

## СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.31:631.52:631.5:636

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.20>

### АДАПТИВНІ ОЗНАКИ ТА ЇХ ПРОЯВ У ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ ДРУГОГО РОКУ 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

**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*

Інститут 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 [6, 10, 12], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [21, 32, 33]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур [15, 38].

Згідно з численними прогнозами, глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і у майбутньому – до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ [5, 37]. Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обмеженням для вирощування цієї культури [13, 16, 35].

**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 [11, 14, 18, 34].

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 [19, 29]. 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 [22] 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. 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 [20, 23], тобто підтримувати високий рівень адаптації рослин до комплексу біотичних і абіотичних факторів навколишнього середовища [8, 17].

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 [7, 26]. 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 [17]. 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 [27]. Стабільність – це показник стійкості сорту в реалізації певного фенотипу в різних умовах середовища [27]. Це дві протилежні сторони модифікаційної мінливості генотипу, тобто генотип не може бути одночасно стабільним і пластичним за досліджуваною ознакою [4, 36]. 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 [1, 28]. Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам [30]. На думку [24, 25] терміни «адаптивність», «екологічна пластичність», «екологічна стійкість» можуть замінюватися, а частіше доповнювати один одного. 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 [2, 31].

**Метою досліджень** було вивчення адаптивних ознак у селекційних популяціях люцерни за кормового 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. Дослідження проводили за різних умов зволоження: при зрошенні та без зрошення (природне зволоження). У вивченні були включені 24 зразка люцерни, різного еколого-географічного походження, що були протестовані на ділянках площею 25 м<sup>2</sup> у трьох повтореннях методом рандомізованих 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 ( $I_j$ ), 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. [3], показників стресостійкості ( $Y_{min} - Y_{max}$ ) і генетичної гнучкості ( $G_f$ ) – за рівняннями Rosielle A.A. & Hamblin J. [9], параметрами гомеостатичності (Hom) та селекційної цінності ( $Sc$ ) [18], коефіцієнту адаптивності (KA) [26], загальної адаптивної здатності (ЗАЗі), варі-

анси специфічної адаптивної здатності ( $\sigma_{CAZi}^2$ ), відносної стабільності генотипу ( $s_{gi}$ ), селекційної цінності генотипу (СЦГ), коефіцієнтів нелінійності ( $I_{gi}$ ) і компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ) [35].

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 другого року життя, залежав від значення індексу середовища. На травостої люцерни другого року життя значення індексу середовища ( $I_j$ ) в умовах природного зволоження у 2018 р. становило -0,97, у 2019 р. – 1,79 та в найгіршому для вирощування люцерни 2020 році – 6,11. Зрошення сприяло покращенню умов вирощування і відповідно значення показників сприятливості середовища були позитивними. Так, у 2019 і 2020 рр – індекси умов середовища ( $I_j$ ) становили +1,83 і +1,36, відповідно, а найвищим (+5,67) він був у 2018 році.

Порівняно високу стійкість до стресу ( $Y_{min}-Y_{max}$ ) проявили популяції: М.г. / М.агр., Сибір. 8, d., А.-Н. d. № 38 та М.г. d., а їх значення варіювали від -9,99 до -10,38. Популяція М.г. / М.агр. з показником -9,99 була виділена і на першому році життя. Найнижчою стійкістю характеризувалися номери: Сін(с). / Приморка (-14,20), В.11 / П. d. (-13,82) та М.г. / П.п. (-13,46) (табл. 1).

Аналізуючи отримані дані за селекційною цінністю ( $Sc$ ), були виділені найкращі: М.агр. / С. з показником 2,62, М.г. / ЦП-11 й А.-Н. d. № 38 – 2,52, Ram. d. – 2,51. У популяції А.-Н. d. № 15 він становив 2,40, але на першому році життя цей показник був одним з найнижчих (0,08).

За використання усереднених показників урожайності в оптимальних та лімітуючих умовах ми отримуємо значення генетичної гнучкості ( $G_i$ ). Найвищими показниками генетичної гнучкості характеризувалися популяції: В.11 / П. d. – 10,14, М.г. / ЦП-11 – 10,06, LR / Н – 9,84 та М.г. / П.п. – 9,81. Популяція В.11 / П. d. також була виділена на першому році життя зі значенням цього показника 4,64.

На травостої другого року високий коефіцієнт адаптивності (KA) відзначений у популяції: Елегія, М.г. / ЦП-11, Сін(с). / Приморка, LR / Н, М.г. / П.п. та Ram. d., він склав 108,7%; 108,7%; 108,3%; 106,4%; 105,71% та 105,0%, відповідно; був низький у популяції: ФХНВ<sup>2</sup>, М.г. d., А.г. d. (93,9%; 93,5%; 90,3%, відповідно). Проводячи аналогію з першим роком, популяції ФХНВ<sup>2</sup> та А.г. d. характеризувалися також високим коефіцієнтом адаптивності – 118,3 і 111,4, відповідно.

Коефіцієнт регресії  $b_i > 1$  виявлений у 11 популяцій, найвищим він був у генотипів: Елегії – 1,19, В.11 / П. d. – 1,16, Сін(с). / Приморка – 1,13, Ж. / ЦП-11 – 1,12, Приморка – 1,10 та 1,08 у М.г. / П.п. Однаково високим

Таблиця 1

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

| Сорт, популяція              | Позначення | Урожайність зеленої маси, кг/м <sup>2</sup> |                   | Параметри адаптивності                                  |         |                |                |                              |        |         |
|------------------------------|------------|---|-------------------|---|---------|----------------|----------------|------------------------------|--------|---------|
|                              |            | Y <sub>min</sub> -Y <sub>max</sub>          | Y <sub>mean</sub> | Y <sub>min</sub> – Y <sub>max</sub> , кг/м <sup>2</sup> | Sc      | G <sub>f</sub> | b <sub>i</sub> | S <sub>di</sub> <sup>2</sup> | KA     | Hom     |
| Унітро, стандарт             | G1         | 3,11-14,84                                  | 9,05              | -11,73  | 1,90    | 8,98           | 1,03           | 0,422                        | 96,7   | 1,27    |
| Елегія                       | G2         | 3,02-15,60                                  | 10,17             | -12,58  | 1,97    | 9,31           | 1,19           | 2,803                        | 108,7  | 1,49    |
| Приморка                     | G3         | 2,60-15,46                                  | 8,76              | -12,86  | 1,47    | 9,03           | 1,10           | 0,861                        | 93,7   | 1,08    |
| M.g. / П.п.                  | G4         | 3,08-16,54                                  | 9,89              | -13,46  | 1,84    | 9,81           | 1,08           | 1,976                        | 105,7  | 1,32    |
| Сін(с). / Приморка           | G5         | 2,56-16,76                                  | 10,13             | -14,20  | 1,55    | 9,66           | 1,13           | 1,424                        | 108,3  | 1,31    |
| LR / Н                       | G6         | 3,52-16,16                                  | 9,95              | -12,64  | 2,17    | 9,84           | 1,03           | 0,978                        | 106,4  | 1,42    |
| Приморка / Сін(с).           | G7         | 3,13-15,25                                  | 9,32              | -12,12  | 1,91    | 9,19           | 1,00           | 0,549                        | 99,6   | 1,30    |
| A.-H. d. № 114               | G8         | 2,82-14,80                                  | 9,24              | -11,98  | 1,76    | 8,81           | 1,04           | 2,154                        | 98,8   | 1,29    |
| A.-H.d. № 15                 | G9         | 3,52-14,18                                  | 9,68              | -10,66  | 2,40    | 8,85           | 0,95           | 2,309                        | 103,5  | 1,60    |
| A.-H. d. № 38                | G10        | 3,68-14,03                                  | 9,61              | -10,35  | 2,52    | 8,86           | 0,94           | 1,218                        | 102,7  | 1,62    |
| Добір за к.с.                | G11        | 2,63-13,98                                  | 9,02              | -11,35  | 1,70    | 8,31           | 0,93           | 1,082                        | 96,4   | 1,30    |
| Ram. d.                      | G12        | 3,88-15,20                                  | 9,83              | -11,32  | 2,51    | 9,54           | 0,93           | 0,180                        | 105,0  | 1,55    |
| (Емерауде / Т.) <sup>2</sup> | G13        | 3,29-15,40                                  | 9,25              | -12,11  | 1,98    | 9,35           | 1,01           | 0,102                        | 98,9   | 1,28    |
| Т. / Емерауде                | G14        | 3,49-15,13                                  | 9,47              | -11,64  | 2,18    | 9,31           | 0,96           | 0,761                        | 101,2  | 1,40    |
| M.g. / ЦП-11                 | G15        | 3,99-16,12                                  | 10,16             | -12,13  | 2,52    | 10,06          | 1,03           | 0,087                        | 108,7  | 1,55    |
| Зимостійка / М.К.            | G16        | 3,14-14,43                                  | 9,63              | -11,29  | 2,10    | 8,79           | 0,91           | 1,453                        | 102,9  | 1,49    |
| M.agr. / С.                  | G17        | 4,22-15,15                                  | 9,41              | -10,93  | 2,62    | 9,69           | 0,91           | 0,495                        | 100,6  | 1,47    |
| A.r. d.                      | G18        | 2,60-13,87                                  | 8,45              | -11,27  | 1,58    | 8,24           | 0,98           | 1,232                        | 90,3   | 1,15    |
| M.g. / M.agr.                | G19        | 3,30-13,29                                  | 8,82              | -9,99   | 2,19    | 8,30           | 0,84           | 0,207                        | 94,3   | 1,41    |
| M.g. d.                      | G20        | 3,24-13,62                                  | 8,74              | -10,38  | 2,08    | 8,43           | 0,87           | 0,139                        | 93,5   | 1,34    |
| ФХНВ <sup>2</sup>            | G21        | 3,79-14,88                                  | 8,78              | -11,09  | 2,24    | 9,34           | 0,97           | 0,892                        | 93,9   | 1,26    |
| B.11 / П. d.                 | G22        | 3,23-17,05                                  | 9,25              | -13,82  | 1,75    | 10,14          | 1,16           | 1,315                        | 98,9   | 1,12    |
| Ж. / ЦП-11                   | G23        | 2,39-15,19                                  | 8,95              | -12,80  | 1,41    | 8,79           | 1,12           | 0,546                        | 95,7   | 1,14    |
| Сибір. 8, d.                 | G24        | 3,56-13,74                                  | 8,96              | -10,18  | 2,32    | 8,65           | 0,90           | 0,271                        | 95,8   | 1,43    |
| V, %                         |            |   | 5,3546            | -9,6821   | 17,3991 | 6,1089         | 9,3513         | 77,3149                      | 5,3507 | 11,1303 |
| Sx <sub>абс.</sub>           |            |   | 0,1023            | 0,2329  | 0,0720  | 0,1139         | 0,0191         | 0,1542                       | 1,0922 | 0,0309  |
| Sx <sub>віднос.</sub>        |            |   | 1,0930            | -1,9763   | 3,5516  | 1,2470         | 1,9088         | 15,7818                      | 1,0922 | 2,2720  |
| НІР <sub>01</sub>            |            |   | 0,3241            | 0,7384  | 0,2283  | 0,3612         | 0,0605         | 0,4889                       | 3,4623 | 0,0978  |
| НІР <sub>05</sub>            |            |   | 0,2342            | 0,5334  | 0,1649  | 0,2609         | 0,0437         | 0,3532                       | 2,5012 | 0,0706  |

він був як на першому році життя – 1,20, так і на другому – 1,13 у популяції Сін(с). / Приморка, проте у популяції Ж. / ЦП-11 та Приморка він становив 0,93 і 0,96, відповідно. Коефіцієнт регресії дорівнював одиниці у популяції Приморка / Сін(с), але на першому році він склав 0,90. У популяції (Емерауде / Т.)<sup>2</sup> на другому році b<sub>i</sub> становив 1,01, на першому дорівнював одиниці, тобто ця популяція добре адаптована і здатна формувати високу урожайність за різноманітних умов вирощування. Найнижчі показники b<sub>i</sub> = 0,84 й 0,87 були у популяції M.g. / M.agr. та M.g. d., відповідно, але, якщо у M.g. d. на першому році b<sub>i</sub> > 1, то у M.g. / M.agr. він дорівнював 0,91, тобто її слід вважати екстенсивною, так як вона позбавлена такої важливої біологічно-господарської особливості як адекватний відгук на поліпшення умов вирощування.

Про стабільність реакції популяцій на зміну умов вирощування судили за коефіцієнтом прогнозованої стабільності (S<sub>di</sub><sup>2</sup>). У досліджуваних популяцій найбільшою стабільністю характеризувалися популяції: M.g. /

ЦП-11 – 0,087, (Емерауде / Т.)<sup>2</sup> – 0,102, M.g. d. – 0,139, Ram. d. – 0,180 та M.g. / M.agr. – 0,207.

В.В. Хангільдін [36] пов'язував прояв високої гомеостатичності (Hom) зі здатністю рослин зводити до мінімуму наслідки впливу несприятливих умов середовища. У нашому досліді високий показник гомеостатичності спостерігався у популяції A.-H. d. № 38 – 1,62, A.-H.d. № 15 – 1,60 та 1,55 у Ram. d. й M.g. / ЦП-11. У цих популяцій даний показник на першому році не був найвищим, а популяція A.-H.d. № 15 характеризувалася одним з найнижчих значень – 0,32. Навпаки, три генотипи (A.r. d. – 0,57, Ж. / ЦП-11 й B.11 / П. d. – 0,53) з чотирьох, що мали високу гомеостатичність на першому році, на другому характеризувалися найнижчими показниками Hom: 1,15, 1,14 й 1,12, відповідно. Мінімальна гомеостатичність (1,08) виявлена у популяції Приморка.

Аналіз отриманих даних показав, що за гомеостатичністю та показниками адаптивності найбільш стабільною виявилася популяція Ram. d., що перевищувала стандарт за урожайністю. Вона відрізнялася високою

гомеостатичністю ( $Hom = 1,55$ ), селекційною цінністю ( $Sc = 2,51$ ), коефіцієнтом адаптивності ( $KA = 105,0$ ), з показником пластичності меншим за одиницю ( $b_i = 0,93$ ) та стабільності ( $S_{di}^2 = 0,180$ ).

Популяція М.г. / ЦП-11 мала високі показники гомеостатичності 1,55, селекційної цінності 2,52, коефіцієнт адаптивності 108,7, стабільності – 0,087, але показник пластичності був більше одиниці та склав 1,03. Тобто цю популяцію а також генотип Приморка / Сін(с), у якої  $b_i = 1$ , слід виділити як генотип, що добре адаптована до різноманітних умов середовища вирощування.

Селекційні номери: Приморка, В.11 / П. d. за показником коефіцієнта регресії ( $b_i = 1,10$  та  $1,16$ , відповідно) виділялись як популяції інтенсивного типу, але перша поступалася стандарту за урожайністю, а друга не істотно його перевищувала.

Найвищими показниками коефіцієнту регресії ( $b_i = 1,19$ ) та прогнозованої стабільності ( $S_{di}^2 = 2,803$ )

відзначився сорт Елегія, що вказує на його високу інтенсивність. Але високі показники гомеостатичності ( $Hom = 1,49$ ), коефіцієнта адаптивності ( $KA = 108,7$ ) та селекційної цінності ( $Sc = 1,97$ ) суперечать цьому.

На травостой люцерни другого року життя також був проведений аналіз адаптивної здатності популяцій [35].

Серед вивчених селекційних номерів позитивні значення параметра загальної адаптивної здатності (ЗАЗі) показали 11 зразків з великим діапазоном варіювання: від -0,04 до +0,81. Значення загальної адаптивної здатності у стандартного сорту Унітро було негативним і становило ЗАЗі = -0,31. Максимальні значення адаптивної здатності відзначені у двох популяцій: Елегія та М.г. / ЦП-11 з показником 0,81 і 0,77 у Сін(с). / Приморка (табл. 2).

За варіансою специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CA3i}$ ), яка визначається за відхиленням загальної адаптивної здатності в певному середовищі і вказує

Таблиця 2

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

| Сорт, популяція                | Позначення | Урожайність зеленої маси, кг/м <sup>2</sup> |        | Параметри адаптивності |                             |                   |        |         |         |         |
|--------------------------------|------------|---|--------|------------------------|-----------------------------|-------------------|--------|---------|---------|---------|
|                                |            | Ymin-Ymax                                   | Ymean  | ЗАЗі                   | $\sigma^2(G \times E)_{gi}$ | $\sigma^2_{CA3i}$ | sgi    | СЦГі    | Kgi     | Igi     |
| Унітро, стандартт              | G1         | 3,11-14,84                                  | 9,05   | -0,31                  | 0,10                        | 16,70             | 45,16  | 4,32    | 1,08    | 0,006   |
| Елегія                         | G2         | 3,02-15,60                                  | 10,17  | 0,81                   | 2,56                        | 24,29             | 48,47  | 4,46    | 1,56    | 0,105   |
| Приморка                       | G3         | 2,60-15,46                                  | 8,76   | -0,59                  | 0,60                        | 19,54             | 50,47  | 3,64    | 1,26    | 0,031   |
| М.г. / П.п.                    | G4         | 3,08-16,54                                  | 9,89   | 0,53                   | 1,44                        | 19,75             | 44,95  | 4,74    | 1,27    | 0,073   |
| Сін(с). / Приморка             | G5         | 2,56-16,76                                  | 10,13  | 0,77                   | 1,16                        | 21,02             | 45,27  | 4,82    | 1,35    | 0,055   |
| LR / Н                         | G6         | 3,52-16,16                                  | 9,95   | 0,60                   | 0,55                        | 17,35             | 41,86  | 5,13    | 1,12    | 0,032   |
| Приморка / Сін(с).             | G7         | 3,13-15,25                                  | 9,32   | -0,04                  | 0,19                        | 15,87             | 42,75  | 4,70    | 1,02    | 0,012   |
| А.-Н. d. № 114                 | G8         | 2,82-14,80                                  | 9,24   | -0,11                  | 1,50                        | 18,38             | 46,40  | 4,27    | 1,18    | 0,081   |
| А.-Н.d. № 15                   | G9         | 3,52-14,18                                  | 9,68   | 0,33                   | 1,64                        | 15,74             | 40,98  | 5,09    | 1,01    | 0,104   |
| А.-Н. d. № 38                  | G10        | 3,68-14,03                                  | 9,61   | 0,25                   | 0,79                        | 14,57             | 39,74  | 5,18    | 0,94    | 0,054   |
| Добір за к.с.                  | G11        | 2,63-13,98                                  | 9,02   | -0,34                  | 0,70                        | 14,19             | 41,77  | 4,65    | 0,91    | 0,049   |
| Ram. d.                        | G12        | 3,88-15,20                                  | 9,83   | 0,47                   | -0,03                       | 13,52             | 37,43  | 5,57    | 0,87    | 0,002   |
| (Емерауде / Т.) <sup>2</sup>   | G13        | 3,29-15,40                                  | 9,25   | -0,10                  | -0,16                       | 16,00             | 43,23  | 4,62    | 1,03    | 0,010   |
| Т. / Емерауде                  | G14        | 3,49-15,13                                  | 9,47   | 0,11                   | 0,39                        | 14,81             | 40,65  | 5,01    | 0,95    | 0,026   |
| М.г. / ЦП-11                   | G15        | 3,99-16,12                                  | 10,16  | 0,81                   | -0,16                       | 16,64             | 40,13  | 5,44    | 1,07    | 0,010   |
| Зимостійка / М.К.              | G16        | 3,14-14,43                                  | 9,63   | 0,27                   | 1,03                        | 14,06             | 38,94  | 5,29    | 0,91    | 0,074   |
| М.agr. / С.                    | G17        | 4,22-15,15                                  | 9,41   | 0,06                   | 0,29                        | 13,07             | 38,41  | 5,23    | 0,84    | 0,022   |
| А.г. d.                        | G18        | 2,60-13,87                                  | 8,45   | -0,91                  | 0,74                        | 15,99             | 47,32  | 3,82    | 1,03    | 0,046   |
| М.г. / М.agr.                  | G19        | 3,30-13,29                                  | 8,82   | -0,54                  | 0,30                        | 11,15             | 37,87  | 4,95    | 0,72    | 0,027   |
| М.г. d.                        | G20        | 3,24-13,62                                  | 8,74   | -0,61                  | 0,12                        | 11,89             | 39,43  | 4,75    | 0,77    | 0,010   |
| ФХНВ <sup>2</sup>              | G21        | 3,79-14,88                                  | 8,78   | -0,57                  | 0,48                        | 15,19             | 44,38  | 4,27    | 0,98    | 0,032   |
| В.11 / П. d.                   | G22        | 3,23-17,05                                  | 9,25   | -0,11                  | 1,22                        | 22,10             | 50,84  | 3,80    | 1,42    | 0,055   |
| Ж. / ЦП-11                     | G23        | 2,39-15,19                                  | 8,95   | -0,40                  | 0,40                        | 19,82             | 49,74  | 3,80    | 1,28    | 0,020   |
| Сибір. 8, d.                   | G24        | 3,56-13,74                                  | 8,96   | -0,40                  | 0,12                        | 12,84             | 40,00  | 4,81    | 0,83    | 0,009   |
| V, %                           |            |   | 5,3546 | -                      | 99,0583                     | 20,1663           | 9,4845 | 11,5978 | 20,0491 | 87,3090 |
| S $\bar{x}$ <sub>абс.</sub>    |            |   | 0,1023 | 0,1021                 | 0,1345                      | 0,6766            | 0,8359 | 0,1108  | 0,0433  | 0,0067  |
| S $\bar{x}$ <sub>віднос.</sub> |            |   | 1,0930 | -                      | 20,2202                     | 4,1164            | 1,9360 | 2,3674  | 4,0925  | 17,8219 |
| НІР <sub>01</sub>              |            |   | 0,3241 | 0,3238                 | 0,4264                      | 2,1447            | 2,6497 | 0,3513  | 0,1373  | 0,0212  |
| НІР <sub>05</sub>              |            |   | 0,2342 | 0,2339                 | 0,3080                      | 1,5493            | 1,9141 | 0,2538  | 0,0992  | 0,0154  |

на здатність генотипу реагувати на вплив специфічних (абіотичних і біотичних) факторів середовища, кращі, тобто нижчі, значення отримані у популяції: M.g./ M.agr. – 11,15, M.g. d. – 11,89, Сибір. 8, d.. – 12,84, M.agr. / С. – 13,07 та Ram. d. – 13,52, а цей показник у стандарту дорівнював 16,70. Найгіршими результатами характеризувалися наступні номери: Елегія – 24,29, В.11 / П. d. – 22,10 та Сін(с). / Приморка – 21,02.

Відносна стабільність генотипу ( $s_{gi}$ ) у досліджуваних селекційних номерів варіювала від 37,43 до 50,84%. За даним показником виділилися зразки Ram. d., M.g. / M.agr., M.agr. / С. та Зимостійка / М.К. ( $s_{gi}$  – 37,43; 37,87; 38,41 і 38,94, відповідно), урожайність яких в найменшій мірі змінювалася залежно від погодних умов. Найгірші значення 50,84 й 50,47 були у популяції В.11 / П. d. Приморка.

Селекційні номери, що перевищували стандартний сорт Унітро за продуктивністю зеленої маси, мали лінійну реакцію на умови зовнішнього середовища ( $I_{gi}$  = 0,002–0,105). Варіювання коефіцієнта компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ) становило 0,84–1,56, що вказує як на компенсуючі, так і дестабілізуючі ефекти. Серед селекційних номерів, що достовірно перевищували стандартний сорт Унітро, компенсуючий ефект мали популяції M.agr. / С., Ram. d., Зимостійка / М.К., А.-Н. d. № 38 та Т. / Емературе, у яких  $K_{gi}$  = 0,84; 0,87; 0,91; 0,94 й 0,95, відповідно, а у популяції Елегія, Сін(с). / Приморка, М.г. / П.п., LR / Н, М.г. / ЦП-11, Приморка / Сін(с), А.-Н. d. № 15 спостерігався дестабілізуючий ефект з показниками  $K_{gi}$  = 1,56; 1,35; 1,27; 1,12; 1,07; 1,02; 1,01.

Для одночасного добору на загальну адаптивну здатність та стабільність використовується показник селекційна цінність генотипу (СЦГі). Високу селекційну цінність проявили популяції: Ram. d. – 5,57, М.г. / ЦП-11 – 5,44, Зимостійка / М.К. – 5,29, М.г. / С. – 5,23 та А.-Н. d. № 38 – 5,18 при значенні 4,32 у стандарту. Популяції такого типу можуть давати максимальні врожаї навіть за несприятливих умов.

Популяції Ram. d. і М.г. / С., що істотно перевищували стандарт за урожайністю та мали кращі показники загальної адаптивної здатності (ЗАЗі) 0,47 й 0,81, варіанси специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CA3i}$ ) 13,52 й 13,07, відносно стабільності генотипу ( $s_{gi}$ ) 37,43 й 38,41 та селекційної цінності (СЦГі) 5,57 й 5,23, відповідно, тому їх можна віднести до стабільних та перспективних популяцій.

Найбільш нестабільною виявилася популяція В.11 / П. d., яка мала один з найнижчих показників селекційної цінності СЦГі = 3,80, варіанси специфічної адаптивної здатності  $\sigma^2_{CA3i}$  = 22,10 та високий показник відносно стабільності генотипу  $s_g$  = 50,84.

За вісьмома параметрами адаптивності, як найбільш стабільна до посухи була виділена популяція М.г. / ЦП-11, за шістьма – Ram. d. та п'ятьма – М.г. / М.г. За параметрами адаптивності були виділені три популяції інтенсивного типу: Приморка, Сін(с). / Приморка і В.11 / П. d. та популяція Приморка / Сін(с) яка є пластичною по відношенню до умов зволоження.

На другому році життя між урожайністю зеленої маси при зрошенні та природному зволоженні була

відсутня залежність  $r$  = -0,027. Показник селекційної цінності (Sc) характеризувався високою залежністю ( $r$  = 0,951) з урожайністю зеленої маси за умов природного зволоження та низькою від'ємною кореляцією ( $r$  = -0,228) з урожайністю при зрошенні, що вказує на те, що за цим показником можна відокремлювати стабільні генотипи (табл. 3).

Гомеостатичність (Hom) та селекційна цінність генотипу (СЦГі) характеризувалися середньою залежністю ( $r$  = 0,671–0,683) з урожайністю зеленої маси за умов природного зволоження та низькою від'ємною кореляцією ( $r$  = -0,217 та  $r$  = -0,101, відповідно) з урожайністю при зрошенні і за цими показниками також можна відокремлювати стабільні генотипи.

В умовах природного зволоження урожайність зеленої маси характеризувалася середньою від'ємною кореляційною залежністю з коефіцієнтом регресії ( $b_i$ ) -0,456, прогнозованої стабільності ( $S_{gi}^2$ ) -0,316, варіансою специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CA3i}$ ) -0,474 та відносною стабільністю генотипу ( $s_{gi}$ ) -0,668, але коефіцієнт регресії ( $r$  = 0,782) і варіанса специфічної адаптивної здатності ( $r$  = 0,738) характеризувалась високим позитивним зв'язком, а відносна стабільність генотипу середнім –  $r$  = 0,460 та коефіцієнт прогнозованої стабільності низьким –  $r$  = 0,198 з врожайністю кормової маси при зрошенні. Тобто чим нижчі значення коефіцієнта регресії, прогнозованої стабільності, варіанси специфічної адаптивної здатності та відносно стабільності генотипу, тим популяції характеризуються більшою адаптивністю до стресових умов і є стабільними. Натомість чим вище значення показників цих параметрів, тим популяції більш нестабільні та їх можна відокремлювати, як популяції інтенсивного типу.

Коефіцієнти компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ) та реакції на умови зовнішнього середовища ( $I_{gi}$ ) характеризувалась середньою від'ємною кореляційною залежністю (-0,476 і -0,302, відповідно) з урожайністю зеленої маси за умов природного зволоження та високий зв'язок ( $r$  = 0,736) і низьку залежність ( $r$  = 0,044) з урожайністю зеленої маси при зрошенні. Тобто чим нижче значення цих показників, то такі популяції характеризуються ефектом стабілізації і мають лінійну реакцію на зміну умов середовища і, відповідно, є стабільними. Натомість чим вище значення показників цих параметрів, тим популяції володіють ефектом дестабілізації і мають нелінійну реакцію на зміну умов середовища і, відповідно, є інтенсивними.

Показники стійкості до стресу ( $Y_{min}$ - $Y_{max}$ ) та генетичної гнучкості ( $G_r$ ) мали високу залежність ( $r$  = -0,905 і  $r$  = 0,900, відповідно) з урожайністю зеленої маси при зрошенні. Тобто за цими показниками можна відбирати популяції, що добре відзиваються на покращення умов зволоження, тобто популяції інтенсивного типу.

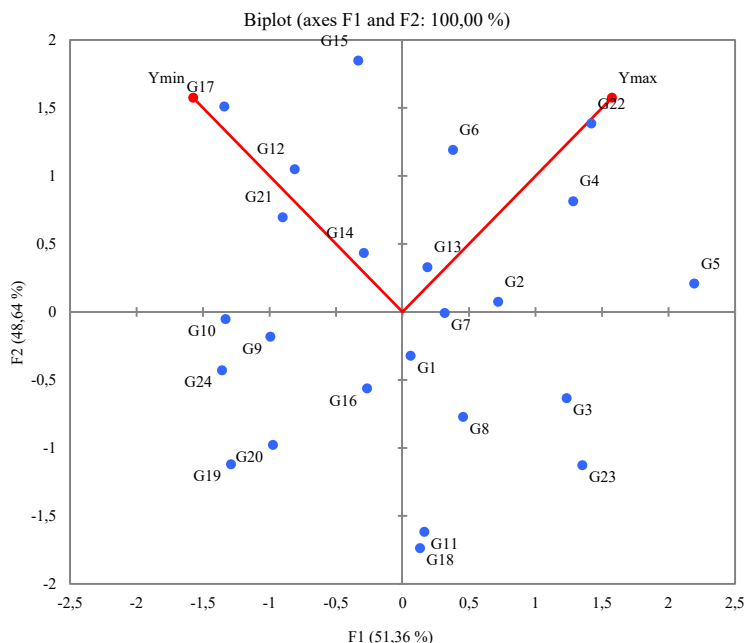
Розглядаючи згенерований біплат (GGE), можна провести аналіз відносин між роком випробування, генотипом і його взаємодією з навколишнім середовищем. Іншими словами, привабливість цього методу полягає в тому, що з його допомогою можна розташувати генотипи за набором середовищ і візуалізувати переваги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

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     | bi     | Sdi <sup>2</sup> | KA     | Hom    | 3A3i   | $\sigma^2(G \times E)_{gi}$ | $\sigma^2CA3i$ | sgi    | ЦЦГ    | Kgi    | Igi    |
|-----------------------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------|-----------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Ymin                        | 1,000  | -0,027 | 0,297  | 0,450       | 0,951  | 0,411  | -0,456 | -0,316           | 0,298  | 0,671  | 0,299  | -0,338                      | -0,474         | -0,668 | 0,683  | -0,476 | -0,302 |
| Ymax                        | -0,027 | 1,000  | 0,584  | -0,905      | -0,228 | 0,900  | 0,782  | 0,198            | 0,585  | -0,217 | 0,586  | 0,211                       | 0,738          | 0,460  | -0,101 | 0,736  | 0,044  |
| Ymean                       | 0,297  | 0,584  | 1,000  | -0,396      | 0,334  | 0,662  | 0,339  | 0,366            | 1,000  | 0,613  | 1,000  | 0,357                       | 0,372          | -0,185 | 0,604  | 0,368  | 0,281  |
| Ymin – Ymax                 | 0,450  | -0,905 | -0,396 | 1,000       | 0,609  | -0,629 | -0,893 | -0,311           | -0,396 | 0,479  | -0,396 | -0,332                      | -0,861         | -0,695 | 0,381  | -0,861 | -0,168 |
| Sc                          | 0,951  | -0,228 | 0,334  | 0,609       | 1,000  | 0,207  | -0,583 | -0,237           | 0,334  | 0,844  | 0,335  | -0,262                      | -0,572         | -0,799 | 0,803  | -0,574 | -0,189 |
| Gf                          | 0,411  | 0,900  | 0,662  | -0,629      | 0,207  | 1,000  | 0,514  | 0,042            | 0,663  | 0,095  | 0,664  | 0,045                       | 0,466          | 0,128  | 0,206  | 0,463  | -0,092 |
| bi                          | -0,456 | 0,782  | 0,339  | -0,893      | -0,583 | 0,514  | 1,000  | 0,460            | 0,339  | -0,436 | 0,340  | 0,497                       | 0,985          | 0,849  | -0,535 | 0,986  | 0,298  |
| Sdi <sup>2</sup>            | -0,316 | 0,198  | 0,366  | -0,311      | -0,237 | 0,042  | 0,460  | 1,000            | 0,365  | 0,085  | 0,365  | 0,976                       | 0,596          | 0,404  | -0,172 | 0,593  | 0,967  |
| KA                          | 0,298  | 0,585  | 1,000  | -0,396      | 0,334  | 0,663  | 0,339  | 0,365            | 1,000  | 0,613  | 1,000  | 0,356                       | 0,372          | -0,185 | 0,603  | 0,368  | 0,279  |
| Hom                         | 0,671  | -0,217 | 0,613  | 0,479       | 0,844  | 0,095  | -0,436 | 0,085            | 0,613  | 1,000  | 0,613  | 0,063                       | -0,376         | -0,763 | 0,895  | -0,380 | 0,134  |
| 3A3i                        | 0,299  | 0,586  | 1,000  | -0,396      | 0,335  | 0,664  | 0,340  | 0,365            | 1,000  | 0,613  | 1,000  | 0,356                       | 0,372          | -0,185 | 0,603  | 0,368  | 0,279  |
| $\sigma^2(G \times E)_{gi}$ | -0,338 | 0,211  | 0,357  | -0,332      | -0,262 | 0,045  | 0,497  | 0,976            | 0,356  | 0,063  | 0,356  | 1,000                       | 0,636          | 0,434  | -0,205 | 0,633  | 0,960  |
| $\sigma^2CA3i$              | -0,474 | 0,738  | 0,372  | -0,861      | -0,572 | 0,466  | 0,985  | 0,596            | 0,372  | -0,376 | 0,372  | 0,636                       | 1,000          | 0,839  | -0,515 | 1,000  | 0,451  |
| sgi                         | -0,668 | 0,460  | -0,185 | -0,695      | -0,799 | 0,128  | 0,849  | 0,404            | -0,185 | -0,763 | -0,185 | 0,434                       | 0,839          | 1,000  | -0,894 | 0,841  | 0,291  |
| ЦЦГ                         | 0,683  | -0,101 | 0,604  | 0,381       | 0,803  | 0,206  | -0,535 | -0,172           | 0,603  | 0,895  | 0,603  | -0,205                      | -0,515         | -0,894 | 1,000  | -0,518 | -0,121 |
| Kgi                         | -0,476 | 0,736  | 0,368  | -0,861      | -0,574 | 0,463  | 0,986  | 0,593            | 0,368  | -0,380 | 0,368  | 0,633                       | 1,000          | 0,841  | -0,518 | 1,000  | 0,447  |
| Igi                         | -0,302 | 0,044  | 0,281  | -0,168      | -0,189 | -0,092 | 0,298  | 0,967            | 0,279  | 0,134  | 0,279  | 0,960                       | 0,451          | 0,291  | -0,121 | 0,447  | 1,000  |

\* – Confidence interval (%): 95



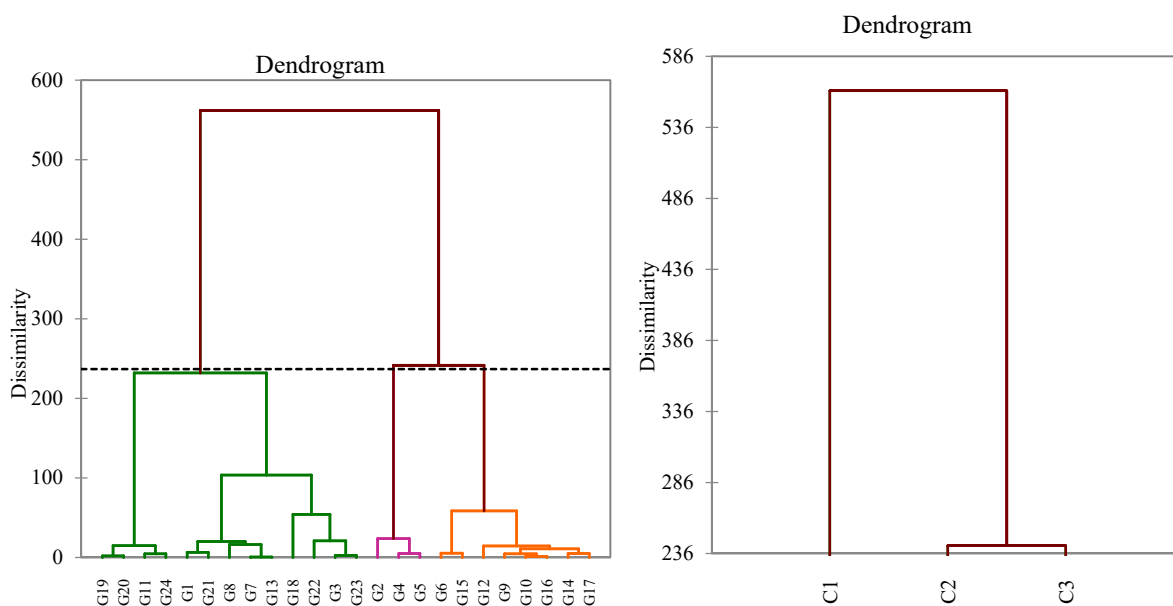
**Рис. 1. Генотип-середовищна взаємодія сортів люцерни і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – рік та умови зволоження; ● – генотип**

За результатами GGE біплот-аналізу виділилася найбільш стабільна (слабкіше за інші реагує на посуху) популяція G17 – М.agr. / С., що знаходиться в одній чверті з вектором урожайності в умовах природного зволоження ( $Y_{min}$ ) та максимально наближена до його вершини. Популяції, G12 – Ram. d., G14 – Т. / Емерауде, d. та G21 – ФХНВ<sup>2</sup>, що також знаходяться в одній чверті з вектором урожайності в умовах природного зволоження ( $Y_{min}$ ), але характеризуються нижчою врожайністю за стресових умов (рис. 1).

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

( $Y_{max}$ ) та максимально наближена до його вершини, найкраще відкликається на покращення умов зволоження (17,05 кг/м<sup>2</sup>), але показує різке зниження урожайності в умовах природного зволоження. Популяції G2 – Елегія, G4 – М.g. / П.п., G5 – Сін(с) / Приморка та G13 – (Емерауде / Т.)<sup>2</sup>, що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності при зрошенні ( $Y_{max}$ ) характеризуються дещо нижчою врожайністю при зрошенні, чим популяція В.11 / П. d., проте також показують різке зниження врожайності при погіршенні умов зволоження.

Генотипи G6 – LR / Н та G15 – М.g. / ЦП-11 знаходяться між векторами урожайності при зрошенні та



**Рис. 2. Дендограма кластеризації двадцяти чотирьох популяцій люцерни за посухостійкістю**

в умовах природного зволоження і характеризуються високою врожайністю за обох умов зволоження, що вказує на пластичність цих популяцій.

Популяції G11 – Добір за к.с. та G18 – А.г. d., що знаходяться між II та III чвертями та максимально віддалені від центру, характеризуються низькою врожайністю за обох умов вирощування.

Кластерний аналіз дозволяє ідентифікувати популяції люцерни за генетично зумовленою посухостійкістю. Перевага методу кластерного аналізу полягає в тому, що його математичний апарат дозволяє знайти і виділити реально існуюче в ознаковому просторі нагромадження об'єктів (точок) на підставі одночасного групування за великою кількістю ознак. Побудова та аналіз дендрограм деталізує інформацію про характер зв'язків між лініями на рівні кластерів і конкретизує зв'язки між популяціями у їхніх межах. На дендрограмі вказуються номери об'єктів, що об'єднуються і відстань, при якій відбулося об'єднання (рис. 2).

Найбільш близькими за індексами посухостійкості виявилися популяції, що утворили чотири підкластера: G7 – Приморка / Сін(с) і G13 – (Емерауде / Т.)<sup>2</sup>, G19 – М.г. / М.агр. і G20 – М.г. d. та G3 – Приморка і G23 – Ж. / ЦП-11 в подальшому згруповані у 1 кластер, G10 – А.-Н. d. № 38 і G16 – Зимостійка / М.К. згрупувалися у 3 кластер. Популяції G4 – М.г. / П.п. і G5 – Сін(с). /Приморка

утворили підкластер на відстані 5 та в подальшому об'єдналися на відстані 24 з сортом G2 – Елегія і згрупувалися у кластер 2. Взагалі було сформовано три кластери: в перший кластер об'єдналися на відстані 232 тринадцять пластичних популяцій, в другий кластер об'єдналися на відстані 24 три популяції інтенсивного типу та в третій кластер об'єдналися на відстані 59 вісім стабільних популяцій.

Також був проведений кластерний аналіз популяцій люцерни методом к-середніх. Цей метод відрізняється тим, що перед початком необхідно вибрати кількість кластерів самостійно. Виходячи з агломеративного ієрархічного кластерного аналізу який описано вище, нами було запропоновано три кластери.

До 1 кластера увійшли одинадцять пластичних популяцій. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у популяції G21 – ФХНВ<sup>2</sup> на рівні 1,886, натомість найбільша 8,067 у зразка G19 – М.г. / М.агр. (табл. 4).

До 2 кластера увійшли шість популяцій інтенсивного типу. Якщо порівнювати з агломеративним ієрархічним кластерним аналізом, то добавилося три популяції G6 – LR/ Н та G9 – А.-Н.д. № 15, що перейшли з третього до другого кластеру та G22 – В.11 / П. d., що перейшла з першого до другого кластеру. Найменша відстань до центру кластера спостерігалася у популяції G4 – М.г. / П.п. на рівні 1,084, натомість найбільша 8,870 у G22 – В.11 / П. d.

Таблиця 4

#### Кластеризація двадцяти чотирьох популяцій люцерни за посухостійкістю методом к-середніх і агломеративного ієрархічного кластерного аналізу

| Назва                        | Скорочення | Кластеризація к-середніх |                             | Агломеративна ієрархічна кластеризація |
|------------------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|--|
|                              |            | Кластер                  | Відстань до центру кластера | Кластер                                |
| Унітро, стандарт             | G1         | 1                        | 2,211                       | 1                                      |
| Елегія                       | G2         | 2                        | 6,516                       | 2                                      |
| Приморка                     | G3         | 1                        | 7,879                       | 1                                      |
| М.г. / П.п.                  | G4         | 2                        | 1,084                       | 2                                      |
| Сін(с). /Приморка            | G5         | 2                        | 3,660                       | 2                                      |
| LR/ Н                        | G6         | 2                        | 4,804                       | 3                                      |
| Приморка / Сін(с).           | G7         | 3                        | 4,837                       | 1                                      |
| А.-Н. d. № 114               | G8         | 1                        | 5,384                       | 1                                      |
| А.-Н.д. № 15                 | G9         | 2                        | 7,146                       | 3                                      |
| А.-Н. d. № 38                | G10        | 3                        | 1,727                       | 3                                      |
| Добір за к.с.                | G11        | 1                        | 3,154                       | 1                                      |
| Ram. d.                      | G12        | 3                        | 3,401                       | 3                                      |
| (Емерауде / Т.) <sup>2</sup> | G13        | 1                        | 4,153                       | 1                                      |
| Т. / Емерауде                | G14        | 3                        | 2,060                       | 3                                      |
| М.г. / ЦП-11                 | G15        | 3                        | 6,334                       | 3                                      |
| Зимостійка / М.К.            | G16        | 3                        | 1,745                       | 3                                      |
| М.агр. / С.                  | G17        | 3                        | 3,253                       | 3                                      |
| А.г. d.                      | G18        | 1                        | 6,043                       | 1                                      |
| М.г. / М.агр.                | G19        | 1                        | 8,067                       | 1                                      |
| М.г. d.                      | G20        | 1                        | 6,492                       | 1                                      |
| ФХНВ <sup>2</sup>            | G21        | 1                        | 1,886                       | 1                                      |
| В.11 / П. d.                 | G22        | 2                        | 8,870                       | 1                                      |
| Ж. / ЦП-11                   | G23        | 1                        | 7,251                       | 1                                      |
| Сибір. 8. d.                 | G24        | 1                        | 5,327                       | 1                                      |



В третій кластер увійшли сім найбільш стабільних популяцій з найменшою відстанню 1,727 до центру кластера у селекційного зразка G10 – А.-Н. d. № 38, а найбільшою – 6,334 у G15 – М.г. / ЦП-11.

**Висновки.** Виділені найбільш придатні ідентифікатори адаптивності: коефіцієнт регресії ( $b_i$ ), гомеостатичність (Ном), селекційна цінність (Sc), варіанса специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CA3i}$ ), відносна стабільність генотипу ( $s_{gi}$ ), селекційна цінність генотипу (СЦГі), коефіцієнт компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ), що дали змогу виокремити цінні селекційні зразки.

Підсумовуючи усі показники адаптивності за урожайністю зеленої маси люцерни другого року найбільш стабільними та адаптованими до стресових умов середовища виявилася популяція Ram. d. Навпаки, популяції В.11/П. d. та Сін(с). / Приморка мали ознаки нестабільних, тобто вибагливих до умов вирощування. Популяція М.г. / ЦП-11 характеризувалася високою врожайністю за обох умов зволоження, що вказує на її пластичність.

За допомогою кластерного аналізу двадцять чотири популяції люцерни були розподілені на три кластери: адаптивні до посухи, пластичні та інтенсивні.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Ashraf M. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotech. Adv.* 2010. Vol. 28. P. 169–183.
- 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. Vol. 13, Issue 7. P. 885–890. doi: 10.5829/idosi.aejae.2013.13.07.1950
- Eberhart S. A, Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sc.* 1966. Vol. 6. №1. P. 36–40.
- Giancarla V. et al. Assessment of drought tolerance in some barley genotypes cultivated in West part of Romania. *J. Hort. For. Biotechnol.* 2010. Vol. 14, Issue 3. P. 114–118.
- Harrison M. T. et al. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Glob. Change Biol.* 2014. Vol. 20, Issue 3. P. 867–878. doi:10.1111/gcb.12381
- 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. Vol. 38. P. 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52.
- Lavrynenko Yu. O. Breeding heritage and its role in stabilizing production of corn grain in Ukraine. Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph. Lviv-Torun: Liha-Pres, 2019. P. 103–119. DOI <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/103-119>
- 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. Vol. 15, Issue 3. P. 296–302. doi: 10.21498/2518-1017.15.3.2019.181087
- 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
- Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Kuts G.M., Piliarska O.O., Galchenko N.M. Anti-pest protection of two-year old alfalfa grown for seeds. Селекція і насінництво. 2021. № 119. С. 170–180. DOI: 10.30835/2413-7510.2021.237163
- 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
- Tyshchenko O., Tyshchenko A., Piliarska O., Biliaeva I., Kuts H., Lykhovyd P., Halchenko N. Seed productivity of alfalfa varieties depending on the conditions of humidification and growth regulators in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development.* Vol. 20, Issue 4, 2020. P. 551–562. PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952
- Vasconcelos E.S. et al. Alfalfa genotype selection for adaptability and stability of dry matter production. *Acta Sci. Agron.* 2008. Vol. 30. P. 339–343. doi: 10.4025/actasciagron.v30i3.3511
- 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.
- Vozhehova R., Tyshchenko A., Tyshchenko O., Piliarska O., Konovalova V., Sharii V., Fundirat K. Economic feasibility of application of bacterial and fungal drugs on seed-used alfalfa. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development.* 2022. Vol. 22, Issue 4. P. 827–834. PRINT ISSN 2284-7995
- Wang Z. et al. Transgenic Alfalfa Plants Expressing the Sweetpotato Orange Gene Exhibit Enhanced Abiotic Stress Tolerance. *PLoS ONE.* 2015. Vol. 10, Issue 5. e0126050. doi: 10.1371/journal.pone.0126050
- Базалій В.В. Принципи адаптивної селекції озимої пшениці в зоні Південного Степу. Херсон: Айлант, 2004. 243 с.
- 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>
- 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>
- Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пільярська О.О., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни кормового використання в рік сівби за математичними індексами. *Аграрні інновації.* 2022. №13. С. 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.28>
- Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пільярська О.О., Гальченко Н.М. Урожайність та посівні якості насіння сортів люцерни залежно від умов вирощування. *Вісник аграрної науки.* 2021. №8 (821). С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-07>

22. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Особливості прояву адаптивних ознак у популяції люцерни за кормового використання. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 135–144. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.20>
23. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Гальченко Н.М. Оцінка посухостійкості популяцій люцерни за насінневого використання в рік сівби. *Аграрні інновації*. 2022. №15. С. 89–96. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.14>
24. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Визначення посухостійкості популяцій люцерни насінневого використання за математичними індексами. *Вісник аграрної науки*. 2023. №1 (838). С. 40–48. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05>
25. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Зв'язок між кормовою та насінневою продуктивністю популяцій люцерни. *Зрошуване землеробство*. 2022. №78, С. 47–56. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.78.8>
26. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Насіннева продуктивність популяцій люцерни другого року життя та особливості прояву у них адаптивних ознак. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С. 94–103. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.15>
27. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундират К.С., Коновалова В.М. Формування стійкості рослин насінневої люцерни в умовах різного екологічного градієнта. *Вісник аграрної науки*. 2023. №3 (840). С. 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08>
28. 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>
29. 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.
30. 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](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7)
31. Мельник А.В., Романько Ю.О., Романько А.Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 113. 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12
32. Тищенко А.В. Сорти люцерни – насіннева продуктивність та способи її підвищення. *Насінництво*. 2015. №2. С. 7–9.
33. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Куц Г.М., Пілярська О.О., Коновалова В.М. Насіннева продуктивність люцерни першого року життя залежно від застосування гербіцидів. *Аграрні інновації*. 2022. №11. С. 92–102. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.12>
34. 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>
35. 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>
36. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О. Особливості розвитку популяцій люцерни за різних умов вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*, [S.I.], n. 4(92), сер. 2021. ISSN 2223-1609
37. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О., Пілярська О.О., Куц Г.М. Щільність травостою люцерни за роками життя та укосами за різного вологозабезпечення. *Зрошуване землеробство*. 2021. №76, С. 75–82. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.14>
38. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Куц Г.М., Гальченко Н.М. Насіннева продуктивність люцерни першого року життя залежно від заходів боротьби зі шкідниками. *Аграрні інновації*. 2021. №6. С. 57–67. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.12>

## REFERENCES:

- 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
- Lavrynenko, Yu.O. (2019). Breeding heritage and its role in stabilizing production of corn grain in Ukraine. Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph. Lviv-Torun: Liha-Pres. 103–119. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/103-119>.
- 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

10. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Anti-pest protection of two-year old alfalfa grown for seeds. *Селекція і насінництво – Breeding and seed production*, 119, 170-180. DOI: 10.30835/2413-7510.2021.237163
11. Tyshchenko, O. et al. (2020). Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*, 9(2), 353–358.
12. Tyshchenko, O. et al. (2020). Seed productivity of alfalfa varieties depending on the conditions of humidification and growth regulators in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 20(4), 551–562. PRINT ISSN 2284-7995
13. 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
14. Vozhehova, R. et al. (2021). Evaluation of breeding indices for drought tolerance in alfalfa (*Medicago*) genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIV (2), 435-444. ISSN 2285-5785
15. Vozhehova, R. et al. (2022). Economic feasibility of application of bacterial and fungal drugs on seed-used alfalfa. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 22(4), 827-834. PRINT ISSN 2284-7995
16. 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
17. Bazalij, V.V. (2004). *Principi adaptivnoi selekcii ozimoy pshenyci v zoni Pivdenного Stepu [Principles of adaptive selection of winter wheat in the Southern Steppe zone]*. Kherson: Ajlant, 243 [in Ukrainian].
18. 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 biologiiia» – Bulletin of SumNAU. Agronomy and Biology Series*. 2(44). 3–11. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1> [in Ukrainian].
19. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Otsiniuvannia posukhostiikosti selektsiinoho materialu liutserny za pokaznykamy vodnoho rezhymu v umovakh Pivdnia Ukrainy [Evaluation of drought tolerance of alfalfa breeding material based on water regime indicators in Southern Ukraine.]. *Plant Varieties Studying and protection*, 17(1), 21–29. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228204>. [in Ukrainian].
20. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populatsii liutserny kormovoho vykorystannia v rik sivby za matematychnymy indeksamy [Assessment of drought resistance of fodder alfalfa populations in the year of sowing by mathematical indices]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 13, 190–198. DOI <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2022.13.28>. [in Ukrainian].
21. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Urozhainist ta posivni yakosti nasinnia sortiv liutserny zalezho vid umov vyroshchuvannia [Yield and sowing qualities of seeds of alfalfa varieties depending on growing conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 8(821), 55–63. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-07>. [in Ukrainian].
22. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Osoblyvosti proiavu adaptivnykh oznak u populatsii liutserny za kormovoho vykorystannia [Peculiarities of the manifestation of adaptive traits in alfalfa populations under fodder use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 14, 135–144. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2022.14.20>. [in Ukrainian].
23. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Otsinka posukhostiikosti populatsii liutserny za nasinnieoho vykorystannia v rik sivby [Assessment of drought resistance of alfalfa populations for seed use in the year of sowing]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 15, 89–96. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2022.15.14>. [in Ukrainian].
24. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Vyznachennia posukhostiikosti liutserny nasinnieoho vykorystannia za matematychnymy indeksamy [Determination of drought resistance of alfalfa populations for seed use by mathematical indices]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1(838), 40–48. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-05>. [in Ukrainian].
25. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Zviazok mizh kormovoiu ta nasinnieoiu produktyvnistiu populatsii liutserny [Relationship between forage and seed productivity of alfalfa populations]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 78, 47–56. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.78.8> [in Ukrainian].
26. Vozhehova, R.A. et al. (2022). Nasinnieva produktyvnist populatsii liutserny druhoho roku zhyttia ta osoblyvosti proiavu u nykh adaptivnykh oznak [Seed productivity of alfalfa populations in the second year of life and the peculiarities of the manifestation of adaptive traits in them]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 16, 94–103. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2022.16.15> [in Ukrainian].
27. Vozhehova, R.A. et al. (2023). Formuvannia stiikosti roslin nasinnieoi liutserny v umovakh riznoho ekolohichnoho hradienta [Formation of resistance of seed alfalfa plants in conditions of different environmental gradients]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 3(840), 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-08> [in Ukrainian].
28. Demidov, O.A., Homenko, T.V. & Fedorenko, I.V. (2019). Urozhainist ta gomeostatichnist kolektsiinykh zrazkiv pshenicy jari [Yield and homeostaticity of collection samples of spring wheat]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 9(798), 47–51. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-07> [in Ukrainian].
29. 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].
30. Kordjum, E.L., & Dubina, D.V. (2015). Plastichnist ontogenezu sudinnykh roslin: molekularni, klitinni, populaciyni ta cenotichni aspekty [Plasticity of vascular plant ontogenesis: molecular, cellular, population and coenotic aspects]. *Visn. NAN Ukraïni – Bulletin of the*

- NAS of Ukraine, 7, 32–36. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2015\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2015_7_7) [in Ukrainian].
31. Melnik, A.V., Romanko, Ju.O., & Romanko, A.Ju. (2020). Adaptivnij potencial i stresostijki suchasni sortiv soyi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties]. *Tavrijskij naukovij visnik – Taurian Scientific Bulletin*, 113, 85–91. doi: 10.32851/226-0099.2020.113.12 [in Ukrainian].
  32. Tyshchenko, A.V. (2015). Sorty liutserny – nasinnieva produktyvnist ta sposoby yii pidvyshchennia [Alfalfa varieties – seed productivity and ways to increase it]. *Nasinnystvo – Seed production*, 2, 7–9. [in Ukrainian].
  33. Tyshchenko, A.V. et al. (2022). Nasinnieva produktyvnist liutserny pershoho roku zhyttia zalezno vid zas-tosuvannia herbicydiv [Seed productivity of alfalfa in the first year of life depending on the use of herbicides]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 11, 92–102. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2022.11.12>. [in Ukrainian].
  34. Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D. & Lyuta Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinnievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist. [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavrijskiy naukoviy visnyk. Kherson: VD «Helvetyka» – Taurian Scientific Bulletin. Kherson: Helvetica*. 120. 155–168. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.21>. [in Ukrainian].
  35. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu.O. & Piliarska, O.O. (2021). Adaptivna zdattist – vazhlyva oznaka v seleksii roslyn [Adaptability is an important feature in plant selection]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 75, 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>. [in Ukrainian].
  36. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Liuta, Yu.O. & Piliarska, O.O. (2021). Osoblyvosti rozvytku populatsii liutserny za riznykh umov vyroshchuvannia [Features of the development of alfalfa populations under different growing conditions]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NULES of Ukraine*, [S.I.], 4(92). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.04.007>. [in Ukrainian].
  37. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Shchilnist travostoiu liutserny za rokamy zhyttia ta ukosamy za riznoho volohoz-abezpechennia [The density of the alfalfa grass stand by years of life and slopes under different moisture conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated farming*, 76, 75–82. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.14>. [in Ukrainian].
  38. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Nasinnieva produktyvnist liutserny pershoho roku zhyttia zalezno vid zakhodiv borotby zi shkidnykamy [Seed productivity of alfalfa in the first year of life depending on pest control measures]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 6, 57–67. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2021.6.12>. [in Ukrainian].

**Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Фундират К.С., Коновалова В.М. Адаптивні ознаки та їх прояв у популяції люцерни другого року за кормового використання**

**Мета досліджень.** Вивчення адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни за кормового використання другого року життя та виділення перспективного матеріалу для подальшого використання у селекцій-

ному процесі. **Матеріали і методи.** Дослідження проводились в Інституті зрошуваного землеробства НААН України протягом 2018–2020 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, відносно стабільності генотипу, селекційної цінності генотипу, коефіцієнту нелінійності і компенсації-дестабілізації. **Результати.** На травостой люцерни другого року життя значення індексу середовища ( $I_s$ ) в умовах природного зволоження у 2018 р становило -0,97, у 2019 р – -1,79 та в найгіршому для вирощування люцерни 2020 році – -6,11. При зрошенні у 2019 і 2020 рр – індекси умов середовища ( $I_s$ ) становили +1,83 і +1,36, відповідно, а найвищим (+5,67) він був у 2018 році. За вісьмома параметрами адаптивності, як найбільш стабільна до посухи була виділена популяція М.г. / ЦП-11, за шістьма – Ram. d. та п'ятьма – М.г. / М.аг. За параметрами адаптивності були виділені три популяції інтенсивного типу: Приморка, Сін(с). / Приморка і В.11 / П. d. та популяція Приморка / Сін(с) яка є пластичною по відношенню до умов зволоження. За результатами GGE біplot-аналізу виділилися найбільш стабільні популяції G12 – Ram. d., G14 – Т. / Емерауде, d., G17 – М.аг. / С. та G21 – ФХНВ<sup>2</sup>. Популяції G2 – Елегія, G4 – М.г. / П.п., G5 – Сін(с). / Приморка та G13 – (Емерауде / Т.)<sup>2</sup> та G22 – В.11 / П. d. найкраще відкликаються на покращення умов зволоження, але показують різке зниження урожайності в умовах природного зволоження. Генотипи G6 – LR / Н та G15 – М.г. / ЦП-11 характеризуються високою врожайністю за обох умов зволоження, що вказує на пластичність цих популяцій. Проведений агломеративно ієрархічний та методом k-середніх кластерний аналіз популяцій люцерни та виділено три кластери. **Висновки.** Виділені найбільш придатні ідентифікатори адаптивності: коефіцієнт регресії ( $b_i$ ), гомеостатичність (Hom), селекційна цінність ( $S_c$ ), варіанса специфічної адаптивної здатності ( $\sigma^2_{CA3i}$ ), відносна стабільність генотипу ( $s_{gi}$ ), селекційна цінність генотипу (СЦГі), коефіцієнт компенсації-дестабілізації ( $K_{gi}$ ), що дали змогу виокремити цінні селекційні зразки. Виділена найбільш адаптована до стресових умов популяція Ram. d. Популяції В.11/П. d. та Сін(с). / Приморка мали ознаки нестабільних, тобто вибагливих до умов вирощування. Популяція М.г. / ЦП-11 характеризувалася високою врожайністю за обох умов зволоження, що вказує на її пластичність.

**Ключові слова:** генотип, популяція, кормова продуктивність, параметри адаптивних ознак, кореляція, біplot-аналіз, кластерний аналіз.

**Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Fundirat K.S., Konovalova V.M. Adaptive traits and their manifestation in alfalfa populations of the second year for fodder use**

**The purpose of research.** Study of adaptive traits in breeding populations of alfalfa for fodder 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 pp. The object of study was 24 alfalfa populations. The analysis of the resistance of alfalfa genotypes to stress was carried out using the index of environmental conditions, regression coefficient, predicted ecological stability, plasticity of the variety under different ecological gradients, 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. **The results.** On grass alfalfa of the second year of life, the value of the environmental index ( $I_j$ ) under conditions of natural moisture in 2018 was -0.97, in 2019 it was -1.79, and in 2020, the worst year for growing alfalfa, it was -6.11. During irrigation in 2019 and 2020, the indices of environmental conditions ( $I_j$ ) were +1.83 and +1.36, respectively, and it was the highest (+5.67) in 2018. According to eight parameters of adaptability, the population of was selected as the most stable to drought M.g. / CP-11, after six – Ram. d. and five – M.g. / M.agr. According to the parameters of adaptability, three populations of the intensive type were selected: Prymorka, Sin(s). / Prymorka and V.11 / P. d. and the Prymorka / Sin(s) population, which is plastic in relation to moisture conditions. According to the results of GGE biplot analysis, the most stable populations

G12 – Ram were distinguished. d., G14 – T. / Emeraude, d., G17 – M.agr. / C. and G21 – PHNV<sup>2</sup>. Populations G2 – Elehiya, G4 – M.g. / P.p., G5 – Sin(s). / Prymorka and G13 – (Emeraude / T.)<sup>2</sup> and G22 – V.11 / P. d. respond best to improved moisture conditions, but show a sharp decrease in yield under natural moisture conditions. Genotypes G6 – LR / H and G15 – M.g. / CP-11 are characterized by high yield under both moisture conditions, which indicates the plasticity of these populations. Agglomerative hierarchical and k-means cluster analysis of alfalfa populations was conducted and three clusters were identified. **Conclusions.** The most suitable identifiers of adaptability are highlighted: regression coefficient ( $b_j$ ), homeostaticity (Hom), selection value (Sc), variance of specific adaptive capacity ( $\sigma^2_{CA3j}$ ), relative stability of the genotype ( $s_{gj}$ ), selection value of the genotype (CЦГ), compensation-destabilization coefficient ( $K_{gj}$ ), which made it possible to single out valuable breeding samples. The Ram population most adapted to stressful conditions was identified. d. Populations V.11 / P. d. and Sin(s). / Prymorka had signs of being unstable, i.e. picky about growing conditions. The population of M.g. / CP-11 was characterized by high yield under both moisture conditions, which indicates its plasticity.

**Key words:** genotype, population, feed productivity, parameters of adaptive traits, correlation, biplot analysis, cluster analysis.