

МІНЛИВІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИСТА ЗРАЗКІВ *CAMPANULA TRACHELIUM* L., ВИРОЩЕНИХ З НАСІННЯ РІЗНОГО ГЕОГРАФІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ

І.І. КРОХМАЛЬ, кандидат біологічних наук;
Н.О. КРЯЖ, Л.В. ПОПОВА
Донецький ботанічний сад НАН України, Донецьк

Вступ

Навколишнє середовище чинить суттєвий вплив на рослини. Зростаючи в різних еколого-географічних зонах, вид набуває специфічних рис та підрозділяється на підвиди та географічні раси. Морфологічні зміни в будові вегетативних та генеративних органів таких різновидів найчастіше закріплені на генетичному рівні. При вивченні внутрішньовидової мінливості організмів особлива роль відведена еколого-географічній формі мінливості. Одним з шляхів її вивчення є дослідження біоморфологічних структур інтродуцентів, що вирощені з насіння різних пунктів репродукції в одному еколого-кліматичному районі. Вивчення мінливості морфологічних структур має важливе значення для розкриття механізму адаптації, для прогнозування шляхів добору найбільш адаптованих зразків, для визначення їх адаптивної стратегії до умов регіону інтродукції [3, 4, 8].

Лист, як орган, в якому проходять життєво важливі для рослини процеси, має особливе значення при вивченні закономірностей географічної мінливості. Структура листка є надійною діагностичною ознакою для оцінки взаємовідносин рослин і середовища. Вона формується в результаті реалізації генотипу під впливом конкретних еколого-кліматичних факторів. Рослини, які зростали у певних умовах протягом ряду років, зберігають специфічні риси, характерні для тієї чи іншої еколого-кліматичної зони. Результати вивчення особливостей мінливості вегетативних та генеративних органів, анатомічної будови листка та структури епідермісу зразків *Campanula trachelium* L., вирощених з насіння різного географічного походження, наведено в роботах [5, 6].

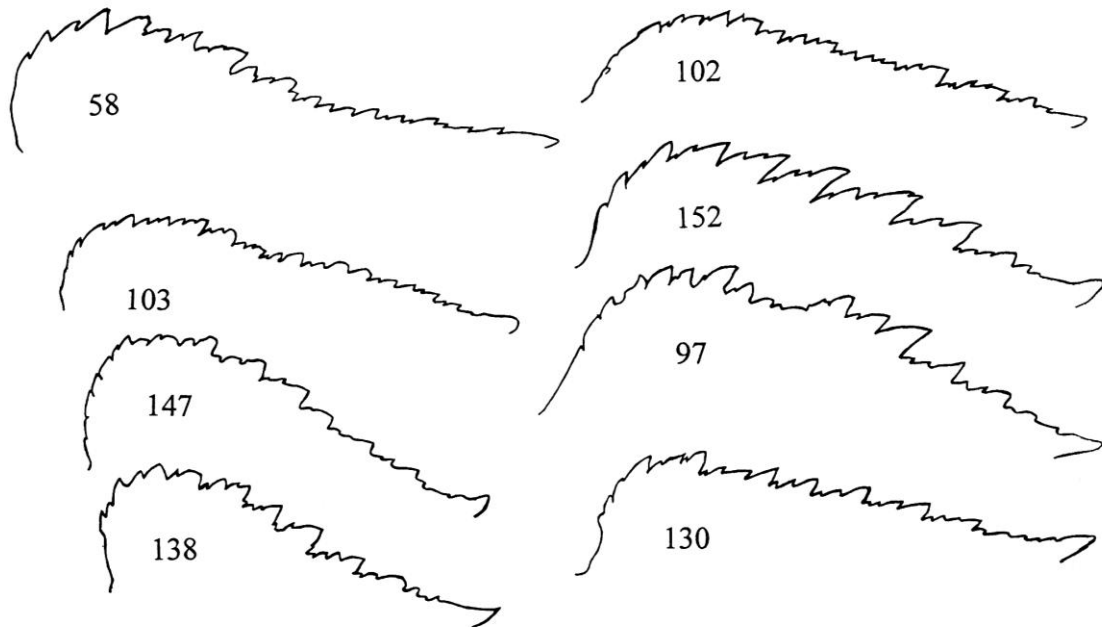
Ціль роботи – встановити морфологічні особливості листка та форму різноманітність зразків *Campanula trachelium* L. (дзвіночка крапиволистого), інтродукованих у Донецькому ботанічному саду НАН України насінням різного географічного походження.

Об'єкти та методи дослідження

C. trachelium – рослина змішаних лісів. Ареал виду – Європейська частина б. СРСР, Алтай, Західна Європа, Північна Африка. Це гемікриптофіт, трав'янистий напіврозетковий полікарпик, ксеромезофіт [10]. Вивчали морфометричні параметри, форму, характер краю та особливості опушення стеблових листків середньої формації 8 зразків *C. trachelium*, вирощених з насіння місцевої репродукції і різного географічного походження (Фінляндія, Німеччина – Берлін та Галле, Англія, Ісландія, Бельгія і Франція). Для визначення кількості трихом на листових пластинках користувалися біокуляром МБС 9 при збільшенні 2 x 14. Повторність вимірів 10-кратна. Підрахунок кількості трихом на поверхні листка проводили в полі зору біокуляру. У результаті порівняльного аналізу кліматичних умов пунктів репродукції насіння *C. trachelium* і Донбасу виявлені значні розходження за зволоженістю, температурним і світловим режимами [7, 9]. Найбільш істотним кліматичним параметром, що відрізняє пункти вихідної інтродукції від клімату Донбасу, є відносна вологість повітря, тому в таблицях пункти вихідної інтродукції розташовані в порядку зростання значень цього показника.

Результати та обговорення

Виявлено, що для зразків *C. trachelium*, вирощених з насіння різного географічного походження, характерна формова різноманітність за формою та краєм листової пластинки. Визначено, що у більшості зразків форма листка яйцеподібна, за винятком зразків донецької, ісландської та німецької (Галле) репродукцій, які характеризуються вузькояйцеподібною формою листка (рис).



Масштаб: 1 : 0,65

Рис. Характер краю листової пластинки зразків *Campanula trachelium* L., отриманих з насіння різного географічного походження

Примітка: № зразка – пункт репродукції насіння, річна відносна вологість повітря пункту репродукції (%): 97 – Донецьк, 30; 147 – Фінляндія, 80; 103 – Німеччина (Берлін), 81; 138 – Англія, 81; 102 – Німеччина (Галле), 81; 58 – Ісландія, 82; 130 – Бельгія, 83; 152 – Франція, 85

Порівняльний аналіз характеру краю листової пластинки зразків *C. trachelium* різної географічної репродукції дозволив виявити, що найбільше виділяється за даною ознакою зразок *C. trachelium* французької репродукції (рис.), який характеризується трипільчастим краєм листка. Городчасто-пільчастий край листка відзначений у двох зразків *C. trachelium* німецької репродукції (Берлін і Галле). Двопільчастим краєм листової пластинки відрізняються зразки *C. trachelium* бельгійської та ісландської репродукцій. Двозубчастий характер краю листової пластинки характерний для зразків англійської і фінляндської репродукцій. Рослини місцевої репродукції характеризуються неоднорідним пільчастим краєм листової пластинки на деяких і двопільчастим на інших ділянках.

Аналіз морфометричних параметрів стеблової листової пластинки зразків *C. trachelium* різної репродукції показав, що зразки місцевої репродукції відрізняються найбільшим значенням індекса листової пластинки ($I_f = 2,49$) і найменшою довжиною черешка (1,00 см). Тоді як дані параметри у інших зразків коливаються в межах 1,74 – 2,25 і 1,16 – 2,81 см відповідно. Виявлено, що фінляндський зразок *C. trachelium* характеризується найменшою довжиною і шириною листка – 8,66 і 4,31 см відповідно.

Довга і широка листкова пластинка (довжина – 13,28 см, ширина – 6,5 см) характерна для зразка *C. trachelium* французького пункту репродукції, що характеризується найбільшою річною відносною вологістю повітря 85%. Найбільша ширина листка 6,72 см характерна для ісландських зразків. Зразки фінляндської репродукції в умовах Донецького ботанічного саду відрізняються найменшими розмірами листкової пластинки: довжина – 8,66 см, ширина – 4,31 см (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники зразків *Campanula trachelium* L., вирощених з насіння різного географічного походження

Пункт репродукції насіння, № зразка/ річна відносна вологість повітря, %	Параметри	Стеблова листкова пластинка середньої формації			
		довжина, см	ширина, см	індекс	довжина черешка, см
97 Донецьк / 30	M±m	12,8±0,1	5,04±0,05	2,49±0,04	1,00±0,03
	CV, %	2,43	3,0	5,16	8,16
147 Фінляндія / 80	M±m	8,66±0,16	4,31±0,05	2,0±0,03	1,16±0,04
	CV, %	6,03	3,65	4,44	12,08
103 Німеччина / 81	M±m	10,36±0,63	5,94±0,28	1,74±0,05	1,93±0,09
	CV, %	19,3	14,92	9,89	14,88
138 Англія / 81	M±m	9,8±0,07	5,16±0,05	1,9±0,01	1,64±0,07
	CV, %	2,28	3,24	1,41	12,64
102 Галле / 81 (Німеччина)	M±m	11,47±0,56	5,09±0,12	2,25±0,09	1,74±0,08
	CV, %	15,41	7,74	12,23	15,13
58 Ісландія / 82	M±m	13,04±0,69	6,72±0,3	1,95±0,07	2,81±0,26
	CV, %	16,67	14,27	11,53	28,79
130 Бельгія / 83	M±m	12,6±0,21	5,75±0,15	2,21±0,09	1,67±0,03
	CV, %	5,38	7,99	13,27	6,2
152 Франція / 85	M±m	13,28±0,17	6,5±0,19	2,07±0,08	1,9±0,07
	CV, %	3,94	9,27	12,21	11,94

Примітка: M±m – середнє арифметичне ± помилка, CV – коефіцієнт варіації, %

Кореляційний аналіз дозволив виявити наявність негативного зв'язку між відносною вологістю повітря пункту репродукції й індексом листкової пластинки ($r = -0,69$) і додатного зв'язку між річною відносною вологістю повітря і довжиною черешка листка ($r = 0,56$).

Поверхня листкової пластинки зразків *C. trachelium* різної репродукції має густе опушення з двох боків. Складено опушення одноклітинними волосками (трихомами). Опушеність являє собою пристосувальний механізм, що часто зустрічається у рослин посушливих місцезростань, і виконує функцію терморегуляції [2]. При наявності густого опушення на поверхні листка утворюються зони підвищеної вологості, що знижують втрати води [1].

Порівняльний аналіз щільності опушення зразків *C. trachelium* різної репродукції дозволив виявити, що листок зразка місцевої репродукції характеризується найбільшою кількістю трихом на вентральному і дорсальному боках листкової пластинки – 18,70 шт. і 43,10 шт. відповідно. Зразки німецької репродукції (Берлін) також відрізняються великою кількістю трихом на дорсальному боці листкової пластинки (43,70 шт.).

У листків зразків *C. trachelium* з більш зволжених пунктів кількість трихом на вентральному боці листової пластинки коливається від 5,30 шт. (англійська репродукція) до 16,70 шт. (ісландська репродукція); на дорсальному боці – від 18,40 шт. (англійська репродукція) до 41,80 шт. (німецька репродукція – Галле).

В залежності від ступеня зволоження пункту репродукції насіння змінюється щільність опушення дорсальної і вентральної боків листка, а також краю листової пластинки. Проведення кореляційного аналізу дозволило виявити наявність негативної кореляції між річною відносною вологістю повітря пунктів репродукції насіння і кількістю трихом на вентральному ($r = -0,59$) і на дорсальному боках листової пластинки ($r = -0,37$), а також позитивний кореляційний зв'язок між відносною вологістю повітря і кількістю трихом по краю листової пластинки біля її основи ($r = 0,71$). Виявлено, що кількість трихом на обох боках листової пластинки найбільша у зразків, вирощених з насіння місцевої репродукції. Утворений трихомами покрив рослин донецької репродукції відбиває частину сонячного проміння і зменшує нагрівання, створює захисний простір біля епідерми, що в сукупності знижує транспірацію і забезпечує адаптивну стратегію даного зразка до аридних умов Донбасу.

Для кожної групи рослин характерна своя сукупність морфологічних і анатомічних ознак, що може розглядатися як адаптаційний потенціал виду, що зростає в аридному середовищі [1]. Отже, листки зразків донецької репродукції відрізняються низькою кількістю продихів у сполученні з великими їх розмірами, що сприяє більш ефективному контролю за втратою води [11, 12], а також мають густе опушення, численні дрібні волоски якого відбивають промені сонця і знижують теплове навантаження. Виявлено, що вірогідно найменша кількість трихом одночасно на двох боках листової пластинки характерна для зразків англійської і бельгійської репродукції (табл. 2).

Вірогідно меншу кількість трихом тільки на вентральному боці листової пластинки у порівнянні з листками рослин донецької репродукції спостерігали у двох зразків німецької репродукції (Берлін, Галле). Більш того, кількість трихом по краю листової пластинки біля її основи вірогідно більша у зразків усіх репродукцій в порівнянні з донецькою (контроль). Виявлено, що кількість трихом по краю листової пластинки в середній її частині вірогідно більша, а на її верхівці вірогідно менша у зразків англійської репродукції (відносна вологість повітря 81%). Фінляндський зразок (відносна вологість повітря 80%) характеризувався вірогідно великою кількістю трихом по краю листової пластинки в порівнянні зі зразком донецької репродукції. Листки рослин французької репродукції, найвологішого пункту (відносна вологість повітря 85%), відрізняються вірогідно меншою кількістю трихом на вентральному боці листової пластинки і вірогідно великою кількістю по краю листка біля його основи.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика опушення листа зразків *Campanula trachelium* L., вирощених з насіння різного географічного походження (кількість трихом, шт.)

Пункт репродукції насіння / річна відносна вологість повітря пункту репродукції, %								CV, %
Донецьк / 30	Фінляндія / 80	Німеччина (Берлін) / 81	Англія / 81	Німеччина (Галле) / 81	Ісландія / 82	Бельгія / 83	Франція / 85	
вентральний бік листової пластинки								
18,70± 1,69	14,80± 1,40	8,60± 1,28***	5,30± 0,37***	9,90± 1,53**	16,70± 1,28	6,00± 1,52***	11,60± 1,37**	40
дорсальний бік листової пластинки								

43,10± 3,76	37,20± 2,40	43,70± 4,60	18,40± 0,72***	41,80± 1,67	35,50± 1,69	28,00± 2,41**	35,70± 2,52	21
по краю листкової пластинки біля основи								
11,10± 0,92	26,10± 1,79***	35,20± 2,21***	20,20± 0,66***	23,00± 1,11***	23,78± 2,22***	31,30± 3,70***	21,60± 2,92**	25
по краю листкової пластинки в середній її частині								
36,40± 2,38	45,00± 1,99*	33,80± 2,98	50,20± 1,59***	34,00± 1,62	23,60± 1,37	39,70± 2,34	39,20± 1,47	33
по краю листкової пластинки на її верхівці								
27,70± 1,46	27,60± 1,56	25,50± 0,91	22,50± 0,75**	25,90±1,21	32,70± 1,78	24,45± 1,30	30,80± 2,33	16

Примітка: різниця порівняно з контролем (Донецьк) вірогідна при $P \geq 0,95$ (*); $P \geq 0,99$ (**); $P \geq 0,999$ (***)

CV – коефіцієнт варіації ознаки, %

Для трьох з вивчених нами ознак опушення, а саме кількості трихом на вентральному і дорсальному боках листкової пластинки, по краю листкової пластинки біля її основи та у середній частині характерний високий ступінь мінливості. Коефіцієнт варіації коливався в межах 21-40%. Найменш мінливою є ознака «кількість трихом по краю листкової пластинки на її верхівці». Коефіцієнт варіації даної ознаки 16%.

Таким чином, встановлена формова різноманітність зразків *C. trachelium*, вирощених у ДБС з насіння різного географічного походження, за формою та краєм стеблового листка. Виявлено, що у більшості зразків яйцеподібні стеблові листки, крім трьох зразків, які мають вузькояйцеподібну форму листка. Край листка зразків *C. trachelium* досить різноманітний: трипільчастий, двопільчастий, двозубчастий, городчасто-пільчастий. Зразок *C. trachelium* донецької репродукції характеризується вузькояйцеподібними листками з короткими черешками, неоднорідним пільчастим і двопільчастим краєм листкової пластинки. Порівняльний аналіз щільності опушення показав, що рослини донецької репродукції найбільш адаптовані до умов Південного Сходу України. Густий покрив з криючих волосків-трихом зразка *C. trachelium* місцевої репродукції знижує транспірацію безпосередньо (сповільнюючи рух повітря на поверхні листка) і побічно (відбиваючи сонячні промені і тим самим знижуючи нагрівання листа), що забезпечує найбільший рівень його адаптації до аридних умов Посушливого Степу. Можна припустити, що в процесі адаптації до аридних умов морфо-анатомічна будова та щільність опушення зразків *C. trachelium* різного географічного походження буде змінюватися вбік збільшення ксероморфних ознак, причому комплекс адаптаційних ознак у різних зразків може бути різним. В результаті кореляційного аналізу виявлено, що зі зменшенням відносної річної вологості повітря пункту репродукції насіння *C. trachelium* зменшується довжина черешка листка та кількість трихом по краю листкової пластинки біля її основи, збільшується індекс листкової пластинки і кількість трихом на вентральному та дорсальному боках листа.

Список літератури

1. Гамалей Ю.В. Анатомія листа у растений пустини Гоби // Ботан. журн. – 1984. – Т. 69, № 5. – С. 569-584.
2. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. – М.: Мир, 1983. – 550 с.
3. Исследование форм внутривидовой изменчивости растений: Сб. науч. раб. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. – 110 с.
4. Кабушева И.Н., Гетко Н.В. Особенности формирования морфо-анатомической

структуры листьев у образцов, выращенных из семян разного географического происхождения // Биол. вест. – 2006. – Т. 10, № 2. – С. 54-58.

5. Кудина Г.А., Павлова М.А., Попова Л.В. Изменчивость анатомического строения листа образцов *Campanula trachelium* L., выращенных из семян разного географического происхождения // Бюл. Никит. ботан. сада. – 2009. – Вып. 98. – С. 57-60.

6. Кудина Г.А., Павлова М.А., Крохмаль И.И. Изменчивость *Campanula trachelium* L. при интродукции в Донбасс // Зб. наук. праць ЛНАУ. Сер. Біол. науки. – 2009. – № 98. – С. 60-65.

7. Лебедев А.Н. Климатический справочник Западной Европы. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 645 с.

8. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. – С. 3-14.

9. Природа Украинской ССР. Климат. – К.: Наук. думка, 1981. – 321 с.

10. Флора СССР: В 30 т. – М.; Л.: АН СССР, 1957. – Т. 24. – 501 с.

11. Bissing D.R. Evolution of leaf architecture in the chaparral species *Fremontodendron californicum* ssp. *californicum* (Sterculiaceae) // Amer. J. Bot. – 1982. – Vol. 69, № 6. – P. 957-972.

12. Water movements in the soil-poplar-atmosphere system / Ceulemans R., Impens J., Lemeur R., Moermans R., Samsuddin Z. // Oecol. Plant. – 1978. – Vol. 13, № 1. – P. 1-12.

Рекомендовано к печати к.б.н. Губановой Т.Б.