

ОЦІНКА ПОСУХОСТІЙКОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ КОРМОВОГО ВИКОРИСТАННЯ В РІК СІВБИ ЗА МАТЕМАТИЧНИМИ ІНДЕКСАМИ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік
Національної академії аграрних наук

orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

ТИЩЕНКО А.В. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-1918-6223

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

ТИЩЕНКО О.Д. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-8095-9195

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник

orcid.org/0000-0001-8649-0618

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

ГАЛЬЧЕНКО Н.М. – кандидат сільськогосподарських наук,

orcid.org/0000-0002-1717-5101

Асканійська Державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі та характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю, а також сприяє підвищенню родючості ґрунту [23], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1; 3]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур.

Люцерна зростає в широкому діапазоні кліматичних умов, від екватора і майже до арктичних полярних кіл [29]. Проте згідно з численними прогнозами глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і в майбутньому до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [2; 17], що вже спостерігається в умовах Півдня України. Посуха – найбільш поширена екологічна проблема, оскільки обмежує можливості сільськогосподарських рослин, знижуючи їх продуктивність [18; 27]. Пагубні наслідки посухи є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [34; 36]. Але вона за рахунок потужної і розгалуженої кореневої системи вважається культурою з високою посухостійкістю й широкою адаптивністю до посушливих умов [24; 33]. Проте, як і будь-яка інша культура, вона негативно реагує на посуху і, щоб адаптуватися в стресових умовах, у неї виникають морфологічні, фізіологічні, біохімічні або молекулярні зміни, що необхідно враховувати при створенні посухостійких сортів з одночасним підвищенням врожайності та якості продукції.

За настання посушливого періоду рослини люцерни (*Medicago*) скорочують надземну вегетативну масу [11; 12], що обмежує індекс площі листя і внаслідок чого зменшується продуктивність біомаси. Тому для стабілізації і підвищення продуктивності люцерни потрібно збільшити посухостійкість рослин люцерни, а дослідження цієї ознаки є важливим етапом у селекційних програмах [37].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Величина втрати вологи від евапотранспірації неухильно зростає, і ця тенденція в майбутньому буде тільки погіршуватися [2], тому зниження врожайності є головною проблемою і підставою для селекціонерів з посилення робіт з адаптації сільськогосподарських культур до зміни клімату і, відповідно, підвищення їх продуктивності в стресових умовах [8]. Чутливість рослин до посухи визначається як функція зниження врожайності при водному стресі [20] в порівнянні з потенційною врожайністю. Тому для диференціації генотипів з посухостійкості використовуються різні математичні індекси, які ґрунтуються на продуктивності рослин в оптимальних і стресових умовах [15; 25] для відбору посухостійких генотипів [7; 26; 38].

Rosielle A.A. et al. [31] запропонували використовувати індекс толерантності (TOL) як різницю між врожайністю при зрошенні і врожайністю в умовах природного зволоження, а також середню врожайність (MP), як середнє арифметичне значення врожайності в стресових і оптимальних умовах. Blum A. [4; 5] визначив індекс посухостійкості (DI), який був загальноприйнятим для визначення генотипів, що забезпечують високу врожайність як в стресових, так і в кращих умовах. Fisher R. A. et al. [15] рекомендують застосовувати індекс сприйнятливості до стресу (SSI) для визначення стабільності продуктивності рослин, який фіксує значення врожайності в оптимальних і стресових умовах. Fernandez C. J. [14] та Saba J. et al. [32] радять вживати індекс толерантності до стресу (STI) та рекомендують використовувати його в селекційних програмах для скринінгу високоврожайних генотипів в умовах стресу і його відсутності. Для визначення сприйнятливості сортів до стресу через різну інтенсивність посухи в різні роки Fernandez C. J. [14] та Kristin A.S. et al. [21] запропонували використовувати середньгеометричну продуктивність (GMP) сортів в обох середовищах. Крім того, Gavuzzi et al. [16], Bousslama M. et al. [6] та Choukan R. et al. [10] запропо-

нували використовувати індекс врожайності (YI), індекс стабільності врожайності (YSI) і індекс зниження врожайності (YRI) відповідно.

Із метою підвищення ефективності індексу STI Farshadfar E. et al. [13] запропонували модифіковані індекси стійкості до стресу (M_1STI , M_2STI), які коригують STI. Для скринінгу посухостійких генотипів в різних умовах середовища Moosavi S.S. et al. [28] представили процентний індекс схильності до стресу (SSPI).

Tyshchenko A.V. et al. [40] запропонували індекс стійкості до стресу ISR, який, на їхню думку, характеризує генотипи за стійкістю до стресу за меншою різницею врожайності в оптимальних та лімітуючих умовах, враховує високу продуктивність при стресі [35; 39].

Виходячи з аналізу літературного матеріалу, існує 16 індексів з визначення посухостійкості генотипів, які ми застосовували у своїх дослідженнях.

Мета. Провести оцінку реакції сортів, популяцій люцерни у різних середовищах та визначити кращі не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційному процесі.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в Інституті зрошувального землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташоване на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2017–2019 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни при кормовому використанні за двох умов зволоження: **зрошення** (краплинне зрошення) та природного зволоження на травостої першого року використання. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням різних індексів розроблених різними авторами: індекс середньої врожайності MP, індекс толерантності до посухи TOL [31], індекс чутливості до посухи SSI, індекс відносної посухостійкості RDI [15], індекс стабільності врожаю YSI [6], індекс урожайності YI [16; 25], індекс толерантності до стресу STI [14], середня геометрична урожайність GMP [14; 21], індекс посухостійкості DI [4; 5; 22], індекс схильності до стресу SSPI [28], модифіковані індекси толерантності до стресу M_1STI , M_2STI , MSTI [17], гармонійна продуктивність HMP [9; 19; 21] та індексом стійкості до стресу ISR [35; 39; 40].

Проведено кореляційний аналіз між індексами врожайності зеленої маси та посухостійкості для визначення найкращих посухостійких генотипів та індексів. Аналіз головних компонентів (PCA) проводили на основі спостережень. Як кореляцію, так і PCA проводили за допомогою Microsoft © Excel 2013/XLSTAT © -Pro (версія 2015.6.01.23953, 2015, Addinsoft, Inc., Бруклін, Нью-Йорк, США). Статистичну обробку експериментальних даних проводили AgroSTAT, Statistica (v. 13).

Результати досліджень та їх обговорення. Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти та популяції люцерни на стійкість до стресових (посушливих) умов. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у 2017 і 2018 роках варіював в межах 0,51–0,55, що вказує на дуже посушливі кліматичні умови, тоді як

у 2019 році він складав 0,88, що відповідає посушливим умовам.

На першому році життя травостою за середньою урожайністю (MP) популяції у посушливі та оптимальні роки, яка характеризує його потенційну урожайність, виділюються дві популяції люцерни: А.г. d. та ФХНВ² з урожайністю зеленої маси 2,09 й 1,99 кг/м² в стресових умовах, з високим індексом MP (4,57 й 4,85), але у популяції А.г. d. урожайність при зрошенні була на 0,67 кг/м² нижчою. У популяції В.11 / П. d., Ж. / ЦП-11 та М.agr. / С. відзначається також високий індекс MP (4,70; 4,58; 4,50) внаслідок високої урожайності за оптимальних умов (зрошення), але низької або середньої – при стресі. Діапазон коливання цього індексу склав від 3,56 до 4,85 (табл. 1).

За індексом чутливості до посухи (SSI), що коливався у вивчених популяцій в межах 0,83–1,16, і посухостійкість збільшується при низьких показниках цього індексу. Три популяції: А.г. d., ФХНВ² та Ж. / ЦП-11 характеризуються найнижчими значеннями 0,83, 0,87 й 0,89, відповідно.

Індекс толерантності до посухи (TOL) показує втрату урожайності під впливом посухи. Посухостійкість збільшується при низьких показниках цього індексу. Максимальний прояв толерантності до стресу встановлено у популяції А.г. d. з показником індексу 4,95, яка сформувала урожайність зеленої маси 7,04 кг/м² в оптимальних умовах і високу 2,09 кг/м² в умовах стресу. Діапазон варіювання його у досліджуваних генотипів складав від 4,95 до 7,35.

Індекс стабільності урожаю (YSI) характеризує відношення урожайності в умовах стресу до урожайності в оптимальних умовах. Коливання цього індексу у досліджуваних популяцій становили 0,01–0,30. Найвищий рівень стабільності урожайності продемонстрували три популяції: А.г. d. (0,30), ФХНВ² (0,26) та Ж. / ЦП-11 (0,24), які показали і високий індекс урожайності (YI) з показниками 196,8; 187,37 та 166,65, відповідно. Розмах варіювання цього індексу дорівнював 8,47–196,78.

Дві перші з них були кращими за індексами середньої геометричної урожайності (GMP = 3,84 і 3,92,) як середнє пропорційне відношення урожайності в посушливому та оптимальному роках з коливаннями у генотипів 0,76–3,92. Виділилися вони і за відносної посухостійкості (RDI), індексом посухостійкості (DI) і гармонійної продуктивності (HMP) з показниками: 1,99 і 1,73, 0,5842 і 0,4836 та 3,22 і 3,16, відповідно. Діапазон мінливості цих показників дорівнював від 0,13–1,99; 0,0012–0,5842; 0,18–3,22, відповідно.

Серед вивчених генотипів найменшим рівнем схильності до стресу (SSPI = 34,68) характеризувався генотип А.г. d., хоча максимальний показник цього індексу досягав значення 51,50 (найгірший показник).

Модифіковані індекси толерантності до стресу (M_1STI , M_2STI і MSTI) вивчали з метою більш ймовірного визначення посухостійких генотипів та корегування їх індексу толерантності до стресу (STI) залежно від умов вирощування. Високим індексом M_1STI рівному 0,3517 виділюється генотип ФХНВ² і дві популяції люцерни (А.г. d. і ФХНВ²) з індексом M_2STI і MSTI – 1,1188 й 1,0577 та 0,3146 й 0,3720,

Таблиця 1

Урожайність зеленої маси люцерни першого року при зрошенні і в умовах природного зволоження та індекси посухостійкості (2017–2019 рр.)

Назва	Скоро-чення	Ур	Уs	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M ₁ STI	M ₂ STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Унітро, стандарт	G1	7,47	1,35	4,41	0,96	6,12	0,18	127,11	0,20	3,18	1,21	0,2297	42,88	0,2170	0,3199	0,0694	2,89	2,29	2,01
Елепя	G2	7,11	0,68	3,90	1,06	6,43	0,10	64,03	0,09	2,20	0,64	0,0612	45,05	0,0942	0,0389	0,0037	2,10	1,24	0,83
Приморка	G3	6,88	1,02	3,95	1,00	5,86	0,15	96,04	0,14	2,65	1,00	0,1424	41,06	0,1281	0,1271	0,0163	2,31	1,78	1,41
M.g. / П.п.	G4	7,38	1,25	4,32	0,98	6,13	0,17	117,69	0,18	3,04	1,14	0,1993	42,95	0,1937	0,2509	0,0486	2,77	2,14	1,81
Сін(с) / Приморка	G5	7,50	0,15	3,83	1,15	7,35	0,02	14,12	0,02	1,06	0,13	0,0028	51,50	0,0244	0,0004	0,0000	1,16	0,29	0,16
LR/ H	G6	7,04	1,24	4,14	0,97	5,80	0,18	116,75	0,17	2,95	1,18	0,2056	40,64	0,1668	0,2337	0,0390	2,55	2,11	1,83
Приморка / Сін(с)	G7	6,62	1,16	3,89	0,97	5,46	0,18	109,22	0,15	2,77	1,18	0,1914	38,26	0,1298	0,1799	0,0233	2,25	1,97	1,71
A.-H. d. № 114	G8	7,05	0,16	3,61	1,15	6,89	0,02	15,06	0,02	1,06	0,15	0,0034	48,27	0,0216	0,0005	0,0000	1,09	0,31	0,17
A.-H.d. № 15	G9	6,95	0,32	3,64	1,12	6,63	0,05	30,13	0,04	1,49	0,31	0,0139	46,45	0,0414	0,0040	0,0002	1,47	0,61	0,35
A.-H. d. № 38	G10	6,72	0,83	3,78	1,03	5,89	0,12	78,15	0,11	2,36	0,83	0,0965	41,27	0,0971	0,0669	0,0065	2,07	1,48	1,08
Добір за к.с.	G11	6,46	0,09	3,28	1,16	6,37	0,01	8,47	0,01	0,76	0,09	0,0012	44,63	0,0094	0,0001	0,0000	0,72	0,18	0,09
Ram. d.	G12	6,80	1,19	4,00	0,97	5,61	0,18	112,04	0,16	2,84	1,18	0,1961	39,31	0,1443	0,1995	0,0288	2,38	2,03	1,75
(Емерауде / Т.) ²	G13	7,38	1,32	4,35	0,96	6,06	0,18	124,28	0,19	3,12	1,20	0,2223	42,46	0,2046	0,2955	0,0604	2,81	2,24	1,96
Т. / Емерауде	G14	7,36	0,52	3,94	1,09	6,84	0,07	48,96	0,08	1,96	0,47	0,0346	47,92	0,0799	0,0180	0,0014	1,99	0,97	0,60
M.g. / ЦП-11	G15	7,21	1,21	4,21	0,98	6,00	0,17	113,93	0,17	2,95	1,13	0,1912	42,04	0,1749	0,2223	0,0389	2,64	2,07	1,75
Зимостійка / М.К.	G16	6,63	0,49	3,56	1,09	6,14	0,07	46,14	0,06	1,80	0,50	0,0341	43,02	0,0551	0,0136	0,0007	1,65	0,91	0,57
M.agr. / С.	G17	7,51	1,48	4,50	0,94	6,03	0,20	139,35	0,22	3,33	1,32	0,2746	42,25	0,2417	0,4238	0,1024	2,99	2,47	2,30
A.r. d.	G18	7,04	2,09	4,57	0,83	4,95	0,30	196,78	0,29	3,84	1,99	0,5842	34,68	0,2812	1,1188	0,3146	2,83	3,22	4,23
M.g. / M.agr.	G19	6,71	1,21	3,96	0,96	5,50	0,18	113,93	0,16	2,85	1,21	0,2054	38,54	0,1410	0,2069	0,0292	2,33	2,05	1,80
M.g. d.	G20	7,32	0,99	4,16	1,02	6,33	0,14	93,21	0,14	2,69	0,91	0,1261	44,35	0,1497	0,1236	0,0185	2,54	1,74	1,32
ФХНВ ²	G21	7,71	1,99	4,85	0,87	5,72	0,26	187,37	0,30	3,92	1,73	0,4836	40,08	0,3517	1,0577	0,3720	3,33	3,16	3,62
В.11 / П. д.	G22	7,73	1,66	4,70	0,92	6,07	0,21	156,30	0,25	3,58	1,44	0,3356	42,53	0,2956	0,6155	0,1820	3,24	2,73	2,69
Ж. / ЦП-11	G23	7,38	1,77	4,58	0,89	5,61	0,24	166,65	0,26	3,61	1,61	0,3997	39,31	0,2743	0,7124	0,1954	3,02	2,86	3,06
Сибір. 8, d.	G24	7,31	1,32	4,32	0,96	5,99	0,18	124,28	0,19	3,11	1,21	0,2244	41,97	0,1988	0,2927	0,0582	2,77	2,24	1,97
Середньо-популяційна		7,14	1,06	4,10	1,00	6,07	0,15	100,00	0,15	2,63	0,99	0,1858	42,56	0,1548	0,2718	0,0671	2,33	1,80	1,63
Медіана		7,16	1,20	4,07	0,98	6,05	0,18	112,99	0,16	2,85	1,16	0,1938	42,36	0,1470	0,2032	0,0290	2,46	2,04	1,75

V, % 5,0083 52,9454 9,5898 8,9298 8,5301 51,7512 52,9456 55,7080 33,5106 51,4441 82,0506 8,5268 60,1782 115,3135 145,1253 29,7664 48,9994 65,8331

S_X^{зас.} 0,0730 0,1148 0,0803 0,0183 0,1058 0,0157 10,8075 0,0171 0,1799 0,1040 0,0311 0,7408 0,0190 0,0640 0,0199 0,1415 0,1796 0,2188S_X^{віднос.} 1,0223 10,8074 1,9575 1,8228 1,7412 10,5637 10,8075 11,3713 6,8403 10,5010 16,7485 1,7405 12,2838 23,5383 29,6236 6,0760 10,0020 13,4381HIP₀₁ 0,2313 0,3639 0,2545 0,0579 0,3353 0,0497 34,2597 0,0541 0,5703 0,3296 0,0986 2,3482 0,0603 0,2028 0,0630 0,4486 0,5693 0,6935HIP₀₅ 0,1671 0,2629 0,1839 0,0418 0,2422 0,0359 24,7491 0,0391 0,4120 0,2381 0,0713 1,6963 0,0436 0,1465 0,0455 0,3241 0,4112 0,5010

Таблиця 2

Матриця кореляційних зв'язків між урожайністю зеленої маси люцерни першого року життя при зрошенні і в умовах природного зволоження та індексами посухостійкості (2017–2019 рр.)

	Y _p	Y _s	MP	SSI	TOL	YSI	YI	STI	GMP	RDI	DI	SSPI	M ₁ STI	M ₂ STI	MSTI	ATI	HMP	ISR
Y _p	1,000	0,437	0,767	-0,368	0,216	0,356	0,437	0,503	0,465	0,356	0,407	0,216	0,604	0,462	0,484	0,588	0,436	0,419
Y _s	0,437	1,000	0,912	-0,996	-0,784	0,993	1,000	0,996	0,985	0,995	0,961	-0,784	0,968	0,877	0,801	0,938	0,998	0,981
MP	0,767	0,912	1,000	-0,878	-0,461	0,870	0,912	0,939	0,914	0,872	0,871	-0,461	0,965	0,837	0,792	0,936	0,910	0,891
SSI	-0,368	-0,996	-0,878	1,000	0,827	-0,999	-0,996	-0,984	-0,981	-0,999	-0,953	0,827	-0,941	-0,855	-0,770	-0,922	-0,994	-0,975
TOL	0,216	-0,784	-0,461	0,827	1,000	-0,833	-0,784	-0,734	-0,748	-0,834	-0,762	1,000	-0,634	-0,633	-0,536	-0,612	-0,782	-0,776
YSI	0,356	0,993	0,870	-0,999	-0,833	1,000	0,993	0,979	0,979	0,999	0,951	-0,833	0,933	0,850	0,763	0,918	0,992	0,973
YI	0,437	1,000	0,912	-0,996	-0,784	0,993	1,000	0,996	0,985	0,995	0,961	-0,784	0,968	0,877	0,801	0,938	0,998	0,981
STI	0,503	0,996	0,939	-0,984	-0,734	0,979	0,996	1,000	0,982	0,982	0,958	-0,734	0,985	0,888	0,820	0,948	0,993	0,977
GMP	0,465	0,985	0,914	-0,981	-0,748	0,979	0,985	0,982	1,000	0,980	0,902	-0,748	0,956	0,798	0,716	0,978	0,994	0,937
RDI	0,356	0,995	0,872	-0,999	-0,834	0,999	0,995	0,982	0,980	1,000	0,953	-0,834	0,937	0,854	0,768	0,918	0,993	0,975
DI	0,407	0,961	0,871	-0,953	-0,762	0,951	0,961	0,958	0,902	0,953	1,000	-0,762	0,933	0,967	0,911	0,822	0,939	0,996
SSPI	0,216	-0,784	-0,461	0,827	1,000	-0,833	-0,784	-0,734	-0,748	-0,834	-0,762	1,000	-0,633	-0,633	-0,536	-0,612	-0,781	-0,776
M ₁ STI	0,604	0,968	0,965	-0,941	-0,634	0,933	0,968	0,985	0,956	0,937	0,933	-0,633	1,000	0,891	0,845	0,946	0,964	0,950
M ₂ STI	0,462	0,877	0,837	-0,855	-0,633	0,850	0,877	0,888	0,798	0,854	0,967	-0,633	0,891	1,000	0,984	0,722	0,843	0,948
MSTI	0,484	0,801	0,792	-0,770	-0,536	0,763	0,801	0,820	0,716	0,768	0,911	-0,536	0,845	0,984	1,000	0,650	0,763	0,885
ATI	0,588	0,938	0,936	-0,922	-0,612	0,918	0,938	0,948	0,978	0,918	0,822	-0,612	0,946	0,722	0,650	1,000	0,955	0,867
HMP	0,436	0,998	0,910	-0,994	-0,782	0,992	0,998	0,993	0,994	0,993	0,939	-0,781	0,964	0,843	0,763	0,955	1,000	0,965
ISR	0,419	0,981	0,891	-0,975	-0,776	0,973	0,981	0,977	0,937	0,975	0,996	-0,776	0,950	0,948	0,885	0,867	0,965	1,000

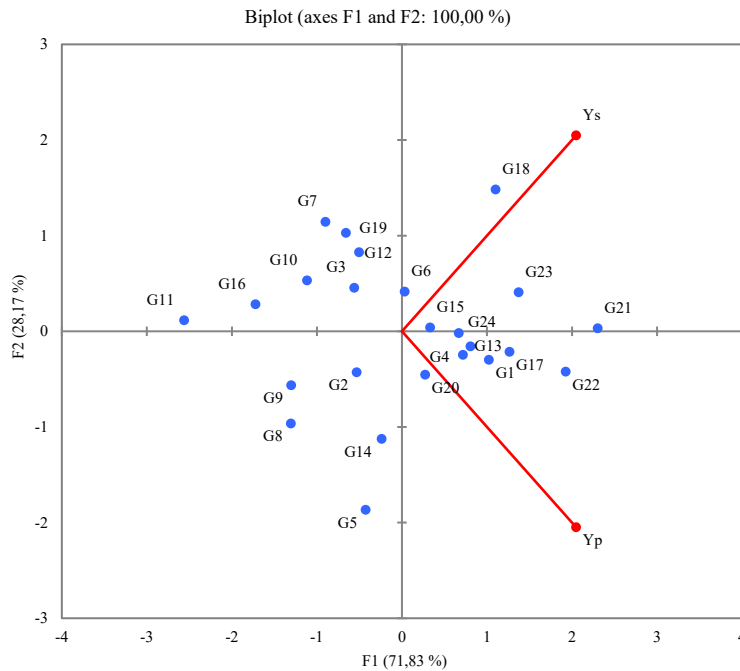


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біплат-аналіз)

Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ:

● – умови зволоження; ● – генотипи

відповідно. Розмах варіювання цих індексів був високий 0,0244–0,3517 (M_1STI); 0,0005–0,7124 (M_2STI); 0,000–0,3720 (MSTI).

За індексом абіотичної толерантності (АТІ), що коливався від 0,72 до 3,33, було виділено дві популяції ФХНВ² й В11 / П. d. з його значеннями 3,33 й 3,24, відповідно.

Високими показниками індексу стійкості до стресу (ISR = 4,23) характеризувалася популяція А.г. d., що мала найбільшу урожайність (2,09 кг/м²) при стресі і середню (7,04 кг/м²) при зрошенні.

Важливе значення має встановлення кореляційних зв'язків між урожайністю в умовах природного зволоження та різними індексами для ідентифікації генотипів за посухостійкістю.

Урожайність популяцій люцерни при стресі (Y_s) має високу позитивну кореляційну залежність ($r = 0,801-1,000$) з індексами MP , YSI , YI , STI , GMP , RDI , DI , M_1STI , M_2STI , $MSTI$, ATI , HMP та ISR і від'ємну з SSI ($r = -0,996$), TOL та $SSPI$ з $r = -0,784$. Між врожайністями за різних умов зволоження (зрошення і природне зволоження) має місце середня позитивна кореляційна залежність ($r = 0,437$) (табл. 2).

За результатами GGE біплат-аналізу на травостої першого року життя була виділена більш стійка до посухи популяція G18 – А.г. d., що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності в умовах природного зволоження (Y_s) та максимально наближена до його вершини (рис. 1).

Популяція G22 – В.11 / П. d., що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності при зрошенні, найкраще

відкликається на поліпшення умов зволоження, але показує різке зниження урожайності в умовах природного зволоження.

Популяція G21 – ФХНВ² знаходиться на осі між векторами урожайності при зрошенні та в умовах природного зволоження, що може вказувати на пластичність цих популяцій.

Висновки. За підсумками урожайності першого року можна зазначити:

- популяція А.г. d. найслабше реагує на погіршення умов зволоження та формує найвищу урожайність зеленої маси (2,09 кг/м²) в умовах природного зволоження;
- популяція ФХНВ² є пластичною та формує високу урожайність як при зрошенні, так і в умовах природного зволоження;
- популяція В.11 / П. d. – вибаглива до умов зволоження, тому найбільшу урожайність формує при зрошенні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M. Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy. 2002.
2. Aleksandrov V. Climate change on the Balkan Peninsula. *Ecology and future*. Vol. 1, № 2-4, 2002. P. 26–30.
3. Annicchiarico P., Pecetti L., Abdelguerfi A., Bouizgaren A., Carroni A.M., Hayek T., et al. Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*. Volume 120, Issue 2, 31 January, 2011. P. 283–291. doi: 10.1016/j.fcr.2010.11.003.
4. Blum A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or

- mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*. 2005. Vol. 56, № 11. P. 1159–1168. URL: <https://doi.org/10.1071/AR05069>.
5. Blum A. Plant breeding for stress environments. *CRC Press, Boca Raton, Florida, USA*. 1988.
 6. Bouslama M., Schapaugh W. T. Stress tolerance in soybean. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*. 1984. Vol. 24, № 5. P. 933–937. doi: 10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x.
 7. Boussem H., BenSalem M., Slama A., Mallek-Maalej E., Rezgui S. Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines Options Mediterraneennes. 2010. 95. C. 79–83. URL: <http://om.ciheam.org/om/pdf/a95/00801329.pdf>.
 8. Cattivelli L., Rizza F., Badeck F.W., Mazzucotelli E., Mastrangelo A.M., Francia E., Marè C., Tondelliand A., Stanca A.M. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*. 105, 2008. P. 1–14. doi: 10.1016/j.fcr.2007.07.004.
 9. Chakherchaman S. A., Mostafaei H., Imanparast L., Eivazian M. R. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2009. 7. P. 283–288.
 10. Choukan R., Taherkhani T., Ghannadha M.R., Khodarahmi M. Evaluation of drought tolerance in grain maize in bred lines using drought tolerance indices. *Iran. J. Agric. Sci.* Vol. 8, Issue 1, 2006. P. 79–89.
 11. Djamal Bellague, Mahfoud M'Hammedi-Bouzina, Aïssa Abdelguerfi. Measuring the performance of perennial alfalfa with drought tolerance indices. *Chilean journal of agricultural*. 76(3). 2016. p. 273–284. doi: 10.4067/S0718-58392016000300003.
 12. Durand J. L. Les effets du stress hydrique sur la plante: The effects of water stress on the plant: Physiological aspects. *Fourrages*, 190, 2007. P. 181–195.
 13. Farshadfar E., Sutka J. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun*, 31, 2002. P. 33–40. URL: <https://www.jstor.org/stable/23787201>.
 14. 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. Shanhu, Taiwan, 1992. P. 257–270.
 15. Fisher R. A., Maurer R. Drought resistance in spring wheat cultivars. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1978. Vol. 29, № 5. P. 897–912. Doi: [org/10.1071/AR9780897](https://doi.org/10.1071/AR9780897).
 16. 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.
 17. Harrison M. T., Tardieu F., Dong Z., Messina C. D., Hammer G. L. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol*. 2014. Volume 20, Issue 3. P. 867–878. Doi: 10.1111/gcb.12381.
 18. Hussain S. S., Raza H., Afzal I., Kayani M. A. Transgenic plants for abiotic stress tolerance: Current status. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2012. Volume 58, Issue 7. P. 693–721. doi: 10.1080/03650340.2010.540010.
 19. 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. 3(4). P. 33–38.
 20. Koleva M., Dimitrova V. Evaluation of drought Tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *Agrofor International Journal*. 2018. Vol. 3, Issue 1. P. 11–17. Doi: 10.7251/AGRENG1801011K.
 21. Kristin A. S., Serna R. R., Perez F. I., Enriquez B. C., Gallegos J. A. A., Vallejo P. R., Wassimi N., Kelley J. D. Improving common bean performance under drought stress. *CropSci*. 37. 1997. P. 43–50.
 22. Lan J. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 1998. Vol. 7. P. 85–87.
 23. Latrach, L., Farissi M., Mouradi M., Makoudi B., Bouizgaren A., Ghoulam C. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2014. 38. P. 320–326. doi: 10.3906/tar-1305-52.
 24. Lemaire G. La luzerne: Alfalfa. Productivity and quality. In Abdelguerfi, A. (ed.) forage Fabaceae diversity and their symbionts: biotechnological, agronomic and environmental applications. *International Workshop, Algiers, Algeria*. 2006. P. 174–182.
 25. Lin C. S., Binns M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci*. 1988. 68. P. 193–198. URL: <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>.
 26. Mitra J. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Sci*. 2001. 80. P. 758–762.
 27. Mollasadeghi V., Valizadeh M., Shahryari R., Imani A. A. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal*. 2011. Volume 13, Issue 3. P. 545–551.
 28. 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* 12, 2008. P. 165–178.
 29. Muthukumar Bagavathiannan, Rene C. Van Acker. The Biology and Ecology of Feral Alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Its Implications for Novel Trait Confinement in North America. March 2009, *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2009. Volume 28, Issue 1-2. P. 69–87. DOI: 10.1080/07352680902753613.
 30. Naeemi M., Akbari G., Shirani Rad A.H., Modares Sanavi S.A.M., Sadat-Nuri S.A., Jabari H. Evaluation of drought tolerance in different. 2008.
 31. 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.
 32. Saba J., Moghaddam M., Ghassemi K., Nishabouri M.R. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol*. 3, 2001. P. 43–49.
 33. Shuo Li, Liqiang Wan, Zhongnan Nie, Xianglin Li. Fractal and Topological Analyses and Antioxidant Defense Systems of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Root System under Drought and Rehydration Regimes. *Agronomy*. 2020. Volume 10, Issue 6, P. 1–21. Doi: 10.3390/agronomy10060805.

34. Vasconcelos, E. S. D., Barioni Junior, W., Cruz, C. D., Ferreira, R. D. P., Rassini, J. B., & Vilela, D. Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.* 2008. Vol. 30, № 3. P. 339–343. Doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511.
35. Vozhehova Raisa, Tyshchenko Andrii, Tyshchenko Olena, Dymov Oleksandr, Piliarska Olena, Lykhovyd Pavlo. 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. Wang, Z., Ke, Q., Kim, M. D., Kim, S. H., Ji, C. Y., Jeong, J. C., et al. Transgenic alfalfa plants expressing the sweet potato orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS ONE*, 10, 2015. Doi: 10.1371/journal.pone.0126050.
37. Yu L-X. Identification of Single-Nucleotide Polymorphic Loci Associated with Biomass Yield under Water Deficit in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Using Genome-Wide Sequencing and Association Mapping. *Front. Plant Sci.* June 2017, Volume 8. P. 1152. Doi: 10.3389/fpls.2017.01152.
38. Zou G.H., Liu H.Y., Mei H.W., Liu G.L., Yu X.Q., Li M.S., Wu J.H., Chen L., Luo L.J. Screening for Drought Resistance of Rice Recombinant Inbred Populations in the Field. *J. Integr. Plant Biol.* 2007. 49(10). P. 1508–1516.
39. 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. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>
40. 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. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>.
8. Cattivelli, L. et al. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field crops research*, 105(1-2), 1-14.
9. 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.
10. Choukan, R., Taherkhani, T., Ghanadha, M.R., & Khodarahmi, M. (2006). Evaluation of drought tolerance in grain maize inbred lines using drought tolerance indices. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 8(1), 79-89.
11. Bellague, D., M'Hammedi-Bouzina, M., & Abdelguerfi, A. (2016). Measuring the performance of perennial alfalfa with drought tolerance indices. *Chilean journal of agricultural research*, 76(3), 273-284.
12. Durand, J.L. (2007). Les effets du stress hydrique sur la plante: The effects of water stress on the plant: Physiological aspects. *Fourrages*, 190, 181-195
13. Farshadfar, E., & Sutka, J. (2002). Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. *Cereal Res Commun.* Vol. 31. P. 33–40. <https://www.jstor.org/stable/23787201>
14. 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.
15. Fisher, R.A., & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research.* Vol. 29, № 5. P. 897–912. doi.org/10.1071/AR9780897
16. Gavuzzi, P. et al. (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.
17. Harrison, M.T. et al. (2014). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global change biology*, 20(3), 867-878.
18. Hussain, S.S., Raza, H., Afzal, I., & Kayani, M.A. (2012). Transgenic plants for abiotic stress tolerance: current status. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(7), 693-721.
19. 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.
20. Koleva, M., & Dimitrova, V. (2018). Evaluation of drought tolerance in new cotton cultivars using stress tolerance indices. *AGROFOR*, 3(1), 11-17.
21. Kristin, A.S. et al. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *CropSci.* 37, P. 43-50
22. Lan, J. (1998). Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica.* Vol. 7. P. 85–87
23. Latrach, L., et al. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(3), 320-326.
24. Lemaire, G. (2006). La luzerne: Alfalfa. Productivity and quality. In: Forage Fabaceae diversity and their symbionts: biotechnological, agronomic and environmental

REFERENCES:

1. Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy
2. Aleksandrov, V. (2002). Climate change on the Balkan Peninsula. *Ecology and Future.* Vol. 1(2-4), 26-30.
3. Annicchiarico, P. et al. (2011). Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*, 120(2), 283-291.
4. Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential – are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(11), 1159–1168
5. Blum, A. (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. ISBN 9781351075718
6. 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.
7. Boussen, H. et al. (2010). Evaluation of drought tolerance indices in durum wheat recombinant inbred lines. In *Proceeding of Second International Conference on Drought Management* FAO-CIHEAM, Istanbul, Turkey (pp. 4-6).

- applications. International Workshop, Algiers, Algeria, pp. 174-182.
25. Lin, C.S., & Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Can. J. PlantSci.* 68, P. 193–198. <https://doi.org/10.4141/cjps88-018>
 26. Mitra, J. (2001). Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Science*, 80, 758-763.
 27. Mollasadeghi, V., Valizadeh, M., Shahryari, R., & Imani, A. A. (2011). Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal*, 13(3), 545-551.
 28. Moosavi, S.S. et al. (2008). Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes. *H. Dashti's Lab.*, 12, 165–178.
 29. Bagavathiannan, M.V., & Van Acker, R.C. (2009). The biology and ecology of feral alfalfa (*Medicago sativa* L.) and its implications for novel trait confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1-2), 69-87.
 30. Naeemi, M. et al. (2008). Evaluation of drought tolerance in different canola cultivars based on stress evaluation indices in terminal growth duration. *Electronic Journal of Crop Production*. 1(3):83-98
 31. 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:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x
 32. Saba, J., Moghadam, M., Ghasemi, K., & Nishabouri, M. R. (2001). Genetic properties of drought resistance indices. *Journal of Agricultural Science technology*, 3, 43-49.
 33. Li, S., Wan, L., Nie, Z., & Li, X. (2020). Fractal and topological analyses and antioxidant defense systems of alfalfa (*Medicago sativa* L.) root system under drought and rehydration regimes. *Agronomy*, 10(6), 805
 34. Vasconcelos, E.S.D. et al. (2008). Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 30(3), 339-343
 35. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXIV, No. 2, P. 435-444.
 36. Wang, Z., et al. (2015). Transgenic alfalfa plants expressing the sweetpotato Orange gene exhibit enhanced abiotic stress tolerance. *PLoS One*, 10(5), e0126050
 37. Yu, L.X. (2017). Identification of single-nucleotide polymorphic loci associated with biomass yield under water deficit in alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genome-wide sequencing and association mapping. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1152
 38. Zou, G.H. et al. (2007). Screening for drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(10), 1508-1516 [in English].
 39. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Osoblyvosti proiavu adaptyvnykh oznak u selektsiinykh populiatsii 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. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1> [in Ukrainian].
 40. 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]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 120, 155–168. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>
- Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяції люцерни кормового використання в рік сівби за математичними індексами**
- Мета.** Провести оцінку реакції сортів, популяцій люцерни у різних середовищах та визначити кращі не тільки за посухостійкістю, а й за продуктивністю в умовах стресу з подальшим використанням їх в селекційному процесі. **Методи.** Дослідження проводили в Інституті зрошеного землеробства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1"N 32°42'30.0"E), що розташований на Інгулецькому зрошеному масиві, протягом 2017–2019 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни. Продуктивність та посухостійкість визначали з використанням індексів: середня урожайність (MP), індекс сприятливості до посухи (SSI), індекс толерантності до посухи (TOL), індекс стабільності урожаю (YSI), індекс урожайності (YI), індекс толерантності до стресу (STI), середня геометрична (пропорційна) урожайність (GMP), індекс відносної стійкості до посухи (RDI), індекс посухостійкості (DI), індекс схильності до стресу (SSPI), модифіковані індекси толерантності до стресу (M₁STI, M₂STI, MSTI), індекс абіотичної толерантності (ATI), гармонійна середня продуктивність (HMP) та індекс стійкості до стресу (ISR). **Результати.** Погодні умови за роки проведення досліджень різнилися як за температурним режимом, так і за кількістю та характером опадів, що дало можливість проаналізувати сорти та популяції люцерни за насінневою продуктивністю на стійкість до стресових (посушливих) умов вирощування. Індекс чутливості до посухи (SSI) характеризує чутливість генотипу до посухи, а саме: чим менший показник, тим більша посухостійкість генотипу. Найнижчі показники були у популяції: А.г. d. – 0,83, ФХНВ² – 0,87 та Ж. / ЦП-11 – 0,89. Найвищий рівень індексу стабільності урожайності (YSI) продемонстрували три популяції: А.г. d. (0,30), ФХНВ² (0,26) та Ж. / ЦП-11 (0,24), які показали і високий індекс урожайності (YI) з показниками 196,8; 187,37 та 166,65, відповідно. Дві перші з них були кращими за індексами середньої геометричної урожайності (GMP = 3,84 і 3,92,). Популяції А.г. d., ФХНВ² та Ж. / ЦП-11 виділилися за індексами відносної посухостійкості (RDI), посухостійкості (DI) і гармонійної продуктивності (HMP) з показниками: 1,99 і 1,73, 0,5842 і 0,4836 та 3,22 і 3,16, відповідно. Високими показниками індексу стійкості до стресу (ISR = 4,23) характеризувалася популяція А.г. d., що мала найбільшу урожайність (2,09 кг/м²) при стресі і середню (7,04 кг/м²) при зрошенні. **Висновки.** Аналізуючи отримані дані за індексами посухостійкості та біплот-аналізом у популяції люцерни першого року життя за кормовою продуктивністю, виділено популяцію А.г. d., що найслабше реагує на погіршення умов зволоження, та популяцію В.11 / П. d. – вибаглива до умов зволоження.
- Ключові слова:** люцерна, кормова продуктивність, посухостійкість, математичні індекси, біплот-аналіз.

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Halchenko N.M. Estimation of drought resistance of alfalfa populations for fodder use in the year of sowing by mathematical indices

Purpose. To evaluate the reaction of varieties, populations of alfalfa in different environments and determine the best not only for drought resistance but also for productivity under stress with their subsequent use in the breeding process. **Methods.** The research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS (Ukraine, Kherson, Naddnipyrianske village, 46 ° 44'50.1 "N 32 ° 42'30.0" E), located on the Ingulets irrigated massif, during 2017–2019 in the field. Lucerne varieties and populations were studied. Productivity and drought resistance were determined using the following indices: average yield (MP), drought tolerance index (SSI), drought tolerance index (TOL), yield stability index (YSI), yield index (YI), stress tolerance index (STI), geometric mean (proportional) yield (GMP), relative drought resistance index (RDI), drought resistance index (DI), stress tolerance index (SSPI), modified stress tolerance indices (M1STI, M2STI, MSTI), abiotic tolerance index (ATI), Harmonic Average Performance (HMP) and Stress Resilience Index (ISR). **Results.** Weather conditions over the years of research differed both in temperature and in the amount and nature of precipitation, which made it possible to analyze alfalfa varieties and populations for seed productivity

for resistance to stressful (arid) growing conditions. The Drought Sensitivity Index (SSI) characterizes the sensitivity of a genotype to drought, namely: the lower the index, the greater the drought resistance of the genotype. The lowest rates were in populations: A.r. d. – 0.83, FHNV² – 0.87 and J. / CP-11 – 0.89. The highest level of yield stability index (YSI) was demonstrated by three populations: A.r. d. (0.30), FHNV² (0.26) and J. / CP-11 (0.24), which showed a high yield index (YI) with indicators of 196.8; 187.37 and 166.65, respectively. The first two of them were the best in terms of geometric average yields (GMP = 3.84 and 3.92.). Populations of A.r. d., FHNV² and J. / CP-11 were distinguished by the indices of relative drought resistance (RDI), drought resistance (DI) and harmonic productivity (HMP) with indicators: 1.99 and 1.73, 1.73, 0.5842 and 0.4836 and 3.22 and 3.16, respectively. High indicators of the stress resistance index (ISR = 4.23) characterized the population of A.r. d., which had the highest yield (2.09 kg/m²) under stress and average (7.04 kg/m²) under irrigation. **Conclusions.** Analyzing the obtained data on drought resistance indices and biplot analysis in alfalfa populations of the first year of life on forage productivity, the population of A.r. d., which responds least to deteriorating humidification conditions and population B.11 / P. d. – demanding to humidification conditions.

Key words: alfalfa, fodder productivity, drought resistance, mathematical indices, biplot analysis.