

АНАЛІЗ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА СЕРЕДНЬОСТИГЛОЇ ГРУПИ ЗА РІЗНИХ УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

ТИЩЕНКО А.В. – доктор сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0003-1918-6223

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

СТЕПАНОВ С.С. – аспірант
orcid.org/0009-0001-8327-8870

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ТИЩЕНКО О.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-8095-9195

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

КОНОВАЛОВА В.М. – PhD (доктор філософії)
orcid.org/0000-0002-0655-9214

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ОЧКАЛА О.С. – PhD (Doctor of Philosophy)
orcid.org/0000-0002-1609-5679

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Соняшник (*Helianthus annuus*) – одна з найважливіших олійних культур у світі [12] та протягом останніх кількох десятиліть площі та виробництво соняшнику зросло через його нейтральність довжини дня, ширшу адаптивність та чутливість до додаткових ресурсів [15]. Виробництво та переробка насіння олійних культур в Україні є найбільш перспективним напрямом аграрно-продовольчого сектора. У структурі загальних посівних площ у 2021 р. соняшником було зайнято 6,51 млн га. Завдяки специфічній будові основних органів (корінь, стебло, листя, качан) соняшник успішно вирощується на маргінальних ґрунтах і в напівпосушливих умовах і є стійким до абіотичних стресів [28].

Незважаючи на те, що соняшник класифікується як культура, стійка до посухи [26], його виробництво суттєво страждає від впливу водного стресу. Обмежена кількість опадів або нестача води для поливу протягом вегетаційного періоду обмежує врожайність соняшнику зі значним скороченням [13].

В останні десятиліття спостерігаються зміни клімату, так зване «глобальне потепління», внаслідок якого відбувається підвищення температурного режиму, частішають посушливі періоди та збільшується їх тривалість [17, 37, 38, 40], що призводить до значних коливань урожайності сільськогосподарських культур як у просторі, так і в часі [1, 16, 18, 34]. Підвищення температури в сільськогосподарських регіонах світу значно впливає на кількість опадів і їх перерозподіл протягом вегетаційного періоду, що призводить до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [6, 30, 39, 41]. Посушливі умови є одним з основних абіотичних стрес-чинників, які спричиняють серйозні проблеми у всьому світі і призводять до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур [4, 22,

36]. Однак, проблема, пов'язана з дефіцитом води, не є непереборною. Фактично, негативні наслідки посухи можна подолати шляхом виявлення та використання стійких до посухи сортів та гібридів [42, 47].

Тому, зусилля селекціонерів необхідно направити на створення не тільки високопродуктивних сортів і гібридів, а й тих, що забезпечують стійкість урожаю в різних агрокліматичних умовах [29, 44, 45]. На сьогодні вченими вже досліджено агрономічні та фізіологічні механізми, що відповідають за стабільність урожаю [19, 25, 43, 46]. Отже, різні сорти і гібриди можуть демонструвати контрастні реакції на умови довкілля внаслідок їхньої взаємодії [31, 35, 49].

Метою досліджень було вивчення і аналіз екологічної стійкості та адаптивної здатності до дефіциту вологи середньостиглих гібридів соняшника в умовах Півдня України.

Матеріали і методи досліджень. Реакцію гібридів соняшника на різні умови вирощування вивчали в ТОВ «Агропроект Юг» у с. Подовка, Херсонська область (46°39'25"N; 33°48'54"E; 39 м над рівнем моря) протягом 2020–2021 рр.

Вивчали 18 гібридів соняшника середньостиглої групи, що зазвичай вирощуються на півдні України та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Гібриди були протестовані на ділянках площею 50 м² у трьох повтореннях методом рендомізованих повторень (блоків), норма висіву була скоригована до 55 тисяч життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою, кількість хімічних обробок була скоригована відповідно до умов вирощування та наявності бур'янів та хвороб і шкідників. Досліджувані зразки були посіяні у другій декаді квітня, а збирання врожаю – у вересні.

Дослідження проводилися на двох ділянках на про-тязі 2020–2021 рр.: Ділянка 1 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабо-солонцюватий. В орному шарі міститься 2,5 % гумусу, мінерального азоту 3,3 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 4,8 та обмінного калію 51 мг у 100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,9–7,3, рівноважна щільність складення – 1,38 г/см³, пористість – 49,5%, водопроникність – 1,26 мм/хв. Попередники кукурудза і соя, добрива N₄₀P₂₀. Ділянка 2 – ґрунт темно-каштановий, середньо-суглинковий, залишково-слабо-солонцюватий. В орному шарі міститься 1,9 % гумусу, мінерального азоту 2,4 мг в 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 3,9 та обмінного калію 37 мг у 100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,3–6,7, рівноважна щільність складення – 1,43 г/см³, пористість – 43,6%, водопроникність – 1,12 мм/хв. Попередники озимий ріпак і соняшник, без добрив.

Середні температури, сума опадів та відносна вологість повітря для всіх експериментальних сезонів наведені у таблиці 1 разом із середніми довгостроковими значеннями.

Статистичний аналіз. Аналіз стійкості гібридів соняшника до стресу проводили за допомогою індексів посухостійкості: *MP* – середньої врожайності [27], *D* – інтенсивності посухи [2], *SSI* – сприйнятливості до посухи [10], *TOL* – толерантності до посухи [27], *YSI* – стабільності врожаю [3], *YI* – врожайності [11, 23], *STI* – толерантності до стресу [9], *GMP* – середньої геометричної (пропорційної) врожайності [9, 20], *RDI* – відносної стійкості до посухи [10], *DI* – посухостійкості [2, 21], *SSPI* – схильності до стресу [24], *MSTI*, *M₁STI*, *M₂STI* – модифікованих індексів толерантності до стресу [8], *ATI* – абіотичної толерантності [24], *HMP* – гармонічної середньої продуктивності [5, 14, 20], *ISR* – стійкості до стресу [32, 35, 48] та індексу умов зовнішнього середовища (екологічний індекс), отриманий як середнє значення всіх сортів у *j*-му середовищі мінус загальне середнє (*Ij*), коефіцієнту регресії сорту на середовище (*b*), дисперсії відхилення від лінії регресії (*s²_{di}*) [7], показнику стійкості до стресу (*RS*), генетичної гнучкості (*Gf*) [27], загальної гомеостатичності (*Hom*), селекційної цінності (*Sc*), коефіцієнта адаптивності (*CA*), ефектів загальної адаптаційної здатності (*GAC*), специфічної адаптаційної здатності (*SAC*), варіанси взаємодії генотипу та середовища ($\sigma^2_{(G \times E)_{ij}}$), варіанси специфічної адаптаційної здатності (σ^2_{SACi}), відносної стабільності

генотипу (*s_{gi}*), селекційного значення генотипу (*SVG_i*), коефіцієнта компенсації-дестабілізації генотипу (*K_{gi}*), коефіцієнта нелінійності реакції генотипу на навколишнє середовище (*I_{gi}*) [31].

Проведено кореляційний та кластерний аналізи між індексами врожайності насіння та посухостійкості і показниками адаптивності для визначення найкращих посухостійких гібридів, індексів та показників адаптивності. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Кореляційний, кластерний аналізи, так і PCA проводили за допомогою Microsoft® Excel 2016/XLSTAT® -Pro (Version 2016.02.28451, 2016, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США), Statistica data analysis software system v.8. (Sta Stof Inc., North Melbourne, Australia) та SPSS 20.00 statistical software (SPSS/PC-20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Результати дослідження та їх обговорення.

Отримані експериментальні дані за інтенсивності посухи 0,494 дозволило виділити гібрид соняшника, що істотно перевищував середньогібридну за урожайністю в стресових умовах *Hysun 232 IT H0* 1,902 т/га, а за умов достатнього зволоження гібрид *PR64F66* з урожайністю 3,182 т/га (табл. 2).

За індексом середньої врожайності *MP* (2,233–2,401) були виділені гібриди *Hysun 232 IT H0*, *P63LE113* і *Bacardi*.

За індексами чутливості до посухи (*SSI*) зі значеннями 0,68–0,70, стабільності врожаю (*YSI*) – 0,66, відносної посухостійкості (*RDI*) – 1,29–1,31 та стійкості до стресу (*ISR*) – 14,7–16,0 були виділені гібриди *Aromatic* і *Hysun 232 IT H0*.

За індексами толерантності до посухи (*TOL*)–0,832–0,878 та схильності до стресу (*SSPI*)–15,10–16,00 – гібриди *Aromatic* і *Анастасія*.

За індексами врожайності *YI* (136,7), толерантності до стресу *STI* (0,73), середньої геометричної урожайності *GMP* (2,35), посухостійкості *DI* (0,90), модифікованими індексами толерантності до стресу *M₁STI*, *M₂STI* і *MSTI* (0,82; 1,37 і 1,11, відповідно) та гармонічної продуктивності *HMP* (2,30) виділений гібрид *Hysun 232 IT H0*.

За індексом абіотичної толерантності (*ATI*) – 0,45–0,54 був виділений гібрид *Анастасія*.

Гібрид *Hysun 232 IT H0* був виділений, як найбільш посухостійкий, за тринадцятьма індексами.

Таблиця 1

Погодні умови проведення досліджень

	Середньобагаторічні			2020			2021		
	Т (°C)	Р (мм)	ф, %	Т (°C)	Р (мм)	ф, %	Т (°C)	Р (мм)	ф, %
квітень	9,6	28,0	73	9,5	7,5	54	8,9	41,4	71
травень	15,6	38,0	68	14,9	32,4	66	16,9	97,7	69
червень	20,0	46,0	64	22,2	49,3	64	20,7	89,2	77
липень	22,4	42,0	59	24,7	44,2	53	25,3	76,7	62
серпень	21,6	35,0	59	23,1	36,4	51	24,4	25,3	61
вересень	16,4	28,0	67	20,4	21,5	55	16,9	1,1	61
квітень – серпень	17,8	189,0	65	18,9	169,8	58	19,2	330,3	68
квітень – вересень	17,6	217,0	65	19,1	191,3	57	18,8	331,4	67

Таблиця 2

Урожайність насіння гібридів соняшника за різних умов зволоження та індекси посухостійкості (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Y_{opt}	Y_{lim}	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M ₁ STI	M ₂ STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Argentic	G1	2,329	1,257	1,793	0,93	1,072	0,54	90,3	0,39	1,71	1,07	0,49	19,50	0,28	0,32	0,09	0,93	1,63	5,9
Aromatic	G2	2,480	1,649	2,064	0,68	0,832	0,66	118,5	0,54	2,02	1,31	0,79	15,10	0,44	0,76	0,34	0,85	1,98	14,7
Hysun 180 IT	G3	3,010	1,312	2,161	1,14	1,698	0,44	94,3	0,52	1,99	0,86	0,41	30,90	0,63	0,46	0,29	1,71	1,83	4,1
Hysun 232 IT H0	G4	2,901	1,902	2,401	0,70	0,999	0,66	136,7	0,73	2,35	1,29	0,90	18,20	0,82	1,37	1,11	1,19	2,30	16,0
Hysun 238	G5	2,951	1,140	2,045	1,24	1,812	0,39	81,9	0,45	1,83	0,76	0,32	33,00	0,51	0,30	0,15	1,68	1,64	3,0
P63LE113	G6	2,973	1,494	2,233	1,01	1,480	0,50	107,4	0,59	2,11	0,99	0,54	26,90	0,69	0,68	0,47	1,58	1,99	6,0
P64LE25	G7	2,716	1,202	1,959	1,13	1,514	0,44	86,4	0,43	1,81	0,87	0,38	27,60	0,42	0,32	0,14	1,39	1,67	3,9
P64LL129	G8	2,813	1,474	2,143	0,96	1,339	0,52	106,0	0,55	2,04	1,03	0,56	24,40	0,58	0,62	0,36	1,38	1,93	6,5
PR64F66	G9	3,182	1,240	2,211	1,24	1,943	0,39	89,1	0,52	1,99	0,77	0,35	35,40	0,70	0,41	0,29	1,95	1,78	3,3
Aztek	G10	2,505	1,255	1,880	1,01	1,251	0,50	90,2	0,42	1,77	0,99	0,45	22,80	0,35	0,34	0,12	1,12	1,67	5,0
Basardi	G11	3,020	1,452	2,236	1,05	1,568	0,48	104,4	0,58	2,09	0,95	0,50	28,50	0,70	0,63	0,44	1,66	1,96	5,4
Katana	G12	2,346	1,125	1,735	1,05	1,221	0,48	80,9	0,35	1,62	0,95	0,39	22,20	0,25	0,23	0,06	1,00	1,52	4,2
Kondi	G13	2,648	1,588	2,118	0,81	1,061	0,60	114,1	0,56	2,05	1,18	0,68	19,30	0,52	0,73	0,38	1,10	1,98	9,9
Suberix	G14	2,845	1,380	2,113	1,04	1,465	0,49	99,2	0,52	1,98	0,96	0,48	26,70	0,56	0,51	0,29	1,47	1,86	5,2
Alambra KC	G15	2,828	1,602	2,215	0,88	1,226	0,57	115,2	0,60	2,13	1,12	0,65	22,30	0,64	0,80	0,51	1,32	2,05	8,5
Анастасія	G16	2,298	1,421	1,859	0,77	0,878	0,62	102,1	0,43	1,81	1,22	0,63	16,00	0,30	0,45	0,14	0,80	1,76	9,7
Константин HC	G17	2,705	1,381	2,043	0,99	1,324	0,51	99,3	0,50	1,93	1,01	0,51	24,10	0,48	0,49	0,23	1,30	1,83	5,8
Феном 715	G18	2,896	1,172	2,034	1,21	1,725	0,40	84,2	0,45	1,84	0,80	0,34	31,40	0,50	0,32	0,16	1,61	1,67	3,3
Середнє		2,747	1,391	2,069	0,99	1,356	0,51	100,0	0,51	1,95	1,01	0,52	24,70	0,52	0,54	0,31	1,34	1,84	6,7

Інтенсивність посухи, D
0,494

V, % 9,56 14,75 8,35 17,37 23,65 16,65 14,76 17,96 9,06 16,58 30,61 23,68 30,96 50,09 78,04 24,53 10,43 56,11

SX_{абс.} 0,06 0,05 0,04 0,04 0,08 0,02 0,02 0,04 0,04 0,04 0,04 0,04 1,38 0,04 0,06 0,06 0,08 0,04 0,88

SX_{віднос.} 2,25 3,48 1,97 4,09 5,57 3,92 3,48 4,23 2,13 3,91 7,21 5,58 7,30 11,81 18,39 5,78 2,46 13,22

HIP₀₁ 0,20 0,15 0,13 0,13 0,24 0,06 11,03 0,07 0,13 0,12 0,12 4,37 0,12 0,20 0,18 0,24 0,14 2,80

HIP₀₅ 0,14 0,11 0,09 0,09 0,17 0,05 7,97 0,05 0,09 0,09 0,09 3,15 0,09 0,15 0,13 0,18 0,10 2,03

Індекс стресового середовища становив -0,678, а при достатньому зволоженні 0,678. Найбільшою середньою врожайністю (Y_{mean}) характеризувалися гібриди *Hysun 232 IT H0* – 2,401 т/га, *P63LE113* – 2,233 та *Bacardi* – 2,236 (табл. 3).

Найбільшим рівнем стійкості досліджуваних гібридів до стресових умов (RS), а відповідно і найменшим значенням характеризувалися *Aromatic* – 0,83 та *Анастасія* – 0,88. Гібриди *Hysun 238* та *PR64F66* зі значеннями 1,81–1,94 виявилися найбільш нестійкими до стресових умов.

За селекційною цінністю (Sc) виділені гібриди *Kondi* – 1,27, *Aromatic* – 1,37 та *Hysun 232 IT H0* – 1,57. За генетичною гнучкістю (Gf) виділені гібриди *Hysun 232 IT H0* – 2,40.

За коефіцієнтом регресії (b_i), що є критерієм оцінки рівня екологічної пластичності і вказує на реакцію генотипу на зміну умов середовища, виділені гібриди інтенсивного типу ($b_i > 1$) *Hysun 238* – 1,34 і *PR64F66* – 1,43, стабільного типу ($b_i < 1$) *Aromatic* – 0,61 і *Анастасія* – 0,65. Якщо $b_i = 1$, то гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування, таким є гібрид *P64LL129* – 0,99.

За коефіцієнтом адаптивності (CA) виділився гібрид *Hysun 232 IT H0* – 116,1. Найвищими значеннями

гомеостатичності (Hom) характеризувалися гібриди *Aromatic* – 15,5 та *Hysun 232 IT H0* – 17,5.

Найвищим ефектом загальної адаптивної здатності (GAC) відзначився гібрид *Hysun 232 IT H0* – 0,33, найменшим значенням – *Katana* – -0,33 (табл. 4).

Стабільність реакції генотипу на зміни умов середовища за продуктивністю визначається величиною варіанси (σ^2_{SACi}), встановлені найбільш стабільні гібриди *Aromatic* – 0,020, *Hysun 232 IT H0* – 0,029 та *Анастасія* – 0,023. Гібриди *Hysun 238* – 0,096 та *PR64F66* – 0,111 є нестабільним.

За показником відносної стабільності генотипу (s_{gi}), з найменшими його значеннями, були виділені гібриди *Aromatic* – 6,9, *Hysun 232 IT H0* – 7,1, *Анастасія* – 8,1 та *Kondi* – 8,6, а за селекційною цінністю генотипу (SVG_i) також виділилися гібриди *Aromatic* – 1,43 та *Hysun 232 IT H0* – 1,64.

Ефектом дестабілізації ($K_{gi} > 1$) характеризувалися вісім гібридів з найбільшим значенням 2,05 у гібрида *PR64F66*, натомість компенсуючим ефектом володіли десять гібридів з найменшим значенням 0,38 у гібрида *Aromatic*.

Між врожайністю за різних умов зволоження має місце низька залежність $r = 0,076$. Урожайність за стресових умов характеризується високою прямою залежні-

Таблиця 3

Гомеостатичність, екологічна пластичність і адаптивність гібридів соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності					
		$Y_{lim} - Y_{opt}$	Y_{mean}	RS	Sc	Gf	b_i	CA	Hom
Argentic	G1	1,257–2,329	1,793	1,07	0,97	1,79	0,79	86,7	9,1
Aromatic	G2	1,649–2,480	2,064	0,83	1,37	2,06	0,61	99,8	15,5
Hysun 180 IT	G3	1,312–3,010	2,161	1,70	0,94	2,16	1,25	104,4	8,3
Hysun 232 IT H0	G4	1,902–2,901	2,401	1,00	1,57	2,40	0,74	116,1	17,5
Hysun 238	G5	1,140–2,951	2,045	1,81	0,79	2,05	1,34	98,9	7,0
P63LE113	G6	1,494–2,973	2,233	1,48	1,12	2,23	1,09	107,9	10,2
P64LE25	G7	1,202–2,716	1,959	1,51	0,87	1,96	1,12	94,7	7,7
P64LL129	G8	1,474–2,813	2,143	1,34	1,12	2,14	0,99	103,6	10,4
PR64F66	G9	1,240–3,182	2,211	1,94	0,86	2,21	1,43	106,9	7,6
Aztek	G10	1,255–2,505	1,880	1,25	0,94	1,88	0,92	90,9	8,6
Bacardi	G11	1,452–3,020	2,236	1,57	1,08	2,24	1,16	108,1	9,7
Katana	G12	1,125–2,346	1,735	1,22	0,83	1,74	0,90	83,9	7,5
Kondi	G13	1,588–2,648	2,118	1,06	1,27	2,12	0,78	102,4	12,8
Suberix	G14	1,380–2,845	2,113	1,47	1,02	2,11	1,08	102,1	9,2
Alambra KC	G15	1,602–2,828	2,215	1,23	1,25	2,22	0,90	107,0	12,1
Анастасія	G16	1,421–2,298	1,859	0,88	1,15	1,86	0,65	89,9	11,9
Константин HC	G17	1,381–2,705	2,043	1,32	1,04	2,04	0,98	98,7	9,5
Феном 715	G18	1,172–2,896	2,034	1,72	0,82	2,03	1,27	98,3	7,3
Середнє		1,391–2,747	2,069	1,36	1,06	2,07	1,00	100,0	10,1
$V, \%$		14,75–9,56	8,35	23,62	19,89	8,33	23,66	8,33	28,66
Sx_{abc}		0,05–0,06	0,04	0,08	0,05	0,04	0,06	1,96	0,68
$Sx_{віднос.}$		3,48–2,25	1,97	5,57	4,69	1,96	5,58	1,96	6,75
HIP_{01}		0,15–0,20	0,13	0,24	0,16	0,13	0,18	6,23	2,16
HIP_{05}		0,11–0,14	0,09	0,17	0,11	0,09	0,13	4,50	1,56

Таблиця 4

Параметри адаптивних властивостей гібридів соняшника за ознакою урожайності насіння (2020, 2021 рр.)

Гібрид	Позначення	Урожайність, т/га		Параметри адаптивності						
		$Y_{lim} - Y_{opt}$	Y_{mean}	GAC_i	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	σ^2_{SACi}	s_{gi}	SVG_i	K_{gi}	I_{gi}
Argentic	G1	1,257–2,329	1,793	-0,28	0,002	0,034	10,2	0,98	0,63	0,070
Aromatic	G2	1,649–2,480	2,064	0,00	0,008	0,020	6,9	1,43	0,38	0,398
Hysun 180 IT	G3	1,312–3,010	2,161	0,09	0,003	0,085	13,5	0,87	1,57	0,041
Hysun 232 IT H0	G4	1,902–2,901	2,401	0,33	0,004	0,029	7,1	1,64	0,54	0,127
Hysun 238	G5	1,140–2,951	2,045	-0,02	0,006	0,096	15,2	0,67	1,79	0,063
P63LE113	G6	1,494–2,973	2,233	0,16	0,000	0,064	11,4	1,11	1,19	0,007
P64LE25	G7	1,202–2,716	1,959	-0,11	0,001	0,067	13,3	0,81	1,25	0,011
P64LL129	G8	1,474–2,813	2,143	0,07	0,000	0,053	10,7	1,12	0,98	0,000
PR64F66	G9	1,240–3,182	2,211	0,14	0,010	0,111	15,1	0,73	2,05	0,091
Aztek	G10	1,255–2,505	1,880	-0,19	0,000	0,046	11,4	0,93	0,85	0,007
Bacardi	G11	1,452–3,020	2,236	0,17	0,001	0,072	12,0	1,04	1,34	0,018
Katana	G12	1,125–2,346	1,735	-0,33	0,001	0,044	12,1	0,81	0,81	0,012
Kondi	G13	1,588–2,648	2,118	0,05	0,003	0,033	8,6	1,31	0,61	0,077
Suberix	G14	1,380–2,845	2,113	0,04	0,000	0,063	11,9	1,00	1,17	0,005
Alambra KC	G15	1,602–2,828	2,215	0,15	0,000	0,044	9,5	1,28	0,82	0,011
Анастасія	G16	1,421–2,298	1,859	-0,21	0,007	0,023	8,1	1,19	0,42	0,298
Константин HC	G17	1,381–2,705	2,043	-0,03	0,000	0,052	11,1	1,03	0,95	0,000
Феном 715	G18	1,172–2,896	2,034	-0,04	0,004	0,087	14,5	0,72	1,62	0,046
Середнє		1,391–2,747	2,069	0,00	0,003	0,057	11,2	1,04	1,05	0,071
V, %		14,75–9,56	8,35	31027	95,97	45,65	22,56	25,22	45,69	148,28
$S\hat{x}_{абс.}$		0,05–0,06	0,04	0,04	0,0006	0,006	0,60	0,06	0,11	0,02
$S\hat{x}_{віднос.}$		3,48–2,25	1,97	7313	22,62	10,76	5,32	5,95	10,77	34,95
$HI_{P_{01}}$		0,15–0,20	0,13	0,13	0,002	0,019	1,90	0,19	0,36	0,08
$HI_{P_{05}}$		0,11–0,14	0,09	0,09	0,001	0,014	1,37	0,14	0,26	0,06

стю з індексами YSI , YI , STI , GMP , RDI , DI , M_2STI , $MSTI$, HMP та ISR ($r = 0,813-1,000$), показниками адаптивності Sc , Hom і SVG_i ($r = 0,950-0,987$), а з індексом SSI та відносною стабільністю генотипу (s_{gi}) високу зворотню $r = -0,810-0,813$, натомість з урожайністю за оптимальних умов зволоження залежність або відсутня (YI , DI , M_2STI , ISR , Sc , Hom і SVG_i), або середня (SSI , YSI , STI , GMP , RDI , $MSTI$, HMP та s_{gi}). Урожайність за оптимальних умов мала високу кореляцію з MP (Y_{mean}), TOL , $SSPI$, M_1STI , ATI , b_p , RS , Gf , CA , GAC_i , σ^2_{SACi} і K_{gi} ($r = 0,767-0,932$), натомість з врожайністю при стресі – середня позитивна $r = 0,537-0,655$ (MP (Y_{mean}), M_1STI , Gf , CA та GAC_i), середня від’ємна – TOL , $SSPI$, b_p , RS , σ^2_{SACi} і K_{gi} ($r = -0,568-0,652$) та низька від’ємна $r = -0,284$ (ATI) (табл. 5, 6).

За результатами GGE біплат-аналізу гібриди соняшника *Aromatic* (G2), *Hysun 232 IT H0* (G4), *Kondi* (G13) і *Alambra KC* (G15), що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності при стресі (Y_{lim}) та наближені до його вершини, формують високу урожайність за стресових умов зволоження і їх можна віднести до стабільних по відношенню до вологості гібридів. До цього типу можна віднести гібрид *Анастасія* (G16), що знаходиться в III чверті та максимально віддалений від центру (рис. 1).

Гібрид соняшника *PR64F66* (G9), що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності за кращих умов

зволоження (Y_{opt}) та максимально наближений до його вершини характеризуються високою продуктивністю за достатнього вологозабезпечення і його можна характеризувати як гібрид інтенсивного типу по відношенню до вологості. До цього типу можна віднести гібриди *Hysun 238* (G5) і *Феном 715* (G18), що знаходяться в IV чверті, наближенні до осі ординат та максимально віддалені від центру.

Гібриди соняшника *P63LE113* (G6) і *P64LL129* (G8), що знаходяться між векторами умов середовища та наближені до осі абсцис, формують високу урожайність за обох умов зволоження. Ці гібриди можна віднести до пластичних, що добре пристосовані до різних умов зволоження. До цього типу можна віднести гібриди *Aztek* (G10), *Katana* (G12) і *Константин HC* (G17), що знаходяться в III чверті та максимально наближенні до осі абсцис.

За агломеративним ієрархічним кластерним аналізом середньостиглі гібриди соняшника були поділені на три кластера по відношенню до посухи (рис. 2).

Найбільш посухостійкі гібриди G2 – *Aromatic*, G4 – *Hysun 232 IT H0*, G13 – *Kondi* і G15 – *Alambra KC*, що утворили кластер 2. Гібриди G6 – *P63LE113*, G8 – *P64LL129*, G11 – *Bacardi*, G14 – *Suberix* і G17 – *Константин HC* утворили 2 кластер з середньою продуктивністю за обох умов зволоження. Останні дев’ять гібридів об’єдналися у 1 кластер.

Таблиця 5

Матриця кореляційних зв'язків між урожайністю насіння гібридів соняшника за різних умов зволоження та індексами посухостійкості (2020, 2021 рр.)

	Y_{out}	Y_{lim}	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M ₁ STI	M ₂ STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Y_{out}	1,000	0,076	0,806	0,512	0,770	-0,500	0,077	0,565	0,587	-0,512	-0,217	0,769	0,873	0,235	0,419	0,932	0,369	-0,265
Y_{lim}	0,076	1,000	0,652	-0,813	-0,578	0,821	1,000	0,863	0,851	0,813	0,952	-0,578	0,537	0,965	0,865	-0,284	0,953	0,893
MP	0,806	0,652	1,000	-0,093	0,242	0,108	0,652	0,942	0,952	0,094	0,400	0,242	0,983	0,752	0,832	0,541	0,846	0,328
SSI	0,512	-0,813	-0,093	1,000	0,940	-0,999	-0,813	-0,408	-0,389	-1,000	-0,945	0,940	0,048	-0,682	-0,482	0,781	-0,601	-0,930
TOL	0,770	-0,578	0,242	0,940	1,000	-0,935	-0,578	-0,090	-0,065	-0,940	-0,787	1,000	0,371	-0,425	-0,211	0,945	-0,308	-0,789
YSI	-0,500	0,821	0,108	-0,999	-0,935	1,000	0,821	0,422	0,402	0,999	0,950	-0,935	-0,033	0,694	0,498	-0,772	0,612	0,934
YI	0,077	1,000	0,652	-0,813	-0,578	0,821	1,000	0,863	0,851	0,813	0,952	-0,578	0,537	0,965	0,865	-0,283	0,953	0,893
STI	0,565	0,863	0,942	-0,408	-0,090	0,422	0,863	1,000	0,997	0,408	0,673	-0,091	0,887	0,923	0,940	0,234	0,973	0,593
GMP	0,587	0,851	0,952	-0,389	-0,065	0,402	0,851	0,997	1,000	0,389	0,654	-0,065	0,895	0,903	0,919	0,261	0,969	0,573
RDI	-0,512	0,813	0,094	-1,000	-0,940	0,999	0,813	0,408	0,389	1,000	0,945	-0,940	-0,048	0,682	0,483	-0,780	0,601	0,930
DI	-0,217	0,952	0,400	-0,945	-0,787	0,950	0,952	0,673	0,654	0,945	1,000	-0,788	0,265	0,879	0,727	-0,553	0,814	0,976
SSPI	0,769	-0,578	0,242	0,940	1,000	-0,935	-0,578	-0,091	-0,065	-0,940	-0,788	1,000	0,371	-0,426	-0,211	0,944	-0,309	-0,789
M ₁ STI	0,873	0,537	0,983	0,048	0,371	-0,033	0,537	0,887	0,895	-0,048	0,265	0,371	1,000	0,667	0,791	0,649	0,761	0,191
M ₂ STI	0,235	0,965	0,752	-0,682	-0,425	0,694	0,965	0,923	0,903	0,682	0,879	-0,426	0,667	1,000	0,962	-0,127	0,964	0,829
MSTI	0,419	0,865	0,832	-0,482	-0,211	0,498	0,865	0,940	0,919	0,483	0,727	-0,211	0,791	0,962	1,000	0,084	0,927	0,674
ATI	0,932	-0,284	0,541	0,781	0,945	-0,772	-0,283	0,234	0,261	-0,780	-0,553	0,944	0,649	-0,127	0,084	1,000	0,017	-0,588
HMP	0,369	0,953	0,846	-0,601	-0,308	0,612	0,953	0,973	0,969	0,601	0,814	-0,309	0,761	0,964	0,927	0,017	1,000	0,734
ISR	-0,265	0,893	0,328	-0,930	-0,789	0,934	0,893	0,593	0,573	0,930	0,976	-0,789	0,191	0,829	0,674	-0,588	0,734	1,000

* - Confidence interval (%): 95

Таблиця 6

Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю насіння гібридів соняшника та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2020, 2021 рр.)

	Y_{out}	Y_{lim}	Y_{mean}	b_i	RS	Sc	Gf	CA	Hom	GAC _i	$\sigma^2_{(GAC_i)}$	$\sigma^2_{SAC_i}$	s_{pl}	SVG _i	K_{pl}	I_{pl}
Y_{out}	1,000	0,076	0,806	0,770	0,772	-0,080	0,807	0,805	-0,159	0,803	0,072	0,767	0,519	-0,189	0,769	-0,385
Y_{lim}	0,076	1,000	0,652	-0,578	-0,575	0,987	0,650	0,653	0,950	0,655	0,009	-0,570	-0,810	0,965	-0,568	0,361
Y_{mean}	0,806	0,652	1,000	0,242	0,246	0,525	1,000	1,000	0,443	1,000	0,059	0,245	-0,086	0,429	0,247	-0,079
b_i	0,770	-0,578	0,242	1,000	1,000	-0,697	0,244	0,241	-0,739	0,238	0,052	0,993	0,944	-0,772	0,993	-0,547
RS	0,772	-0,575	0,246	1,000	1,000	-0,695	0,247	0,245	-0,737	0,242	0,052	0,993	0,942	-0,770	0,993	-0,547
Sc	-0,080	0,987	0,525	-0,697	-0,695	1,000	0,524	0,526	0,983	0,529	0,041	-0,684	-0,889	0,993	-0,682	0,454
Gf	0,807	0,650	1,000	0,244	0,247	0,524	1,000	1,000	0,441	1,000	0,058	0,246	-0,084	0,428	0,249	-0,082
CA	0,805	0,653	1,000	0,241	0,245	0,526	1,000	1,000	0,444	1,000	0,062	0,244	-0,087	0,430	0,246	-0,077
Hom	-0,159	0,950	0,443	-0,739	-0,737	0,983	0,441	0,444	1,000	0,448	0,166	-0,711	-0,902	0,978	-0,709	0,576
GAC _i	0,803	0,655	1,000	0,238	0,242	0,529	1,000	1,000	0,448	1,000	0,064	0,241	-0,090	0,433	0,244	-0,072
$\sigma^2_{(GAC_i)}$	0,072	0,009	0,059	0,052	0,052	0,041	0,058	0,062	0,166	0,064	1,000	0,169	0,013	-0,012	0,170	0,731
$\sigma^2_{SAC_i}$	0,767	-0,570	0,245	0,993	0,993	-0,684	0,246	0,244	-0,711	0,241	0,169	1,000	0,932	-0,764	1,000	-0,453
s_{pl}	0,519	-0,810	-0,086	0,944	0,942	-0,889	-0,084	-0,087	-0,902	-0,090	0,013	0,932	1,000	-0,934	0,932	-0,558
SVG _i	-0,189	0,965	0,429	-0,772	-0,770	0,993	0,428	0,430	0,978	0,433	-0,012	-0,764	-0,934	1,000	-0,763	0,456
K_{pl}	0,769	-0,568	0,247	0,993	0,993	-0,682	0,249	0,246	-0,709	0,244	0,170	1,000	0,932	-0,763	1,000	-0,451
I_{pl}	-0,385	0,361	-0,079	-0,547	-0,547	0,454	-0,082	-0,077	0,576	-0,072	0,731	-0,453	-0,558	0,456	-0,451	1,000

* - Confidence interval (%): 95

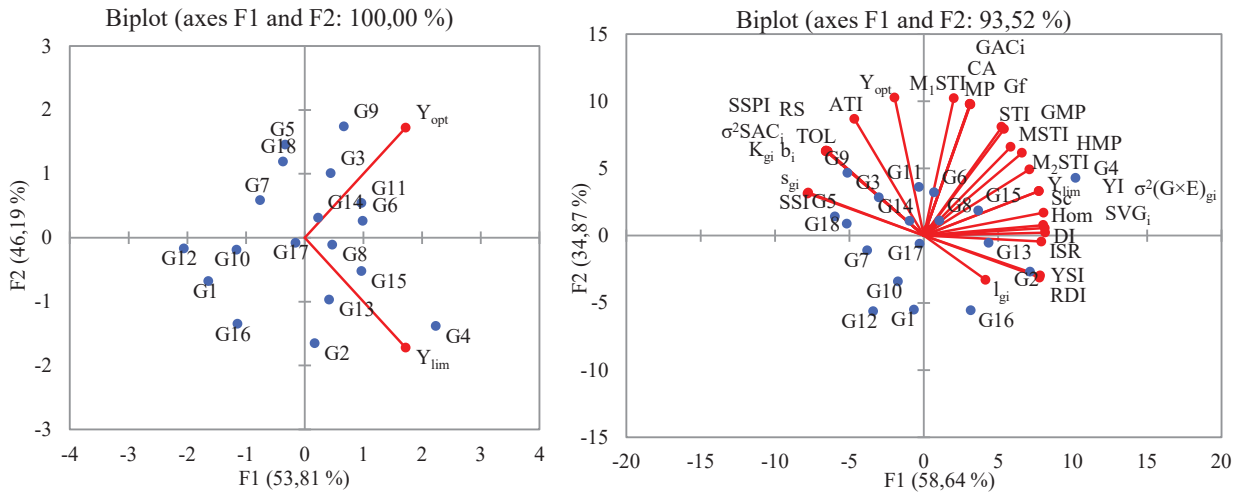


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія гібридів соняшника і середовищ (метод біпловт-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – умови зволоження; ● – гібриди

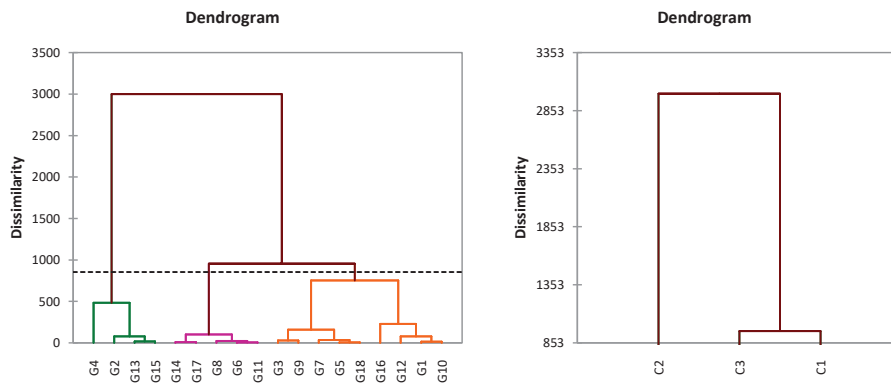


Рис. 2. Дендрограма кластеризації вісімнадцяти гібридів соняшника за посухостійкістю

Також був проведений кластерний аналіз гібридів соняшника методом k-середніх. До 1 кластера увійшли шість середньостійких до посухи гібридів. Найменша

відстань до центру кластера спостерігалася у гібрида G10 – Aztek на рівні 3,995, натомість найбільша 15,416 у гібрида G12 – Katana (табл. 7).

Таблиця 7

Кластеризація вісімнадцяти гібридів соняшника за посухостійкістю методом k-середніх і агломеративного ієрархічного кластерного аналізу

Гібрид	Позначення	Кластеризація k-середніх		Агломеративна ієрархічна кластеризація
		Кластер	Відстань до центру кластера	Кластер
Argentic	G1	1	6,788	1
Aromatic	G2	2	12,262	2
Hysun 180 IT	G3	3	8,189	1
Hysun 232 IT H0	G4	2	25,872	2
Hysun 238	G5	3	5,845	1
P63LE113	G6	2	10,007	3
P64LE25	G7	3	7,355	1

Продовження таблиці 7

P64LL129	G8	2	10,173	3
PR64F66	G9	3	7,617	1
Aztek	G10	1	3,995	1
Bacardi	G11	2	13,469	3
Katana	G12	1	15,416	1
Kondi	G13	2	5,035	2
Suberix	G14	1	12,562	3
Alambra KC	G15	2	1,462	2
Анастасія	G16	1	11,793	1
Константин HC	G17	1	9,029	3
Феном 715	G18	3	3,823	1

До 2 кластера увійшли сім гібридів з найвищою толерантністю до посухи та найменша відстань до центру кластера спостерігалася у гібрида G15 – *Alambra KC* на рівні 1,462, натомість найбільша 25,872 у гібрида G4 – *Hysun 232 IT H0*.

До 3 кластера увійшли п'ять гібридів з низькою стійкістю до посухи. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у гібрида G18 – *Феном 715* на рівні 3,823, натомість найбільша 8,189 у гібрида G3 – *Hysun 180 IT*.

Висновки. Виділені індекси *SSI, YSI, YI, STI, GMP, RDI, DI, M₂STI, MSTI, HMP, ISR* та показниками адаптивності *Sc, Hom, s_{gi} і SVG_p*, що найбільш повно характеризують стійкість гібридів соняшника до посухи. Індекси *TOL* і *SSPI* та показники адаптивності *b_p, σ²_{SACi} і K_{gi}* розділяють гібриди на інтенсивні та стабільні за їх реакцією на стрес дефіциту вологи.

За індексами посухостійкості, показниками адаптивності до посухи та біплот-аналізом, як найбільш посухостійкими виділені гібриди *Aromatic, Hysun 232 IT H0, Kondi* і *Анастасія*, гібриди *P63LE113, P64LL129, Aztek, Katana, Suberix* і *Константин HC* виділені як пластичні, а гібриди *PR64F66, Hysun 238* і *Феном 715* як найбільш нестійкий до посухи, або гібриди інтенсивного типу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Anderson W.K., Brennan R.F., Jayasena K.W., Micic S., Moore J.H., Nordblom T. Tactical crop management for improved productivity in winter-dominant rainfall regions: a review. *Crop & Pasture Science*. 2020, Vol. 71, P. 621–644. <https://doi.org/10.1071/CP19315>
- Blum A. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1988
- Bousslama 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. P. 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x
- Ceglar A., Toreti A., Lecerf R., Van der Velde M., Dentener F. Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol.* 2016, Vol. 216, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004>
- Chakherchaman S.A., Mostafaei H., Imanparast L. and Eivazian M.R. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2009. Vol. 7. P. 283–288.
- Chawade A., Armoniené R., Berg G., Brazauskas G., Frostgård G., Geleta M., Gorash A., Henriksson T., Himanen K., Ingver A. A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*. 2018, Vol. 164, 442–451. <https://doi.org/10.1111/ppl.12726>
- Eberhart S.A, Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.* 1966. Vol. 6. №1. P. 36–40.
- Farshadfar E., Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.* 2002. Vol. 31. P. 33–40. <https://www.jstor.org/stable/23787201>
- Fernandez 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.
- 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.org/10.1071/AR9780897
- Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M. et al. 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.
- González-Alonso A., Ramírez-Tortosa C., Varela-López A., Roche E., Arribas M. et al. Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci.* 2015. Vol. 16. P. 23425–23445
- Iqbal N., Ashraf M., Ashraf M.Y. and Azam F. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2005. Vol. 2, Issue 3. P. 765–771.
- Jafari A., Paknejad F., Jami Al-Ahmadi M. Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Inter J Plant Prod*. 2009. Vol. 3, Issue 4. P. 33–38.
- Khatun M., Hossain T.M., Miah M.M., Khandoker S., Rashid M.A. Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. Res.* 2016. Vol. 41. P. 599–623.
- Konvalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Аграрні інновації*. 2023. №20. С. 82–92. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.20.13>

17. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., Reznichenko N.D., Konovalov V.O., Ochkala O.S. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 2 – drought years). *Аграрні інновації*. 2023. №21. С. 154–164. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.23>
18. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.G., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., Reznichenko N.D., Konovalov V.O. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply). *Аграрні інновації*. 2023. №22. С. 132–143. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.21>
19. Konovalova V.M., Tyshchenko A.V., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D., et al. Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 140–150. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.22>
20. Kristin A.S., Serna R.R., Perez F.I., Enriquez B.C., Gallegos J.A.A., et al. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 1997. Vol. 37. P. 43–50.
21. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
22. Lavrynenko Y., Tyshchenko A., Bazalii H., Konovalova V., Zhupyna A., et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXVI, No. 2, 2023. P. 294–301. ISSN 2285-5785
23. Lin C.S., Binns M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 1988. Vol. 68. P. 193–198. <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>
24. 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*. 2008. Vol. 12, Issue 2. P. 165–178.
25. Ojha A. & Ojha B.R. Assessment of Morpho-Physiological, Yield and Yield Attributing Traits Related to Post Anthesis Drought in Wheat Genotypes Under Rainfed Condition in Rampur, Chitwan. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol*. 2020, Vol. 8, Issue 3, P. 323-335. DOI: 10.3126/ijasbt.v8i3.31609
26. Rauf S. Breeding sunflower (*Helianthus annuus* L.) for drought tolerance, *Commun. Biom. Crop Sci.*, 2008, Vol. 3, P. 29–44.
27. 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:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x
28. Škorić D. Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*. 2009. Vol.32(50). P. 1–16.
29. Subira J., Álvaro F., del Moral L.F.G., & Royo C. Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *European Journal of Agronomy*, 2015, Vol. 68, 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.009>
30. Team B.A. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In *Regional Climate Studies*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2015, Vol. 6, pp. 131–144.
31. Tyshchenko A.V., Konovalova V.M., Bazalii H.H., Fundirat K.S., Tyshchenko O.D. et al. Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Аграрні інновації*. 2023. №19. С. 190–200. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.29>
32. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19-20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 343–361. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030>
33. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Fundirat K.S., Piliarska O.O. Methods of determining the adaptability and ecological stability of plants. *Scientific Collection «InterConf+»*, 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» (May 19-20, 2023; Vancouver, Canada) by the SPC «InterConf». A.T. International, 2023. P. 324–342. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.029>
34. Tyshchenko O., Tyshchenko A., Piliarska O., Kuts H., Lykhovyd P. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. Vol. 9, No. 2, P. 353–358. ISSN 2285-5718
35. Vozhehova R., Tyshchenko A., Tyshchenko O., Dymov O., Piliarska O., Lykhovyd P. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2021. Vol. LXIV, No. 2. P. 435–444.
36. Yuyi Zhou, Rui He, Yuling Guo, Keke Liu, Guanmin Huang et al. A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. P. 2887. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8>
37. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Люта Ю.О. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2021. Випуск 2(44), С. 3–11. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>
38. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Димов О.М., Пілярська О.О. Оцінювання посухостійкості селекційного матеріалу люцерни за показниками водного режиму в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2021, Vol. 17, No1. С. 21–29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204>
39. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни кормового використання в рік сівби за математичними індексами. *Аграрні інновації*. 2022. №13. С. 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.28>
40. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Насіннева продуктивність популяцій люцерни другого року життя та особливості прояву у них адаптивних

- ознак. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С. 94–103. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15>
41. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Особливості прояву адаптивних ознак у популяції люцерни за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 135–144. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.20>
 42. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Визначення посухостійкості популяції люцерни насінневого використання за математичними індексами. *Вісник аграрної науки*. 2023. №1 (838). С. 40–48. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05>
 43. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Посухостійкість популяції люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. №17. С. 25–36. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.4>
 44. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Формування стійкості рослин насінневої люцерни в умовах різного екологічного градієнта. *Вісник аграрної науки*. 2023. №3 (840). С. 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08>
 45. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяції люцерни за насінневого використання в рік сівби. *Аграрні інновації*. 2022. №15. С. 89–96. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.14>
 46. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Фундират К.С., Коновалова В.М. Адаптивні ознаки та їх прояв у популяції люцерни другого року за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2023. №18. С. 143–155. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.20>
 47. Тищенко А.В., Степанов С.С., Тищенко О.Д., Коновалова В.М., Очкала О.С. Реакція гібридів соняшника ранньої групи стиглості на дефіцит вологи в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. №22. С. 162–174. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.25>
 48. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: ВД «Гельветика», 2021. №120. С. 155–168. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>
 49. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. №75, С. 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>
 3. Bouslama, M. & Schapaugh, W.T. (1984). Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, 24(5), 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x
 4. Ceglar, A. et al. (2016). Impact of meteorological drivers on regional inter-annual crop yield variability in France. *Agric. For. Meteorol.*, 216, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.10.004>
 5. Chakherchaman, S.A., Mostafaei H., Imanparast L., & Eivazian, M.R. (2009). Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of food, agriculture & environment (JFAE)*, 7, 283–288.
 6. Chawade, A. et al. (2018). A transnational and holistic breeding approach is needed for sustainable wheat production in the Baltic Sea region. *Physiol. Plant*, 164, 442–451. <https://doi.org/10.1111/ppl.12726>
 7. Eberhart, S.A & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.*, 6(1), 36–40.
 8. Farshadfar, E., & Sutka, J. (2002). Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.*, 31, 33–40. <https://www.jstor.org/stable/23787201>
 9. Fernandez, 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.
 10. Fisher, R. A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research.*, 29(5), 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897
 11. Gavuzzi, P. et al. (1997). Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journals of Plant Science*, 77(4), 523–531.
 12. González-Alonso, A., Ramírez-Tortosa, C., Varela-López, A., Roche, E., Arribas, M. et al. (2015). Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci.*, 16, 23425–23445.
 13. Iqbal, N., Ashraf, M., Ashraf, M.Y. & Azam, F. (2005). Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 2(3), 765–771.
 14. Jafari, A., Farzad, P., & Jami Al-Ahmadi, M. (2009). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (*Zea mays* L.) hybrids. *International Journal of Plant Production*, 3(4), 33–38.
 15. Khatun, M., Hossain, T.M., Miah, M.M., Khandoker, S. & Rashid M.A. (2016). Profitability of sunflower cultivation in some selected sites of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. Res.*, 41, 599–623.
 16. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.G., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 2 – drought years). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 20, 82–92. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.13>
 17. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.G., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

REFERENCES:

1. Anderson, W.K., Brennan, R.F., Jayasena, K.W., Micic, S., Moore, J.H. & Nordblom, T. (2020). Tactical crop management for improved productivity in winter-dominant rainfall regions: a review. *Crop & Pasture Science*, 71, 621–644. <https://doi.org/10.1071/CP19315>
2. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. ISBN 9781351075718.

- (part 2 – drought years). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 21, 154–164. <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2023.21.23>
18. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.G., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (Part 3 – years with different moisture supply). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, №22, 132–143. <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2023.22.21>
 19. Konovalova, V.M., Tyshchenko, A.V., Bazalii, H.H., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023) Analysis of winter wheat varieties for drought resistance in the conditions of the Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 19, 140–150. <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2023.19.22>
 20. Kristin, A.S. et al. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *CropSci.*, 37, 43–50.
 21. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*, 7, 85–87.
 22. Lavrynenko, Y., Tyshchenko, A., Bazalii, H., Konovalova, V., Zhupyna, A. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of Southern Ukraine. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXVI(2), 294–301. ISSN 2285-5785
 23. Lin, C.S. & Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci.*, 68, 193–198. <https://doi.org/10.4141/ cjpgs88-018>
 24. Moosavi, S.S. et al. (2008). Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *Desert.*, 12(2), 165–178.
 25. Ojha, A. & Ojha, B.R. (2020). Assessment of Morpho-Physiological, Yield and Yield Attributing Traits Related to Post Anthesis Drought in Wheat Genotypes Under Rainfed Condition in Rampur, Chitwan. *Int. J. Appl. Sci. Biotechnol.*, 8(3), 323-335. doi.org/10.3126/ijasbt.v8i3.31609
 26. Rauf, S. (2008). Breeding sunflower (*Helianthus annuus* L.) for drought tolerance, *Commun. Biom. Crop Sci.*, 3, 29–44.
 27. Rosielle, A.A. & Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21(6), 943–946. [doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x](https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x)
 28. Škorić, D. (2009). Sunflower breeding for resistance to abiotic stresses. *Helia*, 32(50), 1–16.
 29. Subira, J., Álvaro, F., del Moral, L.F.G. & Royo, C. (2015). Breeding effects on the cultivar × environment interaction of durum wheat yield. *European Journal of Agronomy*, 68, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.04.009>
 30. Team, B.A. (2015). Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. In *Regional Climate Studies*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 6, 131–144.
 31. Tyshchenko, A.V., Konovalova, V.M., Bazalii, H.H., Fundirat, K.S., Tyshchenko, O.D. et al. (2023). Ecological plasticity and stability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine (part 1 – years with sufficient moisture). *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 19, 190–200. <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2023.19.29>
 32. Tyshchenko A.V. et al. (2023). Methods of determining the drought resistance of plants. *Scientific Collection «InterConf+», 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» by the SPC «InterConf»*. (pp. 343–361) A.T. International. Vancouver, Canada. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.030> ISSN 2709-4685
 33. Tyshchenko A.V. et al. (2023). Methods of determining the adaptability and ecological stability of plants. *Scientific Collection «InterConf+», 33(155): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Modern Knowledge: Research and Discoveries» by the SPC «InterConf»*. (pp. 324–342) A.T. International. Vancouver, Canada. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.05.2023.029> ISSN 2709-4685
 34. Tyshchenko, O. et al. (2020). Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*, 9(2), 353–358. ISSN 2285-5718
 35. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIV(2), 435–444.
 36. Yuyi, Z. et al. (2019). A novel ABA functional analogue B2 enhances drought tolerance in wheat. *Scientific Reports*. 9:2887. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39013-8>
 37. Vozhehova, R. A. et al. (2021). Osoblyvosti proiavu adaptyvnykh oznak u selektsiinykh populatsii liutserny pry vyroshchuvanni na nasinnia. [Features of manifestation of adaptive traits in breeding populations of alfalfa when grown from seed]. *Visnyk SumNAU. Seriya «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of SumNAU. Agronomy and Biology Series*. 2(44). 3–11. <https://doi.org/10.32845/ agrobio.2021.2.1> [in Ukrainian].
 38. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Otsiniuvannia posukhostiikosti selektsiinoho materialu liutserny za pokaznykamy vodnoho rezhymu v umovakh Pivdnia Ukrainy [Evaluation of drought tolerance of alfalfa breeding material based on water regime indicators in Southern Ukraine.]. *Plant Varieties Studying and protection*, 17(1), 21–29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204>. [in Ukrainian].
 39. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populatsii liutserny kormovoho vykorystannia v rik sivby za matematychnymy indeksamy [Assessment of drought resistance of fodder alfalfa populations in the year of sowing by mathematical indices]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 13, 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2022.13.28>. [in Ukrainian].
 40. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Nasinnieva produktyvnist populatsii liutserny druhoho roku zhyttia ta osoblyvosti proiavu u nykh adaptyvnykh oznak [Seed productivity of alfalfa populations in the second year of life and the peculiarities of the manifestation of adaptive traits in them]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 16, 94–103. <https://doi.org/10.32848/ agrar.innov.2022.16.15> [in Ukrainian].
 41. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Osoblyvosti proiavu adaptyvnykh oznak u populatsii liutserny za kormovoho vykorystannia [Peculiarities of the manifestation of adaptive traits in alfalfa populations under fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 14, 135–144.

- <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2022.14.20>. [in Ukrainian].
42. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Vyznachennia posukhostiikosti populiatzii liutserny nasinnievoho vykorystannia za matematychnymy indeksamy [Determination of drought resistance of alfalfa populations for seed use by mathematical indices]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1(838), 40–48. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05>. [in Ukrainian].
 43. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Posukhostiikist populiatzii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Drought resistance of second-year alfalfa populations for fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 17, 25–36. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.17.4> [in Ukrainian].
 44. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Formuvannia stiikosti roslin nasinnievoi liutserny v umovakh riznoho ekolohichnoho hradiienta [Formation of resistance of seed alfalfa plants in conditions of different environmental gradients]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 3(840), 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08> [in Ukrainian].
 45. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populiatzii liutserny za nasinnievoho vykorystannia v rik sivby [Assessment of drought resistance of alfalfa populations for seed use in the year of sowing]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 15, 89–96. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2022.15.14>. [in Ukrainian].
 46. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Adaptivni oznaky ta yikh proiav u populiatzii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Adaptive traits and their manifestation in alfalfa populations of the second year for fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 18, 143–155. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.18.20> [in Ukrainian].
 47. Tyshchenko, A.V. et al. (2023). Reaktsiia hibrividov soniashnyka rannoi hrupy styhlosti na defitsyt volohy v umovakh Stepu Ukrainy [Reaction of sunflower hybrids of the early maturity group to moisture deficit in the conditions of the Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 22, 162–174. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2023.22.25> [in Ukrainian].
 48. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O. D. & Lyuta, Yu. O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist. [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavriskiyi naukovyi visnyk. Kherson: VD «Helvetyka» – Taurian Scientific Bulletin. Kherson: Helvetica*. 120. 155–168. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>. [in Ukrainian].
 49. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu.O. & Piliarska, O.O. (2021). Adaptivna zdavnist – vazhlyva oznaka v selektsii roslin [Adaptability is an important feature in plant selection]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 75, 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>. [in Ukrainian].

Тищенко А.В., Степанов С.С., Тищенко О.Д., Коновалова В.М., Очкала О.С. Аналіз гібридів соняшника середньостиглої групи за різних умов зволоження на Півдні України

Метою досліджень було вивчення і аналіз екологічної стійкості та адаптивної здатності до дефіциту вологи середньостиглих гібридів соняшника в умовах Півдня

України. **Матеріали і методи досліджень.** Реакцію вісімнадцяти гібридів соняшника середньостиглої групи на різні умови вирощування вивчали в ТОВ «Агропроект Юг» Херсонської області протягом 2020–2021 рр. Дослідження проводилися на двох різних за показниками ґрунту ділянках. Аналіз стійкості гібридів соняшника до дефіциту вологи проводили за допомогою різних математичних індексів посухостійкості та показників адаптивності і екологічної стійкості. **Результати дослідження та їх обговорення.** Отримані експериментальні дані за інтенсивності посухи 0,494 дозволило виділити гібрид соняшника, що істотно перевищував середньогібридну за урожайністю в стресових умовах Hysun 232 IT H0 1,902 т/га, а за умов достатнього зволоження гібрид PR64F66 з урожайністю 3,182 т/га. За найбільшою кількістю індексів посухостійкості був виділений гібрид Hysun 232 IT H0. За коефіцієнтом регресії (b) були виділені гібриди інтенсивного типу Hysun 238 і PR64F66, стабільного типу Aromatic і Анастасія та гібрид добре адаптований до різноманітних умов вирощування P64LL129. За результатами GGE біплот-аналізу гібриди соняшника Aromatic, Hysun 232 IT H0, Kondi, Alambra KC і Анастасія були віднесені до стабільних по відношенню до вологи, PR64F66, Hysun 238 і Феном 715 – до гібридів інтенсивного типу та P63LE113, P64LL129, Aztek, Katana і Константин HC – до пластичних. **Висновки.** За індексами посухостійкості, показниками адаптивності до посухи та біплот-аналізом, як найбільш посухостійкими виділені гібриди Aromatic, Hysun 232 IT H0, Kondi і Анастасія, гібриди P63LE113, P64LL129, Aztek, Katana, Suberix і Константин HC виділені як пластичні, а гібриди PR64F66, Hysun 238 і Феном 715 як найбільш нестійкий до посухи, або гібриди інтенсивного типу.

Ключові слова: соняшник, гібрид, урожайність, посухостійкість, індекси посухостійкості, адаптивність, екологічна стійкість.

Tyshchenko A.V., Stepanov S.S., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Ochkala O.S. Analysis of sunflower hybrids of the mid-ripening group under different moisture conditions in the South of Ukraine

The purpose of the research was to study and analyze the environmental stability and adaptive capacity to moisture deficit of medium-ripening sunflower hybrids in the conditions of Southern Ukraine. **Research materials and methods.** The reaction of eighteen sunflower hybrids of the mid-ripening group to different growing conditions was studied at Agroproekt Yug LLC of the Kherson region during 2020–2021. The research was conducted on two sites with different soil parameters. Analysis of the resistance of sunflower hybrids to moisture deficit was carried out with the help of various mathematical indices of drought resistance and indicators of adaptability and environmental stability. **Research results and their discussion.** The obtained experimental data at a drought intensity of 0.494 made it possible to identify a sunflower hybrid that significantly exceeded the average hybrid in terms of yield under stress conditions Hysun 232 IT H0 1.902 t/ha, and under conditions of sufficient moisture the PR64F66 hybrid with a yield of 3.182 t/ha. Hysun 232 IT H0 hybrid was singled out for the largest number of drought resistance indices. According to the regression coefficient (b), hybrids of intensive type Hysun 238 and PR64F66, stable type Aromatic and Anastasia, and hybrid well adapted to various growing conditions P64LL129 were selected. According to the results of the GGE biplot analysis, the

sunflower hybrids Aromatic, Hysun 232 IT H0, Kondi, Alambra KC and Anastasia were classified as stable in relation to moisture, PR64F66, Hysun 238 and Phenom 715 – as hybrids of the intensive type and P63LE113, P64LL129, Aztek, Katana and Konstantin NS – to plastic ones. **Conclusions.** According to the indices of drought resistance, indicators of adaptability to drought and biplot analysis, the hybrids Aromatic, Hysun 232 IT H0, Kondi

and Anastasia were selected as the most drought-resistant, the hybrids P63LE113, P64LL129, Aztek, Katana, Suberix and Konstantin NS were selected as plastic, and the hybrids PR64F66, Hysun 238 and Phenom 715 as the most resistant to drought, or hybrids of the intensive type.

Key words: sunflower, hybrid, productivity, drought resistance, drought resistance indices, adaptability, environmental sustainability.