

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ АДАПТИВНИХ ОЗНАК У ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ЗА КОРМОВОГО ВИКОРИСТАННЯ

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 зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Люцерна – багаторічна кормова культура, що вирощується у всьому 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, 32].

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 агроекологічних умовах [10, 12, 15, 31].

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, 22, 23]. Сьогодення 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 [24]. 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 [18], 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 [32]. 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 [30]. Стабільність – це показник стійкості сорту в реалізації певного фенотипу в різних умовах середовища [28]. Це дві протилежні сторони модифікаційної мінливості генотипу, тобто генотип не може бути одночасно стабільним і пластичним за досліджуваною ознакою [5, 24]. 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, 19]. Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам [27]. На думку Л. П. Байкалової та Ю. І. Серебеннікова терміни «адаптивність», «екологічна пластичність», «екологічна стійкість» можуть замінюватися, а частіше доповнювати один одного [32]. 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, 17, 29].

Метою досліджень було вивчення адаптивних ознак у селекційних популяціях люцерни за кормового використання першого 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 2017–2019 рр. Дослідження проводили за різних умов зволоження: при зрошенні та без зрошення (природне зволоження). 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 10 млн. життєздатного насіння на га. Дослідження проводилися за загальноприйнятою методикою.

Аналіз стійкості генотипів люцерни до стресу проводили за допомогою індексу умов середовища (I_i), коефіцієнту регресії (b_i), 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. [17], параметрами гомеостатичності (Hom) та селекційної цінності (Sc) – за Хангільдіним В.В. та ін. [33], коефіцієнту адаптивності (KA) – за методом Животкова Л. А. та ін. [20], загальної

адаптивної здатності ($ЗАЗ_i$), варіанси специфічної адаптивної здатності ($\sigma_{САЗ_i}^2$), відносної стабільності генотипу (s_{gi}), селекційної цінності генотипу (СЦГі), коефіцієнтів нелінійності (l_{gi}) і компенсації-дестабілізації (K_{gi}), що визначали за Кільчевським А.В. та ін. [26].

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 зрошенні вони сприятливо склалися у 2017 і 2019 рр – індекси умов середовища становили (I_j) +3,54 і +3,68, гірше – у 2018 році (I_j становив +1,90). У той же час, в умовах природного зволоження значення індексу середовища (I_j) у 2017 р становило -2,97, у 2018 р – -3,55 і – -2,59 у 2019 р, тобто 2018 рік був найгіршим для вирощування люцерни на зелену масу.

Важливим є показник рівня стійкості (стресостійкості) досліджуваних популяцій люцерни до стресових умов, який відображає різницю між мінімальною та максимальною урожайністю. Згідно Гончаренко [17], чим меншою є різниця між мінімальною і максимальною урожайністю сорту, тим вища його стійкість до стресу. Серед досліджуваних генотипів люцерни найменша різниця ($Y_{min} - Y_{max}$) була відмічена у популяції: А.г. d. – – 6,58 кг/м², Приморка /Сін(с) – – 6,61 кг/м², М.г. / М.agr. – – 6,68 кг/м² і у стандарті Унітро – – 7,44 кг/м² (табл. 1).

Середня врожайність в оптимальних умовах і низька при стресі не означає, що популяція більш стійка до посухи і характеризується більшою продуктивністю в умовах стресу. Тому, виходячи із цього, високі показники свідчатимуть про стійкість до стресу, проте існує дуже висока ймовірність того, що більш продуктивні при стресі популяції, хоча і з нижчими показниками, не будуть виділені як посухостійкі.

Отже, для повної оцінки селекційного матеріалу необхідно встановити рівень інших ознак. Селекційна цінність (Sc) показує стабільність популяцій та визначається як добуток середньої урожайності та відношення між мінімальною і максимальною урожайністю за роки досліджень. Високу селекційну цінність показали популяції А.г. d. – 0,65, ФХНВ² – 0,59, Ж. / ЦП-11 – 0,52 та В.11 / П. d. – 0,48, але тільки популяція А.г. d. має високий показник стресостійкості (-6,58), інші -7,37, -7,12 та -7,56, відповідно.

Характеристику сортів за стресостійкістю доповнює індекс генетичної гнучкості (Gf), який відображає середню врожайність зразка за стресових і оптимальних умов вирощування і характеризує генетичну гнучкість (Gf) популяції або його компенсаторну здатність. Чим вищий Gf , тим вища ступінь відповідності між гено-

Гомеостатичність і адаптивність популяцій люцерни першого року життя за ознакою урожайності зеленої маси (2017–2019 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність зеленої маси, кг/м ²		Параметри адаптивності						
		Ymin-Ymax	Ymean	Ymin – Ymax, кг/м ²	Sc	Gf	b _i	S _{di} ²	KA	Hom
Унітро, стандартт	G1	0,70-8,14	4,41	-7,44	0,38	4,42	1,01	0,0091	107,56	0,47
Елегія	G2	0,36-7,75	3,90	-7,39	0,18	4,06	1,05	0,0221	95,11	0,37
Приморка	G3	0,53-7,50	3,95	-6,97	0,28	4,02	0,96	0,0000	96,37	0,41
M.g. / П.п.	G4	0,65-8,04	4,31	-7,39	0,35	4,35	1,01	0,0033	105,20	0,46
Сін(с) / Приморка	G5	0,08-8,18	3,83	-8,10	0,04	4,13	1,20	0,1399	93,41	0,33
LR / Н	G6	0,64-7,67	4,14	-7,03	0,35	4,16	0,96	0,0059	100,93	0,44
Приморка / Сін(с).	G7	0,60-7,21	3,89	-6,61	0,32	3,91	0,90	0,0050	94,87	0,42
A.-H. d. № 114	G8	0,08-7,68	3,60	-7,60	0,04	3,88	1,12	0,1184	87,92	0,31
A.-H.d. № 15	G9	0,17-7,58	3,64	-7,41	0,08	3,88	1,08	0,0769	88,77	0,32
A.-H. d. № 38	G10	0,43-7,32	3,77	-6,89	0,22	3,88	0,97	0,0042	92,06	0,38
Добір за к.с.	G11	0,05-7,04	3,27	-6,99	0,02	3,55	1,04	0,1183	79,86	0,28
Ram. d.	G12	0,62-7,42	4,00	-6,80	0,33	4,02	0,93	0,0049	97,51	0,43
(Емерауде / Т.) ²	G13	0,69-8,05	4,35	-7,36	0,37	4,37	1,00	0,0071	106,17	0,47
Т. / Емерауде	G14	0,27-8,02	3,94	-7,75	0,13	4,15	1,12	0,0498	96,09	0,36
M.g. / ЦП-11	G15	0,63-7,86	4,21	-7,23	0,34	4,25	0,99	0,0025	102,68	0,44
Зимостійка / М.К.	G16	0,25-7,22	3,56	-6,97	0,12	3,74	1,00	0,0376	86,78	0,33
M.agr. / С.	G17	0,77-8,18	4,49	-7,41	0,42	4,48	1,00	0,0197	109,63	0,49
A.r. d.	G18	1,09-7,67	4,57	-6,58	0,65	4,38	0,83	0,1656	111,38	0,57
M.g. / M.agr.	G19	0,63-7,31	3,96	-6,68	0,34	3,97	0,91	0,0062	96,58	0,43
M.g. d.	G20	0,52-7,98	4,16	-7,46	0,27	4,25	1,04	0,0015	101,42	0,42
ФХНВ ²	G21	1,03-8,40	4,85	-7,37	0,59	4,72	0,95	0,1075	118,29	0,58
В.11 / П. d.	G22	0,86-8,42	4,69	-7,56	0,48	4,64	1,01	0,0405	114,51	0,53
Ж. / ЦП-11	G23	0,92-8,04	4,57	-7,12	0,52	4,48	0,93	0,0681	111,58	0,53
Сибір. 8, d.	G24	0,69-7,97	4,32	-7,28	0,37	4,33	0,99	0,0079	105,32	0,46
V, %			9,60	-5,15	57,09	6,94	7,94	118,48	9,60	19,02
S _{абс.} ^x			0,08	0,08	0,03	0,06	0,02	0,01	1,96	0,02
S _{віднос.} ^x			1,96	-1,05	11,65	1,42	1,62	2419	1,96	3,88
НІР ₀₁			0,25	0,24	0,11	0,19	0,05	0,03	6,21	0,05
НІР ₀₅			0,18	0,17	0,08	0,14	0,04	0,02	4,49	0,04

типом і факторами середовища. Найбільшим показником генетичної гнучкості в контрастних умовах характеризувалися популяції люцерни: ФХНВ² – 4,72 кг/м², В.11 / П. d. – 4,64 кг/м² та – 4,48 кг/м² у двох популяцій Ж. / ЦП-11 і М.agr. / С. Генетична гнучкість у стандартного сорту Унітро становила – 4,42 кг/м².

Коефіцієнт адаптивності (KA) відображає відношення середньої урожайності зразка до урожайності середньопопуляційної. Висока адаптивність сорту забезпечує стабільну урожайність в різних умовах середовища, тому важливою характеристикою генотипу є його здатність стабільно реалізовувати свій потенціал. Максимальними значеннями цього показника на травостой люцерни першого року життя характеризувалися популяції ФХНВ² – 118,29, В.11 / П. d. – 114,51 та Ж. / ЦП-11 й А.r. d. з коефіцієнтами адаптивності 111,58 і 111,38, відповідно. Коефіцієнт адаптивності у стандартного сорту Унітро був нижчим та склав – 107,56.

Коефіцієнт регресії (b_i) є критерієм оцінки рівня екологічної пластичності і виявляє реакцію генотипу на зміну умов середовища. Аналіз експериментального матеріалу показав, що досліджувані популяції люцерни можна розділити на три групи: інтенсивного типу (b_i > 1), стабільного (b_i < 1) та адаптованого до різних умов (b_i = 1). Генотипи, у яких b_i > 1, більш чутливі до зміни умов вирощування, тобто такі генотипи вимогливі, наприклад, до рівня агротехніки, мінерального живлення та ін. Кращими популяціями інтенсивного типу були Сін(с) / Приморка з коефіцієнтом регресії – 1,20, А.-Н. d. № 114 й Т. / Емерауде – 1,12 та А.-Н.d. № 15 – 1,08. Якщо b_i < 1, то такий генотип слабкіше реагує на зміну умов, ніж у середньому досліджуваний набір популяцій. Тому вони цінні тим, що при мінімумі затрат можуть формувати максимальну продуктивність. У наших дослідженнях до таких популяцій з найнижчим показником коефіцієнта регресії відносяться: А.r. d. – 0,83, Приморка /

Сін(с). – 0,90, M.g. / M.agr. – 0,90 та Ram. d. і Ж. / ЦП-11 – 0,93. Якщо $b_i = 1$, то генотип добре адаптований до різноманітних умов вирощування. Такі особливості були виявлені у популяції (Емерауде / Т.)², Зимостійка / М.К. та M.agr. / С.

Оцінка генотипів люцерни на стабільність їх реакції на умови середовища за коефіцієнтом стабільності S_{di}^2 , розрахованим за дисперсією відхилень фактичних урожаїв від теоретично очікуваних, показала, що менший коефіцієнт S_{di}^2 , а значить і більшу стабільність реакції, мали популяції: Приморка – 0,0000, M.g. d. – 0,0015, M.g. / ЦП-11 – 0,0025 та M.g. / П.п. – 0,0033.

Прийнято вважати, що гомеостатичність (Ном) – це здатність рослин підтримувати внутрішню рівновагу і реалізовувати генетичні можливості сорту при зміні умов їх вирощування, що полягає в певній стійкості сортів будь-якої культури до змін умов середовища. Так як вона пов'язана з екологічною пластичністю, то стійкість до дефіциту вологи, високої температури повітря і взагалі до перепадів екологічних умов зростання характерна високогомеостатичним сортам [8].

Аналіз отриманих експериментальних даних показав, що високими значеннями гомеостатичності виділялися популяції: ФХНВ² – 0,58, А.г. d. – 0,57, та Ж. / ЦП-11 й В.11 / П. d. з показником Ном = 0,53.

Дані, отримані у перший рік життя травостою показують, що за ознаками гомеостатичності та показниками адаптивності найбільш стабільними виявилися популяції: А.г. d., ФХНВ² й Ж. / ЦП-11, які перевищували стандарт за урожайністю. Вони відрізнялися високою гомеостатичністю (Ном) (0,57; 0,58 і 0,53, відповідно), селекційною цінністю (Sc) (0,65; 0,59 і 0,52, відповідно), коефіцієнтом адаптивності (КА) (111,38; 118,29 і 111,58, відповідно), а показник пластичності (b) був меншим за одиницю (0,83; 0,95 і 0,93, відповідно). Але у популяції А.г. d. показник стабільності (S_{di}^2) був найвищим 0,1656, у генотипів ФХНВ² й Ж. / ЦП-11 він дорівнював 0,1075 і 0,0681, відповідно, а рівень стійкості до стресу у А.г. d. був найвищим – -6,58, порівнюючи з популяціями ФХНВ² (-7,37) і Ж. / ЦП-11 (-7,12).

Генотипи: Сін(с). / Приморка, А.-Н. d. № 114, Т. / Емерауде – 1,12 та А.-Н. d. № 15 за коефіцієнтом регресії (b) виділялись як популяції інтенсивного типу, але всі вони поступалися за урожайністю стандарту.

Популяції: (Емерауде / Т.)², Зимостійка / М.К. та M.agr. / С. були виділені як генотипи, добре адаптовані до різноманітних умов середовища вирощування ($b_i = 1$), але тільки M.agr. / С. перевищувала стандарт за врожайністю.

Для більш повного аналізу адаптивної здатності популяцій люцерни були розраховані такі показники: загальна адаптивна здатність (ЗАЗі), показник взаємодії генотип-середовище ($\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$), варіанса специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CA3i}), відносна стабільність генотипу (s_{gi}), селекційна цінність генотипу (СЦГі), коефіцієнт компенсації-дестабілізації (K_{gi}), коефіцієнт нелінійності (l_{gi}) за А.В. Кільчевським та Л.В. Хотильовою [26].

На думку Кільчевського А.В. та ін. під адаптивною здатністю розуміють властивість популяції підтримувати характерну для неї величину фенотипового про-

яву ознаки [25]. Розрізняють загальну та специфічну адаптивність [21]. Загальна адаптивна здатність (ЗАЗі) характеризується середнім значенням ознаки за різних умов. За цим показником вищі значення, ніж в сорту Унітро (0,31) мали популяції: M.agr. / С., А.г. d., ФХНВ², В.11 / П. d., Ж. / ЦП-11. Максимальне його значення (0,75) мав генотип ФХНВ² (табл. 2).

Варіанса специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CA3i}) показує стабільність популяції і є більш інформативною, порівнюючи з показником взаємодії «популяція-середовище» ($\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$), тому що враховує компенсаційний ефект. Менші значення показника σ^2_{CA3i} , як порівняти з сортом Унітро ($\sigma^2_{CA3i} = 11,709$), мали 15 селекційних номерів, але найнижчим ($\sigma^2_{CA3i} = 7,974$) він був у генотипу А.г. d.

Параметр відносної стабільності генотипу (s_{gi}) не пов'язаний із загальною адаптивною здатністю та носить відносний характер. Багато дослідників вказують на спадковий характер даного показника, що дозволяє використовувати генотипи в селекції на стабільність. Нижчу відносну стабільність, порівнюючи з Унітро ($s_{gi} = 77,62$), відмічали у генотипів: А.г. d. – 61,86, ФХНВ² – 66,87, Ж. / ЦП-11 – 69,17, В.11 / П. d. – 72,67, M.agr. / С. – 75,17. Селекційні номери, що перевищували стандартний сорт Унітро за продуктивністю зеленої маси мали лінійну реакцію на зміни умов зовнішнього середовища ($l_{gi} = -0,0068-0,0472$). Варіювання коефіцієнта компенсації-дестабілізації становило 0,70–1,44, що вказує як на компенсуючі, так і на дестабілізуючі ефекти. Серед популяцій, які достовірно перевищували стандарт, слід відмітити популяцію ФХНВ² з $K_{gi} = 0,92$, що мала компенсуючий ефект, а у популяції В.11/П. d. з $K_{gi} = 1,02$ спостерігався дестабілізуючий ефект.

За селекційною цінністю (СЦГі) перевищили стандарт Унітро зі значенням 2,36 популяції: ФХНВ² – 2,91, А.г. d. – 2,88, Ж. / ЦП-11 – 2,68, В.11 / П. d. – 2,66 та 2,48 у M.agr. / С.

За параметрами адаптивності були виділені найкращі популяції: ФХНВ², В.11 / П. d. та А.г. d., але тільки перші дві істотно перевищували стандарт за врожайністю. Популяція А.г. d., хоча і не перевищувала істотно стандарт за врожайністю, але мала максимальні показники варіанси специфічної адаптивної здатності ($\sigma^2_{CA3i} = 7,974$), відносної стабільності генотипу ($s_{gi} = 61,86$) та селекційної цінності (СЦГі = 2,88), тому її було виділено як стабільну та перспективну популяцію.

Найбільш нестабільними виявилися популяції: А.-Н. d. № 114 та Добір за к.с., які мали найнижчу селекційну цінність (СЦГі = 1,33 та 1,17, відповідно).

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

Кореляційна залежність між врожайністю кормової маси при зрошенні та в умовах природного зволоження становила 0,435. Кормова продуктивність популяцій люцерни за обох умов зволоження має високу кореляцію ($r = 0,796-0,891$) з показником генетичної гнучкості, коефіцієнтом адаптивності ($r = 0,765-0,912$) та загаль-

Параметри адаптивних властивостей зразків люцерни першого року життя за ознакою урожайності зеленої маси (2017–2019 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність зеленої маси, кг/м ²		Параметри адаптивності						
		Y _{min} -Y _{max}	Y _{mean}	ЗАЗі	$\sigma^2_{(G \times E)_{gi}}$	σ^2_{CAZi}	s _{gi}	СЦГі	K _{gi}	I _{gi}
Унітро, стандартт	G1	0,70-8,14	4,41	0,31	-0,085	11,709	77,62	2,36	1,02	-0,0073
Елегія	G2	0,36-7,75	3,90	-0,20	-0,043	12,731	91,53	1,77	1,11	-0,0034
Приморка	G3	0,53-7,50	3,95	-0,15	-0,079	10,655	82,64	2,00	0,93	-0,0074
M.g. / П.п.	G4	0,65-8,04	4,31	0,21	-0,090	11,720	79,40	2,27	1,02	-0,0076
Сін(с). / Приморка	G5	0,08-8,18	3,83	-0,27	0,464	16,548	106,26	1,40	1,44	0,0280
LR / Н	G6	0,64-7,67	4,14	0,04	-0,068	10,504	78,35	2,20	0,92	-0,0065
Приморка / Сін(с).	G7	0,60-7,21	3,89	-0,21	0,024	9,283	78,36	2,07	0,81	0,0025
A.-H. d. № 114	G8	0,08-7,68	3,60	-0,50	0,170	14,515	105,73	1,33	1,27	0,0117
A.-H.d. № 15	G9	0,17-7,58	3,64	-0,46	0,044	13,472	100,88	1,45	1,18	0,0033
A.-H. d. № 38	G10	0,43-7,32	3,77	-0,33	-0,078	10,705	86,71	1,82	0,93	-0,0072
Добір за к.с.	G11	0,05-7,04	3,27	-0,83	0,016	12,409	107,61	1,17	1,08	0,0013
Ram. d.	G12	0,62-7,42	4,00	-0,10	-0,028	9,832	78,45	2,12	0,86	-0,0029
(Емерауде / Т.) ²	G13	0,69-8,05	4,35	0,25	-0,088	11,495	77,91	2,33	1,00	-0,0076
Т. / Емерауде	G14	0,27-8,02	3,94	-0,16	0,105	14,364	96,23	1,67	1,25	0,0073
M.g. / ЦП-11	G15	0,63-7,86	4,21	0,11	-0,090	11,232	79,64	2,21	0,98	-0,0081
Зимостійка / М.К.	G16	0,25-7,22	3,56	-0,54	-0,063	11,569	95,63	1,52	1,01	-0,0055
M.agr. / С.	G17	0,77-8,18	4,49	0,39	-0,078	11,410	75,17	2,48	1,00	-0,0068
A.r. d.	G18	1,09-7,67	4,57	0,47	0,376	7,974	61,86	2,88	0,70	0,0472
M.g. / M.agr.	G19	0,63-7,31	3,96	-0,14	0,007	9,452	77,67	2,12	0,83	0,0007
M.g. d.	G20	0,52-7,98	4,16	0,06	-0,074	12,403	84,73	2,05	1,08	-0,0059
ФХНВ ²	G21	1,03-8,40	4,85	0,75	0,016	10,510	66,87	2,91	0,92	0,0016
B.11 / П. d.	G22	0,86-8,42	4,69	0,59	-0,061	11,633	72,67	2,66	1,02	-0,0052
Ж. / ЦП-11	G23	0,92-8,04	4,57	0,47	0,013	10,007	69,17	2,68	0,87	0,0013
Сибір. 8, d.	G24	0,69-7,97	4,32	0,22	-0,086	11,234	77,65	2,31	0,98	-0,0077
V, %			9,60	-	-	16,13	15,08	23,26	16,02	-
Sx _{абс.}			0,08	0,08	0,03	0,38	2,58	0,10	0,03	0,003
Sx _{віднос.}			1,96	-	31,44	3,29	3,08	4,75	3,27	39,935
HIP ₀₁			0,25	0,25	0,09	1,21	8,16	0,31	0,10	0,008
HIP ₀₅			0,18	0,18	0,07	0,87	5,90	0,23	0,08	0,006

ною адаптивною здатністю ($r = 0,764-0,913$). В умовах природного зволоження урожайність зеленої маси мала високу позитивну залежність з селекційною цінністю ($r = 0,998$), гомеостатичністю ($r = 0,987$), селекційною цінністю генотипу ($r = 0,994$) та високу від'ємну ($r = -0,750$) з коефіцієнтом регресії, варіансою специфічної адаптивної здатності ($r = -0,749$), відносною стабільністю ($r = -0,990$) та коефіцієнтом компенсації-дестабілізації ($r = -0,747$), тоді як при зрошенні зв'язки були слабші і становили: 0,434, 0,562, 0,534, 0,269, 0,268, -0,348, 0,269, відповідно (табл. 3).

Розглядаючи згенерований біplot (GGE), можна провести аналіз відносин між роком випробування, генотипом і його взаємодією з навколишнім середовищем. Іншими словами, привабливість цього методу полягає в тому, що з його допомогою можна розташувати генотипи за набором середовищ і візуалізувати переваги того чи іншого сорту.

За результатами GGE біplot-аналізу ми виділили такі найбільш стабільні популяції: G18 – A.r. d., G23 – Ж. / ЦП-11 та G21 – ФХНВ², що слабкіше реагують на погіршення умов вирощування, зокрема на посуху (рис. 1).

Популяції G5 – Сін (с). / Приморка, G8 – A.-H. d. № 114 показали різке зниження урожайності в умовах природного зволоження.

Висновки. Виділені найбільш придатні ідентифікатори адаптивності: коефіцієнт регресії (b_i), гомеостатичність (Hom), селекційна цінність (Sc), варіанса специфічної адаптивної здатності (σ^2_{CAZi}), відносна стабільність генотипу (s_{gi}), селекційна цінність генотипу (СЦГі), коефіцієнт компенсації-дестабілізації (K_{gi}), що дали змогу виокремити цінні селекційні зразки.

Отримані експериментальні дані урожайності зеленої маси люцерни першого року життя травостою, параметрів адаптивної здатності та біplot-аналізу дозво-

Таблиця 3

Матриця кореляційних зв'язків між максимальною і мінімальною урожайністю популяції люцерни першого року та гомеостатичністю, екологічною пластичністю і параметрами адаптивності (2017–2019 рр.)

	Ymin	Ymax	Ymean	Ymin – Ymax	Sc	Gf	b _i	S _{di} ²	KA	Hom	ЗАЗi	σ ² _{(G×E)gi}	σ ² _{САЗi}	s _{gi}	СЦГi	K _{gi}	I _{gi}
Ymin	1,000	0,435	0,913	0,330	0,998	0,796	-0,750	-0,156	0,912	0,987	0,913	-0,200	-0,749	-0,990	0,994	-0,747	-0,009
Ymax	0,435	1,000	0,764	-0,707	0,434	0,891	0,269	0,070	0,765	0,562	0,764	0,042	0,268	-0,348	0,534	0,269	-0,009
Ymean	0,913	0,764	1,000	-0,084	0,911	0,974	-0,416	-0,079	1,000	0,961	1,000	-0,122	-0,414	-0,867	0,953	-0,413	-0,009
Ymin – Ymax	0,330	-0,707	-0,084	1,000	0,328	-0,309	-0,871	-0,196	-0,086	0,186	-0,084	-0,201	-0,869	-0,412	0,221	-0,869	0,003
Sc	0,998	0,434	0,911	0,328	1,000	0,794	-0,748	-0,091	0,911	0,988	0,911	-0,145	-0,742	-0,982	0,991	-0,741	0,049
Gf	0,796	0,891	0,974	-0,309	0,794	1,000	-0,198	-0,033	0,974	0,874	0,974	-0,075	-0,197	-0,733	0,859	-0,196	-0,014
b _i	-0,750	0,269	-0,416	-0,871	-0,748	-0,198	1,000	0,220	-0,414	-0,643	-0,416	0,251	0,997	0,803	-0,671	0,997	0,009
S _{di} ²	-0,156	0,070	-0,079	-0,196	-0,091	-0,033	0,220	1,000	-0,079	-0,073	-0,079	0,827	0,277	0,259	-0,143	0,281	0,827
KA	0,912	0,765	1,000	-0,086	0,911	0,974	-0,414	-0,079	1,000	0,961	1,000	-0,123	-0,413	-0,866	0,953	-0,412	-0,011
Hom	0,987	0,562	0,961	0,186	0,988	0,874	-0,643	-0,073	0,961	1,000	0,961	-0,127	-0,638	-0,958	0,997	-0,636	0,039
ЗАЗi	0,913	0,764	1,000	-0,084	0,911	0,974	-0,416	-0,079	1,000	0,961	1,000	-0,122	-0,414	-0,867	0,953	-0,413	-0,009
σ ² _{(G×E)gi}	-0,200	0,042	-0,122	-0,201	-0,145	-0,075	0,251	0,827	-0,123	-0,127	-0,122	1,000	0,315	0,256	-0,187	0,318	0,950
σ ² _{САЗi}	-0,749	0,268	-0,414	-0,869	-0,742	-0,197	0,997	0,277	-0,413	-0,638	-0,414	0,315	1,000	0,805	-0,670	1,000	0,076
s _{gi}	-0,990	-0,348	-0,867	-0,412	-0,982	-0,733	0,803	0,259	-0,866	-0,958	-0,867	0,256	0,805	1,000	-0,974	0,804	0,061
СЦГi	0,994	0,534	0,953	0,221	0,991	0,859	-0,671	-0,143	0,953	0,997	0,953	-0,187	-0,670	-0,974	1,000	-0,668	-0,015
K _{gi}	-0,747	0,269	-0,413	-0,869	-0,741	-0,196	0,997	0,281	-0,412	-0,636	-0,413	0,318	1,000	0,804	-0,668	1,000	0,079
I _{gi}	-0,009	-0,009	-0,009	0,003	0,049	-0,014	0,009	0,827	-0,011	0,039	-0,009	0,950	0,076	0,061	-0,015	0,079	1,000

* – Confidence interval (%): 95

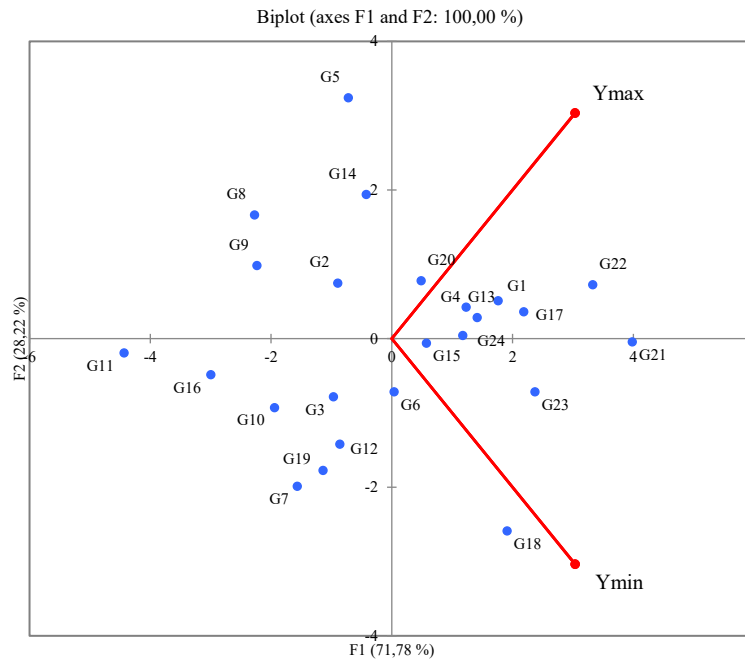


Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія сортів люцерни і середовищ (метод біplot-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – рік та умови зволоження; ● – генотип

лили досліджувані популяції люцерни розділити на три групи: інтенсивного типу, стабільного та адаптовані до різних умов. Найкращими стабільною популяцією – A.r. d., інтенсивного типу – A.-H. d. № 114, (Емературе / T.)² – адаптована 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. Hort. 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 (in Ukrainian). doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.1810 87
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 популяціях люцерни при вирощуванні на насіння. *Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія»*

- і біологія*». Вип. 2 (44), 2021. 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. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49–53.
 18. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство*. 2016. № 2(44). С. 31–36.
 19. 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/10.31073/agrovisnyk201909-07>
 20. 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.
 21. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев: Штиница, 1988. 767 с.
 22. 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.
 23. Зайцева І. О. Аналіз феноритмики та адаптивних властивостей кленів в умовах інтродукції у Степовому Придніпров'ї. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 2. С. 6–12.
 24. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 1. Общая генетика растений. Минск: Белорус. наука, 2008. 551 с.
 25. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Генотип и среда в селекции растений. Минск: Наука и техника, 1989. 191 с.
 26. 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.
 27. 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
 28. 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.
 29. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивный потенциал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 113. 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12
 30. Орлюк А. П., Гончарова К. В. Адаптивный і продуктивный потенціали пшениці. Херсон: Айлант, 2002. 275 с.
 31. 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>
 32. 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>
 33. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы. *Науч.-техн. бюл. ВСГИ*. 1981. № 1/39. С. 8–14.

REFERENCES:

1. Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy [in English].
2. Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech. Adv.*, 28, 169–183 [in English].
3. 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.aejae.2013.13.07.1950 [in English].
4. Eberhart, S. A. & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1). 36–40 [in English].
5. 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 [in English].
6. 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 [in English].
7. 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 [in English].
8. 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 [in English].
9. 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 [in English].
10. 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 [in English].
11. 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 [in English].
12. 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 [in English].

13. 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 [in English].
14. Bazalij, V.V. (2004). *Principi adaptivnoi selekcii ozimoy pshenyци v zoni Pivdennogo Stepu [Principles of adaptive selection of winter wheat in the Southern Steppe zone]*. Kherson: Ajlant, 243 [in Ukrainian].
15. 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].
16. 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].
17. 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].
18. Goncharenko, A.A. (2016). Jekologicheskaja ustojchivost' sortov zernovykh kul'tur i zadachi selekcii [Environmental sustainability of grain varieties and breeding objectives]. *Zernovoe hozjajstvo – Grain farming*, 2(44), 31–36 [in Russian].
19. Demidov, O.A., Homenko, S.O., Chugunkova, T.V. & Fedorenko, I.V. (2019). Urozhajnist ta gomeostatichnist kolekcijnih zrazkiv pshenyци 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].
20. Zhivotkov, L.A., Morozova, Z.A., & Sekatueva, L.I. (1994). Metodika vyyavleniya potencialnoj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenyци po pokazatelyu «urozhajnost» [Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat in terms of "yield"]. *Selekciya i semenovodstvo – Breeding and seed production*, 2, 3–32 [in Russian].
21. Zhuchenko, A.A. (1988). *Adaptivnyj potencial kulturnykh rastenij [Adaptive potential of cultivated plants]*. Kishinev: Shtinica, 767 [in Russian].
22. Zhuchenko, A.A. (2009). *Adaptivnoe rastenievodstvo jekologo-geneticheskoe osnovy. Teorija i praktika [Adaptive plant growing ecological-genetic basis. Theory and practice]*. M.: Agorus, 2, 1104 [in Russian].
23. 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 Dnipropetrovskogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universitetu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 2, 6–12 [in Ukrainian].
24. Kilchevskij, A.V., & Hotyleva, L.V. (2008). *Geneticheskie osnovy selekcii rastenij [Genetic bases of plant selection]*. Obshhaja genetika rastenij. Minsk: Belorus. nauka, 551 [in Russian].
25. 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].
26. 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].
27. Kordjum, E.L., & Dubina, D.V. (2015). Plastichnist ontogenezu sudinnih roslin: molekularni, klitinni, populacijni 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].
28. Litun, P.P. (1980). *Vzaimodejstvie genotip-sreda v geneticheskikh issledovaniyah 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].
29. Melnik, A.V., Romanko, Ju.O., & Romanko, A.Ju. (2020). Adaptivnij potencial i stresostijkist suchasnykh sortiv soyi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. *Tavrijskij naukovij visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 113, 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12 [in Ukrainian].
30. Orljuk, A.P., & Goncharova, K.V. (2002). *Adaptivnij i produktivnij potenciali pshenyци [Wheat adaptive and productive potential]*. Kherson: Ajlant, 275 [in Russian].
31. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., & Liuta, Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavrijskij naukovij visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, Kherson: VD «Helvetyka», 120, 155–168. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21> [in Ukrainian].
32. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu. O., & Piliarska, O.O. (2021). Adaptivna zdattnist – vazhlyva oznaka v selekcii Roslyn [Adaptive ability is an important feature in plant breeding]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyj 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].
33. Hangildin, V.V., & Litvinenko, N.A. (1981). Gomeostatichnost i adaptivnost sortov ozimoy pshenyци [Homeostasis and adaptability of winter wheat varieties]. *Nauch.-tekhn. byul. VSGI – Scientific-technical bul. VSGI*, 1 (39), 8–14 [in Russian].

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

Мета досліджень. Вивчення адаптивних ознак у селекційних популяції люцерни за кормового використання першого року життя та виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекційному процесі. **Матеріали і методи.** Дослідження проводились в Інституті зрошувального землеробства НААН України протягом 2017–2019 рр. Об'єктом вивчення слугували 24 популяції люцерни. 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, коефіцієнтів нелінійності і компенсації-дестабілізації. **Результати.** Найбільш сприятливі умови для формування кормової продуктивності склалися у 2019 році в якому індекс умов середовища становив + 3,68 при зрошенні та -2,59 за умов природного зволоження), тоді як у 2018 році – дуже несприятливі (індекс умов середовища становив +1,90 та -3,55, відповідно). Урожайність кормової маси у генотипів люцерни коливалась від 0,05 до 8,42 кг/м². За показниками адаптивності найбільш стабільними виявилися популяції: А.г. д., ФХНВ² й В.11 / П. д. Популяції Сін(с). / Приморка, А.-Н. д. № 114, Т. / Емерауде виділялись як популяції інтенсивного типу, а (Емерауде / Т.)², Зимостійка / М.К. та М.agr. / С. були виділені як генотипи, добре адаптовані до різноманітних умов середовища вирощування. Також були проаналізовані кореляційні залежності між врожайністю кормової маси за різних умов зволоження та параметрами адаптивних ознак та виділені найбільш придатні ідентифікатори адаптивності. **Висновки.** Виділені найбільш придатні ідентифікатори адаптивності та популяції люцерни, що розділені на три групи: інтенсивного типу – А.-Н. д. № 114, стабільного – А.г. д. та адаптовані до різних умов – (Емерауде / Т.)².

Ключові слова: генотип, популяція, кормова продуктивність, параметри адаптивних ознак, кореляція, біплот-аналіз.

Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundyrat K.S., Konovalova V.M. Features of the manifestation of adaptive traits in populations of alfalfa for feed use

The purpose of research. Study of adaptive traits in breeding populations of alfalfa for forage use in the first year of life and selection of promising material for further use in the breeding process. **Materials and methods.** The research was conducted at the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine during 2017–2019 years. The study focused on 24 alfalfa populations. The analysis of alfalfa genotype resistance to stress was performed using the index of environmental conditions, regression coefficient, predicted ecological stability, plasticity of the variety with different eco gradient, stress resistance and genetic flexibility, homeostatic and selection value parameters, adaptability coefficient, adaptability coefficient, general adaptability, general adaptability relative stability of the genotype, selection value of the genotype, nonlinearity coefficients and compensation-destabilization. **Results.** The most favorable conditions for the formation of forage productivity were in 2019, when the index of environmental conditions was + 3.68 under irrigation and -2.59 under conditions of natural moisture), while in 2018 – very unfavorable (index of environmental conditions was +1.90 and -3.55, respectively). Yield of forage mass in alfalfa genotypes ranged from 0.05 to 8.42 kg/m². In terms of adaptability, the most stable populations were: A.r. d., FHNV² and V.11 / P. d. Populations of Sin(c). / Primorka, A.-N. d. № 114, T. / Emeraude were distinguished as populations of intensive type, and (Emeraude / T.)², Zymostiika / M.K. and M.agr. / C. were identified as genotypes well adapted to different growing conditions. Correlation dependences between forage yield under different moisture conditions and parameters of adaptive traits were also analyzed and the most suitable adaptive identifiers were identified. **Conclusions.** The most suitable identifiers of adaptability and alfalfa populations are divided into three groups: intensive type – A.-N. d. № 114, stable – A.r. d. and adapted to different conditions – (Emeraude / T.)².

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