

МІНЛИВІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК SALVIA OFFICINALIS L. ПРИ ІНТРОДУКЦІЇ

Дослідження мінливості морфологічних ознак Salvia officinalis L. виявило високий рівень мінливості вегетативних ознак та невелику мінливість генеративних ознак і репродуктивних показників.

Ключові слова: інтродукція, мінливість, морфологічні ознаки.

Здатність генотипу реалізуватися в різних фенотипах у відповідь на зовнішні впливи визначають як явище фенотипової пластичності [5]. Вияви фенотипічної пластичності вегетативних та генеративних ознак спостерігаються в інтродукованих у Донецькому ботанічному саду НАН України (ДБС) зразків *Salvia officinalis* L. (шавлія лікарська), отриманих з різних інтродукційних пунктів. На думку О.К. Скворцова, діапазон амплітуди мінливості біоморфологічних ознак рослин дає змогу визначити здатність досліджуваних інтродуцентів до адаптації в нових умовах існування, спрогнозувати успішність їх інтродукції та характеризувати різноманітність екотипів [8].

Мета роботи — дослідити мінливість морфологічних ознак зразків *Salvia officinalis* з різних інтродукційних пунктів для виявлення шляхів адаптації рослин цього виду до нових умов зростання і визначення феномаркерів, які характеризують успішність його інтродукції в посушливо-суховійних умовах південного сходу України.

Завдання роботи: дослідити фенотипову мінливість окремих ознак вегетативних та генеративних органів *Salvia officinalis*; виявити особливості репродукції і характер пошкоджень генеративних органів під впливом низьких температур повітря; встановити значення фенотипічної мінливості для

прогнозування насінневої продуктивності рослин; обґрунтувати відбір найстійкіших для умов регіону інтродукції зразків.

Salvia officinalis (Lamiaceae) — ксероморфний напівчагарник, який походить із Західної Європи. Цінна лікарська, ефіроолійна і декоративна рослина. Характеризується високою гібридизаційною здатністю [1, 6, 10].

Дослідження *S. officinalis* у ДБС проводили на зразках рослин, вирощених з насіння, отриманого з різних інтродукційних пунктів і включених до колекції у період з 1999 до 2006 р. Умовно зразки розподілили на дві групи: перша — зразки, отримані з інших регіонів України та місцевої репродукції, тобто ті, які пройшли первинний етап інтродукції (№ 1–3, 5, 10, 12, 14, 16, 18, 24), друга — зразки, отримані з ботанічних садів Німеччини, Франції, Австрії, Румунії (№ 4, 6, 9, 11, 19–22). Вивчали середньовікові генеративні рослини.

У роботі використано комплексний морфо-фізіологічний підхід, який передбачає аналіз показників, які характеризують структурну і функціональну мінливість [7]. Досліджено такі структурні ознаки: 1) вегетативні: довжина і ширина листової пластинки, довжина черешка, індекс листка на вегетативних та генеративних пагонах; 2) генеративні: 20 параметрів квіток; 3) кількісні показники репродуктивної здатності рослин: кількість ярусів квіток на осі суцвіття, квіток

у «напівкільці», еремів у ценобії, квіток на рослині. З функціональних ознак, які характеризують особливості життєвих функцій організму в умовах інтродукції, вивчали: 1) характер пошкоджень квітки (трубка віночка, тичинки); 2) фертильність пиляків; 3) насінєву продуктивність. Вибірка для кожного параметра складалася з 20 зразків.

Дослідження проводили у кілька етапів. Спершу оцінювали характер і ступінь варіювання (за коефіцієнтом варіації (CV), %) ознак у межах варіанта (зразка), потім — ознак різних варіантів (зразків) і мінливість ознак у загальній вибірці.

Аналіз морфологічних ознак проводили методом, запропонованим В.М. Шмідтом (1984): визначення ступеня розбіжності за окремими параметрами (за величиною нормованих відхилень сигми стандарту (σ) і подібності за комплексом (за коефіцієнтом дивергенції (КД)) [9]. Обробку отриманих результатів, визначення вірогідності відмінності ознак, ступеня їх варіабельності і наявності кореляційних зв'язків проводили загальноприйнятими методами [2, 4, 7].

Як контроль обрано зразок № 1, середні значення ознак якого найбільш наближені до середньостатистичних параметрів загальної вибірки.

Морфогенез пагонів *Salvia officinalis* двох типів (генеративного і вегетативного) відбувається в різні періоди росту рослини протягом вегетаційного періоду. Так, навесні відростають пагони генеративного типу, на яких згодом формуються суцвіття. Активний розвиток пагонів вегетативного типу починається з бічних бруньок у базальній і середній частині куща після закінчення цвітіння та дозрівання насіння на пагонах генеративного типу. Пагони обох типів, крім положення на багаторічних бічних пагонах особини, відрізняються за формою і параметрами листової пластинки. Дослідження формової різноманітності листків вегетативних та генеративних пагонів *S. officinalis* виявило, що більшість його зразків характеризуються високим рівнем індивідуаль-

ної мінливості ознак листка, особливо — довжини (CV — до 19 %). На внутрішньовидовому рівні найнижчий рівень мінливості має індекс листка (CV — до 16 %) [3]. Порівняння індексу листка на пагонах різного типу дало змогу встановити тенденцію до зміни пропорції листка на генеративному пагоні за рахунок збільшення його ширини, що збільшує фотосинтезуючу площу і сприяє накопиченню більшої кількості пластичних речовин для формування зрілого насіння. На вегетативних пагонах, окрім значного приросту загальної фітомаси, спостерігається збільшення довжини листової пластинки.

Аналіз фенотипової мінливості генеративних показників *Salvia officinalis* виявив, що варіабельність параметрів квіток у його зразків є низькою або середньою, що відповідає даним літератури про стабільність генеративних показників. Величина коефіцієнта варіації окремих параметрів свідчала про середню і високу варіабельність параметрів (тичинковий апарат), що, ймовірно, пояснюється різними деформаціями або відсутністю пиляків (таблиця). Такі показники, як довжина квітконіжки і трубки віночка, діаметр зіву віночка та чашечки, довжина верхньої і нижньої губи чашечки, щодо контролю є стабільними або відносно стабільними, оскільки не мають великого відхилення або їх величина збігається з контрольною. Найбільший рівень відмінності мали такі показники, як довжина нижньої губи віночка (σ — від -4 до $+6$), довжина (від -1 до $+10$) і ширина (від -2 до $+4$) відгину нижньої губи віночка, ширина нижньої губи чашечки (від -3 до $+11$), що свідчить про суттєву варіабельність цих ознак у зразків *S. officinalis*. Збільшення величини спостерігали у таких ознак: довжина і ширина відгину верхньої губи віночка, довжина нижньої губи віночка, довжина та ширина відгину нижньої губи віночка, довжина пиляків нижньої тичинки, довжина верхньої губи чашечки, ширина нижньої губи чашечки. Аналіз діапазону відхилень

Показники квіток зразків *Salvia officinalis* L., см

Показник	№ зразка				M±m (по вибірці в цілому)	CV, %
	1	5	18	24		
Квітконіжка	0,5±0,02	0,5±0,02	0,3±0,01*	0,5±0,01	0,4±0,03	23
Віночок						
довжина трубки	0,4±0,01	0,5±0,02	0,5±0,02	0,4±0,03	0,4±0,03	24
ширина зів	0,5±0,02	0,5±0,02	0,5±0,01	0,4±0,01	0,5±0,01	11
Верхня губа віночка						
довжина	1,4±0,10	1,9±0,06	1,9±0,02	1,5±0,02	1,5±0,07	17
довжина відгину	0,7±0,03	0,9±0,02*	0,9±0,10	0,9±0,02	0,8±0,03*	16
ширина відгину	0,6±0,02	0,9±0,02*	0,8±0,01*	0,8±0,04	0,7±0,03	15
Нижня губа віночка						
довжина	1,5±0,01	2,0±0,02*	2,1±0,01*	1,7±0,10	1,7±0,07	16
довжина відгину	0,7±0,03	1,2±0,04*	1,3±0,10*	1,0±0,03	1,0±0,07*	26
ширина відгину	0,8±0,01	1,2±0,03*	1,1±0,02*	0,9±0,02	0,9±0,05	22
Стовпчик маточки	2,1±0,02	2,1±0,03	2,2±0,03	2,1±0,03	1,8±0,10	21
Довжина вільної частини тичинки	0,6±0,01	0,5±0,02*	0,6±0,01	0,6±0,01	0,5±0,02	13
Верхня тичинка						
нитка	0,3±0,04	0,4±0,02	0,3±0,02	0,2±0,01	0,3±0,02	31
пиляк	0,3±0,02	0,3±0,01	0,3±0,01	0,3±0,02	0,2±0,02	35
Нижня тичинка						
нитка	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,02	0,2±0,01	30
пиляк	0,1±0,02	0,1±0,002	0,1±0,01	0,1±0,02	0,2±0,03	78
Зів чашечки	0,5±0,03	0,4±0,05	0,4±0,01	0,5±0,02	0,6±0,06	42
Верхня губа чашечки						
довжина	1,1±0,03	1,4±0,01*	1,3±0,01	1,0±0,11	1,1±0,03	12
ширина	0,8±0,02	1,1±0,02*	1,0±0,02*	0,5±0,01	0,7±0,04*	24
Нижня губа чашечки						
довжина	1,2±0,02	1,4±0,02*	1,3±0,02	1,1±0,10	1,2±0,04	11
ширина	0,8±0,01	1,1±0,02*	1,0±0,01*	0,5±0,01	0,7±0,05*	26

Примітка: * — різниця показників щодо контролю вірогідна ($p \leq 0,01$).

параметрів виявив тенденцію до зменшення таких ознак, як довжина стовпчика маточки і вільної частини тичинки, довжина тичинки, у деяких варіантів — ширини нижньої губи чашечки.

Аналіз наявного в колекції різнорідного інтродукційного матеріалу проведено із застосуванням КД. Його низькі значення (3,5–4,3) відображують ступінь подібності (зразки № 2, 9, 14), а високі (5,5–8,6) — відмінності комплексу щодо контролю (зразки № 5, 12, 16, 18, 20, 22). Це дає змогу виявити зразки з різними фенотиповими ознаками у конкретних умовах існування.

Основними характеристиками тичинкового апарату видів роду *Salvia* L. є ступінь редукції рудиментарних нижніх гнізд пиляків, співвідношення довжини тичинкової нитки і зв'язника, особливості зростання тичинок. Згідно з даними Є.В. Байкової, у *Salvia officinalis* фертильні нижні гнізда пиляків зростаються у передній частині, а тичинкова нитка дорівнює за довжиною зв'язнику або трохи коротша [1].

Під час інтродукційного експерименту відзначено негативну реакцію рослин на вплив пізніх весняних заморозків, які припадають на період закладання пуп'янків і

формування квіток, а також значне варіювання показників насінневої продуктивності у зразків. Тому однією з найцінніших біоморфологічних ознак для досліджуваного виду є оцінка реакції рослин на вплив температурного чинника. Враховували наявність нижніх пиляків, які зрослися, і деформацію органів квітки. Всі нижні зрослі пиляки є фертильними.

В умовах інтродукції у нормально розвинутих квіток *Salvia officinalis* довжина тичинкової нитки становить 0,5–0,7 см, зв'язника — 0,4–0,6 см. Окрім зразків без пошкоджень або з незначними пошкодженнями генеративних органів (№ 1, 12, 21, 22), виявлено зразки, в яких генеративні пагони загинули повністю (№ 4). У суцвіттях окремих особин спостерігали наявність невеликих квіток з різними деформаціями органів і нормально розвинених квіток (№ 16, 18), а також квіток зі стерильними пиляками та різними формами редукції зв'язника (№ 6, 9, 10, 11, 19).

У цілому визначено такі типи пошкоджень генеративних органів у *Salvia officinalis*: деформація форми верхньої і нижньої губи віночка, зменшення розміру квітки; нижні гнізда пиляків або всі пиляки стерильні; гнізда нижніх пиляків не зрослися; редукція зв'язника часткова або повна; зменшення довжини тичинкової нитки. Найстійкішими до впливу низьких температур виявилися зразки *Salvia officinalis*, вирощені з насіння місцевої репродукції та отримані з інтродукційних пунктів України, Росії, найчутливішими з ознак — тичинкова нитка, зв'язник і ступінь зростання нижніх пиляків.

Вивчення кількісних параметрів генеративної сфери *Salvia officinalis* в умовах південного сходу України виявило мінливість генеративних ознак (середня і висока внутрішньовидова варіабельність) і зв'язок між нею та насінневою продуктивністю, що, вірогідно, було результатом реакції рослин на несприятливі погодні умови (зниження температури повітря нижче за +5 °С)

у період морфогенезу генеративних органів. Так, кількість ярусів квіток у різних зразків варіювала від 4,8 до 8,9 на суцвіття, у середньому по вибірці — $7,4 \pm 0,2$. Кількість квіток у «напівкільці» варіювала від 3,7 до 7,5 (у середньому — $4,8 \pm 0,2$), кількість квіток з насінням на осі суцвіття — від 24,1 до 61,2 ($46,8 \pm 2,2$), кількість еремів у ценобії — від 1,8 до 3,1 ($2,7 \pm 0,1$).

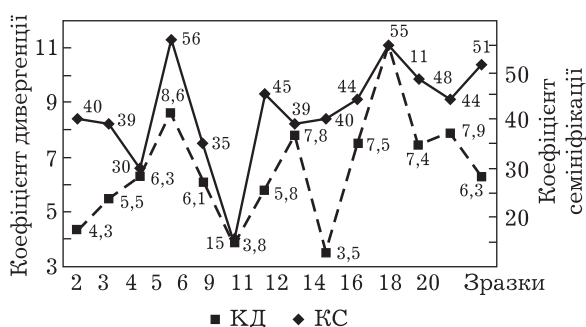
У зв'язку з пошкодженням генеративних пагонів пізніми весняними заморозками дослідження проводили на поодиноких функціонуючих пагонах. Потенційна насіннева продуктивність суцвіття варіювала від 137,6 (№ 10) до 401,6 ерему (№ 6), у середньому — $(283,3 \pm 13,1)$ ерему, фактична насіннева продуктивність — від 40,0 (№ 9) до 188,5 ерему (№ 14), у середньому — $(115,1 \pm 7,6)$ ерему. Коефіцієнт семініфікації (КС) суцвіття мав високий рівень варіабельності — від 14,6 % (№ 9) до 70,3 % (№ 10), у середньому — 42,3 %. Дані зразків місцевої репродукції наближалися до середніх значень показників по вибірці в цілому, що свідчить про стабільність ознак. Найбільшою індивідуальною мінливістю характеризувалися кількісні показники квіток у «напівкільцях», квіток з насінням, еремів у ценобії.

Установлено кореляційні залежності: між кількістю еремів у ценобії і фактичною насінневою продуктивністю ($r = +0,68$), а також КС ($r = +0,76$); між кількістю ярусів квіток на осі суцвіття і потенційною насінневою продуктивністю ($r = +0,58$), а також КС ($r = +0,55$). Рослини зразків місцевої репродукції та зразків, отриманих з інтродукційних пунктів України та Росії, виявили більшу стійкість і здатність до адаптації до несприятливих чинників навколишнього середовища. Їх репродуктивні показники були вищими, а насіннева продуктивність становила 30–50 %. Виявлена залежність між кількістю ярусів квіток на осі суцвіття і КС дає змогу візуально оцінювати репродуктивний потенціал рослин *Salvia officinalis*.

Відзначено, що у зразків з більшою кількістю генеративних показників, які вірогідно відрізнялися від контрольних і мали більші значення КД (6–7), КС перевищував 40–50 %. У більшості варіантів невисокий КД асоціювався з меншою насінневою продуктивністю (рисунок), що підтверджено наявністю кореляційного зв'язку ($r = + 0,66$).

На підставі отриманих даних можна виділити генеративні ознаки, за якими можна спрогнозувати продуктивність зрілого насіння у рослини: довжина нижньої губи віночка, довжина і ширина відгину нижньої губи віночка, ширина нижньої губи чашечки. Збільшення величини цих показників корелює з високою насінневою продуктивністю, незважаючи на деформації тичинкового апарату. Виявлені ознаки, ймовірно, мають певне значення для успішного запилення квіток комахами і підвищення репродукції *S. officinalis*. Такі ознаки, як довжина трубки віночка, діаметр зіву віночка, довжина верхньої губи віночка, довжина відгину верхньої губи віночка, мають більшу стабільність, тому рослини зі збільшеними цими параметрами можна використовувати для селекційного відбору за ознаками «довжина верхньої губи віночка» і «довжина відгину верхньої губи віночка».

Ми поділяємо думку С.А. Мамаєва та ін. про те, що вид є складною поліморфною системою, яка являє собою сукупність географічних рас [7]. Зразки *Salvia officinalis*, вирощені з насіння з різних інтродукційних пунктів, є насінневим потомством екотипів, сформованих і адаптованих до різних еколого-кліматичних умов існування. Згідно з отриманими результатами, в умовах інтродукції на південному сході України вони виявляють фенотипову мінливість вегетативних та генеративних органів, що узгоджується з даними інших авторів [10]. Як стверджує Є.Л. Кордюм, виявлення інформативних відгуків рослин при інтродукції як маркерів їх стійкості дає змогу характеризувати популяції або інші групи



Коефіцієнт дивергенції за комплексом ознак і коефіцієнт семініфікації зразків *Salvia officinalis* L. (№ 2–24)

рослин з високим рівнем внутрішньовидової мінливості, яка є показником їх генетичного різноманіття. Збільшення біорізноманітності пов'язане з добором видів із різних географічних зон і процесом їх адаптивних змін до нових кліматичних умов, тому вивчення внутрішньовидової мінливості популяцій інтродукованих рослин дає змогу виявити закономірності мінливості ознак залежно від біологічних особливостей виду, його екології та інших факторів [5]. Використовуючи зазначені закономірності як маркери стійкості, можна оцінити стан рослини і успішність інтродукції та культивування господарсько-цінних видів у конкретних умовах.

Таким чином, дослідження фенотипової мінливості окремих структурних ознак *Salvia officinalis* на прикладі зразків, отриманих з різних інтродукційних пунктів, виявило високий рівень мінливості вегетативних ознак, невелику мінливість генеративних ознак і репродуктивних показників, що зумовлює різноманітність фенотипових виявів інтродукованих рослин в умовах південного сходу України. Найадаптованішими виявилися зразки, отримані з інтродукційних центрів України, Росії, та місцевої репродукції (№ 5, 18, 24 та ін.). Для них характерні переважно широколанцетна або ланцетна форма листка генеративних пагонів, більші розміри віночка, чашечки, насіннева продуктивність не менше ніж 50%.

На підставі отриманих даних вважаємо, що рослини з довжиною нижньої губи віночка 1,5–2,0 см, довжиною відгину нижньої губи віночка 1,0–1,7 см і шириною — 1,0 см, шириною нижньої губи чашечки близько 1,0 см і довжиною стовпчика маточки 1,7–2,0 см можна вважати перспективними для отримання зрілого насіння. Дослідження функціональних та структурних ознак виявило, що рослини із середньою або високою варіабельністю комплексу генеративних ознак характеризуються більшою репродукційною здатністю. Найчутливішим до впливу низьких температур повітря в зимово-весняний період є тичинковий апарат. Адаптивні вияви рослин *Salvia officinalis*, установлені під час інтродукційних досліджень, полягають у варіюванні рівня індивідуальної і внутрішньовидової мінливості параметрів листової пластинки, окремих генеративних ознак, а також кількісних показників репродуктивної здатності.

1. Байкова Е.В. Биоморфология шалфеев при интродукции в Западной Сибири. — Новосибирск: Б.и., 1996. — 117 с.
2. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. — 1974. — 59, № 6. — С. 826–831.
3. Горлачева З.С., Кустова О.К. Форма і різноманітність листків *Salvia officinalis* L. при інтродукції // Промышленная ботаника. — 2008. — Вып. 8. — С. 186–192.
4. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. — М.: Наука, 1991. — 184 с.
5. Кордюм С.Л. Фенотипічна пластичність у рослин: загальна характеристика, адаптивне значення, можливі механізми, відкриті питання // Укр. ботан. журн. — 2001. — 58, № 2. — С. 141–151.
6. Кутько С.П. Биологические особенности культуры шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.) в Предгорном Крыму: Автореф. дис. канд. биол. наук: спец. 03.00.05 «Ботаника». — Ялта, 2006. — 20 с.

7. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования древесных растений // Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. — 1975. — Вып. 94. — С. 3–24.

8. Скворцов А.К. Внутривидовая изменчивость и новые подходы к интродукции растений // Бюл. ГБС АН СССР. — 1986. — Вып. 140. — С. 18–25.

9. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. — 288 с.

10. Dražić S., Živanović T., Branković D. Variability and phenotypic divergence of sage populations (*Salvia officinalis* L.) on conditions of ex situ conservation // The fifth scientific-research symposium on breeding and seed production (Vrnjačka Banja, Serbia, May 25–28, 2008). Режим доступа: www.dsss.org.rs/abstrakti/zbornik-dsss-en-2008.htm

Рекомендував до друку П.Є. Булах

З.С. Горлачева, О.К. Кустова

Донецкий ботанический сад НАН Украины, Украина, г. Донецк

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ SALVIA OFFICINALIS L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

Исследование изменчивости морфологических признаков *Salvia officinalis* L. выявило высокий уровень изменчивости вегетативных признаков и меньшую изменчивость генеративных признаков и репродуктивных показателей.

Ключевые слова: интродукция, изменчивость, морфологические признаки.

Z.S. Goralcheva, O.K. Kustova

Donetsk Botanical Gardens, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Donetsk

VARIABILITY OF THE MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF SALVIA OFFICINALIS L. UNDER INTRODUCTION

Research of variability of the morphological characters of *Salvia officinalis* L. showed the high level of variability of vegetative characters, low variability of generative characters and reproductive indexes.

Key words: introduction, variability, morphological characters.