

<https://doi.org/10.15407/frg2020.05.449>

УДК 581.1

ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН РОДУ *CLEMATIS* L.

І.Б. КОВАЛИШИН

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17
e-mail: Iryna_B_Kovalyshyn@ukr.net

Ломиноси є лікарськими рослинами й перспективною культурою для впровадження в урбофітоценози. Для забезпечення оптимальних умов їх вирощування необхідно враховувати екологічні потреби рослин, ключовою серед яких є вологозабезпечення. Дослідження проводили з культиварами і видами ломиносів: *Clematis alpina* 'Pamela Jackman', *C. macropetala* 'Maidwell Hall', *C. integrifolia* 'Aljonushka', *C. ispanhanica* 'Zvezdograd', *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. texensis* 'Princess Diana', *C. tibetana*, *C. viticella*, *C. heracleifolia*. Екологічні особливості досліджених рослин зумовлюють відмінності в анатомічній будові тканин і перебігу фізіологічних процесів. Найменший вміст сухої речовини у листках виявлено у *C. alpina* 'Pamela Jackman' (16,3 %) і *C. macropetala* 'Maidwell Hall' (18,3 %), що вказує на їх потенційно найнижчу посухостійкість. Найвищим цей показник був у *C. heracleifolia* (27,5 %) і *C. integrifolia* 'Aljonushka' (23,4 %), що характеризує рослини зазначеного виду і культивара як найбільш посухостійкі серед досліджених. Визначено функцію, яка описує процес в'янення зрізаних листків за температури 60 °C: $f(x) = y_0 + ae^{-bx}$. Встановлено достовірний кореляційний зв'язок між параметром y_0 і показниками маси сухої речовини (0,99), води (0,86) в листках та їхньою масою до висушування (0,91); параметром a й показниками маси листків до в'янення (0,99), вмісту в них води (1,00) та сухої речовини (0,83), а також між щільністю (0,86) та площею продихів (0,81) на адаксіальній поверхні листків. Параметр b корелює зі значеннями показників маси сухої речовини (–0,75), її часткою від загальної маси листка (–0,84), з часткою води (0,83), шириною клітин губчастого мезофілу (0,76). Особливості анатомічної будови та перебігу процесу втрати води листками досліджених ломиносів вказують на відмінність у їх потенційній посухостійкості. Отримані результати дають змогу обирати оптимальні умови для вирощування досліджених видів рослин роду *Clematis*, планувати додаткові заходи догляду.

Ключові слова: ломиноси, посухостійкість, динаміка в'янення, анатомічна будова листка, маса сухої речовини.

Рід *Clematis* — один із найпоширеніших у родині Ranunculaceae [1]. Його видові представники зростають у 28 флористичних областях на всіх континентах земної кулі (крім Антарктиди) [2–6]. Перші згадки про культивування рослин роду *Clematis* у Західній Європі датуються

XVI ст. [2]. Унаслідок тривалої інтродукції та селекції широкий асортимент ломиносів зростає в ботанічних садах, на присадибних ділянках по всій території України. Крім декоративності цінність ломиносів зумовлена вмістом у них біологічно активних речовин (тритерпенові сапоніни, алкалоїди, флавоноїди, стероїди, кумарини та ін.), що їх використовують у сучасній фармакології у складі препаратів знеболювальної, протизапальної, протиракової, гепатопротекторної, сечогінної, протиартритної дії [8–12].

Актуальність дослідження посухостійкості рослин упродовж тривалого часу зростає. Стійка тенденція до зміни клімату через антропогенне збільшення концентрації CO₂ у повітрі призводить до підвищення температури, зміни й розподілу кількості опадів по земній поверхні, що, у свою чергу, впливає на функціонування екосистем [13]. У зв'язку з цим серед завдань науковців у галузі рослинництва чільні місця посідають дослідження фізіологічних реакцій рослин на зміни довкілля й ефективне використання генетичного та симбіотичного потенціалу в комплексі з системою добрив і технологічних елементів [14, 15].

Зважаючи на перспективність культури ломиносів, актуально створити для рослин оптимальні видоспецифічні умови вирощування, серед яких вологозабезпечення є ключовим.

Вода має вирішальне значення в поширенні рослинного покриву по земній поверхні. Це пов'язано з її фізіологічним значенням у рості та розвитку рослин, у тому числі фотосинтезі та інших біохімічних процесах, таких як синтез енергетичних еквівалентів і нових тканин. Для характеристики особливостей розвитку рослин важливе значення має розуміння їх потреб у воді, а також наслідків недостатнього вологозабезпечення. За дефіциту води в рослині спрацьовують захисні механізми на фізіологічному, біохімічному й молекулярному рівнях. Фізіологічна реакція пов'язана з розпізнаванням стресу кореневою системою, зміною тургору й водного потенціалу листків, внаслідок чого зменшуються провідність продохів, внутрішня концентрація CO₂ та фотосинтетична активність. У біохімічному плані знижуються фотохімічна активність фотосинтезу, активність ферменту РБФК/О та відбувається накопичення вторинних метаболітів, пов'язаних зі стресом (наприклад, глутатіону, поліамінів). На молекулярному рівні активується низка генів, експресованих в умовах стресу, наприклад гени, пов'язані з біосинтезом абсцизової кислоти і синтезом специфічних білків [16–18]. Ці чинники знижують провідність продохів і, як наслідок, фотосинтетичну активність, що ослаблює синтез білків і клітинних стінок і знижує швидкість росту клітин. За перебігу цих реакцій в умовах дефіциту води сповільнюється ріст рослин [16]. У зв'язку з цим дослідження особливостей водного обміну є важливим етапом упровадження рослин у культуру та формування урбофітоценозів.

Мікроморфологічна будова рослинних тканин зумовлена їх екологічними особливостями. Так, мезоморфна організація листка передбачає великі епідермальні клітини зі звивистими антиклінальними стінками, чітко диференційований мезофіл (щільний стовпчастий і

пухкий губчастий). Товстостінковий дрібноклітинний епідерміс, добре розвинена кутикула, занурені продири й опушеність листків характерні для посухостійких рослин [16, 18].

Рослини роду *Clematis* зростають у лісах, степах, на гірських схилах і навіть у піщаних дюнах серед пустель. Пристосованість до умов зростання в екологічних нішах відбита в особливостях фізіологічних процесів і будові тканин ломиносів [19–21].

Метою роботи було встановлення зв'язку між процесом втрати води листками під час висушування і морфометричними показниками клітин листової пластинки, а також виявлення відмінностей у водному режимі досліджуваних рослин для їх використання в урбофітоценозах відповідно до біологічних особливостей ломиносів.

Методика

У дослідах використано такі культивари і види ломиносів: *Clematis alpina* 'Pamela Jackman', *C. macropetala* 'Maidwell Hall', *C. integrifolia* 'Aljonushka', *C. ispanica* 'Zvezdograd', *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. texensis* 'Princess Diana', *C. tibetana*, *C. viticella* та *C. heracleifolia*. За життєвими формами досліджувані рослини належать до ліан (*C. alpina* 'Pamela Jackman', *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. viticella*, *C. macropetala* 'Maidwell Hall', *C. ispanica* 'Zvezdograd', *C. tibetana*, *C. texensis* 'Princess Diana') і напівчагарників (*C. heracleifolia*, *C. integrifolia* 'Aljonushka') [2].

У листках досліджуваних рослин визначали вміст води і сухої речовини. Для цього листки попередньо зважували і вміщували в сушильну шафу, де за температури 60 °С їх утримували впродовж 4 год. Після кожної години сушіння матеріал зважували.

Для отримання абсолютно сухої речовини й визначення кількості зв'язаної води в листках температуру підвищували до 105 °С. Матеріал висушували протягом 3 год до набуття зразками сталої маси [16, 17]. Загальну кількість води обчислювали за формулою

$$A = \frac{100 (b - e)}{b - a},$$

де A — частка води у листку, %; a — маса бюкса, г; b — маса бюкса із сирію наважкою, г; e — маса бюкса із сухою наважкою, г; $b - a$ — маса сирію наважки; $b - e$ — маса води в наважці [16].

Особливості будови епідермісу листків представників групи дрібноквіткових ломиносів визначали за епідермальними відбитками абаксіального й адаксіального боків зрілих листків [18].

Для дослідження анатомічної будови листка виготовляли постійні препарати. Для цього листові висічки фіксували в реактиві Чемберлена, до складу якого входили 60 %-й етанол (90 %), формалін (5 %) та оцтова кислота (5 %). Зафіксовані препарати спочатку переносили у 70 %-й етанол, потім у 80, 90 і 96 %-й. Після такої обробки висічки заливали парафіном і утримували в термостаті за температури 56,4 °С для витіснення повітря. Далі форми з висічками, залитими парафіном, охолоджували. Після видалення надлишкового

парафіну блок із висічкою листка нарізали на пластинки завтовшки 10 мкм, які розміщували на предметних скельцях. Для відмивання препаратів від парафіну предметні скельця послідовно занурювали в ксилол, бутанол, етанол і воду, після чого фарбували, вкривали канадським бальзамом і накривали покривними скельцями. Для дослідження кутикули листків використовували нативні препарати [18].

Листки для дослідження відбирали в другу декаду червня із середньої частини пагона. Їх площу, а також морфологічні показники тканин і клітин листових пластинок визначали за допомогою програмного забезпечення Image Pro Premier 9.1 (США).

Отримані дані з елементами моделювання оброблено статистично за загальноприйнятими методиками [21] за допомогою програмного забезпечення MS Excel, Statistica 6.0, SigmaPlot.

Результати та обговорення

Зважаючи на особливості міських фітоценозів, посухостійкість рослин є ключовим показником для оцінювання доцільності їх культивування. Для порівняння досліджуваних ломиносів за цією ознакою ми аналізували обводненість їхніх листових пластинок.

Співвідношення води і сухої речовини в листках досліджених ломиносів ілюструє рис. 1. Найбільшу питому масу листової пластинки мали *C. ispahonica* 'Zvezdograd' ($4,10 \pm 0,26$ г/дм²), найменшу — *C. viticella* ($1,73 \pm 0,01$ г/дм²). У більшості досліджених ломиносів цей показник знаходився в межах 2,0–2,6 г/дм².

Для порівняння обводненості листків ломиносів розраховували частку маси сухої речовини і води в листових пластинках. Вміст сухої речовини в асиміляційних органах дослідних рослин прямо корелював із вмістом зв'язаної води. Отже, висока частка сухої ре-

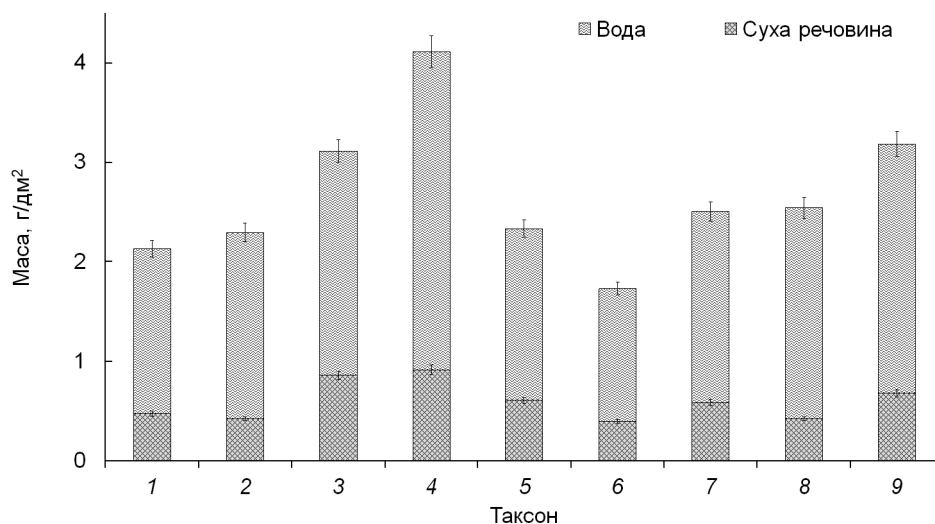


Рис. 1. Вміст води та сухої речовини в листках ломиносів:

1 — *C. texensis* 'Princess Diana'; 2 — *C. macropetala* 'Maidwell Hall'; 3 — *C. heracleifolia*; 4 — *C. ispahonica* 'Zvezdograd'; 5 — *C. integrifolia* 'Aljonushka'; 6 — *C. viticella*; 7 — *C. fargesii* 'Paul Farges'; 8 — *C. alpina* 'Pamela Jackman'; 9 — *C. tibetana*

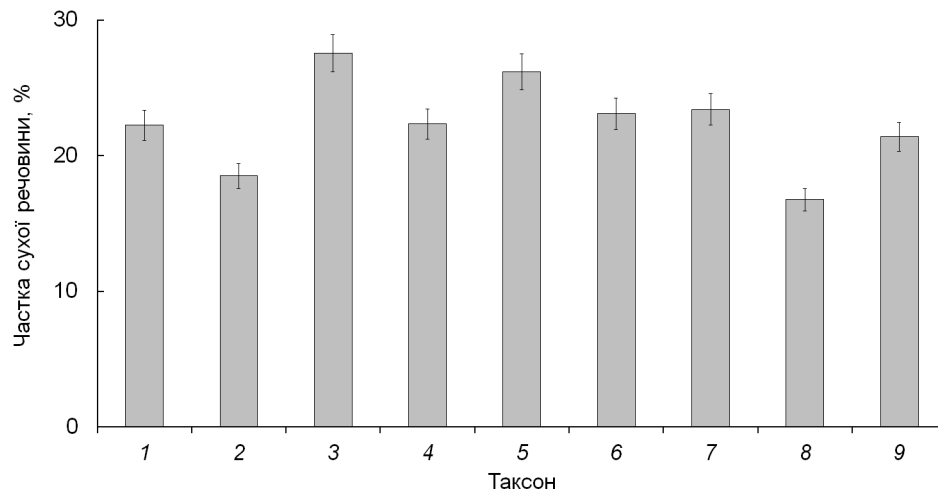


Рис. 2. Частка сухої речовини у листках ломиносів:

1 — *C. texensis* 'Princess Diana'; 2 — *C. macropetala* 'Maidwell Hall'; 3 — *C. heracleifolia*; 4 — *C. ispanhanica* 'Zvezdograd'; 5 — *C. integrifolia* 'Aljonushka'; 6 — *C. viticella*; 7 — *C. fargesii* 'Paul Farges'; 8 — *C. alpina* 'Pamela Jackman'; 9 — *C. tibetana*

човини в листках є ознакою їхньої потенційної посухостійкості (рис. 2).

Отримані експериментальні дані характеризують обводненість листових пластинок і відмінність між дослідними рослинами за цією ознакою. Найнижчий вміст сухої речовини в листках як ознака потенційно невисокої посухостійкості притаманний культиварам *C. alpina* 'Pamela Jackman' (16,3 %) і *C. macropetala* 'Maidwell Hall' (18,3 %). Найнижчу обводненість листків і відповідно найвищий серед досліджених рослин вміст у них сухої речовини виявлено в *C. heracleifolia* (27,5 %) і *C. integrifolia* 'Aljonushka' (26,2 %).

Для виявлення особливостей процесу втрати води листками зразки зважували після кожної години прогріву (табл. 1). Встановлено різку втрату маси протягом першої години висушування за температури +60 °C листками *C. macropetala* 'Maidwell Hall', *C. alpina* 'Pamela Jackman', *C. ispanhanica* 'Zvezdograd', *C. tibetana*. Зразки листків досліджених рослин, витриманих протягом 4 год за температури +60 °C, втрачали в середньому 98,9 % загального вмісту води. За температури +105 °C найбільше води від загального її вмісту випарувалось зі зразків *C. heracleifolia* та *C. integrifolia* 'Aljonushka' (відповідно 1,7 і 1,4 %). Це вказує на порівняно більшу водоутримувальну здатність рослин згаданих таксонів і характеризує їх як потенційно найбільш посухостійкі серед досліджених ломиносів.

За програмою SigmaPlot 12.0 обчислено залежність маси рослинних зразків від часу висушування за температури +60 °C і виражено її степеневу функцією

$$f(x) = y_0 + ae^{-bx},$$

де a , b , y_0 — параметри функції.

Значення параметрів функції та коефіцієнтів детермінації для досліджених рослин наведено в табл. 2.

ТАБЛИЦЯ 1. Результати висушування листкових пластинок видів і культиварів ляміносів

Вид, культивар	Площа листка, мм ²	Питома маса зразка, г/дм ²												
		Початкова	Після висушування в термостаті за температури, °С						Тривалість висушування, год					
			60		105		105		1		2		3	
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3		
<i>C. texensis</i> 'Princess Diana'	12431,3±620,2	2,132±0,103	0,728±0,035	0,501±0,025	0,488±0,024	0,488±0,031	0,476±0,023	0,476±0,023	0,476±0,023	0,474±0,022				
<i>C. macropetala</i> 'Maidwell Hall'	5514,0±275,1	2,293±0,082	0,631±0,023	0,445±0,014	0,433±0,014	0,433±0,015	0,428±0,015	0,424±0,013	0,423±0,016					
<i>C. heracleifolia</i>	18095,3±903,6	3,116±0,142	1,807±0,075	1,047±0,052	0,908±0,045	0,898±0,043	0,865±0,038	0,862±0,039	0,858±0,043					
<i>C. ispanica</i> 'Zvezdograd'	2406,3±69,6	4,103±0,204	2,016±0,099	1,062±0,047	0,958±0,044	0,955±0,045	0,926±0,046	0,922±0,043	0,916±0,043					
<i>C. integrifolia</i> 'Aljonushka'	1837,8±86,3	2,319±0,112	1,144±0,051	0,648±0,024	0,630±0,028	0,614±0,030	0,607±0,026	0,589±0,030	0,589±0,030					
<i>C. viticella</i>	7977,9±384,4	1,726±0,013	0,760±0,037	0,420±0,006	0,406±0,007	0,406±0,007	0,398±0,010	0,395±0,008	0,395±0,008					
<i>C. fargesii</i> 'Paul Farges'	12052,1±582,0	2,509±0,119	1,078±0,050	0,651±0,030	0,609±0,031	0,608±0,030	0,590±0,029	0,589±0,029	0,587±0,028					
<i>C. alpina</i> 'Pamela Jackman'	2157,3±106,2	2,532±0,064	0,731±0,036	0,467±0,023	0,450±0,022	0,433±0,022	0,429±0,020	0,424±0,021	0,418±0,021					
<i>C. vibexana</i>	5326,2±260,3	3,177±0,112	1,249±0,060	0,750±0,037	0,703±0,034	0,705±0,035	0,684±0,034	0,680±0,026	0,677±0,033					
НІР _{0,05}	967,8	0,249	0,120	0,067	0,064	0,066	0,062	0,059	0,063					

ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН РОДУ *CLEMATIS* L.ТАБЛИЦЯ 2. Показники втрати вологи зразками листків ломиносів (параметри функції залежності маси від тривалості висушування за температури 60 °C, $f(x) = y_0 + ae^{-bx}$)

Вид, культивар	Параметр функції			R^2
	y_0	a	b	
<i>C. texensis</i> `Princess Diana`	0,480	1,653	1,912	0,9998
<i>C. macropetala</i> `Maidwell Hall`	0,429	1,864	2,229	1,0000
<i>C. heracleifolia</i>	0,772	2,360	0,906	0,9870
<i>C. isphanica</i> `Zvezdograd`	0,841	3,275	1,100	0,9956
<i>C. integrifolia</i> `Aljonushka`	0,567	1,758	1,191	0,9954
<i>C. viticella</i>	0,375	1,354	1,323	0,9970
<i>C. fargesii</i> `Paul Farges`	0,577	1,935	1,391	0,9988
<i>C. alpina</i> `Pamela Jackman`	0,435	2,098	1,963	1,0000
<i>C. tibetana</i>	0,673	2,507	1,504	0,9992

Примітка. R^2 — коефіцієнт детермінації; e — число Ейлера ($e = 2,718$).

Коефіцієнти детермінації в межах 0,987—1,000 означають, що запропонована функція досить точно описує динаміку процесу.

Також нами досліджено біометричні показники тканин листових пластинок ломиносів (табл. 3). Листкові пластинки ломиносів мають дорзовентральну будову і продиховий апарат аномоцитного типу. Для більшості досліджених рослин характерна гіпостоматична структура листків (у *C. integrifolia* `Aljonushka` трапляються поодинокі продихи на адаксіальній поверхні). Однак у *C. isphanica* `Zvezdograd` і *C. tibetana* листки амфістоматичні, що передбачає наявність продихів на абаксіальній та адаксіальній поверхнях листка.

За допомогою кореляційного аналізу виявлено зв'язок параметрів функції залежності маси зразків від тривалості дії температури +60 °C із вмістом води, сухої речовини в листках та анатомічними ознаками листових пластинок. Достовірність коефіцієнтів кореляції оцінено методом Фішера. Коефіцієнти, що перевищували критичне значення рангової кореляції ($c_5 = 0,68$), наведено в табл. 4.

За результатами аналізу встановлено, що динаміка втрати води листками досліджених рослин під час висушування в лабораторних умовах окрім показників вмісту в них води і сухої речовини залежить від особливостей будови продихового апарату та розміру клітин губчастого мезофілу. Виявлені відмінності в перебігу цього процесу й анатомічній будові листових тканин вказують на відмінності у водоутримувальній здатності та потребі вологи забезпечення досліджених рослин.

За частками сухої речовини і зв'язаної води серед досліджених ломиносів виокремлено групу потенційно посухостійких рослин, до яких належать *C. heracleifolia*, *C. integrifolia* `Aljonushka`. Листкові пластинки інших досліджених ломиносів містять більше загальної води,

ТАБЛИЦЯ 3. Морфометричні характеристики тканин листкових пластинок лемноство, мкм

<i>C. texensis</i> 'Princess Diana'	<i>C. macropectala</i> 'Maidwell Hall'	<i>C. heracleifolia</i>	<i>C. ispathanica</i> 'Zvezdograd'	<i>C. integrifolia</i> 'Aljonushka'	<i>C. viticella</i>	<i>C. fargesii</i> 'Paul Farges'	<i>C. alpina</i> 'Pamela Jackman'	<i>C. tibetana</i>
1,83±0,13	1,49±0,09	1,70±0,14	1,82±0,08	2,33±0,12	1,61±0,08	0,94±0,05	0,90±0,08	5,27±0,35
21,42±0,68	27,73±1,22	21,67±1,11	24,54±0,48	23,92±0,63	12,68±0,77	22,64±0,83	24,87±1,07	24,60±1,54
23,78±0,82	39,34±1,14	44,29±1,95	42,50±1,75	28,74±0,77	33,36±1,38	43,02±1,03	25,37±0,78	49,85±1,51
15,06±0,47	18,68±0,78	13,38±0,60	17,89±0,73	14,71±0,50	12,66±0,46	14,31±0,52	19,38±0,76	16,06±1,03
19,76±1,12	27,71±1,56	17,57±1,22	19,93±1,20	17,15±0,63	15,56±0,68	20,52±1,19	21,06±0,75	17,78±0,73
32,77±2,34	45,13±3,91	29,96±1,65	30,25±1,79	24,59±1,44	30,03±2,17	23,24±1,25	46,94±2,26	27,99±0,97
17,44±0,78	22,82±0,80	17,96±0,82	24,41±0,96	19,51±1,03	13,14±0,58	17,72±0,83	23,14±1,34	26,09±1,04
22,5±1,0	11,9±0,6	14,8±0,7	39,3±1,8	47,8±2,1	24,5±1,2	38,4±1,7	18,9±0,6	15,0±0,7
—	—	—	27,0±1,3	—	—	—	—	7,4±0,35
2981,1±62,8	5415,9±121,5	3553±70,0	4496,4±106,6	3394,5±85,6	3705,9±80,2	4236,6±57,4	4010,9±86,5	3748,5±53,8
—	—	—	3277,1±66,5	—	—	—	—	3206,6±102,1

ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ РОСЛИН РОДУ *CLEMATIS* L.ТАБЛИЦЯ 4. Кореляційні зв'язки між параметрами функції залежності питомої маси листкових пластинок лозинців від тривалості дії температури +60 °C ($f(x) = y_0 + ae^{-bx}$) та ознаками водного режиму листків

Параметр	Варіаційний ряд	<i>r</i>	<i>z</i>	<i>t</i>
	Ознака листкової пластинки			
<i>y</i> ₀	Початкова маса	0,91	1,55	3,79
	Маса сухої речовини	0,99	2,85	6,97
	Маса води	0,86	1,21	2,95
<i>a</i>	Початкова маса	0,99	2,89	7,08
	Маса сухої речовини	0,83	1,19	2,92
	Маса води	1,00	3,43	8,39
	Щільність продихів на адаксіальній поверхні	0,86	1,28	3,15
	Площа продихів на адаксіальній поверхні	0,81	1,16	2,73
<i>b</i>	Маса сухої речовини	-0,75	-0,97	2,38
	Частка сухої речовини, %	-0,84	-1,21	2,96
	Частка води, %	0,83	1,19	2,92
	Ширина клітин губчастого мезофілу	0,76	0,99	2,42

Примітка. *t* – критерій Стюдента (стандартне значення $t_{st} = 2,37$, похибка репрезентативності коефіцієнта кореляції $m_z = 0,408$ за рівня значущості 0,05); *r* – коефіцієнт кореляції, *z* – коефіцієнт кореляції після *z*-перетворення Фішера.

99,1 % якої випаровується за впливу температури +60 °C. Ці рослини потребують оптимізації режиму водозабезпечення відповідно до своїх біологічних потреб та займаної екологічної ніші для створення оптимальних умов вирощування.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Tamura M. Ranunculaceae. The Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants-Dicotyledons. Vol. 2. Berlin: Springer, 1993. P. 563–583.
2. Troomey M., Leeds E. An Illustrated Encyclopedia of Clematis. London: Timber Press, 2001. 426 p.
3. Walter H. Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere. New York: Springer Science & Business Media, 2012. 275 p.
4. Zhang H.-X., Zhang M.-L., Sanderson S.C. Retreating or Standing: Responses of Forest Species and Steppe Species to Climate Change in Arid Eastern Central Asia. *PLoS One*. 2013. N 8 (4). P. e61954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061954>
5. Komatsu S. Plant Proteomic Research 2.0: Trends and Perspectives. *Int. J. Mol. Sci.* 2019. **20** (10). P. 2495. <https://doi.org/10.3390/ijms20102495>
6. Moon A.R., Han J.E., Lee B.Y., Park J.M., Jang C.G. An Unrecorded Species of Genus *Clematis* (Ranunculaceae) from Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. 2013. **6**, N 4. P. 415–418. <http://dx.doi.org/10.7229/jkn.2013.6.4.00415>
7. Grey-Wilson Ch. Clematis: The Genus: A Guide for Gardeners, Horticulturists and Botanists. London: Batsford, 2002. 219 p.
8. Chawla R., Kumar S., Sharma A. Pharmacognostic Standardization of *Clematis erecta* Linn. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2012. **4**, Is 1. P. 482–487.
9. Chawla R., Kumar S., Sharma A. The genus *Clematis* (Ranunculaceae): Chemical and pharmacological perspectives. *Journal of Ethnopharmacology*. 2012. **143**. P. 116–150. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.014>

10. Karimi E., Ghorbani Nohooji M., Habibi M., Ebrahimi M., Mehrafarin A., Khalighi-Sigaroodi F. Antioxidant potential assessment of phenolic and flavonoid rich fractions of *Clematis orientalis* and *Clematis ispahanica* (Ranunculaceae). *Formerly Natural Product Letters*. 2018. **32** (16). P. 1991–1995. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1359171>
11. Naika H.R., Bhavana S., Lingaraju K., Silva J.A. T., Krishna V. Antiproliferative, antioxidant and hepatoprotective activities of *Clematis gouriana* Roxb. Extracts. *Proceedings of the National Academy of Sciences. India*. 2019. **89** (3). P. 921–929. <https://doi.org/10.1007/s40011-018-1008-7>
12. Mostafa M., Ahmed S., Afolayan A.J. Antioxidant Activity of *Clematis brachiata* Thunb. Leaf. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*. 2018. **53** (3). P. 185. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v53i3.38264>
13. Моргун В.В., Киризий Д.А., Шадчина Т.М. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2010. **42**, № 1. С. 3–22.
14. Моргун В.В., Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Зв'язок реакції фотосинтетичних показників і зернової продуктивності на ґрунтову посуху в контрастних за стійкістю сортів озимої пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2016. **48**, № 5. С. 371–381. <https://doi.org/10.15407/frg2016.05.371>
15. Кондратюк Ю.Ю., Рибаченко О.Р., Маменко П.М., Коць С.Я. Вплив посухи на вміст розчинного білка в коренях сої, інокульованої штамми *Bradyrhizobium japonicum* з різними симбіотичними властивостями. *Физиология растений и генетика*. 2015. **47**, № 4. С. 361–366.
16. Chavarría G., dos Santos H.P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. *Advances in Selected Plant Physiology Aspects*. London: IntechOpen, 2012. P. 105–132. <https://doi.org/10.5772/33478>
17. Reynolds M.P., Pask A.J.D., Mullan D.M. Physiological breeding I: interdisciplinary approaches to improve crop adaptation. Mexico: CIMMYT, 2012. 174 p.
18. Koelling C. *Plant Anatomy, Morphology and Physiology*. New York: Syrawood Publishing House, 2016. 273 p.
19. Javed A., Ahmad M., Zafar M., Sultana S., Khan M. A., Arshad M. Palyno-Anatomical Studies of *Clematis* L. (Ranunculaceae) from Poonch Valley Ajk, Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2012. **22** (4). P. 1173–1176.
20. Li M., He J., Zhao Z., Lyu R., Yao M., Cheng J., Xie L. Predictive modelling of the distribution of *Clematis* sect. *Fruticella* s. str. under climate change reveals a range expansion during the Last Glacial Maximum. *Peer J*. 2020. **8**. P. e8729. <https://doi.org/10.7717/peerj.8729>
21. Yang Y., Guo X., Wang K.L., Liu Q.H., Liu Q.C. Anther and ovule development in *Clematis terniflora* var. *mandshurica* (Ranunculaceae). *Flora*. 2019. **253**. P. 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.03.008>
22. Systat Software Inc. *SigmaPlot 12: User's Guide*. 2010. Systat Software Incorporated. 781 p.

Отримано 12.05.2020

REFERENCES

1. Tamura, M. (1993). Ranunculaceae. In *The Families and Genera of Vascular Plants. Flowering Plants Dicotyledons*. Berlin: Springer 2, pp. 563-583.
2. Troomey, M. & Leeds, E. (2001). *An Illustrated Encyclopedia of Clematis*. London: Timber Press.
3. Walter, H. (2012). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere*. New York: Springer Science & Business Media.
4. Zhang, H.-X., Zhang, M.-L. & Sanderson, S.C. (2013). Retreating or Standing: Responses of Forest Species and Steppe Species to Climate Change in Arid Eastern Central Asia. *PLoS One*, 8 (4), p. e61954. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061954>

5. Komatsu, S. (2019). Plant Proteomic Research 2.0: Trends and Perspectives. *Int. J. Mol. Sci.*, 20 (10), p. 2495. <https://doi.org/10.3390/ijms20102495>
6. Moon, A.R., Han, J.E., Lee, B.Y., Park, J.M. & Jang, C.G. (2013). An Unrecorded Species of Genus *Clematis* (Ranunculaceae) from Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 6 (4), pp. 415-418. <http://dx.doi.org/10.7229/jkn.2013.6.4.00415>
7. Grey-Wilson, Ch. (2002). *Clematis: The Genus: A Guide for Gardeners, Horticulturists and Botanists*. London: Batsford.
8. Chawla, R., Kumar, S. & Sharma, A. (2012). Pharmacognostic Standardization of *Clematis erecta* Linn. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4 (1), pp. 482-487.
9. Chawla, R., Kumar, S. & Sharma, A. (2012). The genus *Clematis* (Ranunculaceae): Chemical and pharmacological perspectives. *Journal of Ethnopharmacology*, 143, pp. 116-150. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.014>
10. Karimi, E., Ghorbani Nohooji, M., Habibi, M., Ebrahimi, M., Mehrafarin, A. & Khalighi-Sigaroodi, F. (2018). Antioxidant potential assessment of phenolic and flavonoid rich fractions of *Clematis orientalis* and *Clematis ispanhanica* (Ranunculaceae). *Natural product research*, 32 (16), pp. 1991-1995. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1359171>
11. Naika, H.R., Bhavana, S., Lingaraju, K., da Silva, J.A.T. & Krishna, V. (2019). Antiproliferative, Antioxidant and Hepatoprotective Activities of *Clematis gouriana* Roxb. Extracts. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 89 (3), pp. 921-929. <https://doi.org/10.1007/s40011-018-1008-7>
12. Mostafa, M., Ahmed, S. & Afolayan, A.J. (2018). Antioxidant activity of *Clematis brachiata* Thunb. leaf. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 53 (3), pp. 185-190. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v53i3.38264>
13. Morgun, V.V., Kiriziy, D.A. & Shadchina, T.M. (2010). Ecophysiological and genetical aspects of crops adaptation to global climate changes. *Fiziologiya i biokhimiya kult. rasteniy*, 42 (1), pp. 3-22 [in Russian].
14. Morgun, V.V., Stasyk, O.O., Kiriziy, D.A. & Pryadkina, G.O. (2016). Relations between reactions of photosynthetic traits and grain productivity on soil drought in winter wheat varieties contrasting in their tolerance. *Fiziol. rast. genet.*, 48 (5), pp. 371-381. <https://doi.org/10.15407/frg2016.05.371> [in Ukrainian].
15. Kondratyuk, Yu.Yu., Rybachenko, O.R., Mamenko, P.M. & Kots, S.Ya. (2015). The influence of drought on the protein content of soebean roots under inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* strains with different effectiveness. *Fiziol. rast. genet.*, 47 (4), pp. 361-366 [in Ukrainian].
16. Chavarria, G. & dos Santos, H.P. (2012). Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. *Advances in Selected Plant Physiology Aspects*. London: IntechOpen, pp. 105-132. <https://doi.org/10.5772/33478>
17. Reynolds, M.P., Pask, A.J.D. & Mullan, D.M. (Eds.) (2012). *Physiological Breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
18. Koelling, C. (2016). *Plant Anatomy, Morphology and Physiology*. New York: Syraewood Publishing House.
19. Javed, A., Ahmad, M., Zafar, M., Sultana, S., Khan, M.A. & Arshad, M. (2012). Palyno-Anatomical Studies of *Clematis* L. (Ranunculaceae) from Poonch Valley Ajk, Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22 (4), pp. 1173-1176.
20. Li, M., He, J., Zhao, Z., Lyu, R., Yao, M., Cheng, J. & Xie, L. (2020). Predictive modelling of the distribution of *Clematis* sect. *Fruticella* s. str. under climate change reveals a range expansion during the Last Glacial Maximum. *Peer J*, 8, p. e8729. <https://doi.org/10.7717/peerj.8729>
21. Yang, Y., Guo, X., Wang, K.L., Liu, Q. H. & Liu, Q.C. (2019). Anther and ovule development in *Clematis terniflora* var. *mandshurica* (Ranunculaceae). *Flora*, 253, pp. 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.03.008>
22. Systat Software Inc. (2010). *SigmaPlot 12: User's Guide*. Systat Software Incorporated.

Received 12.05.2020

PECULIARITIES OF THE GENUS *CLEMATIS* L. PLANTS WATER REGIME*I.B. Kovalyshyn*

Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine
e-mail: Iryna_B_Kovalyshyn@ukr.net

Clematis is a medicinal plant and a promising culture for introduction into urbophytocenoses. In order to ensure optimal growing conditions, it is necessary to take into account the ecological needs of plants, a key place among which is water supply. The experiments were carried out with cultivars and species of the genus *Clematis*: *Clematis alpina* 'Pamela Jackman', *C. macropetala* 'Maidwell Hall', *C. integrifolia* 'Aljonushka', *C. ispahantica* 'Zvezdograd', *C. fargesii* 'Paul Farges', *C. taxensis* 'Princess Diana', *C. tibetana*, *C. viticella* and *C. heracleifolia*. Ecological peculiarities of studied plants cause differences in the anatomical tissues structure and dynamic of physiological processes. The lowest content of dry matter in the leaves was found in *C. alpina* 'Pamela Jackman' (16,3 %) and *C. macropetala* 'Maidwell Hall' (18,3), indicating their potentially lowest drought resistance. The highest value of this index was identified in *C. heracleifolia* (27.5 %) and *C. integrifolia* 'Aljonushka' (23.4 %), that characterizes them as the most drought resistant among studied plants. A function describing the process of cutted leaves wilting at the temperature +60 °C was defined: $f(x) = y_0 + ae^{-bx}$. A significant correlation was found between the parameter y_0 and the dry mass (0.99), water content (0.86) in the leaves and their weight before drying (0.91); the parameter a and the mass index of leaves before wilting (0.99), the water content (1.00) and dry matter (0.83), as well as the density (0.86) and the area of stomatas (0.81) on the adaxial surface of leaves. Parameter b correlated with the values of dry mass (-0.75), its fraction in the total leaf mass (-0.84), the water fraction (0.83) and the width of spongy mesophyll cells (0.76). The peculiarities of anatomical structure and dynamic of leaves water loss process among investigated plants indicate the difference in their potential drought resistance. Obtained results allow to choose the optimal conditions for growing of investigated plants of the genus *Clematis* and planning additional care measures.

Key words: *Clematis* L., drought resistance, drying dynamics, anatomical structure of leaves, dry matter.