

ЗВ'ЯЗОК МІЖ КОРМОВОЮ ТА НАСІННЕВОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ ПОПУЛЯЦІЙ ЛЮЦЕРНИ

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

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної
академії аграрних наук України

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

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної
академії аграрних наук України

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

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної
академії аграрних наук України

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

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної
академії аграрних наук України

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

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної
академії аграрних наук України

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

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

Люцерна – багаторічна кормова культура, зростає в широкому діапазоні кліматичних умов, від екватора і майже до арктичних полярних кіл [3, 9, 13]. Вирощується в усьому світі та характеризується високою продуктивністю біомаси, поживною цінністю, а також сприяє підвищенню родючості ґрунту [5, 11, 16], захищає ґрунти від вітрової та водної ерозії [1, 2, 8, 12]. Крім того, фіксація атмосферного азоту робить її незамінним попередником для інших сільськогосподарських культур [10, 14, 17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Численними роботами вчених було встановлено, що на наявному вихідному матеріалі з генофонду, який створений за допомогою односпрямованої селекції на кормову продуктивність, дуже важко, а, можливо, і неможливо досягти підвищення насінневої продуктивності рослин. У зв'язку з цим ними було висунуто гіпотезу про генетичному зрушенні у бік домінування ознак вегетативної продуктивності над насінневою у сортових популяціях люцерни [20, 21].

Подальші дослідження показують, що поліпшення за рахунок фенотипової селекції щодо врожайності кормової маси та насіння можливе, проте вимагатиме використання кількох різних локацій та років [4]. Серед вчених немає єдиної думки, щодо типу зв'язків (прямий, зворотній) між кормовою та насінневою продуктивністю. За даними Володіної І. А.

у люцерни врожайність вегетативної маси знаходиться у зворотній кореляційній залежності з урожайністю насіння [15]. Дослідженнями Torricelli R. та ін. встановлено, що урожайність насіння показала достовірну та позитивну кореляцію з урожайністю сухої речовини ($r = 0,400$) [7]. Smith та Bouton вивчаючи сорти люцерни (*Medicago sativa* L.), визначили, що залежно від характеру використання травостою вони володіють різними залежностями між урожаєм кормової маси та насіння. Сорти люцерни пасовищного типу, зазвичай мають низький урожай насіння, сінокісного типу характеризувалися високими врожайностями насіння та кормів [6].

Нашими дослідження зазначено складний фено-типовий характер взаємозв'язків елементів структури врожаю насіння та кормової маси, мінливість їх значень, залежно від умов року у окремих сімей. Найвища залежність спостерігалася на рослинах другого року життя травостою. Урожайність – ознака, що складається із сукупності елементів та включає в себе їх велику кількість, генетична основа яких є полігенною. На врожайності, як кінцевій рівнодіючій, відбивається все те, що відбулося і відбувається в ході онтогенезу рослини залежно від факторів навколишнього середовища. У кращих сімей відмічена висока кореляція ($r = 0,64-0,90$) між урожаєм біомаси та насіння.

За роками життя рослин були значні відмінності в поєднанні ознак, але найвища залежність відзначена у рослин другого року життя. У окремих з них спостерігався високий коефіцієнт детермінації (81,0 %), що свідчить про значну частку участі біомаси в формуванні врожаю насіння [18, 19].

Тому в селекційному процесі важливо підібрати зразки, що оптимально поєднують обидві ознаки.

Метою роботи було визначення залежностей між урожайністю кормової маси та насіння люцерни на травостой різних років життя та виділення найкращих популяцій, що поєднують високу кормову і насіннєву продуктивність.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (Україна, м. Херсон, сел. Наддніпрянське, 46°44'50.1»N 32°42'30.0»E), що розташоване на Інгулецькому зрошуваному масиві, протягом 2017–2020 рр. у польових умовах. Об'єктом вивчення були сорти та популяції люцерни при кормовому та насіннєвому використанні.

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

Результати досліджень та їх обговорення.

Урожайність насіння на першому році життя травостою коливалась від 130,90 до 210,20 кг/га у 2017 році, 2018 – 71,40–154,80 та від 269,00 до 395,00 кг/га у 2019 році. В середньому на першому

році життя травостою найменшою урожайністю насіння 169,53 кг/га характеризувався стандартний сорт Унітро, найбільшою 243,10 кг/га – популяція М.г. / ЦП-11. Також високою насіннєвою продуктивністю характеризувалися популяції: А.-Н.д. № 15 – 226,30 кг/га, М.г. / П.п. – 227,67 та Сін(с). / Приморка – 229,87 кг/га (табл. 1).

Кормова продуктивність на першому році життя травостою коливалась від 3,50 до 5,18 кг/м² у 2017 році, 2018 – 2,74–3,76 та від 3,58 до 5,61 кг/м² у 2019 році. В середньому на першому році життя травостою високою кормовою продуктивністю характеризувалися популяції: А.г. д. й Ж. / ЦП-11 – 4,57 кг/м², В.11 / П. d. – 4,69 кг/м² та ФХНВ² – 4,85 кг/м².

За результатами кореляційного аналізу популяцій люцерни при кормовому та насіннєвому використанні на першому році життя встановлено відсутність кореляційного зв'язку ($r = -0,047$) (рис. 1).

Аналізуючи згенерований GGE біплат-аналіз між урожайністю насіння (Y_{s1}) та зеленої маси (Y_{f1}) на травостой першого року життя можна побачити популяції G4 – М.г. / П.п., G5 – Сін(с). / Приморка, G9 – А.-Н.д. № 15 та G15 – М.г. / ЦП-11, що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності насіння та максимально наближені до нього характеризувалися високою урожайністю насіння 226,30–243,10 кг/га. Але тільки популяції М.г. / П.п. та М.г. / ЦП-11 характеризувалися порівняно високою урожайністю зеленої маси (рис. 2).

Популяції: G17 – М.agr. / С., G21 – ФХНВ², G22 – В.11 / П. d. та G23 – Ж. / ЦП-11, що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності зеленої маси характеризувалися високою кормовою продуктивністю: 4,49 кг/м², 4,85, 4,69, 4,57, відповідно, але тільки популяція В.11 / П. d. мала порівняно високу 219,13 кг/га урожайність насіння.

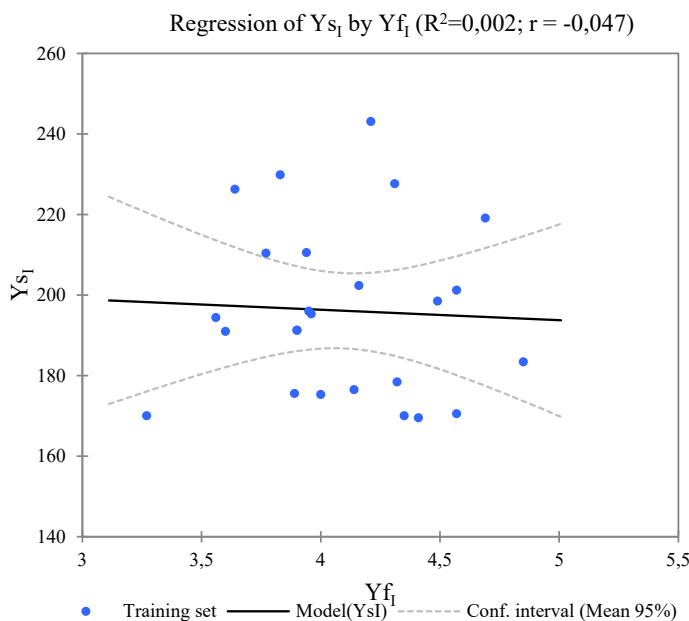


Рис. 1. Діаграма регресії урожайності зеленої маси (Y_{f1}) і насіння (Y_{s1}) на першому році життя травостою

Таблиця 1 – Кормова та насіннева продуктивність популяції люцерни першого, другого років життя травостою та в сумі за два роки, (2017–2020 рр.)

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність насіння 1-го року, кг/га			Урожайність насіння 2-го року, кг/га			Урожайність насіння 2-го року, кг/га			Урожайність кормової маси 2-го року, кг/м ²			Урожайність кормової маси за 2 роки, кг/м ²					
		Y _{S,17/17}	Y _{S,18/18}	Y _{S,19/19}	Y _{S,17/18}	Y _{S,18/19}	Y _{S,19/20}	Y _{f,17/17}	Y _{f,18/18}	Y _{f,19/19}	Y _{f,17/18}	Y _{f,18/19}	Y _{f,19/20}		В середньому урожайність кормової маси на травості 2-го року, кг/м ²				
Унітро, стандарт	G1	156,30	83,30	269,00	169,53	4,71	3,49	5,03	4,41	202,40	357,10	333,30	297,60	11,67	8,75	6,73	9,05	467,13	13,46
Елегія	G2	178,60	95,20	300,00	191,27	4,17	3,17	4,36	3,90	250,00	464,30	440,50	384,93	11,94	9,91	8,65	10,17	576,20	14,07
Приморка	G3	180,90	107,10	300,00	196,00	4,22	3,16	4,48	3,95	238,10	428,60	392,90	353,20	12,03	7,93	6,33	8,76	549,20	12,71
М.г. / П.п.	G4	180,90	107,10	395,00	227,67	4,61	3,43	4,91	4,31	250,00	440,50	404,80	365,10	13,77	9,50	6,40	9,89	592,77	14,20
Сін(С) / Приморка	G5	194,80	118,60	376,20	229,87	4,10	3,19	4,20	3,83	261,90	488,10	452,40	400,80	12,73	10,57	7,09	10,13	630,67	13,96
LR / Н	G6	133,90	71,40	324,30	176,53	4,42	3,28	4,72	4,14	285,70	452,40	392,90	377,00	13,34	9,58	6,93	9,95	553,53	14,09
Приморка / Сін(С).	G7	133,90	71,40	321,40	175,57	4,16	3,08	4,43	3,89	250,00	407,10	414,80	357,30	12,06	9,65	6,26	9,32	532,87	13,21
А.-Н. d. № 114	G8	156,30	83,30	333,30	190,97	3,86	3,00	3,96	3,60	261,90	419,00	434,80	371,90	10,38	10,11	7,24	9,24	562,87	12,84
А.-Н.d. № 15	G9	195,50	131,00	352,40	226,30	3,89	3,01	4,02	3,64	250,00	500,00	488,10	412,70	10,49	10,46	8,10	9,68	639,00	13,32
А.-Н. d. № 38	G10	173,20	119,00	339,00	210,40	4,04	3,04	4,25	3,77	214,30	404,80	381,00	333,37	10,84	9,88	8,11	9,61	543,77	13,38
Добір за к.с.	G11	133,90	71,40	304,80	170,03	3,50	2,74	3,58	3,27	238,10	488,10	458,10	394,77	10,81	10,10	6,14	9,02	564,80	12,29
Ram. d.	G12	144,60	83,80	297,60	175,33	4,27	3,17	4,56	4,00	202,40	357,10	333,30	297,60	12,09	10,05	7,34	9,83	472,93	13,83
(Емерауде / Т.) ²	G13	133,90	71,40	304,80	170,03	4,65	3,45	4,96	4,35	261,90	381,00	309,50	317,47	11,87	9,07	6,82	9,25	487,50	13,60
Т. / Емерауде	G14	203,20	119,00	309,50	210,57	4,21	3,23	4,38	3,94	214,30	333,30	285,70	277,77	11,33	9,90	7,17	9,47	488,34	13,41
М.г. / ЦП-11	G15	210,20	154,80	364,30	243,10	4,50	3,35	4,79	4,21	261,90	428,60	369,00	353,17	12,57	10,35	7,58	10,16	596,27	14,37
Зимостійка / М.К.	G16	178,60	95,20	309,50	194,43	3,81	2,91	3,96	3,56	214,30	381,00	357,10	317,47	11,72	10,82	6,35	9,63	511,90	13,19
М.agr. / С.	G17	189,30	77,60	328,60	198,50	4,80	3,54	5,14	4,49	214,30	321,40	261,90	265,87	12,10	8,68	7,46	9,41	464,37	13,90
А.г. d.	G18	167,00	75,70	269,00	170,57	4,88	3,50	5,32	4,57	178,60	273,80	226,20	226,20	11,42	7,81	6,12	8,45	396,77	13,02

Сорт, популяція	Позначення	Урожайність насіння 1-го року, кг/га			В середньому урожайність насіння на травості 1-го року, кг/га			Урожайність кормової маси 1-го року, кг/м ²			В середньому урожайність кормової маси на травості 1-го року, кг/м ²			Урожайність насіння 2-го року, кг/га			В середньому урожайність насіння на травості 2-го року, кг/га			Урожайність кормової маси 2-го року, кг/м ²			В середньому урожайність кормової маси на травості 2-го року, кг/м ²		
		Y _{S17/17}	Y _{S18/18}	Y _{S19/19}	Y _{f17/17}	Y _{f18/18}	Y _{f19/19}	Y _{S17/18}	Y _{S18/19}	Y _{S19/20}	Y _{f17/18}	Y _{f18/19}	Y _{f19/20}	Y _{S17/18}	Y _{S18/19}	Y _{S19/20}	Y _{f17/18}	Y _{f18/19}	Y _{f19/20}	Y _{S17/18}	Y _{S18/19}	Y _{S19/20}	Y _{f17/18}	Y _{f18/19}	Y _{f19/20}
M.g. d.	G20	178,60	95,20	333,30	202,37	4,44	3,34	4,70	4,16	214,30	299,50	250,00	254,60	10,61	9,16	6,47	8,74	456,97	12,90						
ФХНВ ²	G21	167,00	85,70	297,60	183,43	5,18	3,76	5,61	4,85	131,00	285,70	285,70	234,13	11,40	7,86	7,09	8,78	417,56	13,63						
B.11 / П. d.	G22	193,20	119,00	345,20	219,13	5,02	3,68	5,39	4,69	238,10	392,90	345,20	325,40	12,75	8,28	6,72	9,25	544,53	13,94						
Ж. / ЦП-11	G23	200,90	117,10	285,70	201,23	4,89	3,56	5,28	4,57	190,50	357,10	333,30	293,63	11,76	8,28	6,82	8,95	494,86	13,52						
Сибір. 8, d.	G24	156,30	93,30	285,70	178,43	4,62	3,42	4,92	4,32	214,30	333,30	273,80	273,80	10,65	9,07	7,17	8,96	452,23	13,28						
V, %		13,75	22,81	9,98	11,02	9,55	7,67	11,07	9,59	15,51	16,57	20,01	16,53	7,70	9,56	9,48	5,35	12,28	3,95						
S _X абс.		4,80	4,53	6,52	4,41	0,09	0,05	0,10	0,08	7,14	13,18	14,58	10,93	0,18	0,18	0,14	0,10	13,04	0,11						
S _X віднос.		2,81	4,66	2,04	2,25	1,95	1,57	2,26	1,96	3,16	3,38	4,08	3,37	1,57	1,95	1,94	1,09	2,51	0,81						
НІР ₀₁		15,23	14,34	20,66	13,99	0,27	0,16	0,33	0,25	22,65	41,77	46,22	34,66	0,58	0,58	0,43	0,32	41,35	0,34						
НІР ₀₅		11,00	10,36	14,93	10,11	0,20	0,12	0,24	0,18	16,36	30,18	33,39	25,04	0,42	0,42	0,31	0,23	29,87	0,25						

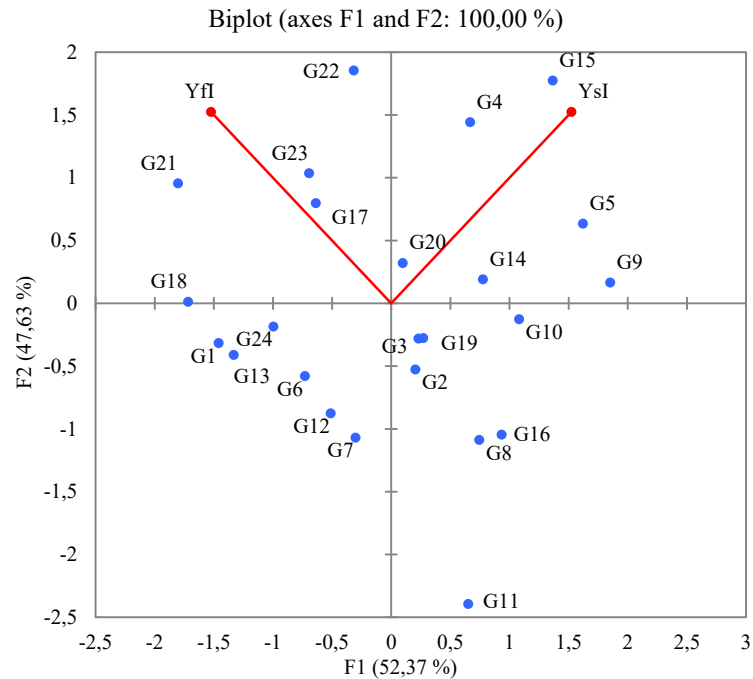


Рис. 2. Генотип-середовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – урожайність насіння (Ys) і зеленої маси (Yf); ● – генотипи

Популяція G18 – А.г. d., що знаходиться на осі між III та IV чвертями має високу урожайність зеленої маси (4,57 кг/м²) і характеризувалася низькою насінневою продуктивністю (170,57 кг/га).

Популяції G1 – Унітро, G6 – LR/Н, G7 – Приморка / Сін(с), G12 – Ram. d., G13 – (Емерауде / Т.)2 і G24 – Сибір. 8. d., що знаходяться в III чверті мають середню урожайність зеленої маси (3,89–4,41 кг/м²), проте характеризувалися найнижчими значеннями насінневої продуктивності (169,53–178,43 кг/га).

Популяції G2 – Елегія, G3 – Приморка, та G19 – М.г. / М.аг., що перебувають у II чверті, характеризувалися середньою (3,90–3,96 кг/м²), а популяції G8 – А.-Н. d. № 114, G16 – Зимостійка / М.К. низькою (3,56–3,60 кг/м²) кормовою продуктивністю, але всі вони мали середню (190,97–196,00 кг/га) насінневу продуктивність.

За урожайністю кормової маси та насіння в поєднанні з біплот-аналізом можна виділити популяції G4 – М.г. / П.п., G15 – М.г. / ЦП-11, G22 – В.11 / П. d. та G23 – Ж. / ЦП-11, що знаходяться між векторами урожайності зеленої маси і насіння та охарактеризувати їх, як популяції, що поєднують у собі порівняно високу кормову та насінневу продуктивність на травостой першого року життя.

Урожайність насіння на другому році життя травостою коливалася від 131,00 до 285,70 кг/га у 2018 році, 2019 – 273,80–500,00 та від 226,20 до 488,10 кг/га у 2020 році. В середньому на другому році життя травостою найменшою урожайністю насіння 226,20 кг/га характеризувався популяція А.г. d., найбільшою 412,70 кг/га – популяція А.-Н. d. № 15. Також високою насінневою про-

дуктивністю характеризувалися популяції Сін(с). / Приморка – 400,80 кг/га та Добір за к.с. – 394,77 кг/га (табл. 1).

Кормова продуктивність на другому році життя травостою коливалася від 10,38 до 13,77 кг/м² у 2018 році, 2019 – 7,81–10,82 та від 6,12 до 8,65 кг/м² у 2020 році. В середньому на другому році життя травостою найвищою кормовою продуктивністю характеризувалися популяції Елегія – 10,17 кг/м², Сін(с). / Приморка – 10,13 кг/м² та М.г. / ЦП-11 – 10,16 кг/м². Також висока кормова продуктивність спостерігалася у популяції М.г. / П.п. – 9,89 кг/м², LR / Н – 9,95 та Ram. d. – 9,83 кг/м². Найменшою 8,45 кг/м² вона була у популяції А.г. d.

За результатами кореляційного аналізу популяцій люцерни при кормовому та насінневому використанні на другому році життя встановлено середній кореляційний зв'язок ($r = 0,626$) (рис. 3).

Згенерований GGE біплот-аналіз між урожайністю насіння (YsII) та зеленої маси (YfII) на травостой другого року життя показав, що популяції G9 – А.-Н. d. № 15 та G11 – Добір за к.с., що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності насіння характеризувалися високою урожайністю насіння 412,70–394,77 кг/га та мали середню кормову продуктивність 9,68 і 9,22 кг/м². Популяція Сін(с). / Приморка (G5), що знаходиться в II чверті майже на осі абсцис і перебуває між векторами урожайності насіння та зеленої маси характеризувалася високою врожайністю насіння 400,80 кг/га та кормової маси 10,13 кг/м² (рис. 4).

Популяції G2 – Елегія, G4 – М.г. / П.п., G6 – LR/Н, G12 – Ram. d. та G15 – М.г. / ЦП-11, що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності зеле-

ної маси характеризувалися високою кормовою продуктивністю – 10,17 кг/м², 9,89, 9,95, 9,83 та 10,16 кг/м², але всі вони мали середню або низьку врожайність насіння: 384,93 кг/га, 365,10, 377,00, 297,60 і 353,17 кг/га, відповідно.

Популяції G14 – Т. / Емерауде, G17 – М.agr. / С. та G21 – ФХНВ2, що знаходяться в III чверті та найбільш віддалені від центру, мали середню уро-

жайність зеленої маси (9,47, 9,41 і 8,78 кг/м², відповідно) і характеризувалися невисокими значеннями насінневої продуктивності (277,77, 265,87 і 234,13, відповідно).

Популяція G18 – А.г. d., що знаходиться на осі між III і IV чвертями та найбільш віддалені від центру, мала найменшу урожайність зеленої маси (8,45 кг/м²) і насіння (226,20 кг/га).

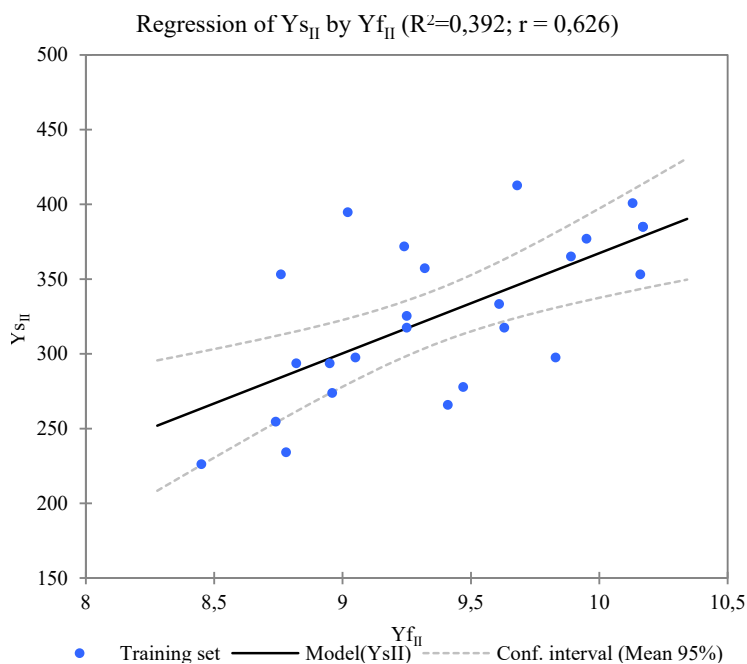


Рис. 3. Діаграма регресії урожайності зеленої маси (Y_{fII}) і насіння (Y_{sII}) на другому році життя травостою

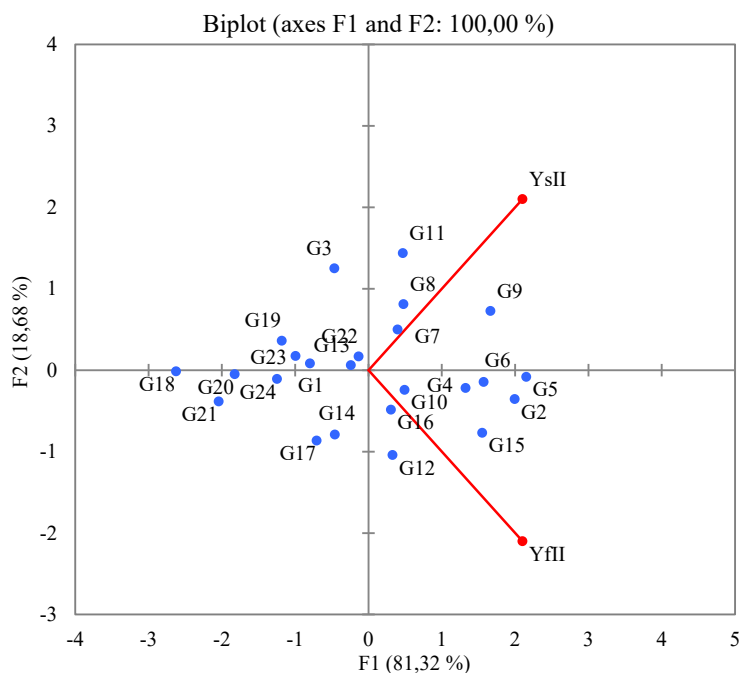


Рис. 4. Генотип-середовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біплот-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – урожайність насіння (Y_{sII}) і зеленої маси (Y_{fII}); ● – генотипи

За насінневою і кормовою продуктивністю в поєднанні з біплот-аналізом можна виділити популяцію Сін(с). / Приморка (G5), що знаходиться між векторами урожайності зеленої маси і насіння та охарактеризувати її, як популяцію, що поєднує у собі високу кормову та насіннєву продуктивність на травостой другого року життя.

Урожайність насіння за два роки коливалась від 396,77 до 639,00 кг/га. Найменшою урожайністю насіння 396,77 кг/га характеризувався популяція А.г. d., найбільшою 639,00 кг/га – популяція А.-Н.d. № 15. Також високою насіннєвою продуктивністю характеризувалися популяції М.г. / П.п. – 592,77 кг/га, Сін(с). / Приморка – 630,67 кг/га та М.г. / ЦП-11 – 596,27 кг/га (табл. 1).

Кормова продуктивність за два роки коливалась від 12,29 до 14,37 кг/м². Найвищою кормовою продуктивністю характеризувалися популяції Елегія – 14,07 кг/м², М.г. / П.п. – 14,20, LR / Н – 14,09 та М.г. / ЦП-11 – 14,37 кг/м². Найменшою 12,29 кг/м² вона була у популяції Добір за к.с.

За результатами кореляційного аналізу популяцій люцерни при кормовому та насіннєвому використанні за два роки встановлено низьку позитивну залежність ($r = 0,237$) (рис. 5).

Якщо розглядати згенерований GGE біплот-аналіз між урожайністю насіння ($Y_s\Sigma$) та зеленої маси ($Y_f\Sigma$), картина виглядатиме по-іншому. Для зручності селекційні зразки були розділені на групи за кормовою продуктивністю: $Y_f\Sigma \geq 14,00$ – висока урожайність, $13,00 \leq Y_f\Sigma < 14,00$ – середня, $Y_f\Sigma < 13,00$ – низька, за насіннєвою продуктивністю: $Y_s\Sigma \geq 600,0$ – висока урожайність, $500,0 \leq Y_s\Sigma < 600,0$ – середня, $Y_s\Sigma < 500,0$ – низька.

Генотипи: G5 – Сін(с). / Приморка та G9 – А.-Н.d. № 15, що знаходяться в одній чверті з вектором урожайності насіння характеризувалися високою урожайністю насіння 630,7 і 639,0 кг/га та мали середню кормову продуктивність 13,96 і 13,32 кг/м². Але популяція Сін(с). / Приморка (G5) наближена до осі абсцис і перебуває між векторами урожайності насіння та зеленої маси, що вказує на її більшу кормову продуктивність, порівнюючи з А.-Н.d. № 15, що знаходиться між вектором урожайності насіння та віссю ординат (рис. 6).

Генотипи: G2 – Елегія, G4 – М.г. / П.п., G6 – LR / Н, G15 – М.г. / ЦП-11 характеризувалися високою кормовою продуктивністю: 14,07 кг/м², 14,20, 14,09, 14,37, відповідно та наближеною до них G22 – В.11 / П. d. з урожайністю 13,94 кг/м², але всі вони мали середню урожайність насіння: 576,2 кг/га, 592,8, 553,5, 596,3 і 544,5 кг/га, відповідно.

Популяції G12 – Ram. d. і G17 – М.agr. / С., що перебувають на осі ординат між II та III чвертями, характеризувалися середньою, але наближеною до високої урожайності зеленої маси (13,82 і 13,91 кг/м², відповідно), але вони мали низьку (472,9 і 464,4 кг/га, відповідно) насіннєву продуктивність.

Популяції: G18 – А.г. d. і G21 – ФХНВ2, що знаходяться в III чверті та найбільш віддалені від центру, мали середню урожайність зеленої маси (13,01 і 13,63 кг/м², відповідно) і характеризувалися найнижчими значеннями насіннєвої продуктивності (396,8 і 417,6, відповідно).

Навпаки, селекційний зразок G11 – Добір за к.с., що знаходиться в IV чверті та найбільш віддалений від центру, мав середню (564,8 кг/га) насіннєву продуктивність, але найнижчу кормову – 12,29 кг/м².

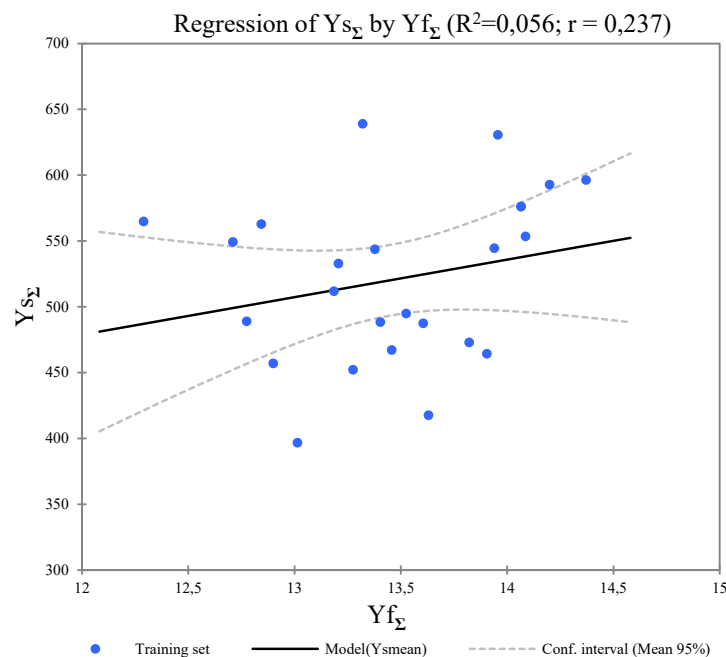


Рис. 5. Діаграма регресії урожайності зеленої маси ($Y_f\Sigma$) і насіння ($Y_s\Sigma$) за два роки життя травостою

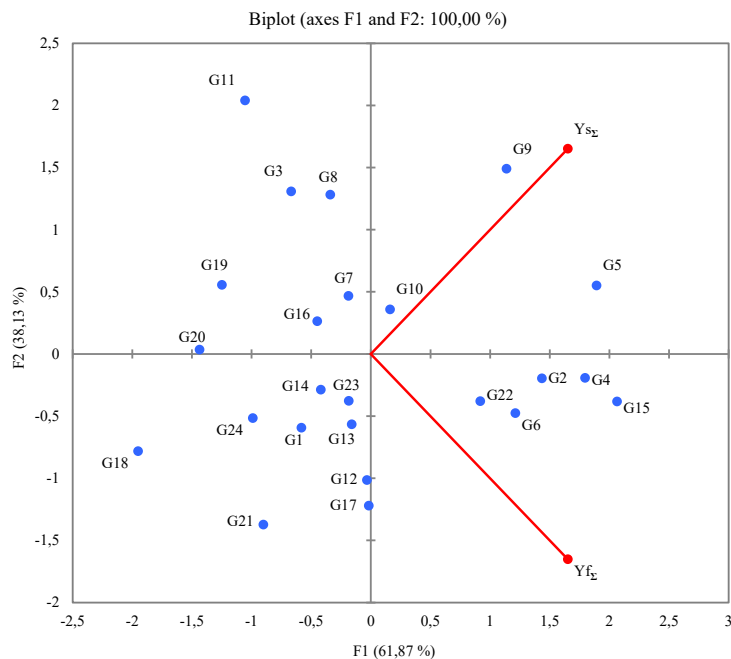


Рис. 6. Генотип-середовищна взаємодія популяцій люцерни і середовищ (метод біплат-аналіз). Лініями показані власні вектори провідних факторних навантажень для середовищ: ● – урожайність насіння (Y_{sE}) і зеленої маси (Y_{fE}); ● – генотипи.

Встановлено, що популяції, які знаходяться в III чверті відзначалися середньою урожайністю зеленої маси, але низькою насінневою продуктивністю. Навпаки, популяції з IV чверті мали середню урожайність насіння та низьку кормову продуктивність. Заслугує на увагу чотирикутник популяцій: G7 – Приморка / Сін(с), G10 – А.-Н. d. № 38, G16 – Зимостійка / М.К. та G23 – Ж. / ЦП-11, що характеризуються середньою урожайністю зеленої маси 13,21 кг/м², 13,38, 13,19 і 13,53 кг/м² та середньою насінневою продуктивністю 532,9 кг/га, 543,8, 511,9, відповідно і наближений до них генотип Ж. / ЦП-11 з урожайністю насіння 494,9 кг/га.

За насінневою і кормовою продуктивністю в поєднанні з біплат-аналізом можна виділити популяції М.г. / П.п. (G4), Сін(с). / Приморка (G5) та М.г. / ЦП-11 (G15), що поєднують у собі високу кормову та насінневу продуктивність.

Висновки. На першому році життя травостою встановлено відсутність кореляційного зв'язку ($r = -0,047$), на другому році життя встановлено середній кореляційний зв'язок ($r = 0,626$) та за два роки встановлено низьку позитивну залежність ($r = 0,237$). На травостої першого року життя виділені популяції М.г. / П.п. (G4), М.г. / ЦП-11 (G15), В.11 / П. d. (G22) та Ж. / ЦП-11 (G23), на травостої другого року життя виділена популяція Сін(с). / Приморка (G5), за два роки виділені популяції М.г. / П.п. (G4), Сін(с). / Приморка (G5) та М.г. / ЦП-11 (G15), що поєднують у собі високу кормову та насінневу продуктивність.

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. Annicchiarico P. et al. Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 120, Issue 2. P. 283–291. doi:10.1016/j.fcr.2010.11.003.
3. Bagavathiannan M., Van Acker R. C. The Biology and Ecology of Feral Alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Its Implications for Novel Trait Confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2009. Vol. 28, Issue 1-2. P. 69-87. DOI: 10.1080/07352680902753613
4. Basu S. K. et al. Effects of Genotype and Environment on Seed and Forage Yield in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Grown in Western Canada. *Australian Journal of Crop Science*. 2009. 3(6), 305–314. doi/10.3316/informit.037881812181941
5. Latrach L. et al. Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2014. 38. P. 320–326. doi:10.3906/tar-1305-52.
6. Smith S. R. Jr. & Bouton J. H. Seed Yield of Grazing-Tolerant Alfalfa Germplasms. *Crop Science*. 1989. 29. P. 1195–1199 https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900050021x
7. Torricelli R., Colesanti N., Falcinelli M. Improved seed production in a new Italian cultivar of lucerne (*Medicago sativa* L.). Seed production in the northern light. *Proceedings of the Sixth International Herbage Seed*

Conference, (18–20 June 2007). Gjennestad, Norway. Bioforsk FOKUS 2(12). P. 61–66

8. Tyshchenko A. V. et al. Anti-pest protection of two-year old alfalfa grown for seeds. *Селекція і насінництво*. 2021. № 119. С. 170–180.

9. Tyshchenko O. et al. Evaluation of drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa*) genotypes in the conditions of osmotic stress. *AgroLife Scientific Journal*. 2020. Volume 9, Number 2, P. 353–358. ISSN 2285-5718

10. Tyshchenko O. et al. 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*. 2020. Vol. 20, Issue 4, P. 551–562.

11. 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.

12. Вожегова Р. А. та ін. Особливості прояву адаптивних ознак у селекційних популяцій люцерни при вирощуванні на насіння. Вісник СумНАУ. Серія «Агрономія і біологія». 2021. Випуск 2 (44). С. 3–11. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1>

13. Вожегова Р. А. та ін. 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>.

14. Вожегова Р. А., Тищенко О. Д., Тищенко А. В. Симбіотична фіксація атмосферного азоту різними сортами люцерни залежно від агротехнічних заходів у Південному Степу. Агроекологічний журнал. 2015. № 2. С. 64–68

15. Володина І. А., Казарин В. Ф., Абраменко І. С. Результаты изучения селекционных образцов люцерны изменчивой (*Medicago media, varia*) в условиях юга лесостепи Среднего Поволжья. *Инновационное развитие АПК – посвящается 140 летию со дня рождения Г. К. Мейстера*. Сб. докл. Межд. научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, (12-13 марта 2013 года). Саратов, 2013. С. 44–50.

16. Тищенко А. В. та ін. Насіннева продуктивність люцерни першого року життя залежно від застосування гербіцидів. Аграрні інновації. 2022. №11. С. 92–102. DOI <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.11.12>

17. Тищенко А. В. та ін. Вплив бактеріальних препаратів на насінневу продуктивність, кореневу систему та азотфіксацію при вирощуванні сортів люцерни в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. 2020. №74. С. 155–163

18. Тищенко О. Д. та ін. Науково-методичні заходи селекції та насінництва люцерни для умов зрошення. Херсон: ФОП Гринь Д.С. 2017. 323 с.

19. Тищенко О.Д., Тищенко А.В., Пілярська О.О., Куц Г.М. Особливості морфології кореневої системи у популяцій люцерни. Зрошуване землеробство: збірник наукових праць. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 72. С. 118–121. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25>

20. Ткаченко І. К., Головін В. П., Кальченко Н. М., Ільїна М. Г. Особенности цветения, плодобразования и изменение фертильности пыльцы у разных форм люцерны. Генет.-физиол. природа опыления у растений. Киев: Наук. думка, 1978. С. 154 – 156.

21. Ткаченко І. К., Помогайбо В. М. Природне самозапилення люцерни. Вісник с.-г. науки. 1975. № 10. С. 100–101.

REFERENCES:

1. Abdelguerfi, A., & Abdelguerfi-Laouar, M. (2002). Forage and pasture species: The uses in Maghreb (Algeria, Morocco, and Tunisia). FAO, Rome, Italy

2. Annicchiarico, P. et al. (2011). Adaptation of landrace and variety germplasm and selection strategies for lucerne in the Mediterranean basin. *Field Crops Research*, 120(2), 283–291

3. Bagavathiannan, M.V., & Van Acker, R.C. (2009). The biology and ecology of feral alfalfa (*Medicago sativa* L.) and its implications for novel trait confinement in North America. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1–2), 69–87.

4. Basu, S. K. et al. (2009). Effects of Genotype and Environment on Seed and Forage Yield in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Grown in Western Canada. *Australian Journal of Crop Science*, 3(6), 305–314. doi/10.3316/informit.037881812181941

5. Latrach, L., et al. (2014). Growth and nodulation of alfalfa-rhizobia symbiosis under salinity: electrolyte leakage, stomatal conductance, and chlorophyll fluorescence. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(3), 320–326

6. Smith, S.R.Jr. & Bouton, J.H. (1989). Seed Yield of Grazing-Tolerant Alfalfa Germplasms. *Crop Science*, 29, 1195–1199. <https://doi.org/10.2135/cropsci1989.0011183X002900050021x>

7. Torricelli, R., Colesanti, N., & Falcinelli, M. (2007). Improved seed production in a new Italian cultivar of lucerne (*Medicago sativa* L.). Seed production in the northern light. *Proceedings of the Sixth International Herbage Seed Conference*. (61–66) Gjennestad, Norway. Bioforsk FOKUS 2(12)

8. Tyshchenko, A.V. et al. (2021). Anti-pest protection of two-year old alfalfa grown for seeds. *Seleksiia i nasinnystvo – Breeding and seed production*, 119, 170–180

9. 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].

10. 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.

11. 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

12. Vozhehova, R.A. et al. (2021). Osoblyvosti proiavu adaptivnykh oznak u selektsiinykh populatsii liutserny pry vyroshchuvanni na nasinnia [Features of

manifestation of adaptive traits in breeding populations of alfalfa when grown from seed]. *Visnyk SumNAU. Seriya «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of SumNAU. “Agronomy and Biology Series”,* 2(44), 3-11. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.2.1> [in Ukrainian].

13. 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 ahranoi nauky – Bulletin of agricultural science*, 8(821), 55–63 DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-07> [in Ukrainian].

14. Vozhehova, R.A., Tyshchenko, A.V., & Tyshchenko, O.D. (2015). Symbiotychna fiksatsiia atmosferного азоту riznymi sortamy liutserny zalezho vid ahrotekhnichnykh zakhodiv u Pivdennomu Stepu [Symbiotic fixation of atmospheric nitrogen by different varieties of alfalfa depending on agrotechnical measures in the Southern Steppe]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 64–68 [in Ukrainian].

15. Volodina, I.A., Kazarin, V.F. & Abramenko, I. S. (2013). Rezultaty izucheniya selekcionnykh obrazcov lyucerny izmenchivoj (*Medicago media, varia*) v usloviyakh yuga lesostepi Srednego Povolzhya [The results of the study of breeding samples of alfalfa (*Medicago media, varia*) in the conditions of the south of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Innovacionnoe razvitie APK– posvyashchaetsya 140 letiyu so dnya rozhdeniya G.K. Mejstera – Innovative development of the agro-industrial complex – dedicated to the 140th anniversary of the birth of G.K. Meister*, pp. 44–50 [in Russian].

16. Tyshchenko, A.V. et al. (2022). Nasinnieva produktyvnist liutserny pershoho roku zhyttia zalezho vid zastosuvannia herbitydiv [Seed productivity of

alfalfa in the first year of life depending on the use of herbicides]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 11, 92–102. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.12> [in Ukrainian].

17. Tyshchenko, A.V. et al. (2020). Vplyv bakterialnykh preparativ na nasinnievu produktyvnist, korenevu systemu ta azotfikratsiiu pry vyroshchuvanni sortiv liutserny v umovakh zroshennia [The effect of bacterial preparations on seed productivity, root system and nitrogen fixation during cultivation of alfalfa varieties under irrigation conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 74, 155–163 [in Ukrainian].

18. Tyshchenko, O.D. et al. (2017). *Naukovo-metodychni zasady selektsii ta nasinnytstva liutserny dlia umov zroshennia [Scientific and methodical principles of alfalfa selection and seed production for irrigation conditions]*. Kherson: FOP Hrin D.S. [in Ukrainian].

19. Tyshchenko, O.D., Tyshchenko, A.V., Piliarska, O.O., & Kuts, H.M. (2019). Osoblyvosti morfolohiyi korenevoyi systemy u populyatsiy lyutserny [Peculiarities of root system morphology in alfalfa populations]. *Zroshuvane zemle-robstvo – Irrigated agriculture*, 72, 118–121. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.25> [in Ukrainian].

20. Tkachenko, I.K., Golovin, V.P., Kalchenko, N.M., & Ilna, M.G. (1978). *Osobennosti cveteniya, plodo-obrazovaniya i izmenenie fertilnosti pylcy u raznykh form lyucerny [Features of flowering, fruit formation and changes in pollen fertility in different forms of alfalfa]*. Kiev: Nauk. Dumka, 154–156 [in Russian].

21. Tkachenko, Y.K., & Pomohaibo, V.M. (1975). Pryrodne samozapylennia liutserny [Natural self-pollination of alfalfa]. *Visnyk silshospodarskoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 10, 100–101 [in Ukrainian].