

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ДРУГОГО РОКУ ЖИТТЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ У НИХ АДАПТИВНИХ ОЗНАК

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

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

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

ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0001-8649-0618

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ФУНДИРАТ К.С. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8343-2535

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

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

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується в усьому світі, та серед кормових бобових культур характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю з високим вмістом білка. Вона сприяє підвищенню родючості ґрунту [7], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур.

Згідно з численними прогнозами, глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і у майбутньому – до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [6]. Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [11, 13, 33].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із основних питань, що стоять перед селекціонерами люцерни, є створення оптимального генотипу, здатного стабільно реалізовувати свій потенціал і при цьому реагувати на зміну умов вирощування. У зв'язку з цим, виникає потреба у різнобічній оцінці селекційного матеріалу за адаптивними ознаками і врожайністю у конкретних агроєкологічних умовах [10, 12, 15, 32].

За постійного впливу несприятливих чинників навколишнього середовища: температурні коливання, посухи, надмірне зволоження, засолення ґрунту тощо, кожен рослинний організм здатний адаптуватись до цих умов тільки у межах, обумовлених нормою реакції його генотипу. Чим вища здатність виду змінювати

метаболізм, відповідно до діапазонів мінливих умов, тим ширша норма його реакції та вища еколого-адаптивна спроможність [16, 23, 24, 34]. Сьогодні вимагає ведення безперервного селекційного процесу з постійним його удосконаленням для забезпечення стабільності та зростання кормової і насінневої продуктивності культури, шляхом створення і впровадження нових сортів. На думку О. В. Кільчевського та Л. В. Хотильової саме адаптивна селекція забезпечує пристосувальні можливості сортів з максимальною і стабільною продуктивністю, поєднання продуктивності та стійкості до абіотичних, біотичних стресів в одному сорті та контроль екологічної стабільності [22, 25, 26]. Проте основне завдання сучасної селекції повинне бути спрямоване на створення сортів з підвищеною екологічною стійкістю, посиленням їх здатності забезпечувати високу та стабільну врожайність за різних умов вегетації [19], тобто підтримувати високий рівень адаптації рослин до комплексу біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища [14].

За визначенням Лавриненка Ю. О. та ін. адаптивна селекція включає пластичність, стабільність у вузькому та широкому розумінні, тобто здатність генотипів зводити до мінімуму негативні наслідки впливу навколишнього середовища [33]. На думку В. В. Базалія такі терміни, як стабільність, пластичність і гомеостатичність трактуються по-різному: іноді вони протиставляються один одному, або вважаються однозначними, а інколи

доповнюють один одного [14]. Пластичність і стабільність – це головні пристосувальні властивості рослин, що є відображенням модифікаційної мінливості під впливом факторів довкілля. Пластичність ознак – це здатність генотипу змінюватись під впливом факторів середовища у межах, які контролюються самим генотипом [8, 17, 31]. Стабільність – це показник стійкості сорту в реалізації певного фенотипу в різних умовах середовища [29]. Це дві протилежні сторони модифікаційної мінливості генотипу, тобто генотип не може бути одночасно стабільним і пластичним за досліджуваною ознакою [5, 25]. Пластичність, стабільність і гомеостатичність характеризують потенціал модифікаційної та генотипової мінливості окремих сортових ознак, головною з яких є врожайність, а ступінь реакції генотипів на зміну умов середовища характеризує сорт за пластичністю, стабільністю і гомеостатичністю. Гомеостатичність – це показник, який об'єднує середню врожайність та адаптаційну норму реакції генотипів на лімітуючі фактори довкілля [2, 20]. Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам [28]. На думку Л. П. Байкалової та Ю. І. Серебеннікова терміни «адаптивність», «екологічна пластичність», «екологічна стійкість» можуть замінюватися, а частіше доповнювати один одного [33]. Оцінка генотипів за цими показниками дозволяє виділити екологічно стійкі форми, які забезпечують стабільні врожаї в різних місцях вирощування. Тому однією з головних задач селекції є підвищення адаптивного потенціалу сортів, тобто не тільки підвищення продуктивності рослин, але й поєднання її зі стійкістю до абіотичних і біотичних стресів, що є критерієм адаптивної здатності рослин [3, 18, 30].

Метою досліджень було вивчення адаптивних ознак у селекційних популяціях люцерни за насінневого використання другого року життя та виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекційному процесі.

Матеріали і методи досліджень. Реакцію селекційних зразків люцерни на різні умови вирощування вивчали в Інституті зрошуваного землеробства, м. Херсон, Україна (46°44'33"N; 32°42'28"E; 50 м над рівнем моря) протягом 2018–2020 рр. У вивчення були включені 24 зразка люцерни, різного еколого-географічного походження, що були протестовані на ділянках площею 25 м² у трьох повтореннях методом рендомізованих повторень (блоків), норма висіву була скоригована до 2,5 млн. життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятною методикою.

Аналіз стійкості генотипів люцерни до стресу проводили за допомогою індексу умов середовища (I_j), коефіцієнту регресії (b_j), прогнозованої екологічної стабільності, пластичності сорту за різного екоградієнту (S_{di}^2), що визначали за методикою Eberhart S.A., Russell W.A. [4], показників стресостійкості ($Y_{min} - Y_{max}$) і генетичної гнучкості (Gf) – за рівняннями Rosielle A.A. & Hamblin J. [9] у викладі Гончаренко А.А. [18], параметрами гомеостатичності (Hom) та селекційної цінності (Sc) – за Хангільдіним В.В. та ін. [35], коефіцієнту адаптивності

(KA) – за методом Животкова Л. А. та ін. [21], загальної адаптивної здатності (ЗАЗі), варіанси специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CA3i}), відносної стабільності генотипу (s_{gi}), селекційної цінності генотипу (СЦГі), коефіцієнтів нелінійності (I_{gi}) і компенсації-дестабілізації (K_{gi}), що визначали за Кільчевським А.В. та ін. [27].

Проведено кореляційний аналіз між врожайністю кормової маси та параметрами адаптивності для визначення екстенсивних, інтенсивних та пластичних генотипів. 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).

Результати та обговорення. За результатами проведених досліджень нами встановлено, що рівень адаптивних ознак, якими характеризувалися генотипи люцерни травостою першого року життя, залежав від значення індексу середовища. Позитивні значення його вказують на більш прийнятні умови зростання люцерни. При вирощуванні на насіння люцерни другого року життя найгірші умови склалися у 2018 р., на що вказує індекс середовища (I_j), який дорівнював -98,44, а найкращі – у 2019 р ($I_j = 65,52$). У 2020 р. значення цього параметра становило 32,92.

Найбільшу урожайність насіння (285,7 кг/га) за гірших умов (2018 р.) було отримано у популяції LR / Н з середньою урожайністю ($Y_{mean} = 377,0$ кг/га) за роками. Популяції А.-Н.д. № 15 та Сін(с). / Приморка сформували високу насінневу продуктивність 500,0 кг/га та 488,1 кг/га за кращих умов, з середньою за роками досліджень 412,7 і 400,8, відповідно. За гірших умов вони також досягли високого рівня 250,0 і 261,9 кг/га, відповідно (табл. 1).

Серед генотипів спостерігалися значні відмінності за рівнем стійкості до стресу ($Y_{min} - Y_{max}$) з коливаннями значень від -35,7 до 190,5. Високий рівень стійкості до стресу проявила популяція M.g. d., у якої даний показник дорівнював -35,7. Дещо нижчим (-47,6) він був у популяції: (Емерауде / Т.)², M.agr. / С. та А.г. d., але жодна з них істотно не перевищувала стандартний сорт Унітро за урожайністю. Найнижчою стійкістю характеризувалися популяції: А.-Н.д. № 15 (-238,1) та Добір за к.с. (-220,0).

За селекційною цінністю (Sc) були виділені найкращі популяції: LR / Н з показником 274,1 та (Емерауде / Т.)² – 268,6. Генотип ФХНВ² характеризувався найнижчим значенням (107,4) селекційної цінності а також низьким значенням генетичної гнучкості (208,4), коефіцієнтом адаптивності (72,2), гомеостатичності (64,3) і формував низьку насінневу продуктивність за гірших умов – 131,0 кг/га, за кращих – 285,7 та в середньому за роками – 234,1 кг/га.

Популяції А.-Н.д. № 15 та Сін(с). / Приморка можна характеризувати як популяції, чутливі до умов зволоження, тому що вони мали високі значення (369 і 357) генетичної гнучкості (Gf) та усереднених показників урожайності в оптимальних та лімітуючих умовах.

Серед генотипів відмічалися коливання за коефіцієнтом адаптивності (KA) від 69,8 до 127,3. Високого рівня він досягав у популяції: Сін(с). / Приморка та А.-Н.д. № 15, і становив 123,7% і 127,3%, відповідно,

Гомеостатичність і адаптивність популяцій люцерни другого року життя за ознакою урожайності насіння (2018–2020 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність насіння, кг/га		Параметри адаптивності						
		Y _{min} -Y _{max}	Y _{mean}	Y _{min} – Y _{max} , кг/м ²	Sc	Gf	b _i	S _{d_i} ²	KA	Hom
Унітро, стандартт	G1	202,4-357,1	297,6	-130,9	180,7	268	0,96	28,8	91,8	122,8
Елегія	G2	250,0-464,3	384,9	-190,5	218,5	345	1,35	210,3	118,8	141,2
Приморка	G3	238,1-428,6	353,2	-154,8	214,0	316	1,17	2,8	109,0	146,3
M.g. / П.п.	G4	250,0-440,5	365,1	-154,8	225,5	327	1,17	2,8	112,6	156,3
Сін(с). / Приморка	G5	261,9-488,1	400,8	-190,5	232,0	357	1,40	51,1	123,7	153,0
LR / Н	G6	285,7-452,4	377,0	-107,2	274,1	339	0,96	413,2	116,3	240,6
Приморка / Сін(с).	G7	250,0-407,1	357,3	-164,8	215,3	332	1,04	901,5	110,2	140,6
A.-H. d. № 114	G8	261,9-419,0	371,9	-172,9	224,0	348	1,06	1315,6	114,7	145,2
A.-H. d. № 15	G9	250,0-500,0	412,7	-238,1	211,4	369	1,61	849,9	127,3	129,8
A.-H. d. № 38	G10	214,3-404,8	333,4	-166,7	187,5	298	1,19	117,8	102,9	121,0
Добір за к.с.	G11	238,1-488,1	394,8	-220,0	205,2	348	1,57	230,9	121,8	128,6
Ram. d.	G12	202,4-357,1	297,6	-130,9	180,7	268	0,96	28,8	91,8	122,8
(Емерауде / Т.) ²	G13	261,9-381,0	317,5	-47,6	268,6	286	0,62	1360,1	97,9	384,3
Т. / Емерауде	G14	214,3-333,3	277,8	-71,4	208,4	250	0,67	340,9	85,7	196,1
M.g. / ЦП-11	G15	261,9-428,6	353,2	-107,1	250,7	315	0,96	416,3	109,0	211,4
Зимостійка / М.К.	G16	214,3-381,0	317,5	-142,8	190,5	286	1,04	50,8	97,9	128,1
M.agr. / С.	G17	214,3-321,4	265,9	-47,6	217,6	238	0,57	868,2	82,0	269,5
A.r. d.	G18	178,6-273,8	226,2	-47,6	178,6	202	0,52	489,0	69,8	195,1
M.g. / M.agr.	G19	178,6-357,1	293,6	-166,6	151,9	262	1,14	330,9	90,6	93,9
M.g. d.	G20	214,3-299,5	254,6	-35,7	218,2	232	0,45	630,6	78,6	329,5
ФХНВ ²	G21	131,0-285,7	234,1	-154,7	107,4	208	1,01	562,6	72,2	64,3
B.11 / П. d.	G22	238,1-392,9	325,4	-107,1	224,4	292	0,91	170,4	100,4	179,4
Ж. / ЦП-11	G23	190,5-357,1	293,6	-142,8	167,8	262	1,04	51,7	90,6	109,6
Сибір. 8, d.	G24	214,3-333,3	273,8	-59,5	214,3	244	0,65	764,0	84,5	228,7
V, %			16,5	-43,2	17,4	16,7	31,0	95,8	16,5	43,4
S _{абс.} ^x			10,9	11,6	7,3	9,9	0,1	83,0	3,4	15,3
S _{віднос.} ^x			3,4	-8,8	3,5	3,4	6,3	19,6	3,4	8,9
HIP ₀₁			34,7	36,8	23,2	31,4	0,2	263,0	10,7	48,4
HIP ₀₅			25,0	26,6	16,8	22,7	0,2	190,0	7,7	35,0

низький рівень KA був у популяції ФХНВ² та A.r. d. – 69,8% і 72,2%, відповідно. Проводячи аналогію з першим роком життя популяції Сін(с). / Приморка та A.-H. d. № 15 також характеризувалися високим коефіцієнтом адаптивності – 117,2 і 115,4, відповідно, а зразок A.r. d. – низьким (87,0%).

Коефіцієнт регресії $b_i > 1$ відзначений у 13 популяцій, але найвищим він був у A.-H. d. № 15 – 1,61 та 1,57 у Добір за к.с. Проте на першому році у популяції A.-H. d. № 15 він дорівнював одиниці, а у генотипу Добір за к.с. становив 1,06. Популяції M.g. / П.п. і Сін(с). / Приморка мали високий коефіцієнт регресії як на першому році (1,31 і 1,17, відповідно), так і на другому (1,17 і 1,40), що вказує на їх пластичність, незалежно від року використання. У популяції M.agr. / С., A.r. d. і M.g. d. на другому році b_i становив 0,57, 0,52 й 0,45, відповідно, але на першому тільки у популяції A.r. d. він був нижчим за одиницю.

За показником стабільності (S_{di}^2) у досліджуваних популяції найменшим значенням (2,8), тобто більшою стабільністю, характеризувалися селекційні номери:

Приморка та M.g. / П.п., але вони мали коефіцієнт регресії більше одиниці – 1,17. Аналізуючи дані більш стабільною популяцією можна вважати Ram. d., у якої $S_{di}^2 = 28,8$, а коефіцієнт регресії становить 0,96.

Наші дослідження показали, що найвищим показником гомеостатичності, а відповідно і здатністю рослин зводити до мінімуму наслідки впливу несприятливих умов середовища, характеризувалася популяція M.g. / ЦП-11 зі значенням Hom = 384,3, але на першому році життя її показник гомеостатичності був одним з найнижчих (30,7).

При аналізі селекційних номерів люцерни другого року за комплексом ознак, наприклад, за гомеостатичністю та показниками адаптивності, найбільш стабільними виявилися популяції M.agr. / С., A.r. d. та M.g. d., але вони не перевищували стандарт за урожайністю.

Популяція LR / Н мала високі показники гомеостатичності (Hom = 240,6), селекційної цінності (Sc = 274,1), коефіцієнт адаптивності (KA = 116,3), стабільності ($S_{di}^2 = 413,2$), але показник пластичності був дещо нижчий за одиницю ($b_i = 0,96$). Тобто цю популяцію можна

охарактеризувати як добре адаптовану до різноманітних умов середовища.

Селекційні зразки Сін(с). / Приморка та Добір за к.с. за показниками генетичної гнучкості, коефіцієнтом регресії виділялись як популяції інтенсивного типу, що добре реагують на покращення умов зволоження.

На посіві люцерни другого року життя було визначено параметри адаптивної здатності популяцій. Наші дослідження показали, що генотипи люцерни різняться за загальною адаптивною здатністю (ЗАЗі) з коливаннями від -97,9 до 88,6. Найбільші значення цієї ознаки відзначені у популяції: А.-Н.д. № 15, Сін(с). / Приморка з показниками 88,6 і 76,7, проте, у стандартного сорту Унітро він був негативним і становив -26,5. Найменшими значеннями цього показника -97,9 і -90,0 характеризувалися популяції: А.г. d. та ФХНВ², відповідно (табл. 2).

Встановлено значне варіювання варіанси специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2_{САЗі} = 1666-19724$). Найменше значення цієї ознаки вказує на здатність генотипу в меншій мірі реагувати на вплив абіотичних і біотичних чин-

ників, що характерно для популяції М.г. d. зі значенням 1666, але у стандарту він був вище та дорівнював 6774. Найвищими показниками, тобто були менш стійкими до змін умов середовища, характеризувалися селекційні номери Добір за к.с. – 18468 та А.-Н.д. № 15 – 19724.

Відносна стабільність генотипів (s_{gi}) характеризує їх здатність формувати урожай насіння залежно від погодних умов, менше значення якої вказує на невеликі зміни продуктивності від цих умов. До таких можна віднести популяції: М.г. d. – 16,0, (Емерауде / Т.)² – 18,4 та М.agr. / С. – 19,6 з показниками: 18,4 та 19,6. Найгірше (найвище) значення 37,8 було у популяції ФХНВ².

Селекційні номери переважно мали лінійну реакцію на умови зовнішнього середовища ($I_{gi} = -0,019-0,344$), окрім популяцій: (Емерауде / Т.)² – 0,466, М.agr. / С. – 0,615, А.г. d. – 0,874 і М.г. d. – 1,470, що характеризувалися нелінійною реакцією на зміну умов вирощування. Варіювання коефіцієнта компенсації-дестабілізації становило 0,23–2,68, що вказує як на компенсуючі так і дестабілізуючі ефекти.

Таблиця 2

Параметри адаптивних властивостей зразків люцерни другого року життя за ознакою урожайності насіння (2018–2020 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність насіння, кг/га		Параметри адаптивності						
		Ymin-Ymax	Ymean	ЗАЗі	$\sigma^2_{(G \times E)gi}$	$\sigma^2_{САЗі}$	s_{gi}	СЦГі	K_{gi}	I_{gi}
Унітро, стандартт	G1	202,4-357,1	297,6	-26,5	-131	6774	27,7	143,0	0,92	-0,019
Елегія	G2	250,0-464,3	384,9	60,8	860	13632	30,3	165,6	1,85	0,063
Приморка	G3	238,1-428,6	353,2	29,1	52	10090	28,4	164,5	1,37	0,005
М.г. / П.п.	G4	250,0-440,5	365,1	41,0	52	10090	27,5	176,4	1,37	0,005
Сін(с). / Приморка	G5	261,9-488,1	400,8	76,7	1072	14623	30,2	173,6	1,98	0,073
LR / Н	G6	285,7-452,4	377,0	52,9	61	6972	22,2	220,1	0,95	0,009
Приморка / Сін(с).	G7	250,0-407,1	357,3	33,2	307	8485	25,8	184,3	1,15	0,036
А.-Н. d. № 114	G8	261,9-419,0	371,9	47,8	528	8972	25,5	194,0	1,22	0,059
А.-Н. d. № 15	G9	250,0-500,0	412,7	88,6	3046	19724	34,0	148,9	2,68	0,154
А.-Н. d. № 38	G10	214,3-404,8	333,4	9,2	180	10609	30,9	139,9	1,44	0,017
Добір за к.с.	G11	238,1-488,1	394,8	70,6	2386	18468	34,4	139,5	2,51	0,129
Ram. d.	G12	202,4-357,1	297,6	-26,5	-131	6774	27,7	143,0	0,92	-0,019
(Емерауде / Т.) ²	G13	261,9-381,0	317,5	-6,7	1599	3429	18,4	207,5	0,47	0,466
Т. / Емерауде	G14	214,3-333,3	277,8	-46,4	815	3422	21,1	167,9	0,46	0,238
М.г. / ЦП-11	G15	261,9-428,6	353,2	29,0	63	6970	23,6	196,3	0,95	0,009
Зимостійка / М.К.	G16	214,3-381,0	317,5	-6,7	-123	7960	28,1	149,9	1,08	-0,015
М.agr. / С.	G17	214,3-321,4	265,9	-58,3	1670	2714	19,6	168,0	0,37	0,615
А.г. d.	G18	178,6-273,8	226,2	-97,9	1836	2101	20,3	140,1	0,29	0,874
М.г. / М.agr.	G19	178,6-357,1	293,6	-30,5	155	9795	33,7	107,7	1,33	0,016
М.г. d.	G20	214,3-299,5	254,6	-69,5	2448	1666	16,0	177,9	0,23	1,470
ФХНВ ²	G21	131,0-285,7	234,1	-90,0	124	7812	37,8	68,1	1,06	0,016
В.11 / П. d.	G22	238,1-392,9	325,4	1,3	-8	6120	24,0	178,4	0,83	-0,001
Ж. / ЦП-11	G23	190,5-357,1	293,6	-30,5	-122	7954	30,4	126,1	1,08	-0,015
Сибір. 8, d.	G24	214,3-333,3	273,8	-50,3	1160	3375	21,2	164,7	0,46	0,344
V, %			16,5	-	127,4	57,2	21,1	20,4	57,2	188,12
Sx _{абс.}			10,9	10,9	193,9	966,5	1,2	6,7	0,1	0,07
Sx _{віднос.}			3,4	-	26,0	11,7	4,3	4,2	11,7	38,40
НІР ₀₁			34,7	34,7	614,7	3063,7	3,6	21,2	0,4	0,23
НІР ₀₅			25,0	25,0	444,1	2213,2	2,6	15,3	0,3	0,17

Таблиця 3
Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю популяції люцерни другого року та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2018–2020 рр.)

	Ymin	Ymax	Ymean	Ymin – Ymax	Sc	Gf	b _i	S _{di} ²	KA	Hom	ЗА3i	σ ² _{(G×E)ij}	σ ² _{CA3i}	s _{gi}	СЦП	K _{gi}	I _{gi}
Ymin	1,000	0,768	0,802	-0,164	0,924	0,817	0,270	0,197	0,802	0,372	0,802	0,118	0,290	-0,274	0,883	0,291	-0,147
Ymax	0,768	1,000	0,991	-0,721	0,506	0,975	0,819	-0,139	0,991	-0,196	0,991	0,070	0,820	0,385	0,380	0,820	-0,507
Ymean	0,802	0,991	1,000	-0,715	0,530	0,996	0,791	-0,067	1,000	-0,184	1,000	0,051	0,789	0,344	0,433	0,790	-0,498
Ymin – Ymax	-0,164	-0,721	-0,715	1,000	0,213	-0,703	-0,974	0,275	-0,715	0,757	-0,715	0,080	-0,944	-0,874	0,296	-0,943	0,653
Sc	0,924	0,506	0,530	0,213	1,000	0,542	-0,081	0,290	0,530	0,676	0,530	0,199	-0,040	-0,582	0,966	-0,039	0,117
Gf	0,817	0,975	0,996	-0,703	0,542	1,000	0,764	-0,018	0,996	-0,174	0,996	0,038	0,761	0,314	0,463	0,761	-0,488
b _i	0,270	0,819	0,791	-0,974	-0,081	0,764	1,000	-0,336	0,791	-0,664	0,791	-0,027	0,980	0,834	-0,208	0,979	-0,649
S _{di} ²	0,197	-0,139	-0,067	0,275	0,290	-0,018	-0,336	1,000	-0,067	0,514	-0,067	0,467	-0,234	-0,386	0,327	-0,233	0,377
KA	0,802	0,991	1,000	-0,715	0,530	0,996	0,791	-0,067	1,000	-0,184	1,000	0,051	0,789	0,344	0,433	0,790	-0,498
Hom	0,372	-0,196	-0,184	0,757	0,676	-0,174	-0,664	0,514	-0,184	1,000	-0,184	0,429	-0,568	-0,863	0,667	-0,567	0,682
ЗА3i	0,802	0,991	1,000	-0,715	0,530	0,996	0,791	-0,067	1,000	-0,184	1,000	0,051	0,789	0,344	0,433	0,790	-0,498
σ ² _{(G×E)ij}	0,118	0,070	0,051	0,080	0,199	0,038	-0,027	0,467	0,051	0,429	0,051	1,000	0,174	-0,194	0,084	0,176	0,666
σ ² _{CA3i}	0,290	0,820	0,789	-0,944	-0,040	0,761	0,980	-0,234	0,789	-0,568	0,789	0,174	1,000	0,783	-0,188	1,000	-0,506
s _{gi}	-0,274	0,385	0,344	-0,874	-0,582	0,314	0,834	-0,386	0,344	-0,863	0,344	-0,194	0,783	1,000	-0,680	0,782	-0,648
СЦП	0,883	0,380	0,433	0,296	0,966	0,463	-0,208	0,327	0,433	0,667	0,433	0,084	-0,188	1,000	-0,187	0,142	
K _{gi}	0,291	0,820	0,790	-0,943	-0,039	0,761	0,979	-0,233	0,790	-0,567	0,790	0,176	1,000	0,782	-0,187	1,000	-0,505
I _{gi}	-0,147	-0,507	-0,498	0,653	0,117	-0,488	-0,649	0,377	-0,498	0,682	-0,498	0,666	-0,506	-0,648	0,142	-0,505	1,000

* – Confidence interval (%): 95

Високу селекційну цінність (СЦГі) проявили популяції: LR / Н – 220,1 і (Емерауде / Т.)² – 207,5 при значенні 143,0 у стандарту. Популяції такого типу є найбільш цінними та можуть давати максимальні врожаї навіть за несприятливих умов. Діапазон коливань цієї ознаки був досить високий: від 68,1 до 220,1.

Аналізуючи популяції за комплексом ознак можна виділити популяції: (Емерауде / Т.)², А.г. d. і ФХНВ² за показниками адаптивності як найбільш стабільні за урожайністю насіння, проте, тільки генотип (Емерауде / Т.)² перевищував стандарт за середньою урожайністю та характеризувався високим показником селекційної цінності. Популяції Сін(с). / Приморка та А.-Н.д. № 15, що істотно перевищували стандарт за урожайністю, мали великі показники відносної стабільності генотипу ($s_{gr} = 30,2$ та $34,0$), відзначалися дестабілізуючим ефектом, але високі показники загальної адаптивної здатності ($ЗАЗі = 76,7$ і $88,6$) та варіанси специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2_{САЗі} = 14624$ і 19724) характеризують ці популяції як пластичні. Генотип LR / Н, що має найвищий показник селекційної цінності (СЦГі = 220,1) та високу насінневу продуктивність за гірших умов і добре відкликається на покращення умов середовища, може характеризуватися як пластично-стабільна популяція.

Також були проаналізовані кореляційні залежності між врожайністю насіння за різних умов вирощування та параметрами адаптивних ознак для виділення найбільш придатних ідентифікаторів адаптивності, що дають змогу виокремлювати цінні селекційні зразки.

Кореляційна залежність між врожайністю насіння за кращих та гірших умов становила 0,768. Насіннева продуктивність популяцій люцерни за обох умов вирощування має високу кореляцію ($r = 0,817-0,975$) з показником генетичної гнучкості, коефіцієнтом адаптивності та загальною адаптивною здатністю ($r = 0,802-0,991$). За гірших умов урожайність насіння мала високу позитивну залежність з селекційною цінністю ($r = 0,924$) та селекційною цінністю генотипу ($r = 0,883$), тоді як за кращих умов зв'язки були слабші і становили: 0,506 і 0,380, відповідно. Гомеостатичність мала середню залежність ($r = 0,372$) з урожайністю насіння за гірших умов, проте цей показник характеризувався низькою від'ємною ($r = -0,196$) залежністю з урожайністю за кращих умов (табл. 3).

Коефіцієнт регресії, варіанса специфічної адаптивної здатності та коефіцієнт компенсації-дестабілізації характеризувалися високою кореляцією з врожайністю насіння за кращих умов $r = 0,819-0,820$, тоді як за гірших умов зв'язки були слабші і становили $r = 0,270-0,291$. За більшими значеннями цих показників виділяються популяції з високою врожайністю насіння за кращих умов вирощування, тобто популяції інтенсивного типу, натомість з меншими значеннями – стабільні популяції.

За результатами GGE біплот-аналізу виділилися найбільш стабільні популяції: G6 – LR / Н та G13 – (Емерауде / Т.)², що знаходяться в одній чверті з вектором мінімальної урожайності, тобто за гірших умов та слабкіше реагують на погіршення умов вирощування, зокрема на посуху (рис. 1).

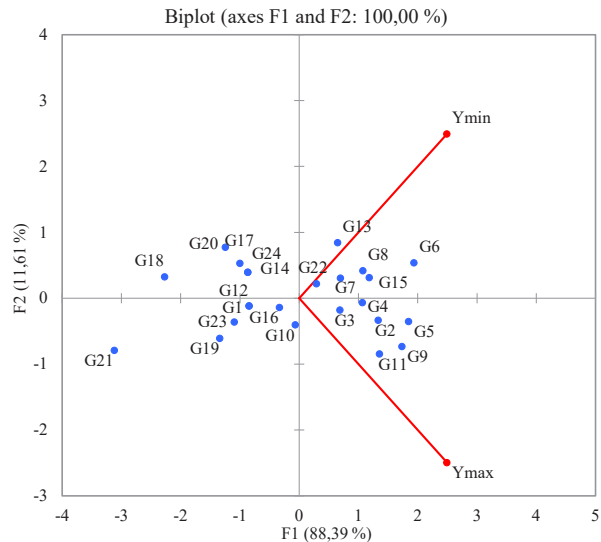


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія сортів люцерни і середовищ (метод біплот-аналізу). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: – тах і тін врожайність; – генотип

Популяції G5 – Сін (с). / Приморка, G9 – А.-Н.д. № 15 та G11 – Добір за к.с., що знаходяться в II чверті з вектором максимальної урожайності, або за кращих умов, показали різке зниження урожайності насіння при погіршенні умов зволоження, тобто їх можна характеризувати, як популяції інтенсивного типу.

Популяції G4 – М.г. / П.п., що знаходиться на осі між векторами максимальної та мінімальної урожайності, характеризувалась порівняно високими значеннями врожайності насіння за обох умов, тобто її можна відзначити, як популяції пластичного типу.

Популяції G18 – А.г. d. і G21 – ФХНВ², що перебувають в III і IV чвертях, мають найнижчу продуктивність за гірших умов та погано відкликаються на їх покращення.

Висновки. Отримані експериментальні дані урожайності зеленої маси люцерни першого року життя травостою, параметрів адаптивної здатності та біплот-аналізу дозволили досліджуваним популяціям люцерни розділити на три групи: інтенсивного типу, стабільного та адаптовані до різних умов. Виділено найбільш стабільну популяцію – (Емерауде / Т.)², популяції інтенсивного типу – Сін (с). / Приморка, А.-Н.д. № 15, Добір за к.с. та LR / Н і М.г. / ЦП-11 – популяції, що адаптовані до різних умов.

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. Ashraf M. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech. Adv.* 2010. 28. 169–183.
3. Ayalneh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *J. Agric. & Environ. Sci.* 2013. 13(7), 885–890. doi: 10.5829/idosi.ajeaes.2013.13.07.1950.

4. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.* 1966. Vol. 6. №1. P. 36–40.
5. Giancarla V. et al. Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. *J. Hortic. For. Biotechnol.* 2010. 14(3), 114–118.
6. Harrison M. T. et al. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol.* 2014. 20(3), 867–878. doi:10.1111/gcb.12381.
7. Latrach L. et al. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomata conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 2014. 38. 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52.
8. Popov S. I., Leonov O. Yu., Popova K. M., & Avramenko S. V. Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen nutrition in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2019. 15(3). 296–302. doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087
9. Rosielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science.* 1981. Vol. 21, № 6. P. 943–946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x
10. Tyshchenko O. et al. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal.* Vol. 9, Num. 2, 2020. P. 353-358. ISSN 2285-5718
11. Vasconcelos E. S. et al. Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.* 2008. 30. 339–343. doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511.
12. Vozhehova R. et al. Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy.* 2021. Vol. LXIV, No. 2. P. 435-444.
13. Wang Z. et al. Transgenic Alfalfa Plants Expressing the Sweetpotato Orange Gene Exhibit Enhanced Abiotic Stress Tolerance. *PLoS ONE.* 2015. 10(5), e0126050. doi: 10.1371/journal.pone.0126050
14. Базалій В. В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в зоні Південного Степу. Херсон: Айлант, 2004. 243 с.
15. Вожегова Р. А. та ін. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНУ. Серія «Аерономія і біологія».* 2021. Вип. 2 (44). С. 3-11. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>
16. Вожегова Р. А. та ін. Оцінювання посухостійкості селекційного матеріалу люцерни за показниками водного режиму в умовах Півдня України. *Plant Varieties Studying and protection.* 2021. Vol. 17, No 1. С. 21-29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204>
17. Вожегова Р. А. та ін. 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/agra.innov.2022.13.28>
18. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН.* 2005. № 6. С. 49–53.
19. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство.* 2016. № 2(44). С. 31–36.
20. Демидов О. А., Хоменко С. О., Чугункова Т. В., Федоренко І. В. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки.* 2019. № 9. С.47-51. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-07>
21. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность». *Селекция и семеноводство.* 1994. № 2. С. 3–32.
22. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев: Штеница, 1988. 767 с.
23. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Теория и практика: в 3-х т. М.: Агрорус, 2008–2009. Т. 1. 2008. 813 с.; Т. 2. 2009. 1104 с.; Т. 3. 2009. 960 с..
24. Зайцева І. О. Аналіз феноритміки та адаптивних властивостей кленів в умовах інтродукції у Степовому Придніпров'ї. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* 2015. № 2. С. 6–12.
25. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 1. *Общая генетика растений.* 2008. 551 с.
26. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генотип и среда в селекции растений. *Наука и техника,* 1989. 191 с.
27. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I. Обоснование метода. *Генетика.* 1985. Т. XXI, № 9. С. 1481–1489.
28. Кордюм Е. Л., Дубина Д. В. Пластичність онтогенезу судинних рослин : молекулярні, клітинні, популяційні та ценотичні аспекти. *Вісник НАН України.* Київ. 2015. № 7. С. 32–36. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7
29. Литун П. П. Взаимодействие генотип-среда в генетических исследованиях и способы его изучения. Проблемы отбора и оценки селекционного материала. К.: Наукова думка, 1980. С. 63-93.
30. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивный потенциал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таверійський науковий вісник.* 2020. 113. 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12
31. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивный і продуктивний потенціали пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 275 с.
32. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість. *Таверійський науковий вісник.* Херсон: ВД «Гельветика». 2021. №120. С. 155–168. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>
33. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* Херсон: ВД «Гельветика», 2021. №75. С. 101–109. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>
34. Тищенко О.Д., Тищенко А.В., Пілярська О.О., Куц Г.М. Особливості морфології кореневої системи у популяції люцерни. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць.* Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 72. С. 118-121. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25>

35. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Науч.-техн. бюл. ВСГИ*. 1981. № 1/39. С. 8–14.

REFERENCES:

- Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy
- Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech. Adv.*, 28, 169–183
- Ayalneh, T., Letta, T. & Abinasa, M. (2013). Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *J. Agric. & Environ. Sci.*, 13(7), 885–890. doi: 10.5829/idosi.ajeaes.2013.13.07.1950
- Eberhart, S.A. & Russell, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1). 36–40
- Giancarla, V. et al. (2010). Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. *J. Hortic. For. Biotechnol.*, 14(3), 114–118
- Harrison, M.T. et al. (2014). Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol.*, 20(3), 867–878. doi:10.1111/gcb.12381
- Latrach, L. et al. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomata conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52
- Popov, S.I., Leonov, O.Yu., Popova, K.M., & Avramenko, S.V. (2019). Ecological plasticity of winter wheat varieties depending on root nitrogen nutrition in the eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 296–302 doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087
- 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
- Tyshchenko, O. et al. (2020). Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. Vol. 9, Num. 2, 353-358. ISSN 2285-5718
- Vasconcelos, E.S. et al. (2008). Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.*, 30, 339–343. doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511
- 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
- Wang, Z. et al. (2015). Transgenic Alfalfa Plants Expressing the Sweetpotato Orange Gene Exhibit Enhanced Abiotic Stress Tolerance. *PLoS ONE*, 10(5), e0126050. doi: 10.1371/journal.pone.0126050
- Bazalii V. V. (2004) Prynyspy adaptivnoi selektsii ozymoi pshenytsi v zoni Pivdennoho Stepu. [Principles of adaptive selection of winter wheat in the Southern Steppe zone] Kherson: Ailant. 243 [in Ukrainian].
- Vozhehova, R.A. et al. (2021). Osoblyvosti proiavu adaptivnykh 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. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1> [in Ukrainian].
- Vozhehova, R.A. et al. (2021). Otsiniuvannia posukhostiikosti selektsiinoho materialu liutserny za pokaznykamy vodnoho rezhymu v umovakh Pivdnia Ukrainy [Estimation of drought resistance of alfalfa breeding material according to water regime indicators in the conditions of the South of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and protection*. Vol. 17, No 1. 21-29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204> [in Ukrainian].
- Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populatsii liutserny kormovoho vykorystannia v rik sivby za matematychnymi indeksamy [Assessment of drought resistance of fodder alfalfa populations in the year of sowing by mathematical indices]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*. 2022. 13. 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.28> [in Ukrainian].
- Goncharenko, A.A. (2005). Ob adaptivnosti i jekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kultur [On the adaptability and ecological sustainability of grain varieties]. *Vestnik RASHN – Bulletin of RAAS*, 6, 49–53 [in Russian].
- Goncharenko, A.A. (2016). Jekologicheskaja ustojchivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selektsii [Environmental sustainability of grain varieties and breeding objectives]. *Zernovoe hozjajstvo – Grain farming*, 2(44), 31–36 [in Russian].
- Demidov, O.A., Homenko, S.O., Chugunkova, T.V. & Fedorenko, I.V. (2019). Urozhajnist ta gomeostatsichnist kolekciynih zrazkiv pshenicy jari [Yield and homeostaticity of collection samples of spring wheat]. *Visnyk agrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 9(798), 47–51. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-07> [in Ukrainian].
- Zhivotkov, L.A., Morozova, Z.A., & Sekatueva, L.I. (1994). Metodika vyyavleniya potencialnoj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «urozhajnost» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of "yield"]. *Selektsiya i semenovodstvo – Breeding and seed production*, 2, 3–32 [in Russian].
- Zhuchenko, A.A. (1988). *Adaptivnyj potencial kul'turnykh rastenij [Adaptive potential of cultivated plants]*. Kishinev: Shtinica, 767. [in Russian].
- Zhuchenko, A.A. (2009). *Adaptivnoe rastenievodstvo jekologo-geneticheskoe osnovy. Teorija i praktika [Adaptive plant growing ecological-genetic basis. Theory and practice]*. M.: Agrorus, 2, 1104 [in Russian].
- Zajceva, I.O. (2015). Analiz fenoritmiki ta adaptivnih vlastivostej kleniv v umovah introdukcii u Stepovomu Pridniprovy [Analysis of phenorhythmics and adaptive properties of maples in the conditions of introduction in the Steppe Dnieper]. *Visnyk Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universitetu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 2, 6–12 [in Ukrainian].
- Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (2008). *Geneticheskie osnovy selektsii rastenij [Genetic bases of plant selection]*. Obshhaja genetika rastenij. Minsk: Belorus. nauka, 551 [in Russian].

26. Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (1989). *Genotip i sreda v selekcii rastenij [Genotype and environment in plant breeding]*. Minsk: Nauka i tekhnika, 191 [in Russian].
27. Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (1985). Metod ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differencirujushhej sposobnosti sredy. Soobshhenie I. Obosnovanie metoda [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message I. Justification of the method]. *Genetika – Genetics*, XXI(9), 1481–1489 [in Russian].
28. Kordjum, E.L., & Dubina, D.V. (2015). Plastichnost ontogenezu sudinnih roslin: molekularni, klitinni, populjacioni ta cenotichni aspekti [Plasticity of vascular plant ontogenesis: molecular, cellular, population and coenotic aspects]. *Visn. NAN Ukraini – Bulletin of the NAS of Ukraine*, 7, 32–36. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7 [in Ukrainian].
29. Litun, P.P. (1980). *Vzaimodejstvie genotip-sreda v geneticheskikh issledovanijah i sposoby ego izuchenija. Problemy otbora i ocenki selekcionnogo materiala [Genotype-environment interaction in genetic research and methods of its study. Problems of selection and evaluation of breeding material]*. Kyiv: Naukova dumka, 63–93 [in Russian].
30. Melnik, A.V., Romanko, Ju.O., & Romanko, A.Ju. (2020). Adaptivnij potencial i stresostijkost suchasnih sortiv soyi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. *Tavrijskij naukovij visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 113, 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12 [in Ukrainian].
31. Orljuk, A.P., & Goncharova, K.V. (2002). *Adaptivnij i produktivnij potenciali pshenicy [Wheat adaptive and productive potential]*. Kherson: Ajlant, 275 [in Russian].
32. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., & Liuta, Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnosti na posukhostiikist [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavrijskij naukovij visnik – Taurian Scientific Bulletin*, Kherson: VD «Helvetyka», 120, 155–168. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21> [in Ukrainian].
33. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu. O., & Piliarska, O.O. (2021). Adaptivna zdattist – vazhlyva oznaka v selekcii Roslyn [Adaptive ability is an important feature in plant breeding]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection*. Kherson: VD «Helvetyka», 75, 101–109. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19> [in Ukrainian].
34. Tyshchenko, O.D., Tyshchenko, A.V., Piliarska, O.O., & Kuts, H.M. (2019). Osoblyvosti morfolohiyi korenevoyi systemy u populyatsiy lyutserny [Peculiarities of root system morphology in alfalfa populations]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 72, 118–121. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25> [in Ukrainian].
35. Hangildin, V.V., & Litvinenko, N.A. (1981). Gomeostatichnost i adaptivnost sortov ozimoj pshenicy [Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties]. *Nauch.-tekhn. byul. VSGI – Scientific-technical bul. WSGI*, 1 (39), 8–14 [in Russian].
- 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**
- Мета досліджень.** Вивчення адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни за насінневого використання другого року життя та виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекційному процесі. **Матеріали і методи.** Дослідження проводились в Інституті зрошеного землеробства НААН України протягом 2018–2020 рр. Об'єктом вивчення слугували 24 популяції люцерни за насінневого використання. Аналіз стійкості генотипів люцерни до стресу проводили за допомогою індексу умов середовища, коефіцієнту регресії, прогнозованої екологічної стабільності, пластичності сорту за різного екоградієнту, показників стресостійкості і генетичної гнучкості, параметрами гомеостатичності та селекційної цінності, коефіцієнту адаптивності, загальної адаптивної здатності, варіанси специфічної адаптивної здатності, відносної стабільності генотипу, селекційної цінності генотипу, коефіцієнту нелінійності і компенсації-дестабілізації. **Результати.** При вирощуванні на насіння люцерни другого року життя найгірші умови склалися у 2018 р., на що вказує індекс середовища (Ij), який дорівнював -98,44, а найкращі – у 2019 р (Ij = 65,52). У 2020 р. значення цього параметра становило 32,92. Найбільшу урожайність насіння (285,7 кг/га) за гірших умов (2018 р.) було отримано у популяції LR / H з середньою урожайністю (Ymean = 377,0 кг/га) за роками. Популяції А.-Н.д. № 15 та Сін(с). / Приморка сформували високу насінневу продуктивність 500,0 кг/га та 488,1 кг/га за кращих умов, з середньою за роками досліджень 412,7 і 400,8, відповідно. При аналізі селекційних номерів люцерни другого року за комплексом ознак, наприклад, за гомеостатичністю та показниками адаптивності, найбільш стабільними виявилися популяції М.agr. / С., А.г. d. та М.г. d., але вони не перевищували стандарт за урожайністю. Популяція LR / H мала високі показники гомеостатичності (Ном = 240,6), селекційної цінності (Sc = 274,1), коефіцієнту адаптивності (KA = 116,3), стабільності (S_{di}² = 413,2), але показник пластичності був дещо нижчий за одиницю (b_i = 0,96). Тобто цю популяцію можна охарактеризувати як добре адаптовану до різноманітних умов середовища. Селекційні зразки Сін(с). / Приморка та Добір за к.с. за показниками генетичної гнучкості, коефіцієнтом регресії виділялись як популяції інтенсивного типу, що добре реагують на покращення умов зволоження. **Висновки.** Виділено найбільш стабільну популяцію – (Емерауде / Т.)², популяції інтенсивного типу – Сін (с). / Приморка, А.-Н.д. № 15, Добір за к.с. та LR / H і М.г. / ЦП-11 – популяції, що адаптовані до різних умов.
- Ключові слова:** генотип, популяція, насіннева продуктивність, параметри адаптивних ознак, кореляція, біплот-аналіз.
- Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundirat K.S., Konovalova V.M. Seed productivity of alfalfa populations in the second year of life and the peculiarities of the manifestation of adaptive traits in them**
- The purpose of research.** Study of adaptive traits in breeding populations of alfalfa for seed use in the second year of life and selection of promising material for further

use in the breeding process. **Materials and methods.** Research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine during 2018–2020. The object of study was 24 alfalfa populations for seed use. The analysis of resistance of alfalfa genotypes to stress was carried out using the index of environmental conditions, regression coefficient, predicted ecological stability, variety plasticity under different ecogradients, indicators of stress resistance and genetic flexibility, homeostatic parameters and selection value, adaptability coefficient, general adaptive capacity, variances of specific adaptive capacity, relative stability of the genotype, selection value of the genotype, coefficients of nonlinearity and compensation-destabilization. **Results.** Growing alfalfa seeds of the second year of life, the worst conditions were in 2018, as indicated by the environmental index (I_j), which was -98.44, and the best – in 2019 ($I_j = 65.52$). In 2020, the value of this parameter was 32.92. The highest seed yield (285.7 kg/ha) under the worst conditions (2018) was obtained in the LR / H population with an average yield ($Y_{\text{mean}} = 377.0$ kg/ha) by year. Populations of A.-N.d. No. 15 and Sin(c). / Primorka produced a high seed productivity of 500.0 kg/ha and

488.1 kg/ha under the best conditions, with an average over the years of research of 412.7 and 400.8, respectively. When analyzing second-year alfalfa breeding numbers based on a set of traits, for example, homeostatic and adaptability indicators, populations turned out to be the most stable M.agr. / C., A.r. d. and M.g. d., but they did not exceed the yield standard. The LR / H population had high indicators of homeostaticity ($Hom = 240.6$), selection value ($Sc = 274.1$), adaptability coefficient ($KA = 116.3$), stability ($S_{di}^2 = 413.2$), but the plasticity index was somewhat lower than one ($b_1 = 0.96$). That is, this population can be characterized as well adapted to various environmental conditions. Selection samples Sin(s). / Primorka and Dobyr by r.s. according to indicators of genetic flexibility, regression coefficients were distinguished as populations of the intensive type, which respond well to the improvement of moisture conditions. **Conclusions.** The most stable population was identified – (Emeraude / T.)², the population of the intensive type – Sin (c). / Primorka, A.-N.d. No. 15, Selection by k.s. and LR / H and M.g. / CP-11 – populations adapted to different conditions.

Key words: genotype, population, seed productivity, parameters of adaptive traits, correlation, biplot analysis.