

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-8

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.16:631.527

**ПЕРСПЕКТИВНІ КОЛЕКЦІЙНІ ЗРАЗКИ
ЯЧМЕНЮ ПОСІВНОГО (ОЗИМОГО)
ЗА УМОВ ПІДВИЩЕНОЇ КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТУ****О. Б. Маренюк, В. Д. Бугайов, Ю. А. Векленко**

Інститут кормів та сільського
господарства Поділля НААН
Проспект Юності, 16, м. Вінниця,
21100

Про авторів:

Олександр МАРЕНЮК,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0002-8981-9244

Василь БУГАЙОВ,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-1799-6599

Юрій ВЕКЛЕНКО,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0003-0560-261X

Для листування:

Василь БУГАЙОВ
e-mail: bugayovvd@ukr.net

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

28 липня 2025 р.

Погоджено до друку:

16 вересня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

Ячмінь – одна з ключових культур, яка має велику питому вагу у зерновому балансі України. Основну частку посівів традиційно займає ячмінь ярий. Щорічно близько 75,0–80,0 % зібраного зерна культури використовується на фуражні цілі. Слід відзначити, що характерною особливістю вирощування ячменю в Україні є низький рівень урожайності. Це обумовлено як суб'єктивними (порушення технології вирощування), так і об'єктивними (глобальні кліматичні зміни) причинами. Останнім часом одним з основних чинників, що стримує підвищення урожайності ячменю виступає підвищена кислотність ґрунтів. Шляхи розв'язання цієї проблеми слід шукати селекційними методами, а саме встановленням генетичних джерел цінних господарських ознак, які надалі будуть використані як вихідний матеріал при створенні нових високопродуктивних сортів з високою генетичною стійкістю проти основних біо- та абіотичних чинників. Мета дослідження – проведення скринінгу колекційних зразків ячменю озимого дворядного за врожайністю зерна та іншими цінними господарськими ознаками в умовах підвищеної кислотності ґрунту для подальшого залучення їх в селекційні програми зі створення нових високопродуктивних сортів. За результатами дослідження виділено кращі зразки різного еколого-географічного походження: Атол (UKR), Епос (UKR), Catherine (DEU) (довжина колосу); Атол (UKR), Конкорд (UKR), Pascal (FRA) (кількість зерен у колосі); Hannelore (AUT), Mascara (FRA), Loreley (DEU), Атлант Миронівський (UKR), Catherine (DEU), Аполлон (UKR), Алекс (UKR) (маса 1000 зерен); Loreley (DEU), Marianne (FRA), Аполлон (UKR), Монро (AUS), Catherine (DEU) (врожайність). Означені зразки рекомендується для подальшого використання в селекційній практиці.

Ключові слова: ячмінь озимий, селекція, колекційні зразки, врожайність, кислотність ґрунту.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Маренюк О. Б., Бугайов В. Д., Векленко Ю. А., 2025

Prospective collection samples of sowing (winter) barley in the conditions of increased soil acidity

Institute of Feed and Agriculture of
Podillya NAAS
Yunosti avenue, 16, Vinnytsia city,
21100

About authors:

Oleksandr MARENIUK
ORCID: 0000-0002-8981-9244

Vasyl BUHAYOV
ORCID: 0000-0003-1799-6599

Yurii VEKLENKO
ORCID: 0000-0003-0560-261X

For corresponding:
Vasyl BUGAYOV
e-mail: bugayovvd@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
July 28, 2025
Accepted:
September 16, 2025
Published:
September 30, 2025

Barley is one of the key crops, which has a large share in the grain balance of Ukraine. The main share of crops is traditionally occupied by spring barley. Every year, about 75.0–80.0 % of the harvested grain of the crop is used for fodder purposes. It should be noted that a characteristic feature of barley cultivation in Ukraine is the low level of yield. This is due to both subjective (violation of cultivation technology) and objective (global climate change) reasons. Recently, one of the main factors that hinders the increase in barley yield is increased soil acidity. Ways to solve this problem should be sought in breeding methods, namely by establishing genetic sources of valuable economic traits, which will later be used as source material in the creation of new high-yielding varieties with high genetic resistance to the main biotic and abiotic factors. The purpose of the study is to screen collection samples of two-row winter barley for grain yield and other valuable economic characteristics in conditions of increased soil acidity for their further involvement in breeding programs to create new high-yielding varieties. According to the results of the study, the best samples of different ecological and geographical origin were selected: Atol (UKR), Epos (UKR), Catherine (DEU) (ear length); Atol (UKR), Concord (UKR), Pascal (FRA) (number of grains in the ear); Hannelore (AUT), Mascara (FRA), Loreley (DEU), Atlant Myronivskyi (UKR), Catherine (DEU), Apollon (UKR), Alex (UKR) (weight of 1000 grains); Loreley (DEU), Marianne (FRA), Apollon (UKR), Monroe (AUS), Catherine (DEU) (yield). The indicated samples are recommended for further use in breeding practice.

Keywords: winter barley, breeding, collection samples, yield, soil acidity.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – одна з основних сільськогосподарських культур світу, як за поширенням, так і за використанням [15]. Слід зазначити, що у зв'язку з суттєвим потеплінням площі під ячменем озимим зростають [3, 23, 25].

В останні роки (2020–2024 рр.) в Україні при значному скороченні площі посівів ячменю в їх структурі також значно зросла частка озимого (57,0–60,0 %). У 2024 р. загальна площа посіву ячменю складала 1,399 млн га, в тому числі озимого – 0,834 млн га [4].

Маючи досить високий рівень урожайності – потенціал є не використаним як через об'єктивні, так і через суб'єктивні причини. Одним з таких чинників виступає підвищена кислотність ґрунтів. Як відомо, ячмінь найбільше чутливий до впливу даного фактору [8].

В Україні кожен четвертий гектар ґрунту кислий, а в зоні Лісостепу майже кожен другий (49,7–47,4 %). Особливо великі площі (52,1–65,0 %) таких ґрунтів у Вінницькій, Черкаській, Тернопільській і Хмельницькій областях [11]. Втрати врожаю на кислих ґрунтах можуть становити 20,0–40,0 % [1, 18, 24]. За таких умов дуже важливе значення має підвищена адаптивна реакція вихідного матеріалу на умови вирощування [13, 30]. Широке застосування такої оцінки відмічено в селекції зернових, зернобобових, технічних культур [7, 10, 28] та люцерни [16, 22, 29].

Ефективність селекційної роботи з ячменем (*Hordeum vulgare* L.) насамперед залежить від знань і використання наявної мінливості зародкової плазми [2, 19], адже знання генетичного різноманіття є

важливим для розробки відповідних критеріїв відбору в програмах селекції [26]. Створення нових високопродуктивних сортів залежить від методів селекції та якості вихідного матеріалу. Ефективне використання колекційних зразків ячменю озимого потребує розширення досліджень зародкової плазми різного еколого-географічного походження [12, 14, 27]. Цілеспрямований аналіз колекційного матеріалу дозволяє селекціонерам використовувати все різноманіття ознак у селекційному процесі [20, 21].

Матеріали і методи. Дослідження проводили на дослідних полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН з наступними агрохімічними показниками орного шару на глибині 0–30 см: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,2–2,3 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 7,0–7,8 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чіриковим) – 10,0–14,4 і 8,4–11,0 мг/100 г ґрунту відповідно. Реакція ґрунтового розчину кисла (рН 4,8–4,9). Гідролітична кислотність у межах 3,6–3,7 мг-екв. на 100 г ґрунту. Сума ввібраних основ складає в середньому 9,8–12,6 мг-екв. на 100 г ґрунту при ступені насиченості основами 75,0–80,0 %. Посіви ячменю озимого розміщували за схемою семипільної

селекційної сівозміни, попередник – гірчиця біла. Технологія вирощування типова для зони Лісостепу.

Як матеріал для дослідження використано 19 колекційних зразків ячменю посівного (озимого) дворядного (різновидність *nutans*) різного еколого-географічного походження. Сівбу проводили в II декаді жовтня тракторною порційною сівалкою СКС-6-10, облікова площа дослідної ділянки становила 5 м². Повторність – триразова. Розміщення систематичне. Збирання врожаю проводили в I декаді липня. Польові дослідження, обліки, спостереження проводили згідно з методичними вказівками [5, 20].

Обробку експериментальних даних та визначення їх статистичної вірогідності здійснювали за допомогою Microsoft Excel.

Гідротермічні умови 2023–2024 рр. наведено на рисунку 1 та 2. Вегетаційні періоди ячменю озимого впродовж трьох досліджуваних років (2022–2024 та 2023–2024) характеризувалися переважно підвищеними температурами та нерівномірним розподілом опадів, що мало відповідний вплив на ріст, розвиток і формування врожайності ячменю посівного (озимого).

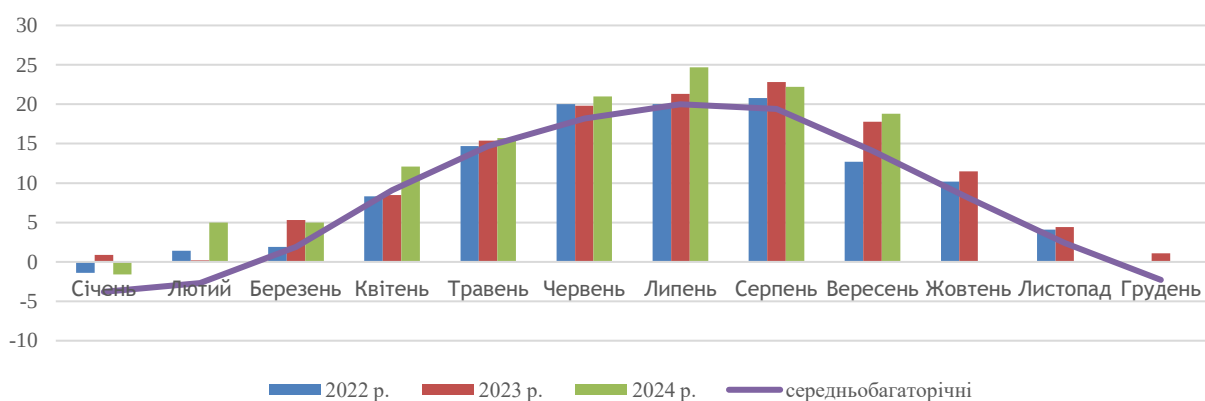


Рис. 1. Температурний режим (°C) за вегетаційний період ячменю озимого (2022–2024 рр.)

Впродовж вегетаційного періоду (жовтень 2022 – липень 2023 рр.) температурний режим характеризувався в основному вищими показниками за

середньобогаторічну норму. Осінньо-зимовий період виявився безморозним: у листопаді – 4,4 °C, грудні – 1,1 °C, січні – 0,9 °C, лютому – 0,2 °C, що на 2,0–4,0 °C

перевищувало багаторічні значення. Весна також була тепліша за норму: березень – 5,3 °C; квітень – 8,5 °C; травень – 15,4 °C. Середня температура в літні місяці

складала: у червні – 19,2 °C, липні – 21,3 °C, що на 2,8 та 3,3 °C відповідно більше за середньобагаторічний показник.

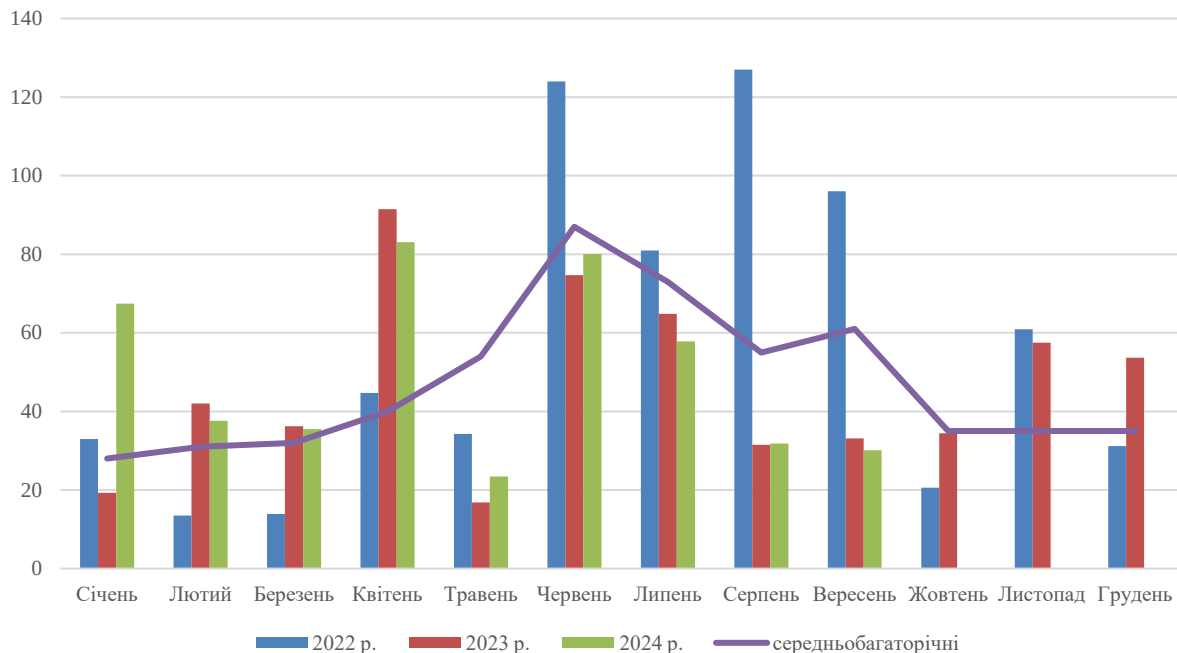


Рис. 2. Сума опадів (мм) за вегетаційний період ячменя озимого (2022–2024 рр.)

В цілому температурні умови першого року досліджень були сприятливими для проходження основних фаз органогенезу та збирання врожаю. Кількість опадів була неоднозначною: достатнє зволоження восени 2022 р. (207,5 мм) та весною 2023 р. (у квітні) – 92,3 мм при нормі 48,0 мм, але суттєвий дефіцит у травні – лише 16,8 мм проти норми 61,0 мм. У червні випало 74,7 мм, що дещо більше за середньобагаторічне значення. Посушливий травень – 16,8 мм при нормі 48,0 мм. В період збирання (в I декаді липня) спостерігалась суха погода.

У другому вегетаційному періоді (жовтень 2023 – липень 2024 рр.) температурний режим характеризувався значно вищими показниками порівняно із середньобагаторічними даними. Жовтень 2023 р. був теплим – 11,5 °C, як і листопад – 4,4 °C та грудень – 1,1 °C. Зимовий період 2023–2024 рр. був аномально теплим: у січні – -1,6 °C (норма – 3,8 °C), а в лютому – 5,0 °C, що

перевищувало середній показник на 7,7 °C. Весняні місяці також були теплими: березень – 5,0 °C, квітень – 12,1 °C, травень – 15,7 °C. Влітку температура досягла 21,0 °C у червні та 24,7 °C у липні.

За кількістю опадів восени спостерігалось рівномірне забезпечення вологою: жовтень – 27,8 мм, листопад – 57,5 мм. Весною випадала також достатня кількість опадів, окрім травня – 23,4 мм при середньобагаторічній нормі 61,0 мм. У червні випало 80,1 мм, при середньобагаторічному показнику 74,0 мм. У період збирання – в I декаді липня спостерігалась помірно суха погода.

Результати та обговорення. За результатами досліджень, проведених у 2023–2024 рр. встановлено, що колекційні зразки сортів ячменю озимого значно різнилися за висотою рослини. Даний показник становив від 54,0 см у сорту Mascara (FRA) до 104,3 см у сорту Алекс (UKR). Середнє значення висоти рослин – 76,82 см (табл. 1).

Вилягання – один з основних чинників зниження врожайності сортів ячменю. Слід зазначити, що всі дослідні зразки мали високу стійкість до вилягання

(7–9 балів). На нашу думку, при створенні сортів слід орієнтуватися на висоту рослини в межах 70,0–90,0 см.

1. Висота рослин ячменю озимого в колекційному розсаднику у 2023–2024 рр.

Назва колекційного зразка	Висота рослини, см			
	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2023–2024 рр.	+/- до СМР*
Аполлон (UKR)	71,3	85,0	78,2	+1,7
Атлант Миронівський (UKR)	61,7	78,0	69,9	-6,6
Марфа (UKR)	79,3	87,7	83,5	+7,0
Атол (UKR)	94,0	93,7	93,9	+17,4
Епос (UKR)	93,3	96,0	94,7	+18,2
Алекс (UKR)	86,0	104,3	95,2	+18,7
Конкорд (UKR)	71,0	87,3	79,2	+2,7
Фрегат (UKR)	69,3	83,7	76,5	0,0
Wintmalt (DEU)	61,3	63,3	62,3	-14,2
Loreley (DEU)	70,3	75,3	72,8	-3,7
Catherine (DEU)	68,0	78,3	73,2	-3,3
Existenz (DEU)	65,3	77,3	71,3	-5,2
Marianne (FRA)	70,0	85,7	77,9	+1,4
Mascara (FRA)	54,0	74,0	64,0	-12,5
Pascal (FRA)	65,7	81,0	73,4	-3,1
Hannelore (AUT)	61,3	69,3	65,3	-11,2
Арканда (AUT)	64,3	76,0	70,2	-6,3
Novosadkii 565 (SRB)	57,0	79,0	68,0	-8,5
Монро (AUS)	81,3	88,7	85,0	+8,5
СМР*	70,8	82,3	76,5	
НІР _{0,05}	3,5	4,1		

Примітка: *СМР – середній міжпопуляційний рівень.

Довжина колосу має суттєвий вплив на продуктивність сорту. Досліджувані зразки ячменю озимого мали значну диференціацію за довжиною колосу. В

середньому за роки досліджень вона варіювала від 7,0 см у сортів Атлант Миронівський (UKR) та Лад (UKR) до 10,8 см у сорту Атол (UKR) (табл. 2).

2. Довжина колосу рослин ячменю озимого в колекційному розсаднику у 2023–2024 рр.

Назва колекційного зразка	Довжина колосу, см			
	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2023–2024 рр.	+/- до СМР
1	2	3	4	5
Аполлон (UKR)	7,8	9,0	8,4	-0,5
Атлант Миронівський (UKR)	7,0	7,7	7,4	-1,5
Марфа (UKR)	9,0	9,3	9,2	+0,3
Атол (UKR)	9,8	10,8	10,3	+1,4
Епос (UKR)	9,0	10,7	9,9	+1,0
Алекс (UKR)	9,5	9,2	9,4	+0,5
Конкорд (UKR)	9,2	9,0	9,1	+0,2

1	2	3	4	5
Фрегат (UKR)	9,0	8,7	8,9	0,0
Wintmalt (DEU)	9,5	8,8	9,2	+0,3
Loreley (DEU)	8,0	9,5	8,8	-0,1
Catherine (DEU)	9,8	9,7	9,8	+0,9
Existenz (DEU)	7,5	8,2	7,9	-1,0
Marianne (FRA)	8,2	8,2	8,2	-0,7
Mascara (FRA)	7,8	9,2	8,5	-0,4
Pascal (FRA)	7,8	9,8	8,8	-0,1
Hannelore (AUT)	8,5	10,5	9,5	+0,6
Арканда (AUT)	9,2	9,7	9,5	+0,6
Novosadkii 565 (SRB)	8,0	8,0	8,0	-0,9
Монро (AUS)	7,3	9,2	8,3	-0,6
СМР	8,5	9,2	8,9	
НІР _{0,05}	0,41	0,43		

Високі середні показники довжини колосу відмічено в Атол (UKR) – 10,3 см, Епос (UKR) – 9,85, Catherine (DEU) – 9,75. Кількість зерен у колосі, або озерненість колосу залежить від типу колосу, який формує рослина. Даний показник має

високий вплив на зернову продуктивність [29]. За результатами нашого дослідження найбільшу кількість зерен у колосі формували зразки: Атол (UKR) – 27,5 шт., Конкорд (UKR) – 27,0 шт. та Pascal (FRA) – 27,0 шт. (табл. 3).

3. Кількість зерен у колосі рослин ячменю озимого в колекційному розсаднику у 2023–2024 рр.

Назва колекційного зразка	Кількість зерен у колосі, шт.			
	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2023–2024 рр.	+/- до СМР
Аполлон (UKR)	24,7	26,7	25,7	+0,1
Атлант Миронівський (UKR)	22,0	26,0	24,0	-1,6
Марфа (UKR)	23,3	24,7	24,0	-1,6
Атол (UKR)	26,7	28,3	27,5	+1,9
Епос (UKR)	23,3	28,7	26,0	+0,4
Алекс (UKR)	25,3	27,3	26,3	+0,7
Конкорд (UKR)	26,0	28,0	27,0	+1,4
Фрегат (UKR)	25,3	28,0	26,7	+1,1
Wintmalt (DEU)	26,7	24,0	25,4	-0,2
Loreley (DEU)	24,0	28,0	26,0	+0,4
Catherine (DEU)	25,3	26,7	26,0	+0,4
Existenz (DEU)	24,0	26,3	25,2	-0,4
Marianne (FRA)	22,7	26,0	24,4	-1,2
Mascara (FRA)	23,3	26,3	24,8	-0,8
Pascal (FRA)	25,3	28,7	27,0	+1,4
Hannelore (AUT)	22,7	25,7	24,2	-1,4
Арканда (AUT)	24,0	29,3	26,7	+1,1
Novosadkii 565 (SRB)	22,0	24,0	23,0	-2,6
Монро (AUS)	22,0	29,7	25,9	+0,3
СМР	24,1	27,0	25,6	
НІР _{0,05}	1,25	1,42		

Маса 1000 зерен є важливим елементом, який суттєво пов'язаний з урожайністю. Вирішальне значення на формування зерна з високою масою 1000 зерен мають умови вирощування, опади й температура повітря в період наливу зерна, а також біологічні особливості сорту. Стабільність маси

1000 зерен відображає стійкість рослин до екстремальних умов.

Вивчені дослідні зразки ячменю озимого мали велике різноманіття за масою 1000 зерен. В середньому за роки досліджень дана ознака коливалась від 49,6 г у сорту Фрегат (UKR) до 62,8 г у сорту Hannelore (AUT) (табл. 4).

4. Маса 1000 зерен колекційних зразків ячменю озимого у 2023–2024 рр.

Назва колекційного зразка	Маса 1000 зерен, г			
	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2023–2024 рр.	+/-до СМР
Аполлон (UKR)	58,8	61,0	59,9	+2,8
Атлант Миронівський (UKR)	60,0	60,6	60,3	+3,2
Марфа (UKR)	54,8	55,0	54,9	-2,2
Атол (UKR)	60,0	59,0	59,5	+2,4
Епос (UKR)	58,0	57,4	57,7	+0,6
Алекс (UKR)	60,0	59,8	59,9	+2,8
Конкорд (UKR)	50,4	51,2	50,8	-6,3
Фрегат (UKR)	49,6	51,6	50,6	-6,5
Wintmalt (DEU)	54,0	57,4	55,7	-1,4
Loreley (DEU)	60,0	61,8	60,9	+3,8
Catherine (DEU)	60,4	59,6	60,0	+2,9
Existenz (DEU)	54,8	54,2	54,5	-2,6
Marianne (FRA)	53,2	54,6	53,9	-3,2
Mascara (FRA)	60,0	61,8	60,9	+3,8
Pascal (FRA)	52,8	57,8	55,3	-1,8
Hannelore (AUT)	62,8	61,7	62,3	+5,2
Арканда (AUT)	56,0	56,0	56,0	-1,1
Novosadkii 565 (SRB)	57,6	54,4	56,0	-1,1
Монро (AUS)	55,6	59,2	57,4	+0,3
СМР	56,8	57,6	57,1	+2,8
НІР _{0,05}	2,8	2,8		

Слід зазначити, що більшість сортів, які були представлені у досліді мали високі середні показники маси 1000 зерен, зокрема: Hannelore (AUT) – 62,25 г, Mascara (FRA) – 60,9, Loreley (DEU) – 60,9, Атлант Миронівський (UKR) – 60,3, Catherine (DEU) – 60,0, Аполлон (UKR) – 59,9, Алекс (UKR) – 59,9 г та інші [6].

Урожайність ячменю озимого залежить від багатьох факторів, перш за все, від зовнішніх умов. Велике значення має також генетична природа сорту, яка дозволяє в оптимальних умовах реалізувати

максимальний продуктивний потенціал.

Досліджувані зразки ячменю озимого мали значну диференціацію за продуктивністю. В середньому за роки досліджень даний показник становив від 4,14 т/га у сорту Арканда (AUT) до 7,66 т/га у сорту Loreley (DEU) (табл. 5).

Високий середній рівень урожайності встановлено у наступних сортах: Loreley (DEU) – 7,62 т/га, Marianne (FRA) – 7,37, Аполлон (UKR) – 7,05, Монро (AUS) – 7,0 та Catherine (DEU) – 6,96 т/га.

5. Урожайність колекційних зразків ячменю озимого у 2023–2024 рр.

Назва колекційного зразка	Урожайність, кг/м ²			
	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2023–2024 рр.	+/- до СМР
Аполлон (UKR)	6,9	7,2	7,1	+1,2
Атлант Миронівський (UKR)	5,9	6,2	6,1	+0,2
Марфа (UKR)	5,4	5,7	5,6	-0,3
Атол (UKR)	5,2	5,4	5,3	-0,6
Епос (UKR)	4,9	5,2	5,0	-0,9
Алекс (UKR)	5,0	5,3	5,2	-0,7
Конкорд (UKR)	5,2	5,4	5,3	-0,6
Фрегат (UKR)	5,9	6,2	6,1	+0,2
Wintmalt (DEU)	5,9	6,2	6,1	+0,2
Loreley (DEU)	7,6	7,7	7,6	+1,7
Catherine (DEU)	6,8	7,1	7,0	+1,1
Existenz (DEU)	4,2	4,4	4,3	-1,6
Marianne (FRA)	7,4	7,3	7,4	+1,5
Mascara (FRA)	5,7	5,9	5,8	-0,1
Pascal (FRA)	5,9	6,2	6,1	+0,2
Hannelore (AUT)	5,8	6,0	5,9	0,0
Арканда (AUT)	4,1	4,5	4,3	-1,6
Novosadkii 565 (SRB)	5,8	6,1	5,9	0,0
Монро (AUS)	6,9	7,1	7,0	+1,1
СМР	5,8	6,1	5,9	
НІР _{0,05}	0,3	0,3		

Висновки. За результатами дослідження виділено перспективні колекційні зразки сортів ячменю посівного (озимого) дворядного за окремими та комплексом цінних господарських ознак,

які можна рекомендувати до залучення як вихідний матеріал в селекційні програми для створення високопродуктивних сортів за умов підвищеної кислотності ґрунту.

Список використаної літератури

1. Бугайов В., Горенський В. Екологічна адаптивність зародкової плазми люцерни різного еколого-географічного походження в умовах підвищеної кислотності ґрунту. *Корми та кормовиробництво*. 2023. Вип. 96. С. 19–29. doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-02.

2. Буняк Н. М. Оцінка колекційних зразків ячменю ярого за комплексом цінних господарських ознак в умовах Носівської селекційно-дослідної станції. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 1. С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-7-17>.

3. Генетичні джерела врожайності та стабільності для селекції ячменю озимого в Лісостепу України / В. М. Гудзенко та ін. *Plant breeding and seed production*. 2025. Вип. 21. № 1. С. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.

4. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvzu_reg.htm.

5. Єщенко В. О., Копитко П. Х., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія.

References

1. Buhaiov V., Horenskyi V. Ecological adaptability of alfalfa germplasm of different ecological and geographical origins in conditions of increased soil acidity. *Kormy ta kormovyrobnytstvo*. 2023. Issue 96. P. 19–29. doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-02.

2. Buniak N. M. Evaluation of spring barley breeding samples according to a complex of valuable economic traits in the conditions of the Nosivka breeding and research station. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 2023. No. 1. P. 7–17. DOI: [10.32782/2310-0478-2023-1-7-17](https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-7-17).

3. Genetic sources of yield and stability for winter barley breeding in the Forest-Steppe of Ukraine / V. M. Hudzenko et al. *Plant breeding and seed production*. 2025. Issue 21. No. 1. P. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.

4. State Statistics Service of Ukraine. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvzu_reg.htm.

5. Yeshchenko V. O., Kopytko P. Kh., Opyrshko V. P. Fundamentals of scientific research in

2005. 288 с.

6. Ідентифікація генетичних джерел підвищеного та стабільного рівня прояву маси 1000 зерен ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) / В. М. Гудзенко та ін. *Агроекологічний журнал*. 2021. Вип. 3. С. 82–90. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240325>.

7. Мазур О., Мазур О. Пластичність та стабільність сортів звичайної квасолі за технологією. *Сільське та лісове господарство*. 2024. Вип. 32. № 1. С. 93–108. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-1>.

8. Маренюк О. Б., Корнійчук О. В., Дорошчук В. О. Основні результати та перспективи селекції ячменю ярого в умовах підвищеної кислотності ґрунтів. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 35–45. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/287/222>.

9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / За ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. Вип. 2. 68 с.

10. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність : монографія / В. В. Базалій та ін. 2024. 244 с.

11. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / за ред. Балюка С. А., Медведєва В. В., Тараріко О. Г. та ін. Київ, 2010. С. 16–22. https://www.iogu.gov.ua/literature/periodically/1_2010.pdf.

12. Оцінка продуктивності сортів ячменю озимого в умовах Карпатського регіону / М. І. Терлецька та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 72. № 1. С. 76–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(72\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-1-6).

13. Abdelghany A. M., Lamloom, S. F., Naser M. Dissecting the resilience of barley genotypes under multiple adverse environmental conditions. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. No. 1. P. 1–17.

14. Advancing the conservation and utilization of barley genetic resources: Insights into germplasm management and breeding for sustainable agriculture / A. Visoni et al. *Plants*. 2023. 12 (18), 3186. <https://doi.org/10.3390/plants12183186>.

15. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding / C. Jiang et al. *Molecular Plant*. 2025. Vol. 18. Issue 2. P. 195–218. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009>.

16. Crops of alfalfa genotypes in the soil with very low and very toxic concentrations of mobile aluminium / Au. Liatukiene et al. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10. No. 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2294543>.

17. Determinants of grain number responding to environmental and genetic factors in two-and six-rowed barley types / R. A. Serrago et al. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 302. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109073>.

18. Ecological plasticity and stability of promising lines of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield / Y. A. Kuzmenko et al. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 18. No. 4. P. 242–250.

agronomy. Kyiv : Diia. 2005. 288 p.

6. Identification of genetic sources of increased and stable level of manifestation of 1000-grain mass of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) / V. M. Hudzenko et al. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2021. Issue 3. P. 82–90. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240325>.

7. Mazur O., Mazur O. Plasticity and stability of common bean varieties by technology. *Silske ta lisove hospodarstvo*. 2024. Issue 32. No. 1. P. 93–108. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-1>.

8. Mareniuk O. B., Korniiichuk O. V., Doroshchuk V. O. Main results and prospects of spring barley breeding in conditions of increased soil acidity. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2020. Issue 89. P. 35–45. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/287/222>.

9. Methodology of state variety testing of agricultural crops / Za red. V. V. Volkodava. Kyiv, 2001. Issue 2. 68 p.

10. Scientific foundations of winter wheat breeding for agroecological adaptability : monograph / V. V. Bazalii et al. 2024. 244 p.

11. National report on the state of soil fertility in Ukraine / za red. Baliuka S. A., Medvedieva V. V., Tarariko O. H. et al. Kyiv, 2010. P. 16–22. [iogu.gov.ua/literature/periodically/1_2010.pdf](https://www.iogu.gov.ua/literature/periodically/1_2010.pdf).

12. Assessment of the productivity of winter barley varieties in the conditions of the Carpathian region / M. I. Terletska et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2022. Issue 72. No. 1. P. 76–90. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(72\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(72)-1-6).

13. Abdelghany A. M., Lamloom, S. F., Naser M. Dissecting the resilience of barley genotypes under multiple adverse environmental conditions. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. No. 1. P. 1–17.

14. Advancing the conservation and utilization of barley genetic resources: Insights into germplasm management and breeding for sustainable agriculture / A. Visoni et al. *Plants*. 2023. 12 (18), 3186. <https://doi.org/10.3390/plants12183186>.

15. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding / C. Jiang et al. *Molecular Plant*. 2025. Vol. 18. Issue 2. P. 195–218. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009>.

16. Crops of alfalfa genotypes in the soil with very low and very toxic concentrations of mobile aluminium / Au. Liatukiene et al. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10. No. 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2294543>.

17. Determinants of grain number responding to environmental and genetic factors in two-and six-rowed barley types / R. A. Serrago et al. *Field Crops Research*. 2023. Vol. 302. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109073>.

18. Ecological plasticity and stability of promising lines of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) in terms of yield / Y. A. Kuzmenko et al. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 18. No. 4. P. 242–250. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985>.

<https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273985>.

19. Genetic diversity among barley accessions based in morpho – agronomical characteristics under irrigation in the Brazilian savannah / V. A. Monteiro et al. *AJCS*. 2020. Vol. 14. No. 9. P. 1385–1393. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.09.p2281>.

20. Genetic diversity and population structure of Serbian barley (*Hordeum vulgare* L.) collection during a 40-year long breeding period / L. Brbaklić et al. *Agronomy*. 2021. 11 (1). 118. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010118>.

21. Genetic sources of yield and stability for winter barley breeding under conditions of the Ukrainian Forest – Steppe / V. M. Hudzenko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Vol. 21. No. 1. P. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.

22. Genotypes variation of *Medicago sativa* (L.) seed yield components in acid soil under conditions of cross – fertilization / Z. Lakic et al. *Genetika*. 2022. Vol. 54. Issue 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.2298/gensr22010011>.

23. Heil K., Gerl S., Schmidhalter U. Sensitivity of winter barley yield to climate variability in a Pleistocene loess area. *Climate*. 2021. Vol. 9. Issue 7. P. 1–16. <https://doi.org/10.3390/cli9070112>.

24. Kochian L. V., Hoekenga O. A., Piñeros M. A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2004. Vol. 55. P. 459–493.

25. Optimizing nitrogen use efficiency and yield in winter barley: a three – year study of fertilization systems in southern Germany / M. Mittermayer et al. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/app15010391>.

26. Saroei E., Cheghamirza K., Zarei L. Genetic diversity of characteristics in barley cultivars. *Genetika*. 2017. Vol. 49. No. 2. P. 495–510. <https://doi.org/10.2298/GENSR1702495S>.

27. Sieling K., Kage H. Winter barley grown in a long-term field trial with a large variation in N supply: Grain yield, Yield components, protein concentration and their trends. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 136. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126505>.

28. Spriazhka R., Zhemoida V. Environmental plasticity and stability of corn hybrids during selection for grain quality. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2022. Vol. 18. No. 5. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.007>.

29. The influence of hydrothermal factors on feed and seed productivity of alfalfa in conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine / V. Petrychenko et al. *Plant and soil science*. 2022. Vol. 13. No. 3. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(3\).2022.49-59](https://doi.org/10.31548/agr.13(3).2022.49-59).

30. Yiğit A., Chmielewski F. M. A deeper insight into the yield formation of winter and spring barley in relation to weather and climate variability. *Agronomy*, 2024. Vol. 14. No. 7. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071503>.

19. Genetic diversity among barley accessions based in morpho – agronomical characteristics under irrigation in the Brazilian savannah / V. A. Monteiro et al. *AJCS*. 2020. Vol. 14. No. 9. P. 1385–1393. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.09.p2281>.

20. Genetic diversity and population structure of Serbian barley (*Hordeum vulgare* L.) collection during a 40-year long breeding period / L. Brbaklić et al. *Agronomy*. 2021. 11 (1). 118. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010118>.

21. Genetic sources of yield and stability for winter barley breeding under conditions of the Ukrainian Forest – Steppe / V. M. Hudzenko et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Vol. 21. No. 1. P. 25–38. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.1.2025.327499>.

22. Genotypes variation of *Medicago sativa* (L.) seed yield components in acid soil under conditions of cross – fertilization / Z. Lakic et al. *Genetika*. 2022. Vol. 54. Issue 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.2298/gensr22010011>.

23. Heil K., Gerl S., Schmidhalter U. Sensitivity of winter barley yield to climate variability in a Pleistocene loess area. *Climate*. 2021. Vol. 9. Issue 7. P. 1–16. <https://doi.org/10.3390/cli9070112>.

24. Kochian L. V., Hoekenga O. A., Piñeros M. A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2004. Vol. 55. P. 459–493.

25. Optimizing nitrogen use efficiency and yield in winter barley: a three – year study of fertilization systems in southern Germany / M. Mittermayer et al. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/app15010391>.

26. Saroei E., Cheghamirza K., Zarei L. Genetic diversity of characteristics in barley cultivars. *Genetika*. 2017. Vol. 49. No. 2. P. 495–510. <https://doi.org/10.2298/GENSR1702495S>.

27. Sieling K., Kage H. Winter barley grown in a long-term field trial with a large variation in N supply: Grain yield, Yield components, protein concentration and their trends. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 136. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126505>.

28. Spriazhka R., Zhemoida V. Environmental plasticity and stability of corn hybrids during selection for grain quality. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2022. Vol. 18. No. 5. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.05.007>.

29. The influence of hydrothermal factors on feed and seed productivity of alfalfa in conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine / V. Petrychenko et al. *Plant and soil science*. 2022. Vol. 13. No. 3. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(3\).2022.49-59](https://doi.org/10.31548/agr.13(3).2022.49-59).

30. Yiğit A., Chmielewski F. M. A deeper insight into the yield formation of winter and spring barley in relation to weather and climate variability. *Agronomy*, 2024. Vol. 14. No. 7. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/agronomy14071503>.