

DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-8

УДК 633.16:631.527

М. І. ТЕРЛЕЦЬКА, Г. Я. БІЛОВУС, В. І. ПУЩАК, кандидати с.-г. наук

В. Я. ЯРЕМКО, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну

Львівської обл., 81115, e-mail: mari-ter@ukr.net

ОЦІНКА СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗА АДАПТИВНІСТЮ ДО УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В КОНКУРСНОМУ ТА ЕКОЛОГІЧНОМУ СОРТОВИПРОБУВАННІ

Дослідження проводили в 2017–2019 рр. на полях лабораторії селекції зернових та кормових культур в умовах селекційно-насіницької сівозміни Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН у конкурсному та екологічному сортівипробуванні.

Мета нашої роботи полягала у виділенні селекційних генотипів з високими ознаками продуктивності.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel з підрахунком середніх (Z), мінімальних (min), максимальних (max) значень і розмаху варіації (R). Математичну обробку даних урожайності проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим. Для визначення фенотипової стабільності та адаптивного потенціалу сортів ячменю озимого розраховували загальну адаптивну здатність, варіанси специфічної адаптивної здатності та взаємодії генотипу і середовища, коефіцієнт компенсації і селекційну цінність.

У порівняльній оцінці досліджуваних сортів використано метод індексації, за яким ураження рослин хворобами в балах переводять у показники віддаленості від середнього значення для всіх досліджуваних зразків (індекси стійкості).

За ознакою врожайності зерна визначали пластичність (b_i) і стабільність (S_i^2) згідно з S. A. Eberhart і W. A. Russel. Пластичність характеризує коефіцієнт регресії (t_i , в інших дослідників позначається як b або b_i), а стабільність – середньоквадратичне відхилення (варіанса S_i^2 або S^2) фактичних показників від теоретично очікуваних на лінії регресії.

Рівень стійкості до стресу визначали за різницею між мінімальною і максимальною врожайністю ($Y_2 - Y_1$). Він має від'ємне значення, і при більшій його величині стійкість до стресу вважають вищою. Характеристику сортів за стійкістю до стресу доповнює величина $(Y_1 + Y_2) / 2$, яка виражає ступінь відповідності між генотипом сорту і різними факторами середовища.

© Терлецька М. І., Біловус Г. Я.,
Пушак В. І., Яремко В. Я., 2021

Найвищі показники стресостійкості було виявлено в сортів Дністер (-2,12 т/га), Збруч (-1,99 т/га) і Буревій (1,94 т/га). Цей показник має негативне значення: чим він менший, тим вища стійкість генотипу до стресів. Середня врожайність сортів у стресових і нестресових умовах характеризує їх генетичну гнучкість. У наших дослідах високопластичними генотипами інтенсивного типу є сорти з коефіцієнтом регресії від 1,0 до 1,76. До цієї категорії увійшли сорти ячменю озимого Збруч, Дністер, Широколистий, Снігова королева, Буревій, Дев'ятий вал.

Селекційна цінність є комплексним показником, який об'єднує врожайність з рівнем адаптивної здатності генотипу і коливається в межах від 2,30 до 7,07. Вище числове значення показника означає більшу селекційну цінність. У наших дослідженнях за високою селекційною цінністю виділили сорти: Дністер (7,07), Збруч (5,60), Кормовий (4,64), Буревій (4,37), Дев'ятий вал (4,13).

Ключові слова: ячмінь озимий, зразок, сорт, урожайність, кількісна ознака, пластичність, стабільність, рейтинг адаптивності.

Mariia Terletska, Halyna Bilovus, Volodymyr Pushchak, Vasyl Yaremko

Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS

Evaluation of winter barley varieties for adaptability to the environment in competitive and ecological variety testing

The research was conducted in 2017–2019 in the fields of the laboratory of selection of grain and fodder crops in the conditions of selection-seed crop rotation of the Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS in competitive and ecological variety testing.

The aim of our work was to identify breeding genotypes with consistently high characteristics of productivity

Statistical processing of experimental data was performed using Microsoft Excel with the calculation of average (Z), minimum (\min), maximum (\max) values and the magnitude of variation (R). Mathematical processing of yield data was performed by the method of analysis of variance according to Dospekhov B. A.

To determine the phenotypic stability and adaptive potential of winter barley varieties, the total adaptive capacity, variants of specific adaptive capacity and interaction of genotype and environment, compensation coefficient and selection value were calculated.

For comparative evaluation of the studied varieties, the indexing method was used, according to which the estimates of the incidence of diseases are translated into points of distance from the average value for all studied samples (resistance indices).

Various methods were used to establish indicators of ecological plasticity and stability by quantitative characteristics of barley varieties.

Plasticity (b_i) and stability (S_i^2) were determined according to S. A Eberhart and W. A. Russel on the basis of grain yield. Plasticity characterizes the regression coefficient (r_i , in other researchers denoted as b or b_i), and the stability of the

standard deviation (variance of S_i^2 or S^2) of the actual values from the theoretically expected regression line.

The level of resistance to stress is defined as the difference between the minimum and maximum yield (U_2-U_1). It has a negative value and with a larger value, resistance to stress is considered higher. Characteristics of varieties on resistance to stress complements the value $(U_1 + U_2) / 2$, which expresses the degree of correspondence between the genotype of the variety and various environmental factors.

The highest indicators of stress resistance were found in the varieties Dniester (-2.12 t/ha), Zbruch (-1.99 t/ha) and Burevii (1.94 t/ha). This indicator has a negative sign: the smaller it is, the higher the resistance to genotype stress. The average yield of varieties in stressful and non-stressful conditions characterizes their genetic flexibility. In our studies, highly plastic genotypes of the intensive type are considered to be varieties with a regression coefficient from 1.0 to 1.76. This category includes varieties of winter barley Zbruch, Dniester, Broad-leaved, Snow Queen, Burevii, Ninth Shaft.

The index of selection value is a complex indicator that combines yield with the level of adaptive capacity of the genotype and ranges from 2.30 to 7.07. A higher numerical value of the indicator means a great selection value. In our studies, the varieties Dniester (7.07), Zbruch (5.60), Kormovyi (4.64), Burevii (4.37), and the Ninth Shaft (4.13) differed in high selection value.

Key words: winter barley, sample, variety, yield, quantitative trait, plasticity, stability, adaptability rating.

Вступ. Сільське господарство України на фоні погіршення екологічної ситуації має високу чутливість до гідротермічних коливань, які притаманні сучасним кліматичним умовам. Тому на теперішній час важливим є питання адаптації галузі рослинництва до цих змін клімату. Зміна факторів навколишнього середовища вимагає добору сортів і гібридів з високою екологічною адаптивністю, що дозволить поліпшити якість рослинницької продукції. Стабільність врожайності сортів сільськогосподарських культур, зокрема ячменю озимого, за глобальних кліматичних змін є не менш важливою властивістю, ніж їх високий генетичний потенціал продуктивності. Проблема адаптації завжди займала і в майбутньому буде займати ключове місце в селекції, а також у практиці сільськогосподарського виробництва. Адаптивна селекція має на меті створення макросистем культурних рослин, які максимально спрямовані на конкретний біокліматичний потенціал і біотичні фактори [1, 4–6]. Розбіжності, що виникають між потенційною продуктивністю і реальним урожаєм зерна, викликають потребу в більш глибокому вивченні та розвитку теорії і практики селекції, орієнтованої на адаптивність [10].

У зв'язку із змінами клімату система адаптивного рослинництва стає складовою частиною природного виробництва. Замість інтенсивних сортів на поля мають прийти сорти адаптивні, які характеризуються високою екологічною пластичністю, скоростиглістю, конкурентоспроможністю щодо бур'янів і стійкістю до шкідників та хвороб, високою врожайністю, ценотичною сумісністю [13].

Розрізняють широку екологічну адаптивність, пов'язану зі здатністю формувати відносно стабільний урожай у географічно різних екологічних умовах. Іншим типом є вузька адаптація – здатність сорту стабільно забезпечувати врожайність у певних екологічних умовах.

Підбір сортів і гібридів з високою екологічною адаптивністю дозволяє суттєво зменшити залежність агроценозів сільськогосподарських культур від нерегульованих факторів навколишнього середовища і поліпшити якість рослинницької продукції. В Україні почастішали випадки виникнення екстремальних погодних умов на різних етапах органогенезу рослин, що негативно впливає на кількість і якість одержаної продукції. Аналіз кліматичних факторів виявляє стрімкі зміни погодних умов із значними коливаннями температури і кількості опадів, а найбільшим ризиком нестабільності сільськогосподарського виробництва є інтенсивність, тривалість та поширення посух [9, 13]. Культурі ячменю в Україні належить друге місце серед зернових. Його зерно найбільш збалансоване за амінокислотним складом і наближається за кормовими якостями до стандартних консервованих кормів.

Ячмінь озимий має багато позитивних якостей. Зокрема ця культура дає зерно нового врожаю на 10–14 діб раніше за пшеницю озиму, ячмінь ярий та інші культури. Завдяки пливчастості насіння зберігає високу схожість у ґрунті у випадку посухи в осінній період.

Зерно ячменю озимого містить 12 % білка, понад 75 % вуглеводів, 2,1 % жиру. В 1 кг зерна міститься 1,2 к. од. і 100 г перетравного протеїну. Невелика кількість ячменю у складі комбікормів сприяє оздоровленню і підвищенню витривалості великої рогатої худоби. Зерно ячменю є добрим кормом для відгодівлі свиней. До складу білкового комплексу входять понад 20 амінокислот, з яких 8 незамінні [8].

Враховуючи цінні кормові якості зерна ячменю озимого, яке краще збалансоване за амінокислотним складом, ніж зерно пшениці, кукурудзи та інших культур і обумовлює менші витрати на

виробництво одиниці тваринницької продукції, виникає потреба збільшити його виробництво [2].

Мета нашої роботи полягає у тому, щоб виділити селекційні генотипи з стабільно високими ознаками продуктивності.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2017–2019 рр. на полях лабораторії селекції зернових та кормових культур в умовах селекційно-насіниницької сівозміни Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. Предметом досліджень були сорти: Збруч, Жерар, Одеська 67, Novosad 183, Cartel, Naomi, UDS 20618, UDS 20004, Jaidor, Абориген, Михайло, Айвенго, Вавілон, Восход, Ларец, Сіндерелла, Самсон, Зімур, Скарпія, Миронівський 93, Добриня, Дарій, Ясон, Актіон, Оскар, Буревій, Вінтмальт, Highlight, Любомир, Кормовий, Широколистий, Дністер, N5 Ca (M6 x M7), ІД № 1453, Вавілон x HE, 0,05 %, Оброшин x HE, 0,05 %.

Агротехніка вирощування культури – загальноприйнята в зоні досліджень, яка включала попередник – озимі зернові, фон мінерального живлення – $N_{60}P_{60}K_{60}$. Облікова площа дослідної ділянки – 25 м², повторність – чотириразова. Сівбу проводили селекційною сівалкою СКС-6-10, збирання врожаю – комбайном «Сампо-130».

Дослідження проводили згідно з методиками державного сортовипробування [11, 12]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel з підрахунком середніх (\bar{Z}), мінімальних (min), максимальних (max) значень і варіації (V).

За ознакою врожайності зерна визначали пластичність (b_i) і стабільність (S_i^2) згідно з S. A. Eberhart і W. A. Russel [22]. Пластичність характеризує коефіцієнт регресії, а стабільність – середньоквадратичне відхилення фактичних показників від теоретично очікуваних на лінії регресії. Чим менший коефіцієнт регресії, тим нейтральнішою реакцією на мінливість умов вирощування характеризується сорт, а чим більше числове значення, тим більша реакція генотипу на зміну рівня врожайності. Рівень стійкості до стресу визначають як різницю між мінімальною і максимальною врожайністю ($Y_2 - Y_1$). Він має від'ємне значення, і при більшій його величині стійкість до стресу вважають вищою. Характеристику сортів за стійкістю до стресу доповнює величина $(Y_1 + Y_2) / 2$, яка виражає ступінь відповідності між генотипом сорту і різними факторами середовища. Гомеостатичність (Hom) і селекційну цінність визначали за методикою В. В. Хангільдіна [15]. Математичну обробку даних

урожайності проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспеховим [7].

Для порівняння досліджуваних сортів використано метод індексації, за яким оцінки ураженості хворобами в балах переводять у показники віддаленості від середнього значення для всіх досліджуваних зразків (індекси стійкості) [3].

Після дисперсійного аналізу даних урожаю проводили оцінку параметрів екологічної пластичності та стабільності кожного сортозразка. Коефіцієнт регресії (b_i) характеризує середню реакцію сортозразків на зміну умов середовища і дає можливість прогнозувати зміну досліджуваної ознаки в межах наявних у досліді умов. Величина коефіцієнта регресії вказує на норму реакції сортозразків на зміни умов вирощування. В основному b_i має позитивне значення, але може набувати знака мінус під впливом окремих абіотичних або біотичних факторів – вилягання посівів, ураження хворобами і шкідниками. Значення b_i , близьке до нуля, означає те, що сортозразок не реагує на зміну умов вирощування. Коефіцієнт регресії врожайності сортозразків від умов середовища прийнято називати екологічною пластичністю, а дисперсію щодо регресії – стабільністю.

Згідно з методикою Еберхарта – Рассела сума квадратів взаємодії кожного сорту з умовами середовища ділиться на дві частини: лінійний компонент регресії b_i і нелінійну частину, яка визначається середнім квадратичним відхиленням від лінії регресії (S_i^2). Варіанса стабільності ознаки (S_i^2) показує, наскільки надійно сортозразок відповідає тій пластичності за оцінкою коефіцієнта регресії b_i . Встановлено, що підвищення стабільності врожайності сорту супроводжується зменшенням його пластичності S_i^2 .

Кліматичні умови західної частини Лісостепу України є сприятливими для вирощування ячменю озимого. Середньорічна температура повітря становить 7,0–7,5 °С, кількість опадів – 650–700 мм, з яких 70 % випадає в літній період. Оскільки зими переважно м'які з достатнім сніговим покривом, то вимерзання ячменю трапляється рідко. Випадання рослин від низьких температур не перевищує 12 %, однак загрозу несуть тривалі морози нижче 12–15 °С.

За роки досліджень (2017–2019) періоди вегетації ячменю озимого характеризувалися значними перепадами температурного режиму та умов зволоження ґрунту. Зимові місяці відзначалися вищими температурами повітря порівняно з середньобогаторічними: в січні на 0,4 °С, в лютому 4,2 °С. Опадів було менше в січні

(-14,1 мм) і дещо більша кількість – у лютому (на 15,4 мм до середньобагаторічних показників).

Збільшення температури повітря та кількості опадів сприяло розвитку хвороб, зокрема борошнистої роси та плямистостей листя. Ступінь ураження досліджуваних сортозразків різнився і залежав від їх сортових особливостей та погодних умов, які склалися під час вегетації ячменю озимого.

Результати та обговорення. У конкурсному сортовипробуванні найвищу врожайність забезпечили сорти Збруч (3,21 т/га), Широколистий та Кормовий (3,17 та 3,14 т/га) (табл. 1).

1. Урожайність зерна ячменю озимого в конкурсному сортовипробуванні (середнє за 2017–2019 рр.)

Назва зразка	Урожайність зерна, т/га	Відхилення від стандарту	
		т/га	%
Збруч – St	3,21	0,04	1,3
Любомир	2,75	-0,42	-13,2
Кормовий	3,14	-0,03	-0,9
Широколистий	3,17	-	-
Дністер	2,95	-0,22	-6,9
N5 Ca (M6 x M7)	2,85	-0,32	-10,1
ІД № 1453	2,92	-0,25	-7,9
Вавілон	2,41	-0,76	-24,0
Вавілон x HE, 0,05 %	2,69	-0,48	-15,1
Вавілон x HE, 0,5 %	2,51	-0,56	-17,7
Оброшин x HE, 0,05 %	2,89	-0,28	-8,8
Оброшин x HE, 0,5 %	3,02	0,15	-4,7
HP _{0,5}		0,31	10,8

У конкурсному сортовипробуванні 4 сортозразки (Вавілон x HE, 0,5 %, Вавілон x HE, 0,05 %, Любомир, N5 Ca (M6 x M7)) забезпечили продуктивність істотно нижчу за стандарт, а шість – були на рівні.

За результатами аналізу кількісних ознак структури врожаю виявлено досить значну мінливість у сортозразків. Так, довжина колоса коливалася в межах від 6,2 см (зразок Оброшин x HE, 0,05 %) до 8,3 см (сорт Збруч); кількість зерен у колосі – від 39,6 шт. у Вавілон до 55,8 шт. у Кормовий, маса зерна у колосі – від 1,22 г у сорту Оскар до 2,92 г у зразка № 1453 ІД.

Найнижчу масу 1000 зерен було зафіксовано в зразка N5 Ca (M6

х М7) (38,5 г), а максимальний показник (50,5 г) – у сортозразка Вавілон х НЕ, 0,05 %. У 7 сортозразків натурна маса зерна не перевищувала 600 г/л, а найвищий її показник (604 г/л) зафіксували в сорту Оскар (табл. 2).

2. Показники структури врожаю та технологічної якості зерна зразків ячменю озимого в конкурсному сортовипробуванні у 2017–2019 рр.

Сорт, селекційний номер	Довжина, см		Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна у колосі, г	Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л
	стебла	коло-са				
Збруч – St	107,4	8,3	49,5	2,18	47,9	582
Любомир	103,5	6,9	37,4	1,95	38,9	589
Кормовий	114,5	7,5	40,8	2,03	48,8	585
Широколистий	113,2	7,7	41,7	1,72	41,1	592
Дністер	110,2	7,3	35,4	1,42	39,2	600
N5 Ca (M6 x M7)	81,5	5,9	28,0	1,47	38,5	583
ІД № 1453	90,4	6,5	33,7	1,41	41,7	581
Вавілон	91,8	6,5	34,6	1,72	49,5	604
Вавілон х НЕ, 0,05 %	8,7	7,1	39,0	1,88	48,3	565
Вавілон х НЕ, 0,5 %	88,4	5,3	32,4	1,63	50,5	562
Оброшин х НЕ, 0,05 %	80,4	6,2	42,7	1,74	40,7	584
Оброшин х НЕ, 0,5 %	89,8	6,4	38,6	1,61	41,6	564
min	80,4	6,2	28,0	1,41	38,5	562
max	114,5	8,3	49,5	2,18	50,5	604

У наших дослідженнях за ранговою оцінкою вище місце при більшому числовому значенні присуджували таким показникам: врожайність, коефіцієнт регресії, гомеостатичність, селекційна цінність, ефект генотипу, і при меншому числовому значенні: коефіцієнт варіації, варіанса стабільності (табл. 3). Для ранжирування сортів (Z) у межах групи використовували методику непараметричної статистики Дж. У. Снедекора. При обчисленні стресостійкість і генотипну гнучкість не враховували в ранжируванні, щоб уникнути критичного збільшення питомої ваги показників.

В екологічному сортовипробуванні вивчали 12 сортів ячменю озимого з різних ґрунтово-кліматичних зон: Збруч, Кормовий, Широколистий, Дністер, Любомир (Інститут сільського господарства

Карпатського регіону НААН – Західні Лісостеп), Достойний, Снігова королева, Дев'ятий вал, Буревій (Селекційно-генетичний інститут – Степ), Лідер, Гладіатор, Паладін Миронівський (Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН – Центральний Лісостеп).

3. Урожайність і показники адаптивної здатності сортів ячменю озимого в екологічному сортовипробуванні, 2017–2019 рр.

Сорт	Середня врожайність, т/га-Z	Коефіцієнт регресії (b_1)-Z	Варіанса стабільності (S^2)-Z	Ефект генотипу, т/га-Z	Стресостійкість, т/га	Генотипна пластичність, т/га
Збруч	3,71-1	1,68-2	0,05-5	0,35-1	-1,99	4,16
Кормовий	3,03-9	0,54-9	0,31-10	-0,33-10	-0,64	3,03
Широколистий	3,00-11	1,09-5	0,01-4	-0,36-11	-1,28	3,29
Дністер	3,55-4	1,76-1	0,42-12	0,19-4	-2,12	3,91
Достойний	2,99-12	0,53-10	0,31-11	-0,37-12	-1,26	3,30
Снігова королева	3,69-2	1,00-6	0,25-8	0,33-3	-1,45	4,11
Лідер	3,28-10	0,86-7	0,02-7	-0,08-8	-0,98	3,57
Дев'ятий вал	3,61-3	1,59-4	0,07-9	0,25-2	-1,85	4,16
Буревій	3,26-8	1,65-3	0,01-3	-0,10-9	-1,94	3,78
Любомир	3,35-7	0,51-11	0,00-1	-0,01-7	-0,56	3,47
Гладіатор	3,40-6	0,45-12	0,01-2	0,04-6	-0,49	3,49
Паладін Миронівський	3,46-5	0,92-8	0,04-6	0,10-5	-1,04	3,78
Середнє	3,36	1,05	0,12	0,01	-1,30	3,67
min	2,99	0,45	0,00	-0,37	-0,64	3,03
max	3,71	1,76	0,42	0,35	-2,12	4,16
R	0,72	1,31	0,42	0,72	-1,48	1,13

Найвищі показники стресостійкості було виявлено у сортів Дністер (-2,12 т/га), Збруч (-1,99 т/га) і Буревій (-1,94 т/га). Цей показник має негативне значення: чим він менший, тим вища стійкість генотипу до стресів. Середня врожайність сортів у стресових і нестресових умовах характеризує їх генетичну гнучкість. У наших дослідженнях високопластичними генотипами інтенсивного типу є сорти з коефіцієнтом регресії від 1,0 до 1,76. До цієї категорії увійшли

сортів ячменю озимого Збруч, Дністер, Широколистий, Снігова королева, Буревій, Дев'ятий вал (табл. 3).

Одним з важливих показників, що характеризують стійкість рослин до несприятливих факторів середовища, є гомеостаз, який є універсальною властивістю в системі взаємодії генотипу і навколишнього середовища [29, 30]. Гомеостаз – це здатність генотипу звести до мінімуму наслідки впливу несприятливих умов різного походження. Критерієм гомеостатичності сортів можна вважати їх здатність підтримувати варіабельність ознак продуктивності [31, 32]. Високим рівнем гомеостатичності відзначалися сорти Гладіатор (24,46), Паладін Миронівський (21,38), Достойний (20,08), Снігова королева (17,92). Низька гомеостатичність виявилася у сортів Дністер (10,33), Буревій (10,96), які також формували невисокий урожай зерна. Селекційна цінність є комплексним показником, який об'єднує врожайність з рівнем адаптивної здатності генотипу і коливається в межах від 2,30 до 7,07. Вище числове значення показника означає більшу селекційну цінність. У наших дослідженнях високою селекційною цінністю відрізнялися сорти Дністер (7,07), Збруч (5,60), Кормовий (4,64), Буревій (4,37), Дев'ятий вал (4,13) (табл. 4).

4. Рейтинговий розподіл сортів ячменю озимого за адаптивністю і показники мінливості, гомеостатичності і селекційної цінності в екологічному сортовипробуванні

Сорт	Коефіцієнт варіації (V, %)-Z	Гомео- статичність (Ном)-Z	Селекційна цінність (Sc)-Z	Середній ранг	Урожайність/ серед. ранг	Рейтинг
1	2	3	4	5	6	7
Збруч	27,42-10	13,57-9	5,60-2	2,0	1,75	1
Кормовий	21,12-7	14,35-6	4,64-3	4,6	0,78	5
Широколистий	21,67-8	13,85-8	4,01-6	7,5	0,57	6
Дністер	34,37-12	10,33-11	7,07-1	3,7	0,53	7
Достойний	21,07-6	14,19-7	2,30-12	10,6	0,47	8
Снігова королева	20,60-5	17,92-5	3,32-11	6,8	1,07	2

1	2	3	4	5	6	7
Лідер	15,55-1	21,09-4	3,57-10	9,5	0,43	10
Дев'ятий вал	26,87-9	13,44-10	4,13-5	5,7	0,88	4
Буревій	29,75-11	10,96-12	4,37-4	4,6	0,97	3
Любомир	18,36-4	20,08-2	3,75-8	7,4	0,38	11
Гладіатор	17,65-3	24,46-1	3,84-7	10,3	0,45	9
Паладін Миронівський	16,18-2	21,38-3	3,63-9	11,4	0,33	12
Середнє	20,88	19,6	4,2	-	-	-
min	15,55	10,33	2,30	-	-	-
max	34,37	24,46	7,07	-	-	-
R	16,72	14,13	4,77	-	-	-

Завершальним етапом встановлення рейтингу адаптивності генотипу є визначення середнього арифметичного значення рангів за показниками середньої врожайності, коефіцієнта регресії, варіанси стабільності, ефекту генотипу, коефіцієнта варіації, гомеостатичності і селекційної цінності [34, 35]. У підсумковому ранжируванні вищі числові значення будуть відповідати високій адаптивній здатності. Рейтинг адаптивності сортів ячменю озимого майже не відрізняється від показників середнього рангу, свідчить про невеликий вплив продуктивності на загальний рейтинг адаптивності. Кращими за рейтингом адаптивності виявилися сорти Збруч, Дністер, Буревій, Дев'ятий вал.

Висновки. Найвищою врожайністю зерна в середньому за 2017–2019 рр. серед досліджуваних сортозразків ячменю озимого відзначилися сорти Збруч, Кормовий та Широколистий – відповідно 3,21; 3,14; 3,17 т/га. Високим рівнем гомеостатичності продуктивності відзначалися сорти Гладіатор (24,46), Паладін Миронівський (21,38), Достойний (20,08), Снігова королева (17,92). Високою селекційною цінністю відрізнялися сорти Дністер (7,07), Збруч (5,60), Кормовий (4,64), Буревій (4,37), Дев'ятий вал (4,13). Кращими за рейтингом адаптивності виявилися сорти: Збруч, Дністер, Буревій та Дев'ятий вал.

Список використаної літератури

1. Адаптивні особливості генотипів вівса за кількісними ознаками якості зерна / А. Я. Марухняк та ін. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 42–50.
2. Біловус Г. Я., Марухняк А. Я. Екологічне сортовипробування ячменю

References

1. Adaptive features of oat genotypes by quantitative traits of grain quality / A. Ya. Marukhnyak et al. *Seleksiia i nasinnnytstvo*. 2013. Issue 103. P. 42–50.
2. Bilovus H. Ya., Marukhnyak A. Ya. Ecological variety testing of winter barley

- озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 37–50.
3. Ващенко В. В., Шевченко О. О. Адаптивність і стабільність сортів ячменю ярого за показником продуктивності. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2013. № 1 (31). С. 11–15.
4. Влох В. Г., Тучапський О. Р. Ячмінь озимий у Західному регіоні України. Львів, 2004. 72 с.
5. Голозерний овес. Сорт Авгол / А. Я. Марухняк та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 151–159.
6. Гудзенко В. М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. Т. 2, вип. 21. С. 29–34.
7. Доспехов В. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Заяць О. М., Петрина Г. І., Яремко В. Я. Особливості сортів озимого ячменю. *Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник*. 2012. Т. 1. С. 131–132.
9. Лінчевський А. А., Шеремет О. М. Озимий ячмінь. *Озимі зернові культури*. Київ : Урожай, 1993. С. 220–253.
10. Марухняк А. Я., Терлецька М. І., Пурдяк Л. С. Кластерний розподіл генотипів вівса за екологічною адаптивністю кількісних ознак продуктивності. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 77–90.
11. Методика державного випробування сортів на придатність до поширення в Україні : Загальна частина. *Охорона прав на сорти рослин : офіційний бюлетень*. 2003. Вип. 1, ч. 3. 106 с.
12. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин : офіційний бюлетень*. 2003. Вип. 2, ч. 3. 214 с.
- in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2019. Issue 66. P. 37–50.
3. Vashchenko V. V., Shevchenko O. O. Adaptability and stability of spring barley varieties according to the productivity index. *Visnyk Dnipropetrovskoho DAU*. 2013. № 1 (31). P. 11–15.
4. Vlokh V. H., Tuchapskyi O. R. Winter barley in the Western region of Ukraine. Lviv, 2004. 72 p.
5. Naked oats. Variety Avgol / A. Ya. Marukhnyak et al. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2015. Issue 57. P. 151–159.
6. Hudzenko V. M. Selection evaluation of collection samples of winter barley in the Forest-Steppe of Ukraine. *Ahrobiolohiia*. 2014. Vol. 2, Issue 21. P. 29–34.
7. Dospikhov V. A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., reworked and ext. Moscow : Agropromizdat, 1985. 351 p.
8. Zayats O. M., Petryna H. I., Yaremko V. Ya. Features of winter barley varieties. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba : nauk.-prakt. shchorichnyk*. 2012. Vol. 1. P. 131–132.
9. Linchevskyy A. A., Sheremet O. M. Winter barley. *Ozymi zernovi kultury*. Kyiv : Urozhai, 1993. P. 220–253.
10. Marukhniak A. Ya., Terletska M. I., Purdiak L. S. Cluster distribution of oat genotypes by ecological adaptability of quantitative traits of productivity. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2019. Issue 65. P. 77–90.
11. Methods of state testing of varieties for suitability for distribution in Ukraine : General part. *Okhorona prav na sorty rosllyn : ofitsiyniy biuletten*. 2003. Issue 1, part 3. 106 p.
12. Methods of examination and state testing of plant varieties of cereals, cereals and legumes. *Okhorona prav na sorty rosllyn : ofitsiyniy biuletten*. 2003. Issue 2, part 3. 214 p.
13. Moiseieva M. Culture in focus: barley. *Propozytsiia*. 2009. No 4. P. 20–21.

13. Мойсеєва М. Культура у фокусі: ячмінь. *Пропозиція*. 2009. № 4. С. 20–21.
14. Солонечний П. М. Гомеостатичність та селекційна цінність сучасних сортів ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 36–41.
15. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичність і адаптивність сортів озимої пшениці. *Научно-технічний бюллетень ВСГІ*. 1981. Вип. 39. С. 8–14.
16. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel. Москва, 2005. 352 с.
17. Alpha-amylase treatment increases extractable phenolics and antioxidant capacity of oat (*Avena nuda L.*) flour / D. Chen et al. *J. of Cereal Sci.* 2015. V. 65. P. 60–66.
18. Biel W., Jacyno E., Kawecka M. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South Afr. J. of Animal Sci.* 2014. V. 44. P. 189–197.
19. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials / A. Whitehead et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014. V. 100 (6). P. 1413–1421. DOI: 10.3945/ajcn.114.086108.
20. Combining ability for grain chemistry quality traits in a white oat diallelic cross / M. Crestani et al. *Euphytica*. 2012. V. 185 (1). P. 139–156.
21. Daou C., Zhang H. Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Comp. Rev. in Food Sci. and Food Saf.* 2012. V. 11. P. 355–365.
22. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. № 6. P. 36–40.
23. Genotype-by-environment interaction and trait association in two genetic populations of oat / W. Yan et al. *Crop Sci.* 2016. V. 56. P. 1136–1145.
24. Hussein M. A., Bjornstad A., Aasteveit A. H. SAS X ESTAB: A SAS program for computing genotype x environment stability statistics. *Agron. J.* 2000. V. 92. P. 454–459.
25. Milling of Canadian oats and barley for functional food ingredients: Oat bran and barley fibre-rich fractions / M. S. Izydorczyk et al. *Can. J. Plant Sci.* 2014. V. 94. P. 573–586.
14. Solonechnyi P. M. Homeostatic and selection value of modern varieties of spring barley. *Seleksiia i nasimnystvo*. 2013. Issue 103. P. 36–41.
15. Hangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostaticity and adaptivity of winter wheat varieties. *Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VSGI*. 1981. Issue 39. P. 8–14.
16. Yakovlev V. B. Statistics. Calculations in Microsoft Excel. Moscow, 2005. 352 p.
17. Alpha-amylase treatment increases extractable phenolics and antioxidant capacity of oat (*Avena nuda L.*) flour / D. Chen et al. *J. of Cereal Sci.* 2015. Vol. 65. P. 60–66.
18. Biel W., Jacyno E., Kawecka M. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South Afr. J. of Animal Sci.* 2014. Vol. 44. P. 189–197.
19. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials / A. Whitehead et al. *Am. J. Clin. Nutr.* 2014. Vol. 100 (6). P. 1413–1421. DOI: 10.3945/ajcn.114.086108.
20. Combining ability for grain chemistry quality traits in a white oat diallelic cross / M. Crestani et al. *Euphytica*. 2012. Vol. 185 (1). P. 139–156.
21. Daou C., Zhang H. Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Comp. Rev. in Food Sci. and Food Saf.* 2012. Vol. 11. P. 355–365.
22. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. No 6. P. 36–40.
23. Genotype-by-environment interaction and trait association in two genetic populations of oat / W. Yan et al. *Crop Sci.* 2016. Vol. 56. P. 1136–1145.
24. Hussein M. A., Bjornstad A., Aasteveit A. H. SAS X ESTAB: A SAS program for computing genotype x environment stability statistics. *Agron. J.* 2000. Vol. 92. P. 454–459.
25. Milling of Canadian oats and barley for functional food ingredients: Oat bran and barley fibre-rich fractions / M. S. Izydorczyk et al. *Can. J. Plant Sci.* 2014. Vol. 94. P. 573–586.

26. Mohebodini M., Dehghani H., Sabagpour S. H. Stability of performance in lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes in Iran. *Euphytica*. 2006. V. 149. P. 343–352.
27. Mohhamadi R., Pourdad S. S., Amri A. Grain yield stability of spring sunflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Aust. J. Agric. Res.* 2008. V. 59. P. 546–553.
28. Naked oats for improving human nutrition: genetic and agronomic variability of grain bioactive components / R. Redaelli et al. *Crop Sci.* 2009. V. 49. P. 1431–1437.
29. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods : a review / P. Rasane et al. *J. of Food Sci. and Tech.* 2013. V. 52. P. 662–675.
30. Oats as a functional food : a review / W. S. Ahmad et al. *Univer. J. of Pharm.* 2014. V. 3. P. 14–20.
31. Oat: unique among the cereals / M. S. Butt et al. *Eur. J. of Nutr.* 2008. V. 46. P. 68–79.
32. Othaman R. A., Moghadasian M. H., Jones P. J. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr. Rev.* 2011. № 69 (6). P. 299–309.
33. Peltonen-Sainio P. Productive oat ideotype for northern growing conditions. *Euphytica*. 1991. V. 54. P. 27–32.
34. Wood P. Oat and rye β -glucan: properties and function. *Cereal Chem.* 2010. V. 87. P. 315–330.
35. Zhy F., Du B., Xu B. A critical review on production and industrial application of beta-glucan. *Food Hydrocol.* 2016. V. 52. P. 275–288.
36. Zute S., Berga L., Vicupe Z. Variability in endosperm β -glucan content of husked and naked oat genotypes. *Acta Biol. Universit. Daugavpil.* 2011. № 11 (2). P. 192–200.
26. Mohebodini M., Dehghani H., Sabagpour S. H. Stability of performance in lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes in Iran. *Euphytica*. 2006. Vol. 149. P. 343–352.
27. Mohhamadi R., Pourdad S. S., Amri A. Grain yield stability of spring sunflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Aust. J. Agric. Res.* 2008. Vol. 59. P. 546–553.
28. Naked oats for improving human nutrition: genetic and agronomic variability of grain bioactive components / R. Redaelli et al. *Crop Sci.* 2009. Vol. 49. P. 1431–1437.
29. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods : a review / P. Rasane et al. *J. of Food Sci. and Tech.* 2013. Vol. 52. P. 662–675.
30. Oats as a functional food : a review / W. S. Ahmad et al. *Univer. J. of Pharm.* 2014. Vol. 3. P. 14–20.
31. Oat: unique among the cereals / M. S. Butt et al. *Eur. J. of Nutr.* 2008. Vol. 46. P. 68–79.
32. Othaman R. A., Moghadasian M. H., Jones P. J. Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr. Rev.* 2011. No 69 (6). P. 299–309.
33. Peltonen-Sainio P. Productive oat ideotype for northern growing conditions. *Euphytica*. 1991. Vol. 54. P. 27–32.
34. Wood P. Oat and rye β -glucan: properties and function. *Cereal Chem.* 2010. Vol. 87. P. 315–330.
35. Zhy F., Du B., Xu B. A critical review on production and industrial application of beta-glucan. *Food Hydrocol.* 2016. Vol. 52. P. 275–288.
36. Zute S., Berga L., Vicupe Z. Variability in endosperm β -glucan content of husked and naked oat genotypes. *Acta Biol. Universit. Daugavpil.* 2011. No 11 (2). P. 192–200.

Отримано 15.01.2021