостепу України. *Миронівський вісник*. 2019. № 9. С. 31–36. doi: 10.31073/mvis201909-05

14. Pennacchi J.P., Carmo-Silva E., Andralojc P.J. et al. Stability of wheat grain yield over three field seasons in the UK. *Food and Energy Security*. 2019. N 8. P. 1–13. doi: 10.1002/fes3.147

15. Harkness C., Semenov M.A., Areal F. Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. P. 282–283, article number 107862. doi: 10.1016/j.agrformet.2019.107862

16. Różewicz M., Wyzińska M., Grabiński J. The Most Important Fungal Diseases of Cereals Problems and Possible Solutions. *Agronomy*. 2021. V. 11. N 4. P. 714. doi: 10.3390/agronomy11040714

17. Сидоренко М.В., Чеботар С.В. Вплив посухи на рослини пшениці на різних стадіях росту. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2020. Т. 25. № 1 (46). С. 67–87. doi: 10.18524/2077-1746.2020.1(46).205848

18. Хангильдин В.В. Гомеостатичність урожаю зерна и его компонентів. *Генетический анализ количественных признаков растений*. Уфа, 1979. С. 14–27.

19. Демидов О.А., Хоменко С.О., Чузункова Т.В., Федоренко І.В. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2019. Т. 97. № 9. С. 47–51. doi: 10.31073/agroviznyk201909-07