

МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ПИВОВАРНОГО НАПРЯМКУ ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

С. І. Попов, Н. В. Кузьменко, Р. А. Гутянський, О. М. Глибокий, І. А. Міхальов

1 Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, пр. Героїв Харкова, 142, м. Харків, 61060, Україна
2 ПрАТ «АБІнБев ЕФЕС Україна», вул. Фізкультури, 30-в, м. Київ, 03150, Україна

Актуальність. Підвищення попиту на пивоварний ячмінь спонукає селекціонерів до створення нових сортів, що поєднують високий рівень урожайності та якості зерна зі стійкістю до несприятливих умов середовища. Вагоме значення на сьогодні має впровадження у виробництво технологій вирощування високоадаптивних сортів ячменю ярого як вітчизняної, так зарубіжної селекції, здатних підвищити реалізацію їхнього потенціалу продуктивності та стабільність зерновиробництва. **Мета досліджень** – вивчити особливості формування морфологічних ознак, елементів продуктивності та урожайності пивоварних сортів ячменю ярого зарубіжної селекції залежно від фону живлення та погодних умов року. **Матеріали та методи.** Досліди закладали на двох фонах живлення: 1 – без добрив; 2 – внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$. Вивчали 12 зарубіжних сортів пивоварного напрямку використання. Використовували лабораторні, польові, розрахункові та статистичні методи. **Результати.** Встановлено, що на ріст, розвиток і формування елементів продуктивності пивоварних сортів ячменю ярого суттєво впливали погодні умови вегетаційного періоду та фон живлення. У середньому за 2021 та 2023 рр., на фоні без добрив найбільшу кількість продуктивних стебел сформували сорти *Skyway* і *Quench* (560–580 шт./м²), а на удобреному – сорти *Odyssey*, *Guzel* і *Lexy* (680–690 шт./м²) з показниками продуктивної куцистості відповідно 1,9, 2,0 та 1,8. Найбільшу кількість зерен у колосі на обох фонах забезпечили сорти *BARI*, *Evgenia* та *Planet* – від 20,0 до 22,8 шт. Найвищу масу 1000 зерен мали сорти *Guzel* та *Evgenia*, яка на фоні без добрив становила 47,1–50,0 г, а на удобреному – 50,2–50,7 г. Найбільшу реакцію на внесення добрив відмічено у сортів *Odyssey*, *Guzel* і *Lexy*, які, за даними біологічної врожайності, забезпечили приріст зерна 66,2–76,1 %. Фактична врожайність на фоні без добрив була в межах від 2,43 т/га (*Odyssey*) до 3,06 т/га (*Lexy*), за середньої врожайності сортів 2,73 т/га. При цьому виділялись сорти *Lexy*, *Guzel*, *Evgenia* та *BARI* з рівнем урожайності 2,83–3,06 т/га. На фоні внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ максимальну надбавку зерна до контролю забезпечили сорти *Odyssey* (1,41 т/га) і *Fandaga* (1,39 т/га). Найбільший ефект сорту до середньої врожайності по сортах (3,30 т/га) відмічено у *Lexy* (+0,31 т/га), при цьому надбавка зерна становила 8,6 %. **Висновки.** Сорти *Lexy*, *Evgenia* та *Guzel* можна вважати найбільш придатними для східної частини Лісостепу України, оскільки, незалежно від умов вирощування в роки дослідження, вони формували найвищу зернову продуктивність і мали найбільш виражену позитивну реакцію на добрива.

Ключові слова: ячмінь ярий, пивоварні сорти, добрива, показники структури врожайності, продуктивність, урожайність

Вступ. Генетичне різноманіття рослин є ключом до створення нових сортів польових культур для збільшення їх виробництва

та підвищення продовольчої безпеки. Серед сільськогосподарських культур ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) був і залишається однією

Інформація про авторів:

Попов Сергій Іванович, доктор с.-г. наук, професор, керівник відд. рослинництва та сортовивчення, e-mail: sergipopov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1101-4454>

Гутянський Роман Анатолійович, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відд. рослинництва та сортовивчення, e-mail: rammale@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5953-9428>

Кузьменко Наталя Вікторівна, канд. біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відд. рослинництва та сортовивчення, e-mail: kuz.n.v.1964@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4373-0666>

Глибокий Олександр Миколайович, доктор філософії, старший науковий співробітник відд. рослинництва та сортовивчення, e-mail: glubokuy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7589-5708>

Міхальов Ігор Анатолійович, менеджер ПрАТ «АБІнБев ЕФЕС Україна», e-mail: Ig.mikhalov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-9043-1934>

із основних зернових колосових культур, яка за посівною площею і валовими зборами в Україні посідає друге місце після пшениці озимої. Це зумовлюється його продовольчою, зернофуражною і технічною цінністю, високою урожайністю, невибагливістю до умов вирощування [1, 2]. Зерно ячменю у формі солоду є прекрасним джерелом поживних речовин для дріжджів у процесі пивоваріння, що особливо важливо для пивоварної промисловості. Вирощування пивоварного ячменю має певні особливості, оскільки передбачає задовольняти вимоги виробників як у рівні урожайності зерна, так і конкретних критеріях його якості. Окрім того, виникають значні генотипові та екологічні відмінності у цих показниках [3]. Встановлено важливе місце сорту у виробництві якісної сировини для солодової та пивоварної промисловості [4, 5]. На продуктивність та якість пивоварного ячменю значною мірою впливають генотип та навколишнє середовище [6, 7].

Внесення мінеральних добрив сприяє кращому росту та розвитку рослин, формуванню у них продуктивної кущистості та біомаси. Оптимізація живлення рослин за рахунок застосування добрив може забезпечити 40–50 % приросту врожаю зерна [8]. Рівень продуктивності ячменю суттєво залежить від кількості продуктивних пагонів, довжини колоса, кількості та маси зерна з колоса та інших елементів структури врожаю [9]. Стебло рослини є основним органом, який визначає розвиток і накопичення вегетативної маси рослин. Висота рослин характеризує реакцію рослини на умови вирощування і визначається генетичними особливостями сорту. За період «кущіння – вихід в трубку» рослини практично мають однакову висоту, а їх інтенсивний ріст у висоту відбувається від фази колосіння до фази молочно-воскової стиглості [10].

На сьогодні більшість авторів наголошують, що в умовах, які змінюються, сучасні сорти повинні поєднувати високу врожайність та її стабільність. Зазначається, що врожайність зерна суттєво залежить від погодних умов року [2, 7]. Тому дослідження з реакції сортів на внесення добрив при вирощуванні ячменю ярого є актуальними, оскільки вони можуть змінювати габітус та характеристику індивідуальної продуктивності рослин.

Біокліматичний потенціал зони східного Лісостепу України дає всі можливості для одержання високоякісної пивоварної сировини. Для цього бажано впроваджувати сорти, які краще пристосовані до місцевих умов вирощування [11]. Залучення до агротехнологічного процесу нових високопродуктивних пивоварних сортів зарубіжної селекції сприятиме визначенню із них найбільш адаптованих до умов вирощування за показниками врожайності і якості зерна та доцільності впровадження їх у виробництво.

Мета дослідження – вивчити особливості формування морфологічних ознак, елементів продуктивності та урожайності пивоварних сортів ячменю ярого зарубіжної селекції залежно від фону живлення та погодних умов року.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в польовій сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН протягом 2021 та 2023 рр. Досліди закладали на двох фонах живлення: 1 – без добрив; 2 – внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$. Попередник – соя. Вивчали 12 зарубіжних сортів пивоварного напрямку використання (табл. 1). Розміщення ділянок – систематичне в один ярус, загальна площа ділянки – 37,0 м², облікова – 24,0 м². Агротехніка – загальноприйнята для зони вирощування. У процесі досліджень використовували лабораторні, польові, розрахункові та статистичні методи [12, 13]. Під час проведення дослідів з вивчення особливостей росту та розвитку рослин ячменю ярого керувалися загальновідомими методиками та рекомендаціями [11, 14].

Коливання гідротермічного режиму суттєво впливали на проходження продукційного процесу та дозволили виявити реакцію сортів на внесення добрив. Відомо, що у несприятливих умовах потенційна продуктивність реалізується меншою мірою, але краще проявляються показники адаптивності. У дослідях виявлено високий ступінь залежності врожайності сортів від вологозабезпеченості конкретного вегетаційного періоду.

Погодні умови впродовж вегетації ячменю ярого у роки проведення досліджень склалися по-різному, що дало можливість повніше оцінити переваги того чи іншого сорту залежно від фону живлення. Так, у 2021 р. перша половина вегетаційного періоду

ду характеризувалася пониженою температурою та достатньою кількістю опадів, а друга – підвищеним температурним режимом за відсутності продуктивних дощів.

Середньодобова температура повітря у квітні становила 8,3 °С, а у травні – 15,8 °С, що відповідно на 0,3 °С та 1,3 °С нижче за середньобагаторічні дані.

Таблиця 1. Характеристика пивоварних сортів ячменю ярого

Сорт	Підвид	Група стиглості	Оригінатор, країна походження
Fandaga	дворядний	середньостиглий	Nordsaat, Saatucht GmbH, Німеччина
Gulliver	дворядний	середньостиглий	Secovra Recherches S.A.S, Франція
Evgenia	дворядний	середньостиглий	Secovra Recherches S.A.S, Франція
Odyssey	дворядний	ранньостиглий	Limagrain Cereal Seeds, Франція
Planet	дворядний	середньостиглий	RAGT Semences, Франція
Avalon	дворядний	середньостиглий	Saatucht Josef Breun, Німеччина
BARI	дворядний	середньостиглий	Anheuser-Busch, США
Fatima	дворядний	середньостиглий	Saatucht Josef Breun, Німеччина
Lexu	дворядний	середньостиглий	Saatucht Josef Breun, Німеччина
Quench	дворядний	середньостиглий	Syngenta Seeds, Швейцарія
Guzel	дворядний	середньостиглий	Secovra Recherches S.A.S, Франція
Skyway	дворядний	середньостиглий	Secovra Recherches S.A.S, Франція

Сума опадів за квітень (40 мм) і травень (106,3 мм) відповідно на 113 % і 143 % перевищила середньобагаторічний показник, що сприяло подальшому росту та розвитку рослин, особливо у період формування прапорцевого листка. У червні середня добова температура повітря 20,6 °С на 0,4 °С була більшою, а сума опадів 38 мм – на 40 % меншою від багаторічних. Загальна кількість опадів за вегетаційний період становила 184,3 мм або 86 % від середньобагаторічного показника. У квітні 2023 р. опадів випало 68,0 мм або 192 % до середніх багаторічних даних, що сприяло достатньому вологозабезпеченню ґрунту, а середня температура повітря 10,9 °С була на 1,3 °С вищою. За травень кількість опадів склала 76,0 % від багаторічної, і температура повітря 15,8 °С теж була на 1,3 °С меншою за багаторічні. При цьому значного негативного впливу на розвиток досліджуваних сортів не відмічалось. Середньомісячна температура повітря у червні була на рівні багаторічних даних (20,2 °С), а сума опадів (39 мм) становила лише 62,0 % до середньо багаторічних показників. Отже, друга половина вегетації сортів ячменю ярого відзначалась посушливою погодою із дефіцитом опадів.

Результати та обговорення. За усередненими результатами аналізу польової схожості насіння як на фоні без добрив, так і на удобреному фоні (N₃₀P₃₀K₃₀) найвищі показники мали сорти Fandaga (89–92 %), Gulliver

(89 %) та Odyssey (88 %). Найменшу польову схожість на обох фонах відмічено у сорту Planet (79–81 %), а на удобреному фоні – у сортів Skyway (76 %), Fatima (81 %), Guzel (81 %), BARI (83 %) та Evgenia (84 %) (табл. 2).

У роки досліджень відмічено істотне варіювання показників загального та продуктивного стеблостою сортів ячменю ярого. На фоні з внесенням добрив N₃₀P₃₀K₃₀, порівняно з варіантами без добрив, структурні показники рослин ячменю ярого були помітно кращими (табл. 3).

Встановлено, що густина стояння рослин у процесі вегетації зменшувалась, а кількість продуктивного стеблостою збільшувалась. У фазі кущіння утворення бокових стебел компенсувало втрати частини рослин, а інтенсивне кущіння збільшувало густоту продуктивного стеблостою. Різниця в біометричних даних рослин позначилась і на показниках елементів структури врожайності сортів. У середньому за 2021 та 2023 рр., у фазі кущіння на фоні без добрив, найбільшу кількість рослин відмічено у сортів BARI та Quench – 400 рослин на 1 м².

Найменшим цей показник був у сортів Fatima і Guzel (270–280 шт.). На удобреному фоні найбільша кількість рослин була у сортів Guzel (370 шт./м²), Lexu (390 шт./м²) і Avalon (400 шт./м²), а найменша – у сорту Planet (280 шт./м²). На фоні без добрив загальна кущистість рослин змінювалась від 1,7 пагонів (BARI) до 2,3 пагонів (Guzel), а на

удобреному – від 1,9 пагонів (Evgenia та BARI) до 2,5 пагонів на 1 рослину (Gulliver).

За результатами досліджень А. В. Панфілової, В. В. Гамаюнової формування елемен-

тів продуктивності ячменю ярого, а саме кількості зерен у колосі та їх маси, залежало від сорту та варіанта живлення рослин [15]. У наших дослідах, за умов нестабільного воло-

Таблиця 2. Польова схожість насіння сортів ячменю ярого залежно від фону живлення, %

Сорт	Рік		Середнє
	2021	2023	
Фон – без добрив			
Fandaga	95	83	89
Gulliver	93	86	89
Evgenia	85	79	82
Odyssey	92	85	88
Planet	81	78	79
Avalon	93	79	86
BARI	86	80	83
Fatima	92	73	82
Lexy	93	75	84
Quench	90	77	83
Guzel	86	84	85
Skyway	82	83	82
Фон – N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀			
Fandaga	95	90	92
Gulliver	92	87	89
Evgenia	89	80	84
Odyssey	93	84	88
Planet	84	79	81
Avalon	90	83	86
BARI	86	80	83
Fatima	91	72	81
Lexy	93	79	86
Quench	90	84	87
Guzel	84	79	81
Skyway	70	82	76
НІР ₀₅ А – (фон)	1	3	3
НІР ₀₅ В – (сорт)	2	9	7
НІР ₀₅ АВ – (взаємодія)	4	13	10

гозабезпечення за роками досліджень, внесення мінеральних добрив сприяло кращому росту й розвитку рослин, формуванню продуктивної кущистості та маси зерна порівняно з фоном без добрив, що забезпечило істотну перевагу в рівні врожайності сортів. Загальна кількість пагонів на фоні без добрив становила від 590 шт. (Guzel) до 830 шт./м² (Quench), а на удобреному фоні – від 660 шт. (Evgenia і Planet) до 820 шт./м² (Guzel). На фоні без добрив найменшу кількість продуктивних стебел сформували сорти Planet, Guzel, Evgenia і Fatima (450–470 шт./м²); при цьому коефіцієнт продуктивної кущистості становив відповідно 1,4; 1,7; 1,3 і 1,7. У сор-

тів Skyway і Quench з найбільшою кількістю продуктивних стебел (560 шт./м² і 580 шт./м²) коефіцієнт продуктивної кущистості був на рівні 1,5 колосноносних стебел на 1 рослину. На удобреному фоні сорти Planet, BARI та Evgenia сформували 510–550 шт./м² продуктивних стебел з показниками коефіцієнта кущистості у межах 1,5–1,8. Максимальну кількість продуктивних стебел сформували сорти Odyssey, Guzel і Lexy (680–690 шт./м²), чому сприяли найвищі показники кущистості рослин (1,8–2,0). За даними кореляційного аналізу між продуктивною кущистістю та урожайністю у 2021 р. та 2023 р. встановлено позитивний середній зв'язок – відповідно

$r=0,6$ та $r=0,3$. Між кількістю продуктивних стебел та урожайністю відмічався позитивний середній зв'язок у 2021 р. ($r=0,5$) та сильний ($r=0,8$) – у 2023 р.

Відмічено, що за роками досліджень показники структури врожайності сортів ячменю ярого істотно відрізнялись (табл. 4). У середньому за два роки, найбільшу висоту рос-

Таблиця 3. Структурні показники продуктивності сортів ячменю ярого залежно від фону живлення, середнє за 2021, 2023 рр.

Сорт (фактор В)	Кількість рослин, шт./м ²	Загальна кількість пагонів, шт./м ²	Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	Коефіцієнт загального кушіння, пагонів на 1 рослину	Коефіцієнт продуктивного кушіння, колосоносних стебел на 1 рослину
Фон – без добрив (фактор А)					
Fandaga	330	690	490	2,1	1,5
Gulliver	320	650	520	1,9	1,6
Evgenia	380	730	470	1,9	1,3
Odyssey	330	670	490	2,0	1,5
Planet	320	660	450	2,0	1,4
Avalon	350	710	490	2,0	1,4
BARI	400	680	490	1,7	1,3
Fatima	270	600	470	2,2	1,7
Lexy	370	660	500	1,9	1,4
Quench	400	830	580	2,1	1,5
Guzel	280	590	450	2,3	1,7
Skyway	370	740	560	2,0	1,5
Фон – N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀					
Fandaga	340	740	580	2,2	1,7
Gulliver	300	730	580	2,5	2,0
Evgenia	360	660	550	1,9	1,6
Odyssey	340	810	680	2,4	1,9
Planet	280	660	510	2,3	1,8
Avalon	400	770	620	2,1	1,7
BARI	350	700	540	1,9	1,5
Fatima	320	760	610	2,3	1,9
Lexy	390	800	690	2,0	1,8
Quench	340	750	590	2,2	1,8
Guzel	370	820	680	2,4	2,0
НІР ₀₅ :А	34	73	46	0,3	0,1
НІР ₀₅ : В	83	178	113	0,6	0,3
НІР ₀₅ : АВ	117	251	159	0,9	0,5

лин на обох фонах живлення мав сорт BARI (58,9–65,7 см). На фоні без добрив цей показник був найменший у сорту Odyssey (48,0 см), а на удобреному – у сорту Quench (55,5 см). Кореляційний аналіз між висотою рослин та урожайністю показав позитивний сильний зв'язок у 2021 р. ($r=0,7$) та середній – у 2023 р. ($r=0,6$). Слід зазначити, що в досліджах I. Öztürk [17] між урожайністю зерна та висотою рослин ячменю ярого було виявлено негативний кореляційний зв'язок.

За довжиною колоса на неудобреному фоні сорти різнилися від 6,3 см (Lexy) до 7,0 см

(Planet і Avalon), а на удобреному – від 6,7 см (Guzel) до 7,9 см (Odyssey та Planet). За кореляційним аналізом, між довжиною колоса та урожайністю у 2021 та 2023 рр. встановлено позитивний середній зв'язок – відповідно $r=0,5$ та $r=0,4$. Одержані нами дані підтвердили узагальнені висновки авторів M. Kassie & K. Tesfaye, [17] щодо залежності урожайності зерна ячменю від кількості пагонів та колосся на 1 м², довжини колоса та кількості зерен у колосі.

За нашими даними, за кількістю зерен у колосі на обох фонах виділились сорти BARI

(22,2–22,8 шт.), Evgenia (20,9–22,5 шт.) та Planet (20,0–22,4 шт.). Найменші значення мали сорти Odyssey на удобреному фоні (18,0 шт.) та Fatima – у варіанті з добривами

(19,8 шт.). Між кількістю зерен у колосі та урожайністю в 2021 та 2023 рр. встановлено позитивний середній зв'язок ($r=0,3$). Найбільше реагували на внесення добрив сорти Odys-

Таблиця 4. Елементи структури врожайності сортів ячменю ярого залежно від фону живлення (середнє за 2021, 2023 рр.)

Сорт (фактор В)	Висота рослин, см	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічна врожайність, т/га
Фон – без добрив (фактор А)					
Fandaga	48,8	6,5	19,7	44,2	4,41
Gulliver	50,8	6,9	19,3	45,2	4,64
Evgenia	53,4	6,6	20,9	47,1	4,73
Odyssey	48,0	6,4	18,0	42,0	3,82
Planet	53,8	7,0	20,0	45,0	4,09
Avalon	55,0	7,0	19,9	47,5	4,75
BARI	58,9	6,5	22,2	41,4	4,94
Fatima	50,0	6,6	18,9	46,2	4,15
Lexy	50,7	6,3	19,0	46,0	4,53
Quench	51,7	6,5	19,8	42,9	4,94
Guzel	55,4	6,4	19,3	50,0	4,32
Skyway	55,3	6,7	19,5	48,0	5,31
Фон – N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀					
Fandaga	57,9	7,0	20,8	47,9	5,71
Gulliver	56,6	7,3	20,4	47,9	5,70
Evgenia	64,2	7,8	22,5	50,2	6,26
Odyssey	60,0	7,9	20,9	47,0	6,73
Planet	61,0	7,9	22,4	49,1	5,81
Avalon	62,3	7,5	21,8	47,9	6,63
BARI	65,7	6,9	22,8	41,3	5,19
Fatima	59,5	7,2	19,8	48,3	6,01
Lexy	61,6	7,5	21,7	49,8	7,58
Quench	55,5	7,1	21,4	43,8	5,69
Guzel	64,4	6,7	21,2	50,7	7,19
Skyway	61,9	7,2	20,4	47,6	5,97
HIP ₀₅ :A	2,4	0,2	0,5	2,5	0,54
HIP ₀₅ :B	6,0	0,6	1,3	6,2	1,31
HIP ₀₅ :AB	8,5	0,8	1,8	8,7	1,86

sey, Guzel і Lexy, які забезпечили надбавки урожаю зерна до контролю (без добрив) на рівні 2,86–3,06 т/га або 66,2–76,1 %. Найменший приріст урожаю зерна на удобреному фоні одержано у сортів BARI (0,33 т/га), а також Skyway (1,02 т/га), Gulliver (1,06 т/га) та Quench (1,13 т/га).

Найбільшу масу 1000 зерен у 2021 р. на обох фонах забезпечили сорти Guzel (50,2–51,9 г) та Evgenia (49,1–50,3 г), а найменшу – сорти BARI (42,3–44,8 г) та Quench (43,1–45,2 г).

У 2023 р. на удобреному фоні за цим

показником виділялись сорти Guzel (49,4 г) та Evgenia (50,1 г), а на варіантах без добрив – Guzel (49,9 г), Skyway (47,8 г) та Avalon (47,2 г).

Таким чином, у середньому за два роки, найвищими показниками по крупності зерна виділялися сорти Guzel та Evgenia, маса 1000 зерен яких на фоні без добрив становила відповідно 47,1 г та 50,0 г, а на удобреному – 50,7 г та 50,2 г. Найменшою масою 1000 зерен на обох фонах живлення була у сортів BARI (41,3–41,4 г) та Quench (42,9–43,8 г).

За даними кореляційного аналізу між масою 1000 зерен та урожайністю в 2021 та

2023 рр. встановлено позитивний середній зв'язок – відповідно $r=0,3$ та $r=0,5$.

У розкритті потенціалу урожайності сортів ячменю пивоварного з необхідними показниками якості важливе значення має оптимальне мінеральне живлення. За нашими даними, у сприятливих умовах 2021 р. при відносно рівних показниках між сортами за кількістю стебел і озерненістю колоса біологічна урожайність виявилась вищою у варіантах, де більшою була маса 1000 зерен за рахунок кращої їх виповненості.

На неудобреному фоні біологічна врожайність сортів становила від 4,58 т/га – у сорту Guzel до 6,17 т/га – у сорту Avalon. Внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило підвищення рівня урожайності від 6,65 т/га (Fandaga) до 9,75 т/га (Guzel). Виключенням був сорт BARI, висока продуктивність якого формувалась за рахунок вищих показників озерненості колоса.

Менш сприятливим для продукційного процесу сортів виявився 2023 р., який ха-

рактеризувався посушливими умовами з дефіцитом вологи у другій половині вегетації.

Незалежно від фону живлення рівень продуктивності сортів був суттєво менший порівняно з 2021 р. Так, на фоні без добрив біологічна врожайність сортів становила від 2,72 т/га (Odyssey) до 4,77 т/га (Skyway), а за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – від 3,43 т/га (BARI) до 5,71 т/га (Lexy). Відмічено стабільно високий рівень урожайності сорту Lexy в 2021 та 2023 рр. на удобреному фоні – відповідно 9,46 т/га та 5,71 т/га.

У середньому за два роки, біологічна врожайність сортів на неудобреному фоні становила від 3,82 т/га (Odyssey) до 5,31 т/га (Skyway), а на удобреному – від 5,19 т/га (BARI) до 7,58 т/га (Lexy).

За результатами порівняльного аналізу усереднених даних фактичної врожайності сортів встановлено, що на фоні без добрив вона була в межах від 2,43 т/га (Odyssey) до 3,06 т/га (Lexy) за середньої врожайності 2,73 т/га (табл. 5).

Таблиця 5. Фактична урожайність сортів ячменю ярого залежно від фону живлення, середнє за 2021, 2023 рр.

Сорт – (фактор В)	Фон живлення (фактор А)		Надбавка від добрив, т/га	Середнє за фона- ми	Ефект сорту *	
	без добрив	$N_{30}P_{30}K_{30}$			т/га	%
Fandaga	2,67	4,06	1,39	3,36	+0,06	+1,8
Gulliver	2,54	3,81	1,27	3,17	-0,13	-4,1
Evgenia	2,83	4,15	1,32	3,49	+0,19	+5,4
Odyssey	2,43	3,84	1,41	3,13	-0,17	-5,4
Planet	2,63	3,92	1,29	3,27	-0,03	+0,9
Avalon	2,76	3,89	1,13	3,32	+0,02	+0,6
BARI	2,86	3,84	0,98	3,35	+0,05	+1,5
Fatima	2,75	3,56	0,81	3,15	-0,15	-4,8
Lexy	3,06	4,17	1,11	3,61	+0,31	+8,6
Quench	2,69	3,79	1,10	3,25	-0,06	-1,8
Guzel	2,89	3,95	1,06	3,42	+0,12	+3,5
Skyway	2,64	3,66	1,02	3,15	-0,15	-4,8
середнє по сортах	2,73	3,89	1,16	3,30	-	-
± ефект добрив	-0,57	+0,59	-	-	-	-

HP_{05} , т/га: А (фон) – 0,22; В (сорт) – 0,54; АВ (взаємодія) – 0,77

Примітка: * – різниця до середньої урожайності за фонами удобрення (3,30 т/га).

При цьому, крім сорту Lexy, виділялися сорти Guzel, Evgenia та BARI з рівнем урожайності зерна 2,83–2,89 т/га. Внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ закономірно забезпечило істотне підвищення врожайності зерна цих сортів. Найменшу реакцію на вне-

сення добрив відмічено у сортів Fatima і BARI з надбавкою зерна відповідно 0,81 т/га і 0,98 т/га (29,5–34,3 %), а найбільшу – у сортів Odyssey і Fandaga – відповідно 1,41 т/га (58,0 %) і 1,39 т/га (52,1 %) за середньої врожайності 3,89 т/га. Максимальну урожай-

ність зерна забезпечили сорти Lexu, Evgenia та Fandaga – відповідно 4,17; 4,15 та 4,06 т/га. У середньому за фонами живлення врожайність сортів ячменю становила 3,30 т/га та була у межах 3,13–3,61 т/га. При цьому найвищий рівень урожайності отримали сорти Lexu, Evgenia та Guzel – відповідно 3,61 т/га; 3,49 та 3,42 т/га, що на 3,5–8,6 % вище за середній показник по досліді.

При визначенні ефекту генотипу встановлено, що найвищі позитивні значення мали сорти Lexu (+0,31 т/га), Evgenia (+0,19 т/га) та Guzel (+0,12 т/га) за середньої врожайності по сортах 3,30 т/га. Менш значний, але позитивний ефект мали сорти Fandaga (+0,06 т/га), BARI (+0,05 т/га) та Avalon (+0,02 т/га). Найбільш негативні значення цього показника відмічено у сортів Odyssey (-0,17 т/га), Skyway (-0,15 т/га), Fatima (-0,15 т/га) та Gulliver (-0,13 т/га).

Таким чином, сорти Lexu, Evgenia та Guzel виявилися найбільш адаптованими до умов вирощування, оскільки мали кращі структурні показники зернової продуктивності, найвищу врожайність і найбільш виражену позитивну реакцію на удобрений фон живлення.

Висновки. Максимальну кількість продуктивних стебел на неудобреному фоні сформували сорти Skyway і Quench (560–580 шт./м²), а за внесення N₃₀P₃₀K₃₀ – сорти

Odyssey, Guzel і Lexu (680–690 шт./м²) за показниками продуктивної кущистості відпо-

відно 1,8–2,0 колосоносних стебел на одну рослину. Найбільшу кількість зерен у колосі на обох фонах сформували сорти BARI, Evgenia та Planet – від 20,0 до 22,8 шт. Найбільшою масою 1000 зерен виділялися сорти Guzel та Evgenia, у варіанті без добрив становила 47,1–50,0 г, а за внесення N₃₀P₃₀K₃₀ – 50,2–50,7 г. Біологічна врожайність сортів на неудобреному фоні дорівнювала 3,82–5,31 т/га, а на удобреному – 5,19–7,58 т/га. Найбільшу реакцію на внесення добрив мали сорти Odyssey, Guzel і Lexu з надбавками зерна 2,86–3,06 т/га або 66,2–76,1 %. Найвища фактична врожайність на фоні без добрив одержана у сортів Lexu, Guzel, Evgenia та BARI (2,83–3,06 т/га). За внесення N₃₀P₃₀K₃₀ максимальну надбавку зерна забезпечили сорти Odyssey (1,41 т/га) і Fandaga (1,39 т/га). Найбільший ефект сорту до середньої врожайності по сортах (3,30 т/га) відмічено у Lexu (+0,31 т/га), надбавка зерна становила 8,6 %. Сорти Lexu, Evgenia та Guzel можна вважати найбільш придатними для східної частини Лісостепу України, оскільки в обидва роки вирощування забезпечили найвищу врожайність і мали найбільш виражену позитивну реакцію на фон живлення.

Використана література

1. Al-Ragam O., Al-Menaie H. S., Al-Shatti A., Babu M. A. Enhancing food security through identification of best performing barley cultivars under arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2023. Vol. 57. Is. 6. P. 731–736. doi: 10.18805/IJARE.AF-784
2. Hudzenko V. M., Buniak N. M., Tsentylo L. V., Demydov O. A., Fedorenko I. V., Fedorenko M. V., Ishchenko V. A., Kozelets H. M., Khudolii L. V., Lashuk S. O., Syplyva N. O. Evaluation of grain yield performance and its stability in various spring barley accessions under condition of different agroclimatic zones of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2022. Vol. 30. No 4. P. 406–422. doi:10.15421/012240
3. Hu Y., Barmeier G., Schmidhalter U. Genetic Variation in Grain Yield and Quality Traits of Spring Malting Barley. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. Is. 6. 1177. doi: 10.3390/agronomy11061177
4. Křižanová K., Psota V., Sleziak Ľudovít., Žofajová A., Gubiš J. Spring barley breeding for malting quality. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2010. Vol. 4. No 2. P. 39–44. doi: 10.5219/50
5. Кузіна В. Ю. Сорт – найрезультативніший засіб підвищення ефективності виробництва пивоварного ячменю. *Агросвіт*. 2020. № 15. С. 60–66. doi: 10.32702/2306-6792.2020.15.60
6. Ramanan M., Nelsen T., Lundy M., Fox G. P., Diepenbrock C. Effects of genotype and environment on productivity and quality in Californian malting barley. *Agronomy Journal*. 2023. Vol. 115. Is. 5. P. 2544–2557. doi: 10.1002/agj2.21433
7. Tomasi I., Sileoni V., Marconi O., Bonciarelli U., Guiducci M., Maranghi S., Perretti G. Effect of Growth Conditions and Genotype on Barley Yield and β -Glucan Content of Kernels and Malt. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2019. Vol. 67. Is. 22. P. 6324–6335. doi: 10.1021/acs.jafc.9b00891
8. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.
9. Паламарчук В. Д. Морфологічні особливості та урожайність ячменю ярого залежно від системи удобрення. *Зернові культури*. 2023. Том 7. № 2. С. 285–292. doi: 10.31867 / 2523-4544/0288
10. Тинько В. В., Поліщук М. І. Вплив на висоту рослин ярого ячменю мінеральних і мікродобрив в умовах Правобережного Лісостепу України. *Сільське гос-*

подарство та лісівництво. 2022. № 2 (25). С. 227–235. doi: 10.37128/2707-5826-2022-2-18

11. Попов С. І., Гутянський Р. А., Авраменко С. В., Кузьменко Н. В., Глибокий О. М., Шелякін В. О., Жижка Н. Г., Солонечний П. М., Кудря С. І. Ресурсозберігаюча технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України: методичні рекомендації. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2023. 30 с.
12. Дослідна справа в агрономії: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.
13. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних досліджень даних в пакеті Statistica 6.0. Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
14. Методика Державного сортопробування сільсько-

- господарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури) за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 64 с.
15. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Продуктивність сортів ячменю ярого та оптимізація живлення рослин в умовах Південного Степу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 3. С. 310–315. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145304
16. Öztürk I. Assessment of environment effect on yield component in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under rainfed conditions. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2022. Вип. 30. С. 6–14. doi: 10.47414/np.30.2022.268939
17. Kassie M., Tesfaye K. Influence of variety and nitrogen fertilizer on productivity and trait association of malting barley. *Journal of Plant Nutrition*. 2019. Vol. 42. Is. 10. P. 1254–1267. doi: 10.1080/01904167.2019.1605380

References

1. Al-Ragam, O., Al-Menaie, H. S., Al-Shatti, A., Babu, M. A. (2023). Enhancing food security through identification of best performing barley cultivars under arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Research*, 57 (6). 731–736. doi: 10.18805/IJAR.E.AF-784
2. Hudzenko, V. M., Buniak, N. M., Tsentylo, L. V., Demydov, O. A., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V., Ishchenko, V. A., Kozelets, H. M., Khudolii, L. V., Lashuk, S. O., Syplyva, N. O. (2022). Evaluation of grain yield performance and its stability in various spring barley accessions under condition of different agroclimatic zones of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 30 (4). 406–422. doi:10.15421/012240
3. Hu, Y., Barmeier, G., Schmidhalter, U. (2021). Genetic Variation in Grain Yield and Quality Traits of Spring Malting Barley. *Agronomy*, 11 (6). 1177; doi: 10.3390/agronomy11061177
4. Křižanová, K., Psota, V., Slezia, Ľudovít., Žofajová, A., Gubiš, J. (2010). Spring barley breeding for malting quality. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 4 (2). 39–44. doi: 10.5219/50
5. Kuzina, V. (2020). Variety is the most effective means to increase the efficiency of brewery barley production. *Ahrosvit [Agrosvit]*, 15. 60–66. [in Ukrainian]. doi: 10.32702/2306-6792.2020.15.60
6. Ramanan, M., Nelsen, T., Lundy, M., Fox, G. P., Diepenbrock, C. (2023). Effects of genotype and environment on productivity and quality in Californian malting barley. *Agronomy Journal*, 115 (5). 2544–2557. doi: 10.1002/agj2.21433
7. Tomasi, I., Sileoni, V., Marconi, O., Bonciarelli, U., Guiducci, M., Maranghi, S., Perretti, G. (2019). Effect of Growth Conditions and Genotype on Barley Yield and β -Glucan Content of Kernels and Malt. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67 (22). 6324–6335. doi: 10.1021/acs.jafc.9b00891
8. Mazur, V. A., Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., Palamarchuk, O. D. (2017). Novitni ahrotekhnolohii u roslynnystvi [The latest agricultural technologies in crop production]. Vinnytsia: FOP Rohalska I. O. 588 p. [in Ukrainian].
9. Palamarchuk, V. D. (2023). Morphological features and yield of spring barley depending on the fertilizer system. *Zernovi kultury [Grain Crops]*, 7 (2). 285–292. [in Ukrainian]. doi: 10.31867/2523-4544/0288
10. Tynko, V. V., Polishchuk, M. I. (2022). The influence of mineral and microfertilizers on the height of spring barley plants in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Agriculture and Forestry]*, 2 (25). 227–235. [in Ukrainian]. doi: 10.37128/2707-5826-2022-2-18
11. Popov, S. I., Hutianskyi, R. A., Avramenko, S. V., Kuzmenko, N. V., Hlubokyi, O. M., Sheliakin, V. O., Zhyzhka, N. H., Solonechnyi, P. M., Kudria, S. I. (2023). Resource-saving technology of growing spring barley in the conditions of the eastern part of the forest-steppe of Ukraine. Methodical recommendations. Kharkiv: Instytut roslynnystva im. V. Ya. Yurieva NAAN. [in Ukrainian].
12. Rozhkov, A. O. (Ed.). (2016). Doslidna sprava v ahronomii. Knyha 1: Teoretychni aspekty doslidnoi spravy [Experimenting in agronomy. Book 1. Theoretical aspects of experimenting]. Kharkiv: Mайдан. [in Ukrainian].
13. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., Shevchenko, I. L. (2007). Statystychni analiz ahronomichnykh doslidzhen danykh v paketi Statistica 6.0 [Statistical analysis of agronomic experimental data in the Statistica 6.0 package]. Methodical instructions. Kyiv. [in Ukrainian].
14. Volkodav, V. V. (Ed.). (2001). *Metodyka Derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi kultury)* [Methodology of the State variety testing of agricultural crops (cereal, grain and leguminous crops)]. Kyiv: N. p. [in Ukrainian].
15. Panfilova, A. V., Hamaiunova, V. V. (2018). The productivity of spring barley varieties and plant nutrition optimization in the Southern Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14 (3). 310–315. [in Ukrainian]. doi: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145304
16. Öztürk, I. (2022). Assessment of environment effect on yield component in barley (*Hordeum vulgare* L.)

genotypes under rainfed conditions. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 30. 6–14. doi: 10.47414/np.30.2022.268939

17. Kassie, M., Tesfaye, K. (2019). Influence of variety and nitrogen fertilizer on productivity and trait association of malting barley. *Journal of Plant Nutrition*, 42 (10). 1254–1267. doi: 10.1080/01904167.2019.1605380

UDC 631.16:631.527:631.5

Popov, S. I., Kuzmenko, N. V., Hutianskyi, R. A., Hlubokyi, O. M., Mikhalov, I. A. Morphological features and yield of malting spring barley varieties depending on growing conditions.

Grain Crops. 2024. 8 (2). 246–255.

Yuriev Plant Production Institute of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 142 Heroiv Kharkova Ave., Kharkiv, 61060, Ukraine

PrJSC 'AB InBev Efes Ukraine', 30-v Fizkultury St., Kyiv, 03150, Ukraine

Topicality. Increasing demand for malting barley encourages breeders to develop new varieties that combine a high yields and grain quality with resistance to adverse environmental conditions. The introduction of highly adaptive spring barley varieties of both domestic and foreign breeding, which are capable of increasing the realisation of their productivity potential and the stability of grain production, is of great importance today. **Purpose.** To study the formation characteristics of morphological traits, productivity elements and yield attributes of malting spring barley varieties of foreign selection depending on the nutritional background and weather conditions of the year. **Materials and Methods.** The trials were laid out on two nutrition backgrounds: 1 – no fertiliser; 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$. Twelve foreign varieties of malting barley were studied. Laboratory, field, calculation and statistical methods were used. **Results.** It was established that the growth, development and formation of productivity elements of malting spring barley varieties were significantly influenced by the weather conditions of the growing season and the nutritional background. Averaged over the years (2021 and 2023) on the background without fertilizers, the highest number of productive stems was formed by Skyway and Quench varieties (560–580 pcs./m²), and on the fertilized one, by Odyssey, Guzel and Lexy varieties (680–690 pcs./m²) with productive tillering, respectively, 1.8–2.0. BARI, Evgenia and Planet varieties provided the largest number of grains per spike on both backgrounds, from 20.0 to 22.8 pcs. Guzel and Evgenia varieties had the highest grain size, with the 1,000-kernel weight of 47.1–50.0 g on the background without fertilizers, and 50.2–50.7 g, on the fertilized background. The greatest response to fertilisation was observed in Odyssey, Guzel and Lexy varieties, which provided an increase in grain yield of 66.2–76.1% in accordance with biological yield data. Actual yields on the background without fertilisers ranged from 2.43 t/ha (Odyssey) to 3.06 t/ha (Lexy), with an average yield of 2.73 t/ha. At the same time, Lexy Guzel, Evgenia and BARI varieties stood out with yields of 2.83–3.06 t/ha. The maximum increase in grain yields was provided by Odyssey (1.41 t/ha) and Fandaga (1.39 t/ha) varieties on the background of $N_{30}P_{30}K_{30}$. The greatest variety effect (+0.31 t/ha) with a grain yield increase of 8.6 % was observed in Lexy variety, compared to the average yield by varieties (3.30 t/ha). **Conclusions.** Lexy, Evgenia and Guzel varieties can be considered the most suitable for cultivation in the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine, as they produced the highest grain yields and had the most pronounced positive response to fertilisers regardless of the growing conditions.

Key words: *spring barley, malting varieties, fertilisers, yield attributes, productivity, yield*