УДК 633.16:631.527:575
DOI https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-7-17

Н. М. Буняк
науковий співробітник
Носівська селекційно-дослідна станція
Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України
(с. Дослідне, Чернігівська обл., Україна)
E-mail: bunuakn@gmail.com

ОЦІНКА КОЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА КОМПЛЕКСОМ ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК В УМОВАХ НОСІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЙНО-ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ

Статтю присвячено вивченню колекційного матеріалу ячменю та виділенню зразків з комплексом цінних господарських ознак в умовах Північного Лісостепу України. У період 2020–2022 рр. проведено дослідження з вивчення 44 сортів і ліній вітчизняної та зарубіжної селекції різного еколого-географічного походження. Більшість (18 зразків) походять з України (UKR), 13 – Канади (CAN), 6 – Казахстану (KAZ), 4 – Чехії (CZE), 2 – Сербії (SRB) і один зразок з Австрії (AUS), що охоплюють дев'ять різновидів (var. nutans, var. inerme, var. ricotense, var. submedicum, var. parallelum, var. pallidum, var. nudum, var. medicum, var. deficiens). За три роки досліджень колекційний матеріал розділили на групи за висотою рослин та ознаками, що формують продуктивність. Виділено короткостеблові зразки: Clipper (AUS), Polygena, Trebon (SRB), Danielle (CZE), Arthur (CZE) та стандартний сорт Взірець (UKR). За результатами двох років (2020, 2022 рр.) низьким стеблом вирізнялися зразки Shuffle (CZE) і Діантус (UKR). Виділено зразки за стійкістю до хвороб (борошниста роса, сітчаста плямистість) та якістю біохімічних показників зерна. За результатами оцінки та вивчення ячменю ярого було виділено кращі матеріали з комплексом цінних господарських ознак: Стимул (UKR) та CDC Clear (CAN) (довжина колосу, кількість зерен з колосу, маса зерен з колосу, маса зерен з рослини, маса 1000 зерен); Arthur (CZE) (короткостебловість, довжина колосу, кількість зерен з колосу, маса зерен з колосу, маса 1000 зерен) та Inari (CZE) (довжина колосу, кількість зерен з колосу, маса зерен з колосу, маса 1000 зерен). Високою продуктивною кущистістю вирізнялися зразки Красень (Оріон) (UKR), CDC ExPlus (CAN), CDC Hilose (CAN). Високим показником вмісту білка (≥16,0%) відзначалися зразки Діантус, Ли-1059, Ли-1096, Ли-1089 (UKR); Erie та Gateway (CAN).

Ключові слова: *ячмінь ярий, колекційні зразки, стійкість до вилягання, вміст білка та крохмалю, продуктивність, стійкість до хвороб.*

N. M. Bunyak
Research Officer
Nosivka Breeding and Research Station of V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Doslydne, Chernihiv region, Ukraine)
E-mail: bunuakn@gmail.com

EVALUATION OF COLLECTION SAMPLES OF SPRING BARLEY ACCORDING TO A COMPLEX OF VALUABLE ECONOMIC CHARACTERISTICS IN THE CONDITIONS OF THE NOSIVSKA BREEDING AND RESEARCH STATION

The article is devoted to the study of barley collection material and selection of samples with a complex of valuable economic characteristics in the conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine. In the period 2020–2022 was conducted to study 44 sorts and lines of domestic and foreign breeding of various ecological and geographical origins. The majority (18 samples) originate from Ukraine (UKR), 13 from Canada (CAN), 6 from Kazakhstan (KAZ), 4 from the Czech Republic (CZE), 2 from Serbia (SRB) and 1 sample from Austria (AUS), covering 9 varieties (var. nutans, var. inerme, var. ricotense, var. submedicum, var. parallelum, var. pallidum, var. nudum, var. medicum, var. deficiens). During three years of research, the collection material was divided grouping according to the height of the plants and the characteristics that shape productivity. Short-stemmed samples were selected: Clipper (AUS), Polygena, Trebon (SRB), Danielle (CZE), Arthur (CZE) and standard variety Vzyrets (UKR). According to the results of two years (2020, 2022), Shuffle (CZE) and Dianthus (UKR) samples were noted for their low stems. Samples were distinguished by resistance to diseases (powdery mildew, drechslera teres) and the quality of biochemical indicators of grain. According to the results of evaluation and study of spring barley, the best samples with a

complex of valuable economic characteristics were selected: Stimul (UKR) and CDC Clear (CAN) (spike length, kernel number per spike, weight of grains from spike, mass of grains from a plant, mass of 1000 grains); Arthur (CZE) (short stem length, spike length, kernel number per spike, weight of grains from spike, weight of 1000 grains) and Inari (CZE) (spike length, kernel number per spike, weight of grains from spike, weight of 1000 grains). The samples Krasen (Orion) (UKR), CDC ExPlus (CAN), CDC Hilose (CAN) were characterized by high productive bushiness. The samples with high protein content (≥16.0%) were: Dianthus, Ly–1059, Ly–1096, Ly–1089 (UKR); Erie and Gateway (CAN).
Key words: *spring barley, collection samples, lodging resistance, protein and starch content, productivity, disease resistance.*

Постановка проблеми. Ячмінь є кліматично стійкою культурою для сьогодення та майбутнього. Його успішно вирощують у посушливих, напівзасушливих і помірних регіонах світу загалом, а також в Африці та Азії зокрема. Ячмінь – це найважливіша кормова та харчова культура в умовах зміни клімату, враховуючи його стійкість і буферну здатність швидкої адаптації до умов зволоження та короткий вегетаційний період. Ареал вирощування ячменю – від рівня моря до висоти 10–12 тисяч футів у холодних пустелях (де жодна інша культура не може вирощуватись), що забезпечує людину їжею, а також кормом для худоби [1]. Ячмінь посідає четверте місце у світі за виробництвом крупи після кукурудзи, рису та пшениці. В основному використовується на корм (55–60%), пивоварний солод (30–40%), решта – на харчові цілі [2; 3]. Ячмінь є важливим джерелом макро- і мікроелементів, необхідних у типовому харчуванні людини, і має інгібуючу дію на розвиток різних захворювань. Тому зерно ячменю вирощують в усьому світі завдяки своєму багатству функціональних інгредієнтів (білків, клітковини, вітамінів та природних біоактивних антиоксидантів (фенолів та ліпідів)). Поживні властивості ячменю сприяють профілактиці численних метаболічних розладів, надаючи антиоксидантну, антиканцерогенну, протизапальну, кардіо- та нейропротекторну дію. Загалом споживання ячменю в раціоні людини показало сприятливий вплив щодо запобігання розвитку хронічних захворювань [4]. Ячмінь може слугувати їжею, яка відповідає потребам дієти з низьким вмістом калорій, високим вмістом клітковини та багатою пробіотиками, що сприяло його внесенню до списку бажаних здорових продуктів [5]. Світовий обсяг виробництва ячменю становить близько 145,9 млн метричних тонн у 2021–2022 роках, зменшившись із 160,9 млн метричних тонн у 2020–2021 р. Очікується, що Європейський Союз виробить майже 51,5 мільйона тонн ячменю в 2022–23 маркетинговому році [6]. В останні десятиліття продуктивність сортів ячменю зростає щорічно майже на 1–2%, що пов’язано з: 1) прогресом генетичної селекції з точки зору підвищення продуктивності; 2) сорти стійкіші проти хвороб і шкідників; 3) покращені схеми удобрення; 4) вдосконалена технологія сільськогосподарського виробництва (збирання, зберігання тощо) загалом [7]. Сучасна сортова селекція спрямована на створення сортів з високою адаптивністю та пластичністю, щоб їх можна було успішно вирощувати в різноманітних середовищах [7]. Вивчення генетичного різноманіття є важливим інструментом для покращення врожаю шляхом з’ясування різноманітності між батьківськими лініями до гібридизації та інтрогресії бажаних генів в елітні генотипи [8]. Визначення генетичної основи агрономічних ознак було однією з головних наукових проблем у процесі поліпшення врожаю. Більшість агрономічно важливих ознак є кількісними, що призводить до ускладнення визначення генетичних відмінностей, що лежать в основі бажаного фенотипу [9]. Аналіз ступеня генетичної варіації генетичних ресурсів є важливим для збереження різноманітності, а також для селекціонерів, які її використовують [10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Глобальні зміни в навколишньому середовищі та збільшення населення підкреслюють нагальну потребу у високопродуктивних і оптимально пристосованих сільськогосподарських рослинах [11]. Основний шлях збільшення валового збору зерна ячменю – підвищення урожайності. Швидке впровадження нових високопродуктивних сортів у виробництво сприяє забезпеченню тваринництва й промисловості цінним фуражем і сировиною. Передумовою створення нових сортів є вихідний матеріал, що відповідає вимогам селекції. Значний внесок у вирішення цього питання можна зробити завдяки вивченню колекції [12]. Вважається, що в усьому світі зберігається близько 400 000 екземплярів ячменю, зокрема, в генетичних банках, у селекціонерів і дослідницьких колекціях. За оцінками, у всьому світі існує 47 колекцій ячменю з понад 500 зразками та 26 менших колекцій. Основні колекції (що містять понад 10 000 зразків) представлено в Австралії, Бразилії, Канаді, Китаї (CAAS), Ефіопії, Німеччині (IPK), Японії, Мексиці, Російській Федерації, Південній Кореї, Швеції, Сирії (ICARDA), Великобританії та США (ARS). ICARDA зберігає одну з найбільших колекцій ячменю, що нараховує понад 32000 зразків. З них 8% є місцевими сортами, а ще 7% є дикими родичами [13]. Одна з причин збереження великих колекцій генетичних ресурсів рослин полягає в забезпеченні селекціонерів матеріалом для поліпшення врожаю [14]. У колекціях Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр’єва НААН зосереджено широке генетичне різноманіття зразків ячменю ярого різного еколого-географічного походження. Щорічно генофонд ячменю ярого поповнюється новими інтродукованими зразками. Обсяг колекції на кінець 2015 року становив 4639 зразків [15]. Зібраний колекційний матеріал аналізується в польових і лабораторних умовах, виділяються джерела і донори стійких сортів ячменю ярого до хвороб і цінних господарських ознак [16]. Колекція зародкової плазми являє важливий генетичний матеріал як джерело для поліпшення врожаю

[17]. Генетичне різноманіття, що є основою для успішного поліпшення врожайності, може оцінюватися різними методами [18]. Успіх вирощування ячменю (*Hordeum vulgare* L.) та його адаптація до систем землеробства залежить від знань і використання наявної мінливості в банках зародкової плазми [19]. Знання генетичного різноманіття є важливим для розробки відповідних критеріїв відбору в програмах селекції [20]. Основним напрямом науково-дослідних робіт, безумовно, буде залишатися вивчення, збереження та всебічне використання колекцій генофонду рослин [21]. Створення нових високопродуктивних сортів залежить від методів селекції та якості вихідного матеріалу. Ефективне ж використання колекційних зразків стримується їх неповним вивченням [22]. Цілеспрямований аналіз колекційного матеріалу дозволяє селекціонерам використовувати все різноманіття ознак у селекційному процесі [23].

Мета роботи полягає у скринінгу колекційного матеріалу ячменю та виділенні зразків з комплексом цінних господарських ознак в умовах Північного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. У період 2020–2022 рр. проведено дослідження з вивчення 44 сортів та ліній вітчизняної та зарубіжної селекції різного еколого-географічного походження. Більшість (18 зразків) походять з України (UKR), 13 – Канади (CAN), 6 – Казахстану (KAZ), 4 – Чехії (CZE), 2 – Сербії (SRB) і один зразок з Австрії (AUS), що охоплюють дев'ять різновидів (var. *nutans*, var. *inerme*, var. *ricotense*, var. *submedicum*, var. *parallelum*, var. *pallidum*, var. *nudum*, var. *medicum*, var. *deficiens*) (рис. 1).

Оцінку колекційних зразків ячменю ярого здійснювали у селекційній сівозміні Носівської селекційно-дослідної станції МІП ім. В.М. Ремесла НААН України (с. Дослідне, Ніжинський р-н, Чернігівська обл., місце знаходження: широта 50°93′, довгота 31°69′, висота 126 м над рівнем моря). Ґрунт – чорнозем типовий, малогумусний, вилугований, легкосуглинковий, із середнім забезпеченням фосфором і калієм, низьким – азотом та середньокислою реакцією ґрунтового розчину. Селекційні посіви ячменю розміщувались у сівозміні після люпину. Мінеральні добрива внесено під оранку в нормі $N_{32}P_{32}K_{32}$. У фазі кущення проведено обробку гербіцидом Квелекс (60 г/га) + Тренд 90 (0,3 л/га). Колекційні зразки висівали в ранні строки селекційною сівалкою СКС–6–10 в трьох повтореннях з рендомізованим розміщенням ділянок, обліковою площею 1,8 м², нормою висіву 130 зерен на 1 м², на глибину 3–4 см. Ширина міжряддя 30 см. Сорт-стандарт Взірець (UKR) висівали через 10 зразків колекції. Вміст білка та крохмалю в зерні визначали на Infratec TM. Статистичну обробку результатів дослідження проведено за допомогою дисперсійного аналізу в EXCEL.

Гідротермічні умови 2020–2022 рр. наведено в таблиці 1.

Погодні умови років досліджень були досить контрастними. Перша половина вегетації 2021 і 2022 рр. характеризувалась прохолодною (на 0,3–0,5°С нижче порівняно із середнім багаторічним показником (СБП)) температурою повітря та більшою за СБП кількістю опадів у квітні (на 16,0 мм у 2021 р. і 41,2 мм у 2022 р.). Умови травня у 2021 і 2022 рр. також були прохолоднішими (на 0,7–1,8°С) порівняно із СБП

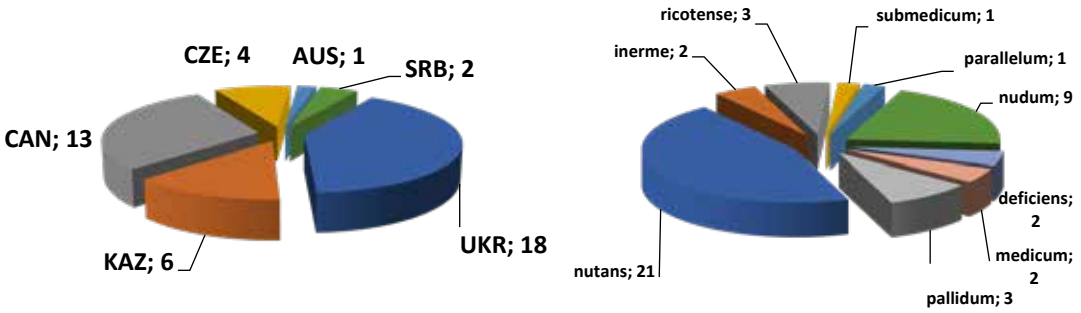

Рис. 1. Склад колекції ячменю ярого за країнами походження та різновидностями (шт.)

Таблиця 1

Гідротермічні умови 2020–2022 рр. у період вегетації ячменю ярого

Рік	Місячна температура повітря, °С				Місячна кількість опадів, мм			
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Квітень	Травень	Червень	Липень
2022	7,4	13,2	19,8	19,7	76,8	31,6	79,6	71,8
2021	7,6	14,3	20,0	23,3	51,6	58,6	51,1	62,8
2020	8,9	13,6	23,4	22,2	24,2	94,9	124,3	38,3
Багатор.	**7,9**	**15,0**	**18,4**	**20,2**	**35,6**	**45,1**	**64,5**	**73,0**

і досить зволоженими (130% до СБП) у 2021 р., але посушливішими (70,0% до СБП) у 2022 р. У 2020 році температурний режим квітня–травня був у межах СБП, а от забезпечення вологою було контрастним (69% опадів до СБП у квітні та 210% у травні). Друга половина вегетації ячменю ярого в 2020–2022 рр. характеризувалася підвищеним температурним режимом (більше на 1,4–5,0°С у червні та 2,0–3,1°С у липні, окрім 2022 р., коли температура липня була на 0,5°С менша порівняно із СБП). Щодо забезпечення вологою, то в червні 2020 р. опадів було 193% до СБП, а в липні лише 53% до СБП. 2021 р. за опадами в червні–липні мав нижчі покази за СБП – 79–86%, а в червні–липні 2022 р. рівень зволоження становив 124–98% до СБП.

Результати досліджень. Період сходи–колосіння включає у себе важливі періоди у формуванні майбутньої продуктивності рослин ячменю ярого. А саме «сходи–кущіння–вихід у трубку», коли поряд з утворенням бічних пагонів формується вторинна коренева система та закладаються колоскові горбики; «вихід у трубку–колосіння», що є критичним у житті рослин зернових культур за рахунок найбільшого приросту вегетативної маси та, відповідно, значного споживання води. На основі тривалості періоду сходи–колосіння колекційний матеріал розділено на групи. У середньому за роки досліджень у національного стандарту Взірець цей період становив 57 діб. На рівні стандарту були зразки Контраст, Ли-1059, Ли-1064, Ли-1089 (UKR); Монолит (KAZ); Danielle (CZE).

Найбільш раннім періодом колосіння відзначався сорт Ранний (KAZ), в якого від сходів до появи ¾ колосу з піхви листа проходило 54 доби. 55–56 діб від сходів до колосіння мали сорти та зразки: Clipper, Trail (CAN); Ли-1096 Ли-1078, Ли-1114, Ли-1110, Аміл, Гарант Преміум, Беркут, Шедевр, Стимул (UKR) (табл. 2).

Загалом потрібно відзначити, що контрастні умови років досліджень істотно впливали на прояв висоти рослин досліджуваних зразків. Зокрема, група наднизьких (< 60 см) була представлена одним зразком Clipper (AUS) лише у 2022 р. та відсутня група середньовисоких зразків (95,0–110,0 см). У 2021 році була відсутня група низьких зразків (61,0–70,0 см) та лише в цьому році було виділено групу високих зразків (111,0–120,0 см), представлену одним сортом Erie (CAN). За середнім показником висоти рослин у 2020–2022 рр. зразки розподілились на чотири групи: низькі (61–70 см) – 1 зразок; середньонизькі (71–80 см) – 15 зразків; середньостеблові (81–95 см) – 26 зразків; та середньовисокі (96–110 см) – 2 зразки. Для селекції інтенсивних сортів ячменю ярого передбачається створення сортів з низьким габітусом, тому особливу увагу було приділено вивченню та виділенню низькостеблових форм. За три роки досліджень виділили групу зразків зі стабільно низькими показниками довжини стебла: насамперед це зразок Clipper (AUS) з довжиною від 58,6 до 76,1 см. Також відзначено зразки: Polygena, Trebon (SRB), Danielle (CZE), Arthur (CZE) та сорт-стандарт Взірець (UKR). За результатами двох років досліджень низьким стеблом вирізнялися зразки Shuffle (CZE) та Діантус (UKR).

Висота рослин є складником стійкості до вилягання зернових колосових культур, зокрема, ячменю ярого. Стійкість до вилягання у середньому за три роки у зразків була від середньої (5–6 балів) до високої (7,0–7,7 бала), у стандарту Взірець – 7,7 бала. Обрахувавши коефіцієнт кореляції, встановлено високу залежність стійкості до вилягання від довжини стебла ($r = -0,79$, $P<0,001$).

Борошниста роса (*Blumeria graminis f. sp. hordei*) та інші збудники листових хвороб ячменю ярого є основними хворобами ячменю, що спричиняють значні втрати врожаю та якості. Велика різноманітність патогенів і одночасна еволюція нових вірулентних штамів зумовлює складний процес лікування цих захворювань [24]. У досліджуваних сортів стійкість до борошнистої роси коливалась від 6 до 8,2 бала. Сорт-стандарт Взірець (UKR) мав найвищий бал стійкості до борошнистої роси (8,2) за період вивчення. Середньою стійкістю (6,0–6,9 бала) до борошнистої роси вирізнялися зразки: Ли-1089 (UKR), Polygena (SRB), Erie (CAN), Карабаликский 85 (KAZ), Красень (Оріон) (UKR).

Більшість зразків мали високу стійкість (7–8 балів) до сітчастої плямистості, серед них Взірець (St), Беркут (UKR); CDC Clear, CDC McGwire, CDC Freedom (CAN). Середньою (5,9–6,9 бала) стійкістю відзначалися: Ли-1096, Аміл (UKR); CDC Gainer, CDC ExPlus, Gateway (CAN); Trebon, Polygena (SRB); Shuffle та Arthur (CZE).

Якість зерна ячменю насамперед визначається за кількісним вмістом білка та крохмалю. В наших дослідженнях вміст білка та крохмалю визначали в зразків урожаю 2021–2022 рр. Відзначимо, що погодні умови 2021–22 років не істотно впливали на вміст білка у зерні ячменю ярого, а показник визначався переважно генотипом. Дослідженнями вчених [25] відзначається порівняно чіткий розподіл лімітів вмісту білка у голозерних і плівчастих зразків. Зазвичай істотно вищі показники білковості зерна голозерних зразків. У наших дослідженнях таких відмінностей не встановлено. Можливо, це пояснюється неоднаковою кількістю голозерних (9 шт.) і плівчастих (30 шт.) зразків у дослідженнях. Зокрема, можна відзначити дещо нижчі показники вмісту білка у зерні шестирядкових ячменів (Lim = 12,6–14,9%) порівняно з дворядковими (Lim = 13,1–17,0%) та голозерними (lim = 13,8–15,9%), що відзначали й інші дослідники [26]. Якщо застосувати статистичні величини для порівняння, то за середнім вмістом білка в зерні плівчасті зразки (x = 15,2%) переважали голозерні (x = 14,6%), а модальний показник і медіана відповідали середньому значенню у вибірках.

Високими показниками вмісту білка (≥16,0%) у вибірці вирізнялися зразки: Діантус, Ли-1059, Ли-1096, Ли-1089 (UKR); Erie та Gateway (CAN).

Таблиця 2

Характеристика зразків ячменю ярого за комплексом цінних господарських ознак, середнє за 2020–2022 рр.

Шифр	Зразок	Різновидність	Країна походження	Сходи–колосіння, діб	Висота рослин, см	Стійкість, бал			Вміст, %	
						Вилягання	Борошниста роса	Сітчаста плямистість	Білка	Крохмалю
G1	Взірець (St)	nutans	UKR	57	74,5	7,7	8,2	7,9	14,6	57,6
G2	Стимул	nutans	UKR	56	82,2	6,6	7,2	7,4	13,8	57,7
G3	Контраст	inerme	UKR	57	79,9	6,6	7,4	7,3	14,9	57,1
G4	Шедевр	ricotense	UKR	55	77,5	6,8	7,2	7,4	12,6	59,2
G5	Гарант Преміум	nutans	UKR	55	82,1	6,6	7,3	7,6	15,4	56,0
G6	Беркут	nutans	UKR	56	82,2	6,9	7,3	7,8	15,7	56,9
G7	Аміл	pallidum	UKR	55	77,9	6,9	7,2	6,7	12,8	59,3
G8	Діантус	nutans	UKR	59	77,6	6,9	7,9	7,4	16,0	56,6
G9	Красень (Оріон)	inerme	UKR	59	79,3	7,1	6,0	7,3	14,8	56,9
G10	Ли-1110	nutans	UKR	55	79,0	7,2	7,6	7,3	15,0	57,2
G11	Ли-1114	nutans	UKR	56	89,3	6,7	7,3	7,4	15,9	56,6
G12	Ли-1120	nutans	UKR	58	80,2	6,8	7,7	7,4	15,3	56,4
G13	Ли-1059	nutans	UKR	57	84,8	6,8	7,7	7,4	16,3	56,5
G14	Ли-1064	nutans	UKR	57	83,5	6,9	7,1	7,3	15,6	56,2
G15	Ли-1078	nutans	UKR	56	87,5	6,9	7,4	7,1	15,1	57,2
G16	Ли-1089	nutans	UKR	57	82,2	7,1	6,9	7,4	17,0	57,1
G17	Ли-1091	nutans	UKR	58	82,7	6,7	7,7	7,1	15,7	58,4
G18	Ли-1096	nutans	UKR	56	82,8	6,3	7,8	6,9	16,0	59,0
G19	Polygena	nutans	SRB	60	71,3	7,4	6,8	6,0	15,0	57,2
G20	Trebon	nutans	SRB	58	72,8	7,1	7,0	5,9	14,9	57,4
G21	Тобол	nutans	KAZ	58	77,2	6,7	7,6	7,0	15,2	58,1
G22	Великан	nutans	KAZ	58	95,5	6,3	7,3	7,4	14,5	57,7
G23	Монолит	parallelum	KAZ	57	94,4	6,6	7,1	7,3	14,9	58,0
G24	Ранний	submedicum	KAZ	54	90,2	6,3	7,0	7,2	13,6	57,5
G25	Карабаликский 85	medicum	KAZ	59	84,8	6,9	6,3	7,2	15,9	56,6
G26	Целинний голоз.	nudum	KAZ	58	85,0	6,9	7,3	7,4	15,9	58,5
G27	Arthur	nutans	CZE	58	73,6	7,1	7,8	6,9	13,1	59,5
G28	Danielle	deficiens	CZE	57	73,8	7,2	7,8	7,6	13,1	59,0
G29	Inari	deficiens	CZE	59	78,7	7,1	7,7	7,0	14,5	58,0
G30	Shuffle	nutans	CZE	58	73,8	7,2	7,8	5,9	14,3	57,5
G31	Gateway	ricotense	CAN	58	78,4	7,1	7,4	6,6	16,3	57,9
G32	Hysky	ricotense	CAN	58	89,9	6,6	7,1	7,4	14,2	57,4
G33	Trail	pallidum	CAN	56	89,2	6,4	7,3	7,4	13,9	57,6
G34	CDC Hilose	nudum	CAN	58	87,4	6,0	7,9	7,3	15,0	56,6
G35	Roseland	nudum	CAN	58	85,0	6,7	7,4	7,6	14,6	60,6
G36	CDC ExPlus	nudum	CAN	60	84,2	7,0	7,2	6,7	14,3	60,6
G37	CDC Gainer	nudum	CAN	58	84,7	6,6	7,6	6,7	13,9	61,6
G38	CDC Freedom	nudum	CAN	58	83,9	6,6	7,8	7,7	14,8	59,0
G39	Lico	pallidum	CAN	59	92,4	6,1	7,0	7,4	14,9	56,8
G40	Erie	medicum	CAN	59	102,3	5,7	6,7	7,1	16,2	56,2
G41	CDC Clear	nudum	CAN	59	87,3	6,7	7,2	7,9	13,8	62,2
G42	CDC Lophy-1	nudum	CAN	59	80,3	6,7	7,4	7,2	14,3	60,8
G43	CDC McGwire	nudum	CAN	58	83,6	6,9	8,0	7,7	14,9	60,9
G44	Clipper	nutans	AUS	55	66,2	7,3	7,8	7,6	15,9	57,4
$НІР_{05}$					2,5				0,3	1,4

Вміст крохмалю в зерні проявляв істотну зворотню кореляцію (r = -0,51, P<0,001). Тобто зростання вмісту білка призводило до зменшення вмісту крохмалю у зерні досліджуваних зразків. Високими показниками вмісту крохмалю (≥60,0%) відзначалися зразки голозерного ячменю канадського походження CDC ExPlus, Roseland, CDC Lophy-1, CDC McGwire, CDC Gainer, CDC Clear.

Проведено аналіз структурних компонентів продуктивності для встановлення визначальних ознак, що її формують (табл. 3).

В умовах 2020 року середній показник продуктивної кущистості у досліді становив 3,8 стебел/рослину (у стандарту Взірець (UKR) – 3,7 стебел/рослину). Виділено чотири зразки, що сформували 4,5–4,8 стебел/рослину: Стимул (UKR), CDC Hilose (CAN), CDC Freedom (CAN) і Красень (Оріон) (UKR). В умовах 2021 року середній показник продуктивної кущистості у досліді становив 5,8 стебел/рослину (у стандарту Взірець – 5,1 стебел/рослину). Слід зазначити, що більшість зразків, окрім Lico (CAN), Аміл (UKR) і Hysky (CAN), сформували більше чотирьох стебел/рослину. Серед них слід виділити (7,2–7,4 стебел/рослину) зразки: Красень (Оріон) (UKR), Ли-1091(UKR) і Shuffle (CZE). В умовах 2022 року середній показник продуктивної кущистості для всіх зразків становив 5,0 стебел/рослину (стандарт – 5,3 стебел/рослину). Нижчий рівень прояву ознаки, як і в попередні роки, виявили у зразків Lico (CAN), Аміл (UKR), Hysky (CAN) і Trail (CAN). Високі значення ознаки (6,1–6,8 стебел/рослину) відзначено у зразків CDC ExPlus (CAN), CDC Hilose (CAN), Roseland (CAN) тощо.

У середньому в 2020–2022 рр. за продуктивною кущистістю стандарт Взірець (4,7 стебел/рослину) істотно перевищували 25 зразків. Серед них слід виділити (5,7–5,8 стебел/рослину): Красень (Оріон) (UKR), CDC ExPlus (CAN), CDC Hilose (CAN). Ці зразки є цінним матеріалом для використання у селекційному процесі за поліпшення визначеної ознаки в умовах НСДС.

Розмах варіювання довжини колосу в зразків перебував у межах від 5,6 см Clipper (AUS) до 11,0 см Erie (CAN). Стандартний сорт Взірець сформував середню довжину колосу на рівні 9,0 см. Істотно вищі показники довжини колосу (≥ 9,5 см) відзначено у 15 зразків, серед них більшість (7 шт.) канадського походження.

Кількість зерен у колосі є одним з найважливіших структурних елементів продуктивності рослини. Показник у вибірці сортів у середньому за три роки варіював від 15,4 до 29,2 шт. у дворядкових та 32,9–56,0 шт. у шестирядкових форм. Сорт Взірець (St) сформував середню кількість зерен на головному колосі 24,4 шт. Згідно з Міжнародним класифікатором СЄВ високу кількість зерен у колосі (більше 25,0 шт.) сформували 19 зразків, серед найкращих голозерні форми (CAN): CDC Lophy-1 (27,5 шт.), CDC Gainer (27,7 шт.), CDC McGwire (27,8 шт.), CDC Hilose (28,4 шт.), CDC ExPlus (28,4 шт.), Roseland (28,5 шт.), CDC Clear (29,2 шт.). У шестирядкових зразків велика кількість зерен у колосі зафіксована у Trail (CAN) – 56,0 шт. і Hysky (CAN) – 52,4 шт.

За роки досліджень середній показник маси зерна з колосу у сорту Взірець (St) становив 1,3 г. У дворядкових ячменів маса зерна з головного колосу варіювала від 0,8 до 1,6 г, у шестирядкових – 1,5–2,4 г. Серед колекційного матеріалу дев'ять зразків дворядкового ячменю сформували високу масу зерна з колосу, зокрема Inari (CZE) – 1,5 г, Shuffle (CZE) – 1,5 г, CDC Clear (CAN) – 1,6 г. У шестирядкових ячменів високою масою зерна з колосу відзначалися Lico (CAN) – 2,4 г, Trail (CAN) – 2,3 г і Шедевр (UKR) – 2,3 г.

Маса зерен з рослини за 2020–2022 рр. у стандарту Взірець становила 5,3 г. Варіювання маси зерна з рослини у дво- та шестирядкових ячменів було близьким, з ширшою амплітудою у дворядкових – 3,9–7,5 г і 5,7–7,9 г – у шестирядкових. Високою масою зерна з рослини (115,1%) характеризувалося 11 зразків дворядкового ячменю Ли-1091, Ли-1096, Ли-1064, Ли-1110 (UKR), Ранний (KAZ), Arthur та Shuffle (CZE), зразки канадського походження CDC Hilose, CDC Lophy-1, CDC ExPlus, CDC Clear та один зразок шестирядкового ячменю Шедевр (UKR).

Підрахунок маси 1000 зерен протягом трьох років встановив середній показник у стандарту Взірець 52,4 г. Розмах варіювання ознаки у шестирядкових ячменів був вужчий (38,9–47,0 г) порівняно з дворядковими (41,4–59,5 г). Згідно з Міжнародним класифікатором СЄВ роду *Hordeum* L. усі досліджувані зразки було розділено на чотири групи: дрібнозерні (≤40,0 г), середньозерні (40,1–45,0 г), крупнозерні (45,1–50,0 г) та надкрупнозерні (≥ 50,1 г).

До групи дрібнозерних віднесено голозерний зразок Hysky (CAN) – 38,9 г. Середніх за масою зерна було п'ять зразків, 16 зразків віднесено до крупнозерної групи. У середньому за три роки досліджень 22 зразки формувало надкрупне зерно (≥50,1 г). До цієї групи віднесено 50,0% проаналізованих зразків, зокрема, Великан (KAZ), Shuffle (CZE), Ли-1110 (UKR), Ли-1059 (UKR), з масою 1000 зерен від 56,2 до 59,5 г.

У 2020 році за масою зерна з ділянки стандарт Взірець (455 г/м²) достовірно перевищив сорт Стимул (490 г/м²), а у 2021 р. (872 г/м²) – всі сорти та зразки в колекційному розсаднику із середнім показником 598 г/м² (табл. 4).

Відзначимо зразки Ли-1064 (767 г/м²), Ранний (750 г/м²), Ли-1120 (732 г/м²), Ли-1078 (730 г/м²), що сформували врожайність вище середньої в розсаднику. Серед голозерних виділено за врожайністю зразки канадського походження CDC Clear (712 г/м²) і CDC Gainer (708 г/м²), що істотно не поступалися плівчастим зразкам. В умовах 2022 року вищою продуктивністю вирізнявся сорт Ранний (1037 г/м²), який достовірно перевищив стандарт Взірець (1008 г/м²). Середній показник у колекційному розсаднику становив 793 г/м². Виділено зразки Красень (Оріон) (948 г/м²), Arthur (978 г/м²),

Таблиця 3

Основні елементи продуктивності зразків ячменю ярого, середнє за 2020–2022 рр.

Шифр	Зразок	Різновидність	Країна походження	Кількість продуктивних стебел	Характеристики колосу			Маса 1000 зерен	Маса зерна з рослини
					Довжина, см	Кількість зерен	Маса зерна, г		
G1	Взірець	nutans	UKR	4,7	9,0	24,4	1,3	52,4	5,3
G2	Стимул	nutans	UKR	5,1	9,8	26,6	1,4	52,8	6,1
G3	Контраст	inerme	UKR	5,7	8,3	19,6	0,9	47,4	4,9
G4	Шедевр	ricotense	UKR	3,9	7,5	48,6	2,3	46,2	7,9
G5	Гарант Преміум	nutans	UKR	5,4	8,0	20,0	1,0	52,5	5,1
G6	Беркут	nutans	UKR	5,1	8,8	22,5	1,2	51,6	5,3
G7	Аміл	pallidum	UKR	3,3	7,6	47,5	2,1	43,3	6,0
G8	Діантус	nutans	UKR	4,9	8,2	24,6	1,2	48,9	5,2
G9	Красень (Оріон)	inerme	UKR	5,7	9,0	21,5	1,1	50,3	5,5
G10	Ли-1110	nutans	UKR	5,4	8,7	22,8	1,3	59,5	6,8
G11	Ли-1114	nutans	UKR	4,8	8,4	22,5	1,2	54,1	5,6
G12	Ли-1120	nutans	UKR	4,5	8,6	23,9	1,3	52,5	5,2
G13	Ли-1059	nutans	UKR	4,7	8,6	23,0	1,3	58,4	6,1
G14	Ли-1064	nutans	UKR	5,4	8,4	25,5	1,2	48,8	6,4
G15	Ли-1078	nutans	UKR	5,0	9,4	22,8	1,3	55,6	6,0
G16	Ли-1089	nutans	UKR	5,3	8,8	22,7	1,1	47,9	5,5
G17	Ли-1091	nutans	UKR	5,5	9,2	23,0	1,2	51,7	6,2
G18	Ли-1096	nutans	UKR	5,4	9,1	23,6	1,3	53,2	6,2
G19	Polygena	nutans	SRB	5,2	8,5	25,4	1,1	41,4	4,7
G20	Trebon	nutans	SRB	5,1	8,9	24,6	1,2	47,7	5,4
G21	Тобол	nutans	KAZ	4,8	9,0	25,8	1,3	48,7	5,4
G22	Великан	nutans	KAZ	4,7	9,8	24,3	1,4	56,2	5,4
G23	Монолит	parallelum	KAZ	4,5	9,9	25,9	1,4	53,2	5,5
G24	Ранний	submedicum	KAZ	5,3	9,5	24,0	1,3	55,7	6,2
G25	Карабаликский 85	medicum	KAZ	4,8	9,8	22,8	1,2	50,2	4,7
G26	Целинний голозерний	nudum	KAZ	4,6	9,4	26,0	1,3	49,8	5,5
G27	Arthur	nutans	CZE	5,1	9,5	26,0	1,4	54,0	6,2
G28	Danielle	deficiens	CZE	4,5	8,7	26,0	1,4	54,8	5,7
G29	Inari	deficiens	CZE	4,6	9,5	26,8	1,5	55,2	6,0
G30	Shuffle	nutans	CZE	5,2	9,6	27,1	1,5	56,2	7,5
G31	Gateway	ricotense	CAN	5,0	9,1	26,2	1,5	46,3	6,0
G32	Hysky	ricotense	CAN	3,2	8,2	52,4	2,1	38,9	5,7
G33	Trail	pallidum	CAN	2,9	7,9	56,0	2,3	41,0	5,9
G34	CDC Hilose	nudum	CAN	5,8	9,7	28,4	1,3	45,1	6,3
G35	Roseland	nudum	CAN	5,5	9,5	28,5	1,3	44,6	6,0
G36	CDC ExPlus	nudum	CAN	5,8	9,7	28,4	1,3	46,5	6,6
G37	CDC Gainer	nudum	CAN	5,3	9,9	27,7	1,2	44,2	5,9
G38	CDC Freedom	nudum	CAN	5,2	9,2	25,7	1,2	46,3	5,4
G39	Lico	pallidum	CAN	2,9	7,8	52,0	2,4	47,0	6,0
G40	Erie	medicum	CAN	4,1	11,0	27,5	1,3	48,0	5,0
G41	CDC Clear	nudum	CAN	5,4	10,7	29,2	1,6	53,8	7,3
G42	CDC Lophy-1	nudum	CAN	5,3	10,3	27,5	1,4	51,9	6,4
G43	CDC McGwire	nudum	CAN	4,8	9,3	27,8	1,3	45,3	5,5
G44	Clipper	nutans	AUS	5,5	5,6	15,4	0,8	48,9	3,9
$НІР_{05}$				0,3	0,3	1,6	0,1	3,2	0,6

Таблиця 4

Урожайність зразків ячменю ярого за роками, г/м²

Шифр	Зразок	Різновидність	Країна походження	Рік			Середнє	% – до стандарту
				2020	2021	2022		
G1	Взірець	nutans	UKR	455	872	1008	778	100
G2	Стимул	nutans	UKR	490	679	962	710	91,2
G3	Контраст	inerme	UKR	337	428	727	497	63,9
G4	Шедевр	ricotense	UKR	437	703	827	656	84,2
G5	Гарант Преміум	nutans	UKR	312	502	880	565	72,5
G6	Беркут	nutans	UKR	367	408	762	512	65,8
G7	Аміл	pallidum	UKR	415	475	845	578	74,3
G8	Діантус	nutans	UKR	438	645	812	632	81,2
G9	Красень (Оріон)	inerme	UKR	397	522	948	622	79,9
G10	Ли-1110	nutans	UKR	432	697	840	656	84,3
G11	Ли-1114	nutans	UKR	390	590	878	619	79,6
G12	Ли-1120	nutans	UKR	387	732	808	642	82,5
G13	Ли-1059	nutans	UKR	360	723	855	646	83,0
G14	Ли-1064	nutans	UKR	433	767	960	720	92,5
G15	Ли-1078	nutans	UKR	405	730	773	636	81,7
G16	Ли-1089	nutans	UKR	390	565	740	565	72,6
G17	Ли-1091	nutans	UKR	363	537	688	529	68,0
G18	Ли-1096	nutans	UKR	353	535	745	544	70,0
G19	Polygena	nutans	SRB	243	453	685	461	59,2
G20	Trebon	nutans	SRB	363	538	728	543	69,8
G21	Тобол	nutans	KAZ	357	597	737	563	72,4
G22	Великан	nutans	KAZ	330	490	757	526	67,5
G23	Монолит	parallelum	KAZ	380	575	802	586	75,2
G24	Ранний	submedicum	KAZ	345	750	1037	710	91,3
G25	Карабаликский 85	medicum	KAZ	247	538	752	512	65,8
G26	Целинний голозерний	nudum	KAZ	413	605	942	653	83,9
G27	Arthur	nutans	CZE	442	622	978	681	87,4
G28	Danielle	deficiens	CZE	383	600	812	598	76,9
G29	Inari	deficiens	CZE	395	647	925	656	84,2
G30	Shuffle	nutans	CZE	318	645	853	606	77,8
G31	Gateway	ricotense	CAN	267	556	718	514	66,0
G32	Hysky	ricotense	CAN	373	418	778	523	67,2
G33	Trail	pallidum	CAN	278	253	615	382	49,1
G34	CDC Hilose	nudum	CAN	405	655	712	591	75,9
G35	Roseland	nudum	CAN	442	650	768	620	79,7
G36	CDC ExPlus	nudum	CAN	465	582	652	566	72,7
G37	CDC Gainer	nudum	CAN	433	708	708	617	79,2
G38	CDC Freedom	nudum	CAN	388	568	727	561	72,1
G39	Lico	pallidum	CAN	347	275	535	386	49,5
G40	Erie	medicum	CAN	398	645	587	543	69,8
G41	CDC Clear	nudum	CAN	367	712	790	623	80,0
G42	CDC Lophy-1	nudum	CAN	332	632	825	596	76,6
G43	CDC McGwire	nudum	CAN	372	672	868	637	81,9
G44	Clipper	nutans	AUS	288	377	552	406	52,1
$НІР_{05}$				26	30	25	28	

Ли-1064 (960 г/м²), Inari (925 г/м²), Ли-1114 (878 г/м²), Shuffle (853 г/м²), що сформували врожайність вище середньої за розсадником. Серед голозерних відібрано зразки казахського (Целинний голозерний (942 г/м²)) та канадського (CDC McGwire (868 г/м²)) походження, що істотно не поступалися більшості плівчастих зразків.

Середній рівень продуктивності посівів колекційного розсадника (2020–2022 рр.) встановив, що найурожайнішим зразком був сорт-стандарт Взірець (778,0 г/м²). Істотного перевищення урожайності або знаходження в межах похибки зі стандартом у колекційних зразків не виявлено. Відзначено декілька зразків з урожайністю в межах 80,0–92,5% до стандарту: Ли-1078, Ли-1064, Ли-1059, Ли-1120, Ли-1110, Діантус, Шедевр, Стимул (UKR); CDC Clear, CDC McGwire (CAN); Inari, Arthur (CZE); Целинний голозерний, Ранний (KAZ).

Висновки. За результатами оцінки та аналізу ячменю ярого в умовах Носівської СДС протягом 2020–2022 рр. було виділено кращі зразки з комплексом цінних господарських ознак: Стимул (UKR) та CDC Clear (CAN) (довжина колосу, кількість зерен з колосу, маса зерен з колосу, маса зерен з рослини, маса 1000 зерен); Arthur (CZE) (короткостебловість, довжина колосу, кількість зерен з колосу, маса зерен з колосу, маса 1000 зерен) та Inari (CZE) (довжина колосу, кількість зерен з колосу, маса зерен з колосу, маса 1000 зерен). Високою продуктивною кущистістю вирізнялися зразки Красень (Оріон) (UKR), CDC ExPlus (CAN), CDC Hilose (CAN). Високим показником вмісту білка (≥16,0%) вирізнялися зразки Діантус, Ли-1059, Ли-1096, Ли-1089 (UKR); Erie та Gateway (CAN).

Література

1. Verma R.P.S. Barley: Global challenges and perspectives under non-tropical dry areas. *Wheat and Barley Research*. 2018. Vol. 10 (3). P. 123–137. DOI: doi.org/10.25174/2249-4065/2018/85893.
2. Ullrich S.E. Significance, adaptation, production, and trade of barley. *In Barley: Production, Improvement and Uses* /ed S.E. Ullrich. Oxford. UK : Wiley-Blackwell. 2010. P. 3–13.
3. Kumar V., Khippal A., Singh J., Selvakumar R., Malik R., Kumar D., et al. Barley research in India: Retrospect and prospects. *J. Wheat Res*. 2014. Vol. 6 (1). P. 1–20.
4. Lukinac J., Juki'c M. Barley in the Production of Cereal-Based Products. *Plants*. 2022. Vol. 11 (24). 3519. URL: https://doi.org/10.3390/ plants11243519.
5. La Geng and others. Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods. *Food Quality and Safety*, 2022. Vol. 6. P. 1–13. URL: https:// doi.org/10.1093/fqsafe/fyac012.
6. Shahbandeh M. World Barley Production from 2008/2009 to 2021/2022. *Barley Production Worldwide 2008/2009–2021/2022*. URL: https:// www.statista.com/statistics/271973/world-barley-production-since-2008/ (дата звернення: 16.02.2023).
7. Ullrich S.E. Barley: Production, Improvement and Uses. Blackwell Publishing Ltd. 2011. 656 p.
8. Chabane K., Ablett G.A., Cordeiro G.M., Valkoun J., Henry R.J. EST versus genomic derived microsatellite markers for genotyping wild and cultivated barley. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2005. Vol. 52. P. 903–909. DOI: 10.1007/ s10722-003-6112-7.
9. Flint-Garcia S.A., Thornsberry J.M., Buckler E.S. 4th. Structure of linkage disequilibrium in plants. *Annu Rev Plant Biol*. 2003. Vol. 54. P. 357–374. DOI: 10.1146/annurev. arplant.54.031902.134907.
10. Ovesná J., Kučera L., Vaculová K. et al. Analysis of the Genetic Structure of a Barley Collection Using DNA Diversity Array Technology (DArT). *Plant Mol. Biol. Rep.* 2013. Vol. 31. P. 280–288. URL: https://doi.org/10.1007/s11105-012-0491-x.
11. Pasam R.K., Sharma R., Walther A., O¨zkan H., Graner A., et al. Genetic Diversity and Population Structure in a Legacy Collection of Spring Barley Landraces Adapted to a Wide Range of Climates. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9 (12). e116164. DOI: 10.1371/ journal.pone.0116164.
12. Ільїчов О.Г., Ільїчов Ю.Г., Чигрин А.В. Сирійські зразки голозерного ячменю як джерело нового вихідного матеріалу для селекції в Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2011. Вип. 3. С. 29–36.
13. Global strategy for the ex situ conservation and use of barley germplasm. URL: https://www. genebanks.org/resources/crops/barley/.
14. Milner S.G., Jost M., Taketa S. et al. Genebank genomics highlights the diversity of a global barley collection. *Nat Genet.* 2019. Vol. 51. P. 319–326. URL: https://doi.org/10.1038/s41588-018-0266-x.
15. Музафарова В.А., Рябчун В.К., Петухова І.А., Падалка О.І. Генетична колекція ячменю ярого за стійкістю до хвороб. *Селекція і насінництво*, 2016. Вип. 110. С. 107–116.
16. Сабадин В.Я. Джерела цінних господарських ознак сортів колекції ячменю ярого для селекції у центральному Лісостепу України. *Агробіологія*, 2019. Вип. 2. С. 33–42.
17. Zeng X.Q. Genetic variability in agronomic traits of a germplasm collection of hulless barley. *Genet. Mol. Res*. 2015. Vol. 14 (4): 18356–18369. URL: http://dx.doi.org/10.4238/2015.December.23.23.
18. Eshghi R. et al. Evaluation of genetic variability in naked barley (Hordeum vulgare L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.* 2012. T. 4 (16). P. 1166–1179.
19. Monteiro V.A., Amabile R.F., Spehar C.R., Faleiro F.G., Vieira E.A., Peixoto J.R., Ribeiro W.Q., Montalvão A.L. Genetic diversity among barley accessions based in morpho-agronomical characteristics under irrigation in the Brazilian savannah. *AJCS*. 2020. Vol. 14 (09). P. 1385–1393. DOI: 10.21475/ajcs.20.14.09.p2281.
20. Saroei E., Cheghamirza K., Zarei L. Genetic diversity of characteristics in barley cultivars. *Genetika*. 2017. Vol. 49 (2). P. 495–510. DOI: 10.2298/GENSR1702495S.
21. Кириченко Г.І., Вировець В.Г., Лайко І.М. Результативність використання вихідного матеріалу колекційних зразків конопель. *Луб'яні та технічні культури :* збірник наукових праць. 2011. Вип. 1 (6). С. 89–94.
22. Білявська Л.Г., Рибальченко А.М. Колекційні зразки сої – цінний вихідний матеріал для селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 101. С. 9–15.

23. Глюдзик-Шемота М.Ю. Роль мінливості для отримання високопродуктивних сортів тютюну з комплексом господарсько-цінних ознак. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2021. Вип. 2 (94). С. 25–36.

24. Pandey M., Kopahnke D., Habekuss A., Friedt W. and Ordon F. Screening Nepalese hulless barley germplasm for resistance to major fungal and viral diseases. *J. Inst. Agric. Anim. Sci*. 2009. Vol. 30. P. 115–124.

25. Солонечна О.В., Важеніна О.Є., Солонечний П.М., Васько Н.І. Залежність вмісту білка в зернових сортів ячменю від генотипу та гідротермічних умов. *Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference.* Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2019. P. 21–27. URL: http://sci-conf.com.ua.

26. Vasko N.I., Serik M.L., Kozachenko M.R., Naumov O.G., Vazhenina O.E., Solonechnyi P.M., Solonechna O.V., Sheliakina T.A. Content and biological value of protein in grain of spring barley accessions. 2018. *Селекція і насінництво,* Вип. 113. P. 45–55. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134357.

References

1. Verma, R.P.S. (2018). Barley: Global challenges and perspectives under non-tropical dry areas. *Wheat and Barley Research*, 10 (3). P. 123–137. Retrieved from: doi.org/10.25174/2249-4065/2018/85893.

2. Ullrich, S.E. (ed.) (2010). Significance, adaptation, production, and trade of barley. *In Barley: Production, Improvement and Uses*. Oxford. UK: Wiley-Blackwell. P. 3–13.

3. Kumar, V., Khippal, A., Singh, J., Selvakumar, R., Malik, R., Kumar, D., et al. (2014). Barley research in India: Retrospect and prospects. *J. Wheat Res.,* 6 (1). P. 1–20.

4. Lukinac, J., Juki'c, M. (2022). Barley in the Production of Cereal-Based Products. *Plants*. 11 (24). 3519. Retrieved from: https://doi.org/10.3390/plants11243519.

5. La Geng and others. (2022). Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods. *Food Quality and Safety*, 6. P. 1–13. Retrieved from: https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyac012.

6. Shahbandeh, M. World Barley Production from 2008/2009 to 2021/2022. *Barley Production Worldwide 2008/2009–2021/2022*. Retrieved from: https://www.statista.com/statistics/271973/world-barley-production-since-2008/ (Last accessed: 16 February 2023).

7. Ullrich, S.E. (2011). Barley: Production, Improvement, and Uses. Blackwell Publishing Ltd. 656 p.

8. Chabane, K., Ablett, G.A., Cordeiro, G.M., Valkoun, J., Henry, R.J. (2005). EST versus genomic derived microsatellite markers for genotyping wild and cultivated barley. *Genet. Resour. Crop Evol.,* 52. P. 903–909. DOI: 10.1007/s10722-003-6112-7.

9. Flint-Garcia, S.A., Thornsberry, J.M., Buckler, E.S. 4th. (2003). Structure of linkage disequilibrium in plants. *Annu Rev Plant Biol*., 54. P. 357–374. DOI: 10.1146/annurev.arplant.54.031902.134907.

10. Ovesná, J., Kučera, L., Vaculová, K. et al. (2013). Analysis of the Genetic Structure of a Barley Collection Using DNA Diversity Array Technology (DArT). *Plant Mol. Biol. Rep.,* 31. P. 280–288. Retrieved from: https://doi.org/10.1007/s11105-012-0491-x.

11. Pasam, R.K., Sharma, R., Walther, A., O¨zkan, H., Graner, A., et al. (2014). Genetic Diversity and Population Structure in a Legacy Collection of Spring Barley Landraces Adapted to a Wide Range of Climates, PLoS ONE, 9(12). e116164. DOI: 10.1371/journal.pone.0116164.

12. Ilichov, O.H., Ilichov, Yu.H., Chyhryn, A.V. (2011). Syriiski zrazky holozernoho yachmeniu yak dzherelo novoho vykhidnoho materialu dlia selektsii v Lisostepu Ukrainy [Syrian samples of hulless barley as a source of new raw material for selection in the Forest Steppe of Ukraine]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 3. P. 29–36 [in Ukrainian].

13. Global strategy for the ex situ conservation and use of barley germplasm. Retrieved from: https://www.genebanks.org/resources/crops/barley/.

14. Milner, S.G., Jost, M., Taketa, S. et al. (2019). Genebank genomics highlights the diversity of a global barley collection. *Nat Genet.,* 51. P. 319–326. Retrieved from: https://doi.org/10.1038/s41588-018-0266-x.

15. Muzafarova, V.A., Riabchun, V.K., Petukhova, I.A., Padalka, O.I. (2016). Henetychna kolektsiia yachmeniu yaroho za stiikistiu do khvorob [Genetic collection of spring barley by disease resistance]. Selektsiia i nasinnytstvo, 110. P. 107–116 [in Ukrainian]

16. Sabadyn, V.Ia. (2019). Dzherela tsinnykh hospodarskykh oznak sortiv kolektsii yachmeniu yaroho dlia selektsii u tsentralnomu Lisostepu Ukrainy. Ahrobiolohiia, 2. P. 33–42.

17. Zeng, X.Q. (2015). Genetic variability in agronomic traits of a germplasm collection of hulless barley. *Genet. Mol. Res.*, 14 (4): 18356–18369. Retrieved from: http://dx.doi.org/10.4238/2015.December.23.23.

18. Eshghi, R. et al. (2012). Evaluation of genetic variability in naked barley (Hordeum vulgare L.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.* T. 4 (16). P. 1166–1179.

19. Monteiro, V.A., Amabile, R.F., Spehar, C.R., Faleiro, F.G., Vieira, E.A., Peixoto, J.R., Ribeiro, W.Q., Montalvão, A.L. (2020). Genetic diversity among barley accessions based in morpho-agronomical characteristics under irrigation in the Brazilian savannah. *AJCS*, 14 (09). P. 1385–1393. DOI: 10.21475/ajcs.20.14.09.p2281.

20. Saroei, E., Cheghamirza, K., Zarei, L. (2017). Genetic diversity of characteristics in barley cultivars. *Genetika*, 49 (2). P. 495–510. DOI: 10.2298/GENSR1702495S.

21. Kyrychenko, H.I., Vyrovets, V.H., Laiko, I.M. (2011). Rezultatyvnist vykorystannia vykhidnoho materialu kolektsiinykh zrazkiv konopel [The effectiveness of the use of source material of collection samples of hemp]. Lubiani ta tekhnichni kultury: zbirnyk naukovyh prats, 1 (6). P. 89–94 [in Ukrainian].

22. Biliavska, L.H., Rybalchenko, A.M. (2018). Kolektsiini zrazky soi – tsinnyi vykhidnyi material dlia

selektsii [Collection soybean samples are valuable source material for breeding]. Tavriiskyi naukovyi visnyk, 101. P. 9–15 [in Ukrainian].

23. Hliudzyk-Shemota, M.Yu. (2021). Rol minlyvosti dlia otrymannia vysokoproduktyvnykh sortiv tiutiunu z kompleksom hospodarsko-tsinnykh oznak [Role of variability in obtaining high-yield tobacco varieties with the complex of economically valuable features]. Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia, 2 (94). P. 25–36 [in Ukrainian].

24. Pandey, M., Kopahnke, D., Habekuss, A., Friedt, W. and Ordon, F. (2009). Screening Nepalese hulless barley germplasm for resistance to major fungal and viral diseases. *J. Inst. Agric. Anim. Sci*., 30. P. 115–124.

25. Solonechna, O.V., Vazhenina, O.Ye., Solonechnyi, P.M., Vasko, N.I. (2019). Zalezhnist vmistu bilka v zernovykh sortiv yachmeniu vid henotypu ta hidrotermichnykh umov [Dependence of protein content in grain varieties of barley on genotype and hydrothermal conditions]. *Dynamics of the development of world science. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference.* Perfect Publishing. Vancouver, Canada. P. 21–27. Retrieved from: http://sci-conf.com.ua [in Ukrainian].

26. Vasko, N.I., Serik, M.L., Kozachenko, M.R., Naumov, O.G., Vazhenina, O.E., Solonechnyi, P.M., Solonechna, O.V., Sheliakina, T.A. (2018). Content and biological value of protein in grain of spring barley accessions. *Selektsiia i nasinnytstvo,* 113. P. 45–55. DOI: 10.30835/2413-7510.2018.134357.