

УДК 633.8 : 631.527

ЕКОЛОГІЧНА ПЛАСТИЧНІСТЬ ЗРАЗКІВ КОЛЕКЦІЇ РОДУ *CALENDULA* L. ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ІАП НААН

Р.В. Мельничук

кандидат сільськогосподарських наук

молодший науковий співробітник відділу селекції і насінництва

Дослідна станція лікарських рослин

Інституту агроекології і природокористування НААН

Р.Л. Богуславський

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

провідний науковий співробітник лабораторії інтродукції та зберігання генетичних ресурсів рослин

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

Визначено екологічну пластичність 145 зразків колекції генетичного різноманіття роду *Calendula* L. за 20 ознаками та виділено зразки Язики полум'я, Со-12-76, Daisy orange, Ст-11-34, Со-99-5, Со-03-20, які позитивно реагують на кращі умови вирощування.

Ключові слова: *Calendula* L., нагідки, колекція, зразок, ознака, екологічна пластичність.

Важливою проблемою рослинництва є пластичність, яку можна визначити як здатність реагувати на зміну умов. Зокрема, це важливо з точки зору окупності витрат на поліпшення умов вирощування з прибавкою урожаю та/або підвищенням якості продукції, зокрема для лікарських культур — збільшенням вмісту біологічно активних сполук. Одна з вирішальних ролей в аграрному виробництві належить сорту рослин. Тому саме у вирощуваннях сортів слід формувати спадкову основу однієї з властивостей — пластичність. Для цього потрібен відповідний вихідний матеріал, що має цю властивість.

На Дослідній станції лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН (ДСЛР) вихідним матеріалом для селекції важливої лікарської рослини — нагідок слугує зібрана в результаті інтродукції колекція, що включає 145 зразків генофонду. Успіх селекції визначається ефективним використанням цього різноманіття, яке ґрунтується на його всебічному вивченні, в тому числі за ознаками пластичності та стабільності.

Для визначення екологічної стабільності використовується методика, розроблена С.А. Еберхартом та У.А. Расселлом [6], яку з успіхом застосовано для: кукурудзи [1], ячменю ярого [2], пшениці м'якої [3], соняшнику [4], тритикале ярого [5] та інших сільськогосподарських культур.

Метою нашого дослідження було встановити екологічну пластичність і стабільність

зразків колекції генетичного різноманіття роду *Calendula* L. за ознаками, що мають селекційне значення.

Дослідження проводилися зі 145 зразками нагідок, що належать до чотирьох видів: *Calendula officinalis* L. (Со) (142 зразки вітчизняного та іноземного походження), *C. arvensis* L. (Car-11-33), *C. tripterocarpa* Rupr. (Ст-11-34), *C. alata* Rech. (Cal-11-32) (по одному зразку), які входять до колекції ДСЛР.

Колекційні зразки оцінювали протягом 2012–2014 рр. на Дослідній станції лікарських рослин, яка розташована в селі Березоточа Лубенського району Полтавської області. Природно-кліматична зона станції — Лісостеп. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем малогумусний слабовилугований легкосуглинковий з такими агрохімічними показниками: рН — 4,7, вміст рухомих форм азоту — 56 мг/кг, фосфору — 117 мг/кг, калію — 87 мг/кг, гумусу — 2,25%.

Погодні умови 2012 р. та 2013 р. характеризувалися підвищеною температурою і недостатньою кількістю вологи у весняно-літній період, умови 2014 р. були сприятливими для росту й розвитку рослин колекційних зразків. У цілому ґрунтово-кліматичні умови в роки проведення досліджень були сприятливими для росту і розвитку нагідок і чіткого прояву ознак рослин.

Колекційний розсадник заклали згідно із загальноприйнятими методами, описаними Б.А. Доспеховим [1], В.О. Єщенко [8], для на-

гідок — Г.С. Левандовским [7]. Насіння висіяли рано навесні в оптимальні строки, ручною сівалкою. Глибина загортання насіння — 2 см. Ділянки двометрові, однорядкові, без повторень. Площа ділянки — 0,9 м². Фенологічні спостереження й біометричні виміри проводили за методикою проведення експертизи сортів нагідок лікарських на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) [6] та методикою, запропонованою О.А. Порадою [9].

Пластичність зразків нагідок оцінювали за методом Еберхарта-Рассела використовувши формулу [11]:

$$X_{ij} = X_i + b_i \times I_j + d_{ij}, \quad (1)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, V$ — кількість досліджуваних зразків; $j = 1, 2, 3, \dots, n$ — кількість пунктів досліджень; X_{ij} — урожайність i -го зразка чи сорту в j -му пункті; X_i — середня врожайність i -го зразка чи сорту за всіма пунктами досліджень; b_i — коефіцієнт регресії i -го зразка чи сорту на змінну чинника середовища; I_j — індекс умов середовища в j -му пункті; d_{ij} — відхилення від лінії регресії i -го зразка чи сорту в j -му пункті.

Для характеристики різноманіття умов довкілля розраховували індекс умов:

$$I_i = \sum_j \frac{X_{ij}}{V} - \sum_i \times \sum_j \frac{X_{ij}}{V \times n}.$$

Індекс умов — це відхилення середнього врожаю в кожному пункті від середнього всіх зразків чи сортів. Сума всіх індексів має дорівнювати нулю. Потім розраховували коефіцієнти регресії кожної ознаки на зміни умов:

$$b_i = \frac{\sum_i X_{ij} \times I_j}{\sum_i I_j^2}.$$

Біометричне оброблення даних проводили з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2007.

У статті наведено усереднені дані, отримані протягом 2012–2014 рр., оскільки співвідношення між ними за роками витримувалося.

Для господарсько-біологічного оцінювання зразків генофонду як вихідного матеріалу для селекції важливо знати їхню здатність підтримувати потрібний рівень прояву ознак (стабільність) та здатність реагувати на поліпшення умов вирощування збільшенням показників ознак (пластичність). Зручним інструментом для оцінювання обох показників є метод оцінювання екологічної пластичності й стабільності, розроблений С.А. Еберхартом та У.А. Расселом [6].

Першим етапом є оцінювання впливу умов року на ознаки за індексом умов року (табл. 1). Як видно з таблиці, 2012 р. був несприятливим для прояву всіх вивчених ознак. 2013 р. був несприятливим для діаметра куща, сприятливим для тривалості вегетаційного періоду. 2014 р. був сприятливим для прояву висоти рослин, тривалості вегетаційного періоду та діаметра куща, несприятливим — для кількості пагонів, суцвіть і маси 1000 насінин.

Показником ступеня реакції за рівнем прояву конкретної ознаки на умови вирощування є коефіцієнт регресії показника ознаки на індекс умов року (табл. 2).

За табл. 2 встановлено, що за всіма ознаками переважна частина зразків характеризується досить сильним позитивним відгуком на поліпшення умов року: $b_i > 0,7$. Причому за кількістю пагонів на рослині, масою 1000 насінин, продуктивністю суцвіть, вмістом флавоноїдів — тобто за основними ознаками переважна кіль-

Таблиця 1

Індекси умов року для ознак нагідок

Ознака	Індекс умов року		
	2012	2013	2014
Висота рослин	-2,24	-0,09	2,33
Тривалість вегетаційного періоду	-4,06	1,26	2,81
Вміст флавоноїдів	-0,03	0,01	0,03
Діаметр диска	-0,07	0,00	0,08
Діаметр куща	-0,03	-2,19	2,21
Кількість пагонів	-0,86	0,91	-0,06
Кількість суцвіть	-0,12	0,38	-0,26
Маса 1000 насінин	-0,48	0,61	-0,12
Продуктивність суцвіть	-0,18	0,14	0,04

Екологічна пластичність ознак зразків нагідок

Ознака	Кількість зразків з рівнем b_i					
	< -1,0	-0,9 – -0,5	-0,4–0,3	0,4–0,6	0,7–1,0	>1,0
Висота рослин	3	4	21	22	62	33
Тривалість вегетаційного періоду	0	0	2	26	58	59
Вміст флавоноїдів	2	0	3	11	12	87
Діаметр диска	0	0	21	28	34	72
Діаметр куща	0	0	7	28	57	53
Кількість пагонів	0	3	21	21	7	93
Кількість суцвіть	14	8	31	12	12	68
Маса 1000 насінин	2	0	7	17	40	79
Продуктивність суцвіть	44	5	6	3	4	83

кість зразків особливо сильно відреагували на поліпшення умов року: $b_i > 1,0$. Разом з цим за продуктивністю суцвіть для значної частини зразків 44 із 145 характерна сильна негативна реакція на поліпшення умов року: $b_i < -1,0$, у п'яти зразків цей показник становить від $-0,9$ до $-0,5$. Подібно поведуть себе відповідно 14 і 8 зразків за кількістю суцвіть.

Серед зразків з високою середньою продуктивністю суцвіть є такі, що суттєво позитивно реагують на кращі умови вирощування (табл. 3): Язики полум'я, Co-12-76, Daisy orange, Ct-11-34, Co-99-5, Co-03-20 та ін. Але в біль-

шості цих зразків реакція негативна: Co-99-7, Cremegell, Kablouna mixed, Co-99-6, Radio, Co-03-14, Co-03-11 та ін.

Більшість цих зразків характеризуються позитивною ($b_i > 0$) реакцією на умови року показниками кількості суцвіть і кількості пагонів, які є складовими продуктивності суцвіть. Пояснити таке протиріччя можна тим, що в кращі за умовами роки зі збільшенням кількості пагонів і суцвіть у низки зразків зменшується маса одного суцвіття, що вирішальним чином впливає на загальну продуктивність суцвіть.

Таблиця 3

Коефіцієнт регресії (b_i) продуктивності суцвіть, пагонів та вмісту флавоноїдів у зразків нагідок з найвищим рівнем прояву ознаки

Назва зразка	Продуктивність суцвіть		Кількість суцвіть	Кількість пагонів	Вміст флавоноїдів
	Середнє за 2012–2014 рр., г/росл.	b_i			
Язики полум'я	23,5	6,98	2,44	1,75	0,87
Co-12-76	22,1	10,71	1,65	1,13	0,82
Daisy orange	21,5	3,07	2,34	2,88	0,91
Co-99-7	20,5	-3,77	-1,94	0,00	1,65
Ct-11-34	20,5	35,94	0,24	0,51	0,33
Cremegell	19,8	-11,08	0,32	1,02	1,91
Kablouna mixed	19,8	-6,06	2,90	0,00	0,74
Co-99-6	19,8	-5,02	2,25	0,72	0,67
Radio	19,6	-22,59	3,41	0,51	2,55
Co-03-17	19,4	-4,00	1,80	1,13	1,29

Закінчення таблиці 3

Назва зразка	Продуктивність суцвіть		Кількість суцвіть	Кількість пагонів	Вміст флавоноїдів
	Середнє за 2012–2014 рр., г/росл.	b_i			
Co-03-14	17,8	-27,74	-1,2	0,00	1,69
Co-03-11	17,7	-16,76	9,60	0,00	1,27
Co-99-5	17,6	13,64	3,64	1,13	1,97
Co-99-4	17,6	-22,04	-0,89	1,24	2,23
Co-03-28	17,3	-2,34	1,79	0,00	1,68
Co-03-23	17,2	-14,51	1,53	0,00	2,52

Таблиця 4

Коефіцієнт регресії (b_i) вмісту флавоноїдів у зразках нагідок з найвищим рівнем прояву ознаки, 2012–2014 рр.

Назва зразка	Вміст флавоноїдів	
	Середнє 2012–2014 рр., г/росл.	b_i
Mandarin Twist	1,11	1,72
Co-11-40	1,10	2,15
Monarch orange	1,09	1,44
Coeur noir	1,06	1,53
Lemon Twist	1,05	2,71
Orange Porcupine	1,03	5,06
Co-99-1	1,02	2,69
Zen gold	1,00	1,39
Солнечный луч	0,98	1,10
Zen orange	0,98	4,24
Рожева	0,97	2,98
Kablouna mixed	0,96	0,74
Co-03-21	0,95	1,72
Семейный доктор	0,95	1,09
Fiesta gitana	0,94	1,08
Co-01-9	0,93	1,39
Co-12-62	0,92	0,49
Польова красуня	0,92	2,21
Радіо	0,92	0,84
Star gold	0,92	0,84
Kablouna mixed	0,91	0,72
Radio	0,90	2,55
Co-12-115	0,90	1,89
Co-12-166	0,90	1,15

Що стосується вмісту флавоноїдів, то всі високопродуктивні зразки позитивно й суттєво реагують за цією ознакою на поліпшення умов року, за винятком дикого виду *C. tripterocarpa*, який реагує слабо. Найсильнішою реакцією характеризуються зразки Co-03-23, Co-99-4, Radio.

Вміст флавоноїдів, ознака стабільна за роками, в усіх вивчених зразків Sd практично дорівнює нулю.

У зразків з найвищим вмістом флавоноїдів реакція на умови року за цією ознакою позитивна й досить значна: b_i близький до одиниці або перевищує її (табл. 4).

Зразок Kablouna mixed входить до групи з найвищою продуктивністю суцвіть і з високим вмістом флавоноїдів. За першою з цих ознак зразок негативно реагує на умови року: $b_i = -6,06$ і досить стабільний: Sd = 0,20. За другою ознакою — вмістом флавоноїдів реакція позитивна і значна: $b_i = 0,96$.

ВИСНОВКИ

1. За всіма ознаками переважна частина зразків характеризується досить сильним позитивним відгуком на поліпшення умов року: $b_i > 0,7$. Причому за основними ознаками — кількістю пагонів на рослині, масою 1000 насінин, продуктивністю суцвіть, вмістом флавоноїдів — переважна кількість зразків характеризується особливо сильною реакцією на поліпшення умов року: $b_i > 1,0$.

2. Сильною негативною реакцією ($b_i - 1,0$) на поліпшення умов вирощування характеризуються 44 зі 145 зразків за продуктивністю суцвіть, 14 зразків — за кількістю суцвіть.

3. Суттєво позитивно реагують на кращі умови вирощування зразки Язики полум'я, Co-12-76, Daisy orange, Ct-11-34, Co-99-5, Co-03-20 та ін.

4. Негативна реакція на кращі умови вирощування у зразків Co-99-7, Cremegell, Kablouna mixed, Co-99-6, Radio, Co-03-14, Co-03-11 та інших, у більшості з яких позитивна ($b_i > 0$) реакція на умови року за показниками кількості суцвіть і кількості пагонів, які є складовими продуктивності суцвіть. Пояснити таке протиріччя можна тим, що в кращі за умовами роки зі збільшенням кількості пагонів і суцвіть у низки зразків зменшується маса одного суцвіття, що вирішальним чином впливає на загальну продуктивність суцвіть.

5. За вмістом флавоноїдів усі високопродуктивні зразки позитивно і суттєво реагують на поліпшення умов року, за винятком дикого виду *C. tripterocarpa*, який реагує слабо. Найсильнішою реакцією характеризуються зразки Co-03-23, Co-99-4, Radio.

6. Вміст флавоноїдів — ознака стабільна за роками: в усіх вивчених зразків Sd практично дорівнює нулю.

7. У зразків з найвищим вмістом флавоноїдів реакція на умови року за цією ознакою позитивна і досить значна: b_i близький до одиниці або перевищує її.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1985. — 365 с.
2. Екологічне випробування сучасних гібридів кукурудзи / Л.М. Чернобай, С.С. Китайова, Н.М. Музафаров [та ін.] // Селекція і насінництво. — 2013. — Вип. 103. — С. 217–222.
3. Козаченко М.Р. Екологічна пластичність і варіанса стабільності основних ознак продуктивності рослин ячменю ярого / М.Р. Козаченко, С.І. Святченко, П.М. Солонечний, Н.І. Васько // Вісн. ХНАУ. — Серія: «Рослинництво, селекція та насінництво, плодоовочівництво і зберігання». — 2011. — № 10'11. — С. 103–114.
4. Леонов О.Ю. Групування зразків пшениці м'якої за пластичністю та стабільністю прояву кількісних ознак / О.Ю. Леонов // Генетичні ресурси Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. — 2013. — № 13. — С. 28–39.
5. Литовченко Б.К. Вивчення гібридів соняшнику в екологічному випробуванні / Б.К. Литовченко, Н.М. Кутіцева, К.М. Макляк, Б.Ф. Вареник // Селекція і насінництво. — 2008. — № 95. — С. 50–54.
6. Мельничук Р.В. Ознаки декоративності зразків колекції роду *Calendula* L. Дослідної станції лікарських рослин / Р.В. Мельничук // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. — Серія «Агрономія» / Відп. ред. С.М. Ніколаєнко. — К.: ВЦНУБіП України, 2015. — Вип. 210. — Ч. 1. — С. 319–327.
7. Методические указания по селекции и семеноводству ноготков лекарственных / Сост. канд. биол. наук Г.С. Левандовский. — М.: ВИЛАР, 1984. — 21 с.
8. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костогриз, В.П. Опришко; за ред. В.О. Єщенка. — Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. — 332 с.
9. Порада О.А. Методика формування та ведення колекцій лікарських рослин / О.А. Порада. — Полтава: ПП ПДАА, 2007. — 50 с.
10. Рябчун В.К. Методи створення вихідного матеріалу тритикале ярого, адаптованого до несприятливих умов вирощування / В.К. Рябчун, Т.Б. Капустіна, В.С. Мельник // Сорто-вивчення та охорона прав на сорти рослин // Селекція і насінництво, 2012. — № 102. — С. 41–50.
11. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parametres for comparing varieties // Crop Science, 1966. — № 6. — P. 36–40.