УДК 635.65:631.527 (477.4) (043)
DOI:10.37128/2707-5826-2025-3-12

СЕЛЕКЦІЯ НА ПОСУХОСТІЙКІСТЬ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ННВК «ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ КОНСОРЦІУМ» (УЛАДОВО-ЛЮЛИНЕЦЬКА ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНА СТАНЦІЯ)

***О.В. МАЗУР**, кандидат с.-г. наук, доцент, Вінницький національний аграрний університет*
***Ю.Ю. БРАНІЦЬКИЙ**, директор Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, кандидат с-г. наук, ст. викладач*

У статті проведено диференціацію сортів квасолі звичайної за рівнем урожайності у різних за гідротермічним режимом роки за рядом індексів, які характеризують стійкість зразків до посухи, а також зроблено ідентифікацію за різними індексами генотипів з високим та низьким рівнями прояву стійкості до посухи. До основних переваг методу оцінки посухостійкості за використання індексів відносять доступність необхідних даних, можливість вивчення значного обсягу набору сортів, простота розрахунків та визначення в одиницях найважливішої агрономічної характеристики – урожайності.

Кращими за індексами толерантності до посухи (TOL) виявилися сорти квасолі звичайної Місцева біла – 0,31, Місцева зелена – 0,37, Лібра − 0,38, Козачки – 0,48 т/га.

У результаті експериментальних досліджень виділено ряд кращих сортів квасолі звичайної з високими рівнями стійкості до посухи за комплексом індексів: Місцева зелена і Лібра за індексами – Ys, Yp, MP, TOL, YRR, SSI, SSPI, YSI, DI, RDI, ISR; Гігантелла і Мармурова – Ys, Yp, MP, YI, GMP, HMP, STI, DI, RDI, із формуванням високого рівня урожайності, як за сприятливих так і несприятливих умов;

Застосування у селекційній практиці виділених кращих сортів квасолі звичайної за допомогою селекційних індексів дозволить отримати вихідний матеріал для синтетичної селекції при створенні нових урожайних та посухостійких сортів. Окрім того, для селекційної практики рекомендуємо застосовувати вивчені нами індекси для ідентифікації селекційного матеріалу на посухостійкість і урожайність за вирощування його у різних гідротермічних умовах.

Застосування виділеного селекційного матеріалу буде слугувати формуванню робочої колекції сої за стійкістю до посухи та підвищеної урожайності за сприятливих і несприятливих гідротермічних умов вирощування.

***Ключові слова**: квасоля звичайна, селекційні індекси, урожайність, посухостійкість, стрес.*

Табл. 5., Літ. 20.

За результатами досліджень Н.С. Єрмоленко [1], в останні роки 20-го століття все частіше відмічаються посушливі періоди, як на території України, так і у Європі, тому значної актуальності має селекція на посухостійкість [2].

Стійкість рослин до посухи залежить від їх стадії розвитку, тривалості стресу та його ступеня, а також сортових особливостей [3]. Науковці із CIMMYT запропонували під поняттям посухостійкості розуміти здатність рослин різних сортів формувати неоднаковий рівень урожайності, що залежить від генотипу сорту [4].

Саме створення адаптивних сортів дозволить забезпечити зростання урожайності або реалізацію його сталого рівня за дефіциту опадів [5].

Прямі методи оцінки посухостійкості є затратним і трудомістким завданням тому застосування непрямих методів оцінки у селекційній практиці, у тому числі лабораторних методів оцінки стійкісних показників рослин за проходженням фізіологічних процесів, морфологічними ознаками та біохімічними показниками є актуальним. Ця оцінка передбачає вивчення не самої стійкості, яка проявляється за дефіциту вологи, а вивчення будь-якої іншої властивості, яка має тісний зв’язок із цією ознакою. Для цього застосовується велика кількість непрямих методів оцінки у селекції на посухостійкість [5].

Прямий метод оцінки посухостійкості сортів передбачає проведення визначення рівня урожайності в умовах посухи. Для ідентифікації посухостійких сортів за умов польового досліду передбачено проведення оцінки рівня урожайності за умов стресу та оптимальних умов, а також наявність стійкості і сприятливості сортів до дефіциту опадів[6]. Застосування цього методу передбачає проведення порівняльної оцінки рівня урожайності за оптимальних умов і умов стресу [7].

Ефективним методом із вивчення стійкості сортів до посухи є індексний метод оцінки посухостійкості, який базується на проведенні диференціації сортів за стійкістю і чутливістю їх до водного стресу. Визначення рівня втрат урожаю за умов посухи порівняно із оптимальними умовами дозволяє проводити добір посухостійких сортів [8]. Ці показники, які оцінюють показники втрат рівня урожайності рослин за умов дефіцити вологи порівняно зі оптимальним вологозабезпеченням. Встановлення індексів посухостійкості за умов дефіциту опадів та високих температур дозволяє встановити адаптивність сортів та визначити придатність їх поширення у тих чи інших едафон-кліматичних умовах. У науковій літературі зустрічається велика кількість індексів посухостійкості, які мають широке застосування у різних культур. Об’єктами досліджень є відмінності сортів за показниками селекційних індексів їх кількісні показники та генетична природа їх походження [8].

Необхідно відмітити, що визначення посухостійкості за допомогою встановлення індексів передбачає встановлення урожайності сорту за умов дефіциту опадів та високих температури і за оптимального вогозабезпечення, а також визначення середніх показників рівня урожайності в умовах посухи та достатнього вологозабезпечення. Середні показники рівня урожайності різних сортів застосовують для визначення умов середовища, а також інтенсивності посухи, а рівень урожайності окремих сортів визначають реакцію їх та встановлення диференціації на дію посухи [2].

Мета досліджень полягала у виділенні кращих сортів квасолі звичайної за допомогою селекційних індексів для формування вихідного матеріалу синтетичної селекції при створенні нових урожайних та посухостійких сортів.

Умови та методика проведення досліджень. Дослідження проводилися в умовах ННВК «Всеукраїнський науково-начальний консорціум» Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції, що розташовані в центральній частині Вінницької області. Сівбу здійснювали за температурного режиму ґрунту 10–12°С на глибині загортання насіння. Загальна площа дослідних ділянок становила – 1,35 м², а облікова – 1,0 м².

Аналіз стійкості сортів квасолі звичайної до стресових умов проводили за показниками 14 різних індексів посухостійкості: MP, TOL, YRR, SSI, SSPI, YSI, YI, GMP, HMP, STI, DI, RDI, ATI, ISR.

Урожайність та посухостійкість визначали з застосуванням різних індексів [9-17]:

$MP=\frac{Yp+Ys}{2}$, Rosielle and Hamblin (1981) (1)

де MP – середня врожайність,

Yp – урожайність за оптимальних умов;

Ys − урожайність за стресових умов.

$TOL= Yp – Ys$, Rosielle and Hamblin (1981) (2)

де TOL – індекс толерантності до посухи.

$YRR = 1–Ys/Yp$ Golestani-Araghi S., Assad M.T. (1998) (3)

де YRR − індекс зниження урожайності.

$SSI = (1–Ys/Yp)/(1–\bar{Y}s/\bar{Y}p)$, Fisher and Maurer, (1978) (4)

$\bar{Y}s$ − середня врожайність усіх сортів за стресових умов,

$\bar{Y}p$ − середня врожайність усіх сортів за оптимальних умов.

$SSPI = [(Yp-Ys)/2\bar{Y}p]\times100\%$, Moosavi et al. (2007) (5)

де SSPI − відсотковий індекс сприйнятливості до стресу.

$YSI = Ys/Yp$, Bouslama and Schapaugh (1984) (6)

де YSI − індекс стабільності урожаю.

$YI = Ys/\bar{Y}s\times100\%$, Gavuzzi et al. (1997); Lin et al. (1986) (7)

YI − індекс урожайності.

$GMP = \sqrt{(Yp\times Ys)}$, Fernandez (1992) (8)

GMP − середнє геометричне урожайності.

$HMP = 2(Yp\times Ys)/(Yp+Ys)$, Kristin et al. (1997); Chakherchaman et al. (2009); Jafari et al. (2009) (9)

HMP − – гармонічна середня продуктивність.

$STI = (Yp\times Ys)/(\bar{Y}p)^2$, Fernandez (1992) (10)

де STI – індекс толерантності до стресу.

$DI = [Ys×(Ys/Yp)]/ \bar{Y}s$, Lan (1998) (10) (11)
де DI – індекс посухостійкості.
$RDI = (Ys/Yp)/(\bar{Y}s/\bar{Y}p)$, Fischer and Maurer (1978) (12)
де RDI – відносний індекс посухи.
$ATI = [(Yp-Ys)/(\bar{Y}p/\bar{Y}s)]×[\sqrt{(Yp×Ys)}]$, Moosavi et al. (2007) (13)
де ATI − індекс абіотичної толерантності.

$ISR= (Yp×Ys)/ [(Yp-Ys) ×(1–Ys/Yp)]$, Тищенко А.В., Тищенко О.Д. (14)

Люта Ю.О. (2021)

де ISR − індекс стійкості до стресу.

Результати експериментальних досліджень. У селекції квасолі звичайної важливим є не лише висока стійкість рослин до посухи, а й спроможність генотипів формувати високу урожайність в умовах стресу.

Показники середньої урожайності кожного генотипу (MP) вказують на її реалізацію, як у сприятливих так і несприятливих умовах за гідротермічним режимом вирощування. Таким чином, максимальні середні значення (MP) є індикаторами, як високої урожайності, так і стійкісних показників до несприятливих гідротермічних умов вирощування. За цим індексом виділено сорти квасолі звичайної (Табл. 1): Гігантелла – 3,14, Мармурова – 2,74, Місцева зелена – 2,56, Лібра – 2,50 т/га. Отже, ці сорти забезпечували високі стійкісні показники до несприятливих гідротермічних умов вирощування, що сприяло формуванню максимального рівня їх урожайності, як за несприятливих так і сприятливих умов вирощування.

Таблиця 1

Відмінності сортів квасолі звичайної за індексами зниження урожайності (YRR), чутливості до посухи (SSI), схильності до стресу (SSPI) та індексом стабільності врожаю (YSI)

Назва	Урожайність, т/га				Індекси			
	Ys	Yp	MP	TOL	YRR	SSI	SSPI	YSI
Гігантелла	2,82	3,45	3,14	0,63	0,18	0,87	13,1	0,82
Мармурова	2,42	3,05	2,74	0,63	0,21	0,98	13,1	0,79
Місцева зелена	2,37	2,74	2,56	0,37	0,14	0,64	7,7	0,86
Лібра	2,31	2,69	2,50	0,38	0,14	0,67	7,9	0,86
Козачки	2,07	2,55	2,31	0,48	0,19	0,89	9,9	0,81
Готіка	1,81	2,34	2,08	0,53	0,22	1,08	10,9	0,77
Білозірка	1,63	2,23	1,93	0,60	0,27	1,28	12,4	0,73
Онікс	1,20	1,83	1,52	0,63	0,34	1,64	13,1	0,66
Місцева біла	0,53	0,84	0,69	0,31	0,37	1,76	6,4	0,63
Середнє	1,91	2,41	2,16	0,51				
V,%	37,0	31,2	33,6	25,1				
$LSD_{0.05}$	0.11	0.14	0.13	0.12				

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Індекс толерантності до посухи (TOL), індекс зниження урожайності (YRR), індекс чутливості до посухи (SSI), індекс схильності до стресу (SSPI)

враховують втрату урожайності за умов дефіцити вологи, перший та другий індекси представлені у абсолютних значеннях, третій індекс – у відсотках.

Кращими за індексами толерантності до посухи (TOL) виявилися сорти квасолі звичайної Місцева біла – 0,31, Місцева зелена – 0,37, Лібра − 0,38, Козачки – 0,48 т/га Нижчі значення показників індексів зниження урожайності (YRR), чутливості до посухи (SSI), схильності до стресу (SSPI) відмічено у сортів квасолі звичайної, які за рівнем формування урожайності забезпечили середні значення, і забезпечили найменшу втрату урожайності за несприятливих гідротермічних умов вирощування. До них віднеслися сорти квасолі звичайної: Місцева зелена – 0,14; 0,64 т/га та 7,7%; Лібра – 0,14; 0,67 т/га і 7,9%; Козачки – 0,19; 0,89 т/га і 9,9%, відповідно. За індексом стабільності врожаю (YSI), тобто відношенню рівня урожайності за умов стресу до рівня урожайності у сприятливих умовах, із мінливістю від 0,63 до 0,86. Ці сорти квасолі звичайної забезпечили найвищі індекси стабільності врожайності, зокрема Місцева зелена – 0,86; Лібра – 0,86%; Козачки – 0,81, а також сорт Гігантела – 0,82.

Окрім того, у цих зразків відмічено найнижчі показники індексу толерантності до посухи (TOL), тобто вони найменше знижували урожайність під впливом посухи.

Окрім того, під час вивчення індексів посухостійкості кукурудзи A. Moghaddam et al. [18] заявили, що низький індекс толерантності (TOL) не обов'язково означає високу врожайність сорту за стресових умов, тому що врожайність певного сорту може бути низькою в оптимальних умовах і показати менше зниження її під час стресу.

Оцінка сортів квасолі звичайної за селекційними індексами зниження урожайності (YRR), чутливості до посухи (SSI) та стабільності врожаю (YSI) забезпечила найбільш синхронне виділення селекційної цінності сортів за посухостійкістю, що дозволить цілеспрямовано та комплексно застосовувати вказані індекси у селекції на посухостійкість.

Індекс урожайності (YI), середня геометрична врожайність (GMP) і гармонійна продуктивність (HMP) вказують на урожайність конкретного сорту за несприятливих умов вирощування порівняно із середньою урожайністю сортів, які досліджуються у цих умовах, однак розраховуються вони за застосування різних формул [19] (Таблиця 2).

За цими індексами виділилися сорти Гігантелла із показниками 147,9, 3,12, 3,10; Мармурова – 126,9, 2,72, 2,69; Місцева зелена – 124,3, 2,55, 2,54; Лібра – 121,2, 2,49, 2,49; Козачки – 108,6, 2,29, 2,29. У результаті досліджень встановлено, що ці індекси найбільш повно характеризують стійкість зразків до посухи і забезпечують найвищий рівень урожайності в несприятливих гідротермічних умовах: Гігантелла – 2,82; Мармурова – 2,42; Місцева зелена – 2,37; Лібра – 2,31 т/га.

Таблиця 2

Виділені кращі зразки сої за індексами урожайності (YI), середньої геометричної врожайності (GMP), гармонійної продуктивності (HMP), індексу толерантності до стресу (STI)

Назва	Урожайність, т/га				Індекси			
	Ys	Yp	MP	TOL	YI	GMP	HMP	STI
Гігантелла	2,82	3,45	3,14	0,63	147,9	3,12	3,10	1,67
Мармурова	2,42	3,05	2,74	0,63	126,9	2,72	2,69	1,27
Місцева зелена	2,37	2,74	2,56	0,37	124,3	2,55	2,54	1,11
Лібра	2,31	2,69	2,50	0,38	121,2	2,49	2,49	1,07
Козачки	2,07	2,55	2,31	0,48	108,6	2,29	2,29	0,91
Готіка	1,81	2,34	2,08	0,53	94,9	2,06	2,04	0,73
Білозірка	1,63	2,23	1,93	0,60	85,5	1,91	1,88	0,62
Онікс	1,20	1,83	1,52	0,63	62,9	1,48	1,45	0,38
Місцева біла	0,53	0,84	0,69	0,31	27,8	0,67	0,65	0,08
Середнє	1,91	2,41	2,16	0,51				
V,%	37,0	31,2	33,6	25,1				
$LSD_{0.05}$	0.11	0.14	0.13	0.12				

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Індекс толерантності до стресу (STI) із діапазоном мінливості від 0,08 до 1,67 характеризує здатність генотипу формувати стабільний рівень урожайності незалежно від стресових чинників.

C.J. Fernandez [9] та J. Saba et al. [20] рекомендують застосовувати індекс толерантності до стресу (STI) для скринінгу високоврожайних генотипів в умовах стресу та його відсутності, а також використовувати його в селекційних програмах. За цим показником виділилися сорти: Гігантелла – 1,67, Мармурова – 1,27, Місцева зелена – 1,11, Лібра – 1,07, Козачки – 0,91. Застосування одночасно селекційних індексів урожайності (YI) і гармонійної продуктивності (HMP) забезпечила у синхронній послідовності розташування зразків сої за їх селекційною цінністю стійкості до посухи.

За індексом посухостійкості (DI), який застосовується для визначення генотипів з високою врожайністю як за несприятливих умов (Табл.3), так і оптимальних та відносного індексу посухостійкості (RDI) який є достовірним показником для визначення стресостійкості сортів виділилися сорти квасолі звичайної Гігантелла – 1,21 і 1,03; Місцева зелена – 1,08 та 1,09; Лібра – 1,04 і 1,09 та Мармурова – 1,0 і 1,0, відповідно. Необхідно відмітити, що ці сорти забезпечували найвищий рівень урожайності за несприятливих гідротермічних умов вирощування: Гігантелла – 2,82; Мармурова – 2,42; Місцева зелена – 2,37; Лібра – 2,31; Козачки − 2,07 т/га, відповідно. Також відмічено, що сорти сої, які відзначилися високим відносним індексом посухи (RDI) також характеризувалися низькою втратою урожайності під впливом посухи в абсолютних значеннях (TOL). Зокрема, сорти: Місцева зелена – 1,09 і 0,37 та Лібра – 1.09 і 0,38.

Таблиця 3

Виділені кращі зразки сої за індексами посухостійкості (DI), відносної посухостійкості (RDI)

Назва	Урожайність, т/га				Індекси	
	Ys	Yp	MP	TOL	DI	RDI
Гігантелла	2,82	3,45	3,14	0,63	1,21	1,03
Мармурова	2,42	3,05	2,74	0,63	1,0	1,00
Місцева зелена	2,37	2,74	2,56	0,37	1,08	1,09
Лібра	2,31	2,69	2,50	0,38	1,04	1,09
Козачки	2,07	2,55	2,31	0,48	0,88	1,03
Готіка	1,81	2,34	2,08	0,53	0,73	0,98
Білозірка	1,63	2,23	1,93	0,60	0,62	0,93
Онікс	1,20	1,83	1,52	0,63	0,41	0,83
Місцева біла	0,53	0,84	0,69	0,31	0,18	0,79
Середнє	1,91	2,41	2,16	0,51		
V,%	37,0	31,2	33,6	25,1		
$LSD_{0.05}$	0.11	0.14	0.13	0.12		

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Втрата урожайності у цих сортів виявилася найменшою серед представлених сортів квасолі звичайної.

Індекс абіотичної толерантності (ATI) змінювався від 0,16 до 1,55. Найвищі показники цього значення ми пов’язуємо у одних сортів із максимальним рівнем урожайності за сприятливих умов вирощування, а у інших сортів із максимальним рівнем урожайності за несприятливих умов вирощування (Табл. 4).

Таблиця 4

Виділені кращі зразки сої за індексом абіотичної толерантності (ATI)

Назва	Урожайність, т/га				Індекс
	Ys	Yp	MP	TOL	ATI
Гігантелла	2,82	3,45	3,14	0,63	1,55
Мармурова	2,42	3,05	2,74	0,63	1,35
Місцева зелена	2,37	2,74	2,56	0,37	0,74
Лібра	2,31	2,69	2,50	0,38	0,75
Козачки	2,07	2,55	2,31	0,48	0,87
Готіка	1,81	2,34	2,08	0,53	0,86
Білозірка	1,63	2,23	1,93	0,60	0,90
Онікс	1,20	1,83	1,52	0,63	0,74
Місцева біла	0,53	0,84	0,69	0,31	0,16
Середнє	1,91	2,41	2,16	0,51	
V,%	37,0	31,2	33,6	25,1	
$LSD_{0.05}$	0.11	0.14	0.13	0.12	

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Найвищі показники індексу абіотичної толерантності відмічено у сортів квасолі звичайної: Гігантелла – 1,55, а високий рівень урожайності за сприятливих – 3,45 т/га, так і несприятливих умов вирощування – 2,82 т/га. У сортів Мармурова – 1,35.

На нашу думку, індекс абіотичної толерантності (ATI) характеризує сорти квасолі звичайної як за кращих так і гірших умов їх вирощування.

Виходячи з результатів дослідження нами вирахувано індекс стійкості до стресу (ISR), який, характеризує сорти квасолі звичайної за стійкістю до стресу не лише за меншою різницею врожайності за гірших та кращих умов, а й ураховує формування високого рівня урожайності під час стресу (Табл. 5).

Таблиця 5

Виділені кращі зразки сої за індексом стійкості до стресу (ISR)

Назва	Урожайність, т/га				Індекс
	Ys	Yp	MP	TOL	ISR
Гігантелла	2,82	3,45	3,14	0,63	84,56
Мармурова	2,42	3,05	2,74	0,63	56,72
Місцева зелена	2,37	2,74	2,56	0,37	129,97
Лібра	2,31	2,69	2,50	0,38	115,75
Козачки	2,07	2,55	2,31	0,48	58,42
Готіка	1,81	2,34	2,08	0,53	35,28
Білозірка	1,63	2,23	1,93	0,60	22,51
Онікс	1,20	1,83	1,52	0,63	10,12
Місцева біла	0,53	0,84	0,69	0,31	3,89
Середнє	1,91	2,41	2,16	0,51	
V,%	37,0	31,2	33,6	25,1	
$LSD_{0.05}$	0.11	0.14	0.13	0.12	

Джерело: сформовано за результатами власних досліджень

Таким чином, сорти квасолі звичайної, у яких відмічено найвищі значення індексу стійкості до стресу (ISR) характеризувалися найменшою втратою урожайності за вирощування їх у несприятливих умовах вирощування порівняно із вирощуванням їх за оптимальних гідротермічних умов.

Так найвищі значення індексу стійкості до стресу (ISR) відмічено у сортів квасолі звичайної Місцева зелена – 129,97, із втратою урожайності за несприятливих умов вирощування – 0,37 т/га, Лібра – 115,75, із втратою урожайності за гірших умов вирощування – 0,38 т/га.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті експериментальних досліджень виділено ряд кращих сортів квасолі звичайної з високими рівнями стійкості до посухи за комплексом індексів: Місцева зелена і Лібра за індексами – Ys, Yp, MP, TOL, YRR, SSI, SSPI, YSI, DI, RDI, ISR; Гігантелла і Мармурова – Ys, Yp, MP, YI, GMP, HMP, STI, DI, RDI, із формуванням високого рівня урожайності, як за сприятливих так і несприятливих умов;

Застосування у селекційній практиці виділених кращих сортів квасолі звичайної за допомогою селекційних індексів дозволить отримати вихідний матеріал для синтетичної селекції при створенні нових урожайних та посухостійких сортів. Окрім того, для селекційної практики рекомендуємо застосовувати вивчені нами індекси для ідентифікації селекційного матеріалу на посухостійкість і урожайність за вирощування його у різних гідротермічних умовах.

Список використаної літератури

1. Єрмоленко Н.С., Хохлов В.М. Порівняння просторово-часових характеристик посух в Україні на початку та наприкінці XX сторіччя. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2012. №10 С.65–72.

2. Chernobai L.N., Ponurenko S.G., Sikalova O.V. Evaluation of stability for maize genotype characteristics by drought tolerance indices under different hydrothermal conditions. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. 2016. Vol. 8. № 6. P. 69–75.

3. Beltrano J., Marta G.R. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscularmycorrhizal fungus *Glomusclaroideum*: Effect on growth and cell membrane stability. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 2008. Vol. 20. № 1. P. 29–37. https://doi.org/10.1590/S1677-04202008000100004

4. Ribaut J.M., Poland D. Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited environments. *A Strategic Planning Workshop held at CIMMYT*. 1999. 180 p.

5. Васильківський С.П., Гудзенко В.М., Кочмарський В.С., Кириленко В.В. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2017. Т. 21. С. 47–51.

6 Talebi R., Fayaz F., Naji A. M. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *General and Applied Plant Physiology*. 2009. Vol. 35. № ½. P. 64–74.

7. Mehraban A., Tobe A., Gholipouri A., Amiri E., Ghafari A., Rostaii M. Evaluation of drought tolerance indices and yield stability of wheat cultivars to drought stress in different growth stage. *World Journal of Environmental Biosciences*. 2018. Vol. 7. Issue 1. P. 8–14.

8. Fernandez G.C.J. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Aug. 13–16, Shanhua, Taiwan, 1992. P. 257–270.

9. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981. Vol. 21. № 6. P. 943–946. DOI : http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x.

10. Golestani-Araghi S., Assad M.T. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*. 1998. Vol. 103. № 3. P. 293–299. DOI:10.1023/A:1018307111569

11. Fisher R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29. № 5. P. 897–912. DOI: http://dx.doi.org/10.1071/AR9780897.

12. Moosavi S.S., Yazdi Samadi B., Naghavi M.R, Zali A.A, Dashti H., Pourshahbazi A. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert (Biaban)*. 2008. Vol. 12. № 2. P. 165–178.

13. Bouslama M., Schapaugh W.T. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24. № 5. С. 933–937. DOI: https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x.

14. Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M., Campanile R. G., Ricciardi G. L., Borgh B. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. 1997. Vol. 77. № 4. P. 523–531. DOI:10.4141/P96-130.

15. Kristin A.S., Serna R.R., Perez F.I., Enriquez B.C., Gallegos J.A.A., Vallego P.R., Wassimi N., Kelly J.D. Improving common Bean performance under drought stress. *Crop Science*. 1997. Vol. 37. № 1. P. 43–50. DOI:10.2135/cropsci1997.0011183X003700010007x.

16. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.

17. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О. Оцінка генотипів люцерни за насіннєвою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. № 120. С. 157-164. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21.

18. Moghaddam A., Hadizadeh M.H. Response of corn (*Zea mays* L.). Hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. J. *Seed and plant improvement*. 2002. Vol. 18, Issue 3. P. 255–275. DOI: 10.22092/SPIJ.2017.110741.

19. Пикало С.В., Демидов О.А., Юрченко Т.В., Хоменко С.О., Гуменюк О.В., Харченко М.В. Індексний підхід для добору посухостійких сортів пшениці в умовах нестійкого клімату. Екологічні науки. 2020. № 2 (29). Т. 2. С. 157-164. DOI: https://doi.org/10.32846/2306- 9716/2020.eco.2-29.2.24.

20. Saba J., Moghaddam M., Ghassemi K. and Nishabouri M.R. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol*. 2001. Vol. 3. P. 43–49.

Список використаної літератури у транслітерації

1. Iermolenko N.S., Khokhlov V.M. (2012). Porivniannia prostorovo-chasovykh kharakterystyk posukh v Ukraini na pochatku ta naprykintsi KhKh storichchia [Comparison of spatial-temporal characteristics of droughts in Ukraine at

the beginning and at the end of the twentieth century]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal − Ukrainian Hydrometeorological Journal*. №10. 65–72. [in Ukrainian].

2. Chernobai L.N., Ponurenko S.G., Sikalova O.V. (2016). Evaluation of stability for maize genotype characteristics by drought tolerance indices under different hydrothermal conditions. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*. Vol. 8. № 6. P. 69–75. [in English].
3. Beltrano J., Marta G.R. (2008). Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscularmycorrhizal fungus *Glomusclaroideum*: Effect on growth and cell membrane stability. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. Vol. 20. № 1. P. 29–37. https://doi.org/10.1590/S1677-04202008000100004[in English].
4. Ribaut J.M., Poland D. (1999). Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited environments. *A Strategic Planning Workshop held at CIMMYT*. 180 p. [in English].
5. Vasylkivskyi S.P., Hudzenko V.M., Kochmarskyi V.S., Kyrylenko V.V. (2017). Realizatsiia potentsialu sortiv zernovykh kultur – shliakh vyrishennia prodovolchoi problemy [*The realization of the potential of grain varieties is a way to solve the food problem*]. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv − Factors of experimental evolution of organisms*. Vol. 21. 47–51. [in Ukrainian].
6. Talebi R., Fayaz F., Naji A.M. (2009). Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *General and Applied Plant Physiology*. Vol. 35. № ½. P. 64–74. [in English].
7. Mehraban A., Tobe A., Gholipouri A., Amiri E., Ghafari A., Rostaii M. (2018). Evaluation of drought tolerance indices and yield stability of wheat cultivars to drought stress in different growth stage. *World Journal of Environmental Biosciences*. Vol. 7. Issue 1. P. 8–14. [in English].
8. Fernandez G.C.J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Aug. 13–16, Shanhua, Taiwan, P. 257–270. [in English].
9. Rosielle A.A., Hamblin J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. Vol. 21. № 6. P. 943–946. DOI : http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x. [in English].
10. Golestani-Araghi S., Assad M.T. (1998). Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*. Vol. 103. № 3. P. 293–299. DOI:10.1023/A:1018307111569[in English].
11. Fisher R. A., Maurer R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. Vol. 29. № 5. P. 897–912. DOI: http://dx.doi.org/10.1071/AR9780897. [in English].
12. Moosavi S.S., Yazdi Samadi B., Naghavi M.R, Zali A.A, Dashti H., Pourshahbazi A. (2008). Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert (Biaban).* Vol. 12. № 2. P. 165–178. [in English].

13. Bouslama M., Schapaugh W.T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. Vol. 24. № 5. C. 933–937. DOI:https://doi.org/10.2135/cropsci 1984.0011183X002400050026x. [in English].

14. Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M., Campanile R. G., Ricciardi G. L., Borgh B. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*. Vol. 77. № 4. P. 523–531. DOI:10.4141/P96-130. [in English].

15. Kristin A.S., Serna R.R., Perez F.I., Enriquez B.C., Gallegos J.A.A., Vallego P.R., Wassimi N., Kelly J.D. (1997). Improving common Bean performance under drought stress. *Crop Science*. Vol. 37. № 1. P. 43–50. DOI:10.2135/cropsci1997.0011183X003700010007x. [in English].

16. Lan J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. Vol. 7. P. 85–87. [in English].

17. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Liuta Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist [*Assessment of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance*]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Ceriia: Silskohospodarski nauk − Tavriysk Scientific Bulletin. CERIA: Agricultural Sciences*. № 120. 157-164. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21. [in Ukrainian].

18. Moghaddam A., Hadizadeh M.H. (2002). Response of corn (*Zea mays* L.). Hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. J. *Seed and plant improvement*. Vol. 18, Issue 3. P. 255–275. DOI: 10.22092/SPIJ.2017.110741. [in English].

19. Pykalo S.V., Demydov O.A., Yurchenko T.V., Khomenko S.O., Humeniuk O.V., Kharchenko M.V. (2020). Indeksnyi pidkhid dlia doboru posukhostiikykh sortiv pshenytsi v umovakh nestiikoho klimatu [*Index approach for the selection of drought -resistant wheat varieties in unstable climates*]. Ekolohichni nauky − Environmental Sciences № 2 (29). Vol. 2. 157-164. DOI: https://doi.org/10.32846/2306- 9716/2020.eco.2-29.2.24. [in Ukrainian].

20. Saba J., Moghaddam M., Ghassemi K. and Nishabouri M.R. (2001). Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol*. 2001. Vol. 3. P. 43–49. [in English].

ANNOTATION

BREEDING FOR DROUGHT TOLERANCE OF COMMON BEAN IN THE CONDITIONS OF THE ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CONSORTIUM (ULADOV-LYULYNETS RESEARCH AND SELECTION STATION)

The article differentiation of varieties of beans of conventional yields in different hydrothermal years by a number of indexes, which characterize the stability of samples to drought, and also identified the different and low levels of genotypes with high and low levels of drought resistance. The main advantages of the drought resistance assessment method for the use of indices *include the availability of the necessary data, the ability to study a considerable amount of varieties of varieties, the simplicity of calculations and the determination in units of the most important agronomic characteristics - yields.*

The best tolerance indexes (tol) were the varieties of beans common local white - 0.31, local green - 0.37, libra - 0.38, Cossacks - 0.48 t/ha. As a result of experimental studies, a number of best varieties of common beans with high levels of drought resistant are highlighted: local green and libra by indexes - YS, YP, MP, MP, Tol, Yrr, SSI, SSPI, YSI, DI, RDI, ISR; Gigantella and marble - ys, yp, mp, yi, gmp, hmp, sti, di, RDI, with high yield formation, both under favorable and adverse conditions;

The use in the breeding practice of the selected best varieties of common beans with the help of breeding indexes will allow the starting material for synthetic breeding when creating new yields and drought resistant varieties. In addition, for breeding practice, we recommend using the indexes we have studied to identify the breeding material for drought resistance and yield for growing it in different hydrothermal conditions. The use of selected breeding material will serve as the formation of soybean working collection by resistance to drought and increased yield under favorable and adverse hydrothermal growing conditions.

Keywords: *common beans, breeding indices, yields, drought resistance, stress.*

Table 5., Lit. 20.

Інформація про авторів

Браніцький Юрій Юрійович – кандидат сільськогосподарських наук, директор Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інститута біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Вінницька обл., Калинівський р-н, Уладівське, вул. Семполовського, 15).

Мазур Олександр Васильович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: selection@vsau.vin.ua).

Branitskyi Yurii Yuriyovych – Candidate of Agricultural Sciences, Director of the Uladovo-Lyulinetsky Experimental Breeding Station of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet NAAS (Vinnytia region, Kalynivka, district, Uladivske, Samolevska Str., 15).

Mazur Oleksandr Vasyliovych – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Plant Production, Selection and Bioenergetic Cultures, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str., 3 e-mail: selection@vsau.vin.ua).