

АНАЛІЗ ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗВИТКУ ЖИВЦІВ РОСЛИН РОДУ *SEDUM* L. (CRASSULACEAE) ЗА УМОВ ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ м. КИЄВА

Проаналізовано морфобіометричні показники розвитку вегетативних органів (довжина надземної частини живця (пагона), довжина підземної частини живця (кореневища), об'єм надземної частини живця (пагона), об'єм кореневої системи, маса живця (рослини), площа проєктивного покриття) живців п'яти видів роду *Sedum* (Очиток): *S. ewersii* Ledeb., *S. spathulifolium* Hook. 'Cape Blanco', *S. kamtschaticum* Fisch. 'Variegatum', *Sedum spurium* M. Bieb., *S. rupestre* L. Рослини вирощували впродовж 86 днів в умовах невисокого даху (висота 6 м) на ґрунтовій суміші в контейнерах об'ємом 7 л та висотою бортиків 7 см.

Для видів *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*, *S. rupestre* характерне 100-відсоткове вкорінення, для виду *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' – 66-відсоткове. Найвищу здатність до утворення проєктивного покриття субстрату відмічено у виді із вилягаючими пагонами та сплюсненими сукулентними листками – *S. kamtschaticum* 'Variegatum' та *S. spurium*. Нижчим цей показник був для виду із вертикальними пагонами й валькуватими сукулентними листками (*S. rupestre*) та рослин із вилягаючими пагонами, що несуть тільки термінальні розетки листків (*S. ewersii*). Здатність до консолідації субстрату достовірно не відрізнялась у видів *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*. Розвиток коренів був меншим у виду *S. rupestre* та зовсім слабким – у *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'. Види *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. rupestre*, *S. spurium* можна висаджувати свіжо заготовленими живцями без попереднього вкорінення. Живці *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' повільно збільшували масу і проєктивне покриття та потребують попереднього вкорінення перед висадженням у конструкції для озеленення даху.

Ключові слова: *Sedum*, очиток, живці, зелені дахи, проєктивне покриття субстрату.

Вступ. Одним із сучасних прийомів організації міського середовища є створення зелених дахів, що мають замінити собою рослинність, яку було знищено у процесі будівництва. Позитивний вплив такого типу озеленення на урбоєкосистеми є загально визнаним [9]. Зокрема, дослідження вказують на зниження рівня шуму [15] та забрудненості повітря [17], поліпшення управління дощовими водами [5, 16, 19], зниження температури в межах міського острова тепла [10, 11]. Рослинність на дахах може бути прихистком для фауни міста, а отже, сприяти збереженню біорізноманіття [7]. Окрім того, правильно створені зелені дахи позитивно впливають на архітектурні компоненти, підвищуючи енергоефективність й інвестиційну привабливість споруд [13].

Одним із ключових питань створення стійких і декоративних фітокомпозитів є правильний підбір видового й сортового різноманіття рослин, що є толерантними до дії несприятливих кліматичних факторів та естетично привабливими [1, 3, 14]. Представники роду *Sedum* (Очиток) відіграють особливу роль у створенні ґрунтопокривних насаджень на дахах, а деякі дослідження визнають їх одними із найпридатніших для використання у проєктах зелених дахів без поливу [12]. Цьому сприяє сукулентний габітус рослин, їхня невибагливість, стійкість до спеки, посухи та низьких температур, пластичність фізіологічних процесів, зокрема варіабельність між САМ та типом метаболізму С₃ залежно від вологості субстрату [6].

Нині із 392 визнаних видів роду *Sedum* [18] далеко не всі пройшли випробування, окрім того, для влаштування рослинного покриву найчастіше використовують метод посіву насіння (суміші насіння), або висаджування вкоріненних рослин, тоді як використання живців (за їхнього успішного вкорінення) може скоротити час і витрати на створення зелених дахів.

Мета роботи – дослідження параметрів розвитку вегетативних органів живців п'яти видів роду *Sedum* для встановлення здатності до утворення проєктивного покриття субстрату.

Матеріали та методи дослідження. Для експерименту були відібрані живці з рослин п'яти видів (*S. ewersii* Ledeb., *S. spathulifolium* Hook. 'Cape Blanco', *S. kamtschaticum* Fisch. 'Variegatum', *Sedum spurium* M. Bieb., *S. rupestre* L.), що зростали в колекції трав'яни-

стих рослин відкритого ґрунту Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна. Визначення видів проводили відповідно до монографічного опису [4], наукові назви подані за World Flora Online [20].

S. ewersii Ledeb. – поширений у горах Центральної Азії, зростає на скелях і кам'янистих зсувах, доходить до верхньої межі альпійського поясу. Хамафіт. Оригінальна напівчагарничкова рослина зі сланкими дерев'яниючими пагонами, що густо вкриті сизо-зеленими м'ясистими листками до 2 см у діаметрі і закінчуються щиткоподібними суцвіттями. Квітки рожевого кольору. Цвіте в серпні – вересні. Утворює пухкі ґрунтопокривні куртини.

S. spathulifolium Hook. – поширений у Північній Америці, від Британської Колумбії до Каліфорнії. Багаторічна трав'яниста рослина із блідо-зеленими чи сизуватими пагонами і тонкими галузистими кореневищами. Квітоносні пагони заввишки 10–20 см, висхідні, в основі повзучі. Прикореневі і нижні листки лопато-подібні, затуплені або з маленьким гострим кінчиком, завдовжки близько 2,5 см, верхні листки дрібніші і вужчі. Цвіте в липні – серпні. Суцвіття – плейохазій діаметром до 8 см. Квітки жовті, на квітконіжках завдовжки 2–5 мм. Сорт 'Cape Blanco' вирізняється розеткоподібними пагонами та листками, укритими білим нальотом.

S. kamtschaticum Fisch. – росте на кам'янистих схилах Далекого Сходу, у Японії, Китаї. Кореневищний гемікриптофіт. Кореневище міцне, дерев'янисте, видовжене, корені тонкі. Стебла висхідні рівномірно обліснені, заввишки 25–30 см. Листки чергові, видовжено-ланцетні, в основі клиноподібні, тупі, великозубчасті, зелені, 4,2–4,8 см завдовжки й 1,0–1,2 см завширшки. Суцвіття щиткоподібне, 4–7 см у діаметрі, нараховує до 80 квіток, оточене приквітковими листками. Квітки оранжево-жовті. Плід – листянка, коричневого кольору. Сорт 'Variegatum' має зелені листки із бежевою облямівкою.

S. spurium M. Bieb. – поширений на Кавказі. Напіврозетковий зимозелений хамафіт. Кореневище повзуче, довге, корені розгалужені, волюкнисті. Стебло сланке або висхідне, безплідні пагони коротші від плідних, до 10–13 см заввишки, генеративні – висхідні, 15–20 см заввишки. Листки супротивні, темно-зелені, яйце- або клиноподібні, по краю тупозубчасті, завдовжки 2 см, завширшки до 0,7 см, на верхівці зібрані в розетку. Суцвіття зонтико- або щиткоподібне, 5–6 см у діаметрі, ясне, часті-

ше із чотирьох гілок, із квітками у розвилках. Квітки рожеві або пурпурові. Цвіте протягом липня-серпня. Розмножують поділом кущів, живцями. Невиблагливий, витримує невелике затінення. Медоносна рослина.

S. rupestre L. (*S. reflexum* L.) – поширений у Північній, Західній і Центральній Європі, росте на піщаних і кам'янистих ґрунтах. Кореневищний хамефіт. Утворює ґрунтопокриття куртини. Неплідні пагони повзучі, висхідні, густо облиствені. Листки соковиті, зеленувато-сізі, лінійно-шилоподібні, напівциліндричні, 6–8 мм завдовжки. Генеративні пагони прямостоячі, закінчуються щиткоподібними суцвіттями 5–6 см в діаметрі. Квітки яскраво-жовтого кольору. Цвіте із середини червня упродовж 25–30 днів.

Живці нарізали з апікальних частин надземних пагонів, вимірювали та висаджували у пластикові контейнери об'ємом 7 л та висотою бортів 7 см. Зазначену висоту субстрату було визнано оптимальною для вирощування очитків у процесі озеленення дахів [9]. На дно контейне-

рів із дренажними отворами укладали шар газетного паперу (для запобігання висипання піску), шар річкового піску (1,4 л), шар ґрунтової суміші (дернова земля: торф у співвідношенні 4 : 1; 3,6 л) та верхній шар піску (1,4 л). Після ретельного зволоження субстрату, живці кожного виду занурювали нижньою безлистою частиною пагону у верхній шар піску. Надалі контейнери були розміщені на даху адміністративної будівлі № 2 в Ботанічному саду ім. акад. О. В. Фоміна, зволоження відбувалося тільки за рахунок атмосферних опадів.

Метеорологічні умови в період проведення експерименту за даними спостережень Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського (<http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/>) для м. Києва наведені на рис. 1. Зауважимо, що середня температура повітря у червні – серпні 2021 р. становила +22,3 °С, що на 1,9 °С перевищило кліматичну норму, а кількість опадів досягла лише 77 % кліматичної норми.

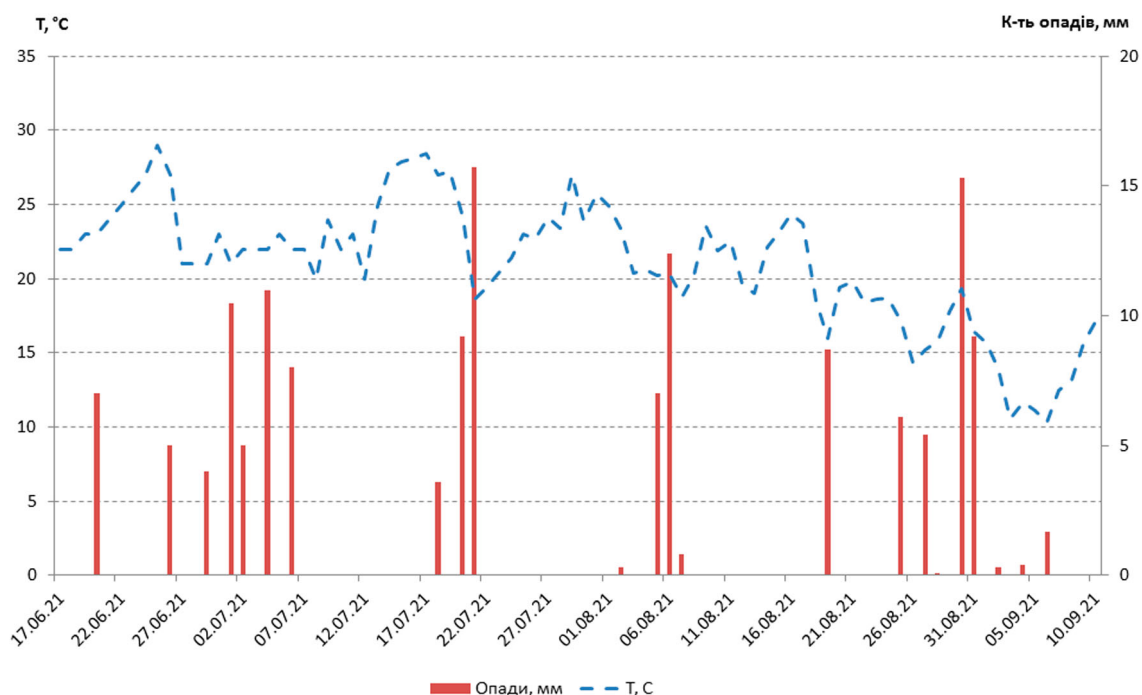


Рис. 1. Метеорологічні умови в період експерименту (за даними спостережень Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського)

Перед посадкою та наприкінці експерименту визначили масу (ваги Soehnle Ultra 2.0), довжину (за допомогою лінійки) та об'єм (шляхом визначення об'єму витісненої води за занурення рослин у мірних циліндрах 100, 200 та 500 мл) надземної частини рослин і кореневої системи. Площу проективного покриття визначали за допомогою сітки із розміром комірки 1×1 см.

У досліді було використано по 10 живців кожного виду у трьох повторностях (усього по 30 живців). Проективне покриття визначали для всіх екземплярів ($n = 30$), інші показники вимірювали для трьох екземплярів кожної із повторностей ($n = 9$). Для цього рослини викопували із посадкових контейнерів, відмивали від субстрату, вимірювали та висаджували в нові аналогічні контейнери для можливості продовження експерименту. Тривалість досліді становила 86 днів (17 червня – 10 вересня 2021 р.).

Статистичну обробку було проведено за допомогою програм Excel 10 та Past 4.02 відповідно до рекомендацій, прийнятих для біологічних досліджень [8]. Достовір-

ність різниці між вибірками оцінювали за допомогою ANOVA тесту (Analysis of Variances), множинні порівняння були виконані за допомогою тесту Tukey's HSD (honestly significant difference). Відмінності між варіантами вважали достовірними за рівня значущості $\leq 5\%$ (P -value $\leq 0,05$).

Результати дослідження та їхнє обговорення.

Упродовж 86 днів експерименту було встановлено відсоток **укоріненості та виживання рослин**. За цим показником чотири види (*S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*, *S. rupestre*) мали максимально високий результат. Стовідсоткова приживаність живців, що супроводжується утворенням коренів, свідчить про можливість використання щойно заготовлених живців для створення насаджень на дахах навіть за відсутності додаткового поливу. Проте відсоток живців сорту *S. spathulifolium* 'Cape Blanco', що вкорінилися та витримали умови експерименту сягав 66 %, а через слабкий розвиток кореневої системи частина рослин змивалася дощовими водами. За даними літератури, біль-

шість видів роду *Sedum* мають високу здатність до вкорінення та виживання в умовах зелених дахів. Наприклад, для *S. rubrotinctum* R.T. Clausen та *S. pachyphyllum* Rose встановлена стовідсоткова приживаність в умовах зелених дахів у Мельбурні (Австралія) упродовж 42 тижнів експерименту [14].

Здатність до розростання надземної та підземної частини оцінювали за кількома параметрами (табл. 1). Загалом, для всіх видів відмічено збільшення досліджених показників, хоча воно було не рівномірним.

Таблиця 1. Морфометричні показники живців і вкоріненних рослин видів роду *Sedum*

Параметр	Дата спостереження	<i>S. ewersii</i>	<i>S. spathulifolium</i> 'Cape Blanco'	<i>S. kamtschaticum</i> 'Variegatum'	<i>S. spurium</i>	<i>S. rupestre</i>
Довжина підземної частини живця (кореневища), мм	17.06.21	24,89±1,24 ^{acd}	22,00±1,32 ^b	32,44±1,75 ^{ac}	28,44±1,86 ^{acd}	24,89±1,11 ^{ode}
	09.09.21	81,22±11,58 ^{acd}	24,33±1,45 ^b	61,00±4,82 ^{acd}	78,89±4,86 ^{acd}	54,56±4,05 ^{cd}
Довжина надземної частини живця (пагона), мм	17.06.21	57,56±2,19 ^{acde}	48,00±0,76 ^b	63,44±2,13 ^{ac}	56,44±2,35 ^{acd}	56,00±1,90 ^{acde}
	09.09.21	186,22±11,80 ^{acde}	53,67±1,20 ^b	159,22±11,82 ^{ace}	210,89±8,74 ^{ade}	174,89±8,48 ^{ade}
Об'єм надземної частини живця (пагона), см ³	17.06.21	1,56±0,16 ^{ns}	1,60±0,10 ^{ns}	1,33±0,13 ^{ns}	1,48±0,09 ^{ns}	1,36±0,10 ^{ns}
	09.09.21	6,20±0,54 ^a	2,20±0,13 ^b	6,80±0,51 ^a	6,97±0,06 ^a	7,20±0,64 ^a
Об'єм кореневої системи, см ³	09.09.21	2,83±0,33 ^a	0,20±0,03 ^b	2,66±0,21 ^a	3,19±0,36 ^a	1,50±0,34 ^e
Маса живця (рослини), г	17.06.21	1,07±0,13 ^{ns}	1,00±0,09 ^{ns}	0,73±0,10 ^{ns}	0,90±0,09 ^{ns}	0,82±0,04 ^{ns}
	09.09.21	3,86±0,37 ^a	1,67±0,09 ^b	3,94±0,41 ^a	5,20±0,46 ^a	4,62±0,42 ^a
Проективне покриття, см ²	17.06.21	3,91±0,22 ^a	2,00±0,09 ^a	8,38±0,33 ^c	3,50±0,19 ^a	2,55±0,16 ^a
	09.09.21	9,91±0,46 ^{ae}	3,18±0,17 ^b	16,18±1,24 ^{ce}	16,88±1,08 ^{ce}	11,98±1,06 ^{ace}

Примітка. Різні літери вказують на достовірну відмінність між вибірками; ns – різниця не достовірна (аналіз ANOVA; P-value ≤ 0,05).

Маса живців усіх досліджуваних видів достовірно не відрізнялась між видами на початку експерименту, збільшившись у 4–5 разів наприкінці (за винятком *S. spathulifolium* 'Cape Blanco', маса якого зросла лише у 1,5 раза). Однак збільшення маси відбувалось у видів по-різному – за рахунок росту надземної або підземної частини рослини. Розвиток кореневищ й утворення до-

даткових коренів відображає здатність рослин до консолідації субстрату. За нашими даними, три види – *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium* – мали вищу здатність розвивати підземні органи та додаткові корені. Наприклад, живці *S. spurium* на 86 день експерименту мали підземні кореневища 78,89 ± 4,86 мм завдовжки, а об'єм їхніх коренів сягав 3,19 ± 0,36 см³ (рис. 1).



Рис. 2. Живці та вкорінені рослини видів роду *Sedum*:

А–Д – живці на початку експерименту; Е–М – рослини на 86 день експерименту;

А, Е – *S. ewersii*; Б, Ж – *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'; В, К – *S. kamtschaticum* 'Variegatum'; Г, Л – *S. spurium*; Д, М – *S. rupestre*

Оскільки види роду *Sedum* є сукулентами, усі їхні органи містять водозапасні тканини, а листки можуть мати як сплюснену, так і валькувату форму (*S. rupestre*), то для відображення розмірів надземної частини ми обрали саме об'ємну характеристику. На початку експерименту живці всіх досліджених видів достовірно не відрізнялись

за об'ємом надземної частини, що сягала 1,33–1,60 см³. Упродовж експерименту відбулося зростання об'єму надземної частини, і хоча найбільший показник був відмічений для *S. rupestre* (7,20 ± 0,64 см³), він достовірно не відрізнявся від інших трьох видів (*S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*). Розвиток над-

земної частини *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' був достовірно меншим та сягав усього $2,20 \pm 0,13 \text{ cm}^3$.

Проективне покриття є комплексним показником, що залежить не лише від довжини пагонів, рівня розвитку листків, а і від їхнього кута розміщення щодо поверхні, та відображає здатність рослин до затінення субстрату, а отже, й охолодження поверхні (даху). Найвищу здатність до утворення проективного покриття було відмічено для видів із вилягаючими пагонами та сплосченими листками – *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium* ($16,18 \pm 1,24$ та $16,88 \pm 1,08 \text{ cm}^2$ відповідно). Дещо нижчим цей показник є для виду із вертикальними пагонами й валькуватими листками (*S. rupestre*) та рослин із вилягаючими пагонами, що несуть тільки термінальні розетки листків (*S. ewersii*) (табл. 1, рис. 2). Наші дані збігаються з дослідженнями, проведеними в умовах клімату Середнього Заходу США [9].

Хоча автори застосовували іншу методику для визначення абсолютного покриття субстрату, вони визнали *S. spurium* 'John Creech' разом із *S. floriferum*, *S. sexangulare* та *S. stefco* видами, що демонструють найбільше абсолютне покриття, внісши *S. ewersii* та сорти *S. rupestre* (*S. reflexum*) 'Blue Spruce' та 'Angelina' разом із кількома іншими видами (*S. cauticola* 'Lidakense', *S. ochroleucum*) до другої групи із нижчими показниками.

У процесі відбору видів для озеленення дахів важливо розуміти динаміку змін. Окрім абсолютних показників, мають значення також відносні, що віддзеркалюють швидкість накопичення біомаси та захоплення субстрату. Як видно на діаграмах розмаху, (рис. 3) фактично за всіма показниками *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' мав низькі показники, що відображають повільні темпи вкорінення та розростання.

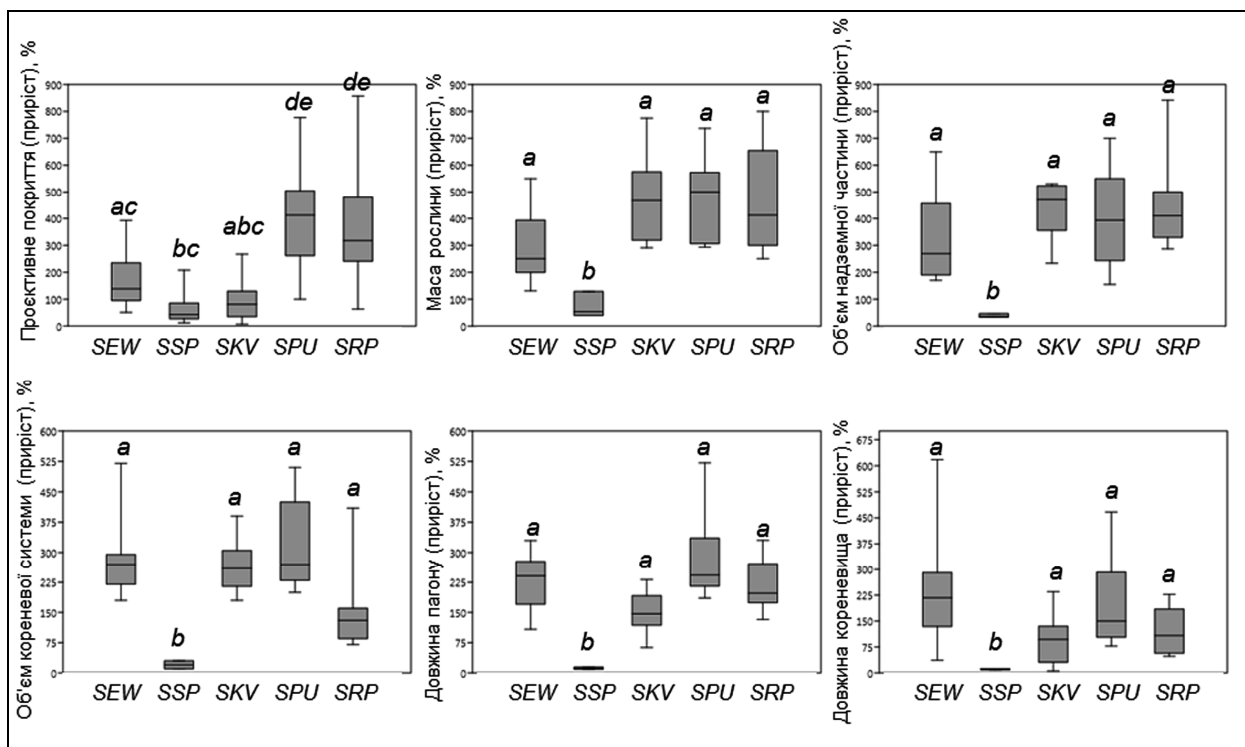


Рис. 3. Діаграми розмаху приросту вегетативних органів видів роду *Sedum*:

SEW – *S. ewersii*; SSP – *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'; SKV – *S. kamtschaticum* 'Variegatum'; SPU – *S. spurium*; SRP – *S. rupestre* (різні літери вказують на достовірну відмінність між вибірками; ns – різниця недостовірна (аналіз ANOVA; $P\text{-value} \leq 0,05$))

Інші досліджені види роду *Sedum* мали темпи росту, що фактично не різнились за показниками приростів маси рослин, об'єму надземної частини, довжини пагону та кореневища. *S. rupestre* повільніше за інші утворював корені, а отже, мав меншу здатність до консолідації субстрату, хоча активно збільшував проективне покриття. Живці виду *S. kamtschaticum* 'Variegatum' мали нижчу динаміку (рис. 3), хоча й високі абсолютні показники проективного покриття субстрату (табл. 1), тобто цей показник досягався швидше за рахунок сплосчених листків, ніж за рахунок утворення нових пагонів.

На нашу думку, створення "седумних килимів" [1, 2, 12], тобто посадки чи посіву суміші різних видів та сортів очитків, є доцільним, оскільки може компенсувати недостатній розвиток кореневої системи одних видів, або надземної частини в інших.

Висновки. Найперспективнішими для використання в умовах озеленення дахів ми вважаємо види *S. spurium*, зважаючи на найвищі абсолютні та відносні показники росту надземної та підземної частини, і *S. rupestre*, що має швидкий ріст надземної частини. Дещо нижчі показники мають види *S. ewersii* та *S. kamtschaticum* 'Variegatum'. Необхідно зауважити, що всі ці види можна висаджувати свіжо заготовленими живцями без попереднього вкорінення.

Сорт *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' має високі декоративні якості (розеткова форма росту, щільне розміщення листків, їхній колір), однак є складним для вирощування та потребує попереднього вкорінення живців перед висаджуванням у конструкції зелених дахів.

Список використаних джерел

1. Галевич О.Є. Біолого-екологічні засади формування рослинних композицій плоских зелених дахів екстенсивного типу (на прикладі м. Львова) / О.Є. Галевич // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. – Львів. – 2021. – 27 с.
2. Галевич О.Є. Видовий склад сукулентів в озелененні плоских дахів м. Львова / О.Є. Галевич // Актуальні проблеми регіональних досліджень: матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Луцьк. – 2019. – С. 386-390.
3. Галевич О.Є. Принципи класифікації зелених дахів / О.Є. Галевич // Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем: матеріали 66-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2015 р. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2016. – С. 26-29.
4. Berger A. Crassulaceae. In Engler, A. & Prantl, K. / A. Berger // Die natürlichen Pflanzenfamilien. – 1930. – Vol. 18a. – P. 352-483. Leipzig, Engelmann.
5. Berndtsson J.C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality / J.C. Berndtsson // A review Ecological Engineering. – 2010. – Vol.36. – P. 351-360.
6. Butler C., Bond K., CM O. Plasticity in CAM-C3 photosynthesis in eight species of green roof Sedum / C. Butler, K. Bond, O. CM // In: Cities Alive: Ninth Annual Green Roof and Wall Conference. – 2011. Philadelphia, PA.
7. Catalano Ch., Laudicinab V.A., Badaluccob L., Guarinoc R. Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? / Ch. Catalano, V.A. Laudicinab, L. Badaluccob, R. Guarinoc // Some Ecological Engineering. – 2018. – Vol.115. – P. 15-26.
8. Dytham C. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide / C. Dytham // Wiley-Blackwell. – 2011. – 3rd ed.
9. Getter K.L., Rowe D.B. Substrate depth influences sedum plant community on a green roof / K.L. Getter, D.B. Rowe // HortScience. – 2009. – Vol.44, N2. 401e407.
10. He Y., Yu H., Ozaki A., Dong N., Zheng Sh. Influence of plant and soil layer on energy balance and thermal performance of green roof system / Y. He, H. Yu, A. Ozaki, N. Dong, Sh. Zheng // Energy. – 15 December 2017. – Vol.14. – P. 1285-1299.
11. Lehmann S. Low carbon districts: Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure City / S. Lehmann. // Culture and Society. – 2014. – Vol.5. – P. 1-8.
12. Monterusso M.A., Rowe D.B. and Rugh C.L. Establishment and Persistence of Sedum spp. and Native Taxa for Green Roof Applications / M.A. Monterusso, B.D. Rowe and C.L. Rugh // HortScience. – 2005. – Vol.40, N2. – P. 391-396. doi.org/10.21273/HORTSCI.40.2.391
13. Perini K., Pérez G., Chiesa G., Kolokotroni M., Heiselberg P. (eds). Ventilative Cooling and Urban Vegetation / K. Perini, G. Pérez, G. Chiesa, M. Kolokotroni, P. Heiselberg. (eds) // Innovations in Ventilative Cooling. PoliTO Springer Series. Springer, Cham. – 09 June 2021. – P. 213-234. doi: 10.1007/978-3-030-72385-9_10
14. Rayner J.P., Farrell C., Raynor K.J., Murphy S.M., Williams N.S.G. Plant establishment on a green roof under extreme hot and dry conditions / J.P. Rayner, C. Farrell, K.J. Raynor, S.M. Murphy, N.S.G. Williams // The importance of leaf succulence in plant selection Urban Forestry & Urban Greening. – 2016. – Vol.15. – P. 6-14. doi: 10.1016/j.ufug.2015.11.004
15. Renterghem T.V., Botteldooren D. In-situ measurements of sound propagating over extensive green roofs / T.V. Renterghem, D. Botteldooren // Building and Environment. – March 2011. – Vol.46, N3. – P. 729-738.
16. Stovin V. The potential of green roofs to manage Urban Stormwater / V. Stovin // Water and Environment Journal. – 2010. – Vol.24. – P. 192-199. doi: 10.1111/j.1747-6593.2009.00174.x
17. Suszanowicz D., Kolasa-Więcek A. The Impact of Green Roofs on the Parameters of the Environment in Urban Areas–Review / D. Suszanowicz, A. Kolasa-Więcek // Atmosphere. – 2019. – Vol.10, N12. – P. 792. doi: 10.3390/atmos10120792
18. The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; http://www.theplantlist.org/ (accessed 31st August 2021).
19. Villarreal E.L., Bengtsson L. Response of a Sedum green-roof to individual rain events / E.L. Villarreal, L. Bengtsson // Ecological Engineering. – 2005. – Vol.25. – P. 1-7.

20. WFO (2021): World Flora Online. Published on the Internet; http://www.worldfloraonline.org. (accessed 14 September 2021).

Reference (Scopus)

1. Halevych O.Ie. Biolohe-ekolohichni zasady formuvannia roslynnykh kompozycji ploskykh zelenykh dakhiv ekstensyvnogo typu (na prykladi m. Lvova). Avtoreferat dysertatsii na здobuttia naukovoho stupenia kandydata silskohospodarskykh nauk. – Lviv. 2021; 27.
2. Halevych O.Ie. Vydovyi sklad sukulentiv v ozelenenni ploskykh dakhiv m. Lvova. Aktualni problemy rehionalnykh doslidzhen: materialy IV Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi internet-konferentsii. – Lutsk. 2019; 386-390.
3. Halevych O.Ie. Pryntsyipy klasyfikatsii zelenykh dakhiv. Naukovi osnovy pidvyshchennia produktyvnosti ta biolohichnoi stiihkosti lisovykh ta urbanizovanykh ekosystem: materialy 66-yi nauково-tekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu, naukovykh pratsivnykiv, doktorantiv ta aspirantiv za pidsumkam naukovoi diialnosti u 2015 r. – Lviv: RVV NLTU Ukrainy. 2016; 26-29.
4. Berger A. Crassulaceae. In Engler, A. & Prantl, K., Die natürlichen Pflanzenfamilien, ed. 2. 1930; 18a: 352-483. Leipzig, Engelmann.
5. Berndtsson J.C. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality. A review Ecological Engineering. 2010; 36: 351-360.
6. Butler C, Bond K, CM O. Plasticity in CAM-C3 photosynthesis in eight species of green roof Sedum. In: Cities Alive: Ninth Annual Green Roof and Wall Conference. 2011. Philadelphia, PA.
7. Catalano Ch, Laudicinab V.A, Badaluccob L, Guarinoc R. Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? Some Ecological Engineering. 2018; 115: 15-26.
8. Dytham C. Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide. Wiley-Blackwell. 2011; 3rd ed.
9. Getter K.L, Rowe D.B. Substrate depth influences sedum plant community on a green roof. 2009; 44(2). 401e407.
10. He Y., Yu H., Ozaki A., Dong N., Zheng Sh. Influence of plant and soil layer on energy balance and thermal performance of green roof system. Energy. 15 December 2017; 14: 1285-1299.
11. Lehmann S. Low carbon districts: Mitigating the urban heat island with green roof infrastructure City. Culture and Society. 2014; 5: 1-8.
12. Monterusso M.A, Rowe D.B. and Rugh C.L. Establishment and Persistence of Sedum spp. and Native Taxa for Green Roof Applications. HortScience. 2005; 40(2): 391-396. doi.org/10.21273/HORTSCI.40.2.391
13. Perini K, Pérez G, Chiesa G, Kolokotroni M, Heiselberg P. (eds). Ventilative Cooling and Urban Vegetation. Innovations in Ventilative Cooling. PoliTO Springer Series. Springer, Cham. 09 June 2021; 213-234. doi: 10.1007/978-3-030-72385-9_10
14. Rayner J.P, Farrell C, Raynor K.J, Murphy S.M, Williams N.S.G. Plant establishment on a green roof under extreme hot and dry conditions. The importance of leaf succulence in plant selection Urban Forestry & Urban Greening. 2016; 15: 6-14. doi: 10.1016/j.ufug.2015.11.004
15. Renterghem T.V, Botteldooren D. In-situ measurements of sound propagating over extensive green roofs. Building and Environment. March 2011; 46(3): 729-738.
16. Stovin V. The potential of green roofs to manage Urban Stormwater. Water and Environment Journal. 2010; 24: 192-199. doi: 10.1111/j.1747-6593.2009.00174.x
17. Suszanowicz D, Kolasa Więcek A. The Impact of Green Roofs on the Parameters of the Environment in Urban Areas–Review. Atmosphere. 2019; 10(12): 792. doi: 10.3390/atmos10120792
18. The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; http://www.theplantlist.org/ (accessed 31st August 2021).
19. Villarreal E.L, Bengtsson L. Response of a Sedum green-roof to individual rain events. Ecological Engineering. 2005; 25: 1-7.
20. WFO (2021): World Flora Online. Published on the Internet; http://www.worldfloraonline.org. (accessed 14 September 2021).

Надійшла до редколегії 1.09.2021

Отримано виправлений варіант 4.10.2021

Підписано до друку 4.10.2021

Received in the editorial 1.09.2021

Received a revised version on 4.10.2021

Signed in the press on 4.10.2021

А. Возна, студ.,
В. Березкина, канд. биол. наук,
Е. Вашека, канд. биол. наук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АНАЛИЗ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЧЕРЕНКОВ РАСТЕНИЙ РОДА *SEDUM* L. (CRASSULACEAE) В УСЛОВИЯХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРЫШ г. КИЕВА

Проанализированы морфобиометрические показатели развития вегетативных органов (длина надземной части черенка (побега), длина подземной части черенка (корневища), объем надземной части черенка (побега), объем корневой системы, масса черенка (растения), площадь проективного покрытия) черенков пяти видов рода *Sedum* (Очоток): *S. ewersii* Ledeb., *S. spathulifolium* Hook. 'Cape Blanco', *S. kamschaticum* Fisch. 'Variegatum', *Sedum spurium* M. Bieb., *S. rupestre* L. Растения выращивали в течение 86 дней в условиях невысокой крыши (высота 6 м) на грунтовой смеси в контейнерах объемом 7 л и высотой бортов 7 см.

Процент укорененных черенков достигал 100 % для *S. ewersii*, *S. kamschaticum*, *S. spurium*, *S. rupestre* и 66 % – для *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'. Самая высокая способность к образованию проективного покрытия была отмечена для видов со стелющимися побегами.

ми и уплощенными суккулентными листьями – *S. kamtschaticum* 'Variegatum' и *S. spurium*. Ниже этот показатель был у вида с вертикальными побегами и цилиндрическими листьями (*S. rupestre*) и растений со стелющимися побегами, которые несут только терминальные розетки листьев (*S. ewersii*). Способность к консолидации субстрата достоверно не отличалась для видов *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*. Развитие корней было менее выраженным у вида *S. rupestre* и совсем слабым – у *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'. Виды *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. rupestre*, *S. spurium* можно высаживать свежо заготовленными черенками без предварительного укоренения. Черенки *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' медленно увеличивали массу и проективное покрытие и требуют предварительного укоренения перед посадкой в конструкции для озеленения крыши.

Ключевые слова: *Sedum*, черенок, черенки, зеленые крыши, проективное покрытие субстрата.

A. Vozna, Student,
V. Berezkina, PhD,
O. Vasheka, PhD
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

VEGETATIVE TRAITS OF SOME *SEDUM* L. (CRASSULACEAE) SPECIES CUTTINGS GROWING ON GREEN ROOF IN KYIV CITY

The traits of vegetative parts (the length of the overground part of the cutting (shoot), the length of the underground part of the cutting (rhizome), the volume of the overground part of the cutting (shoot), the volume of the root system, the weight of the cutting (plant), and absolute cover area) for cuttings of five *Sedum* species (*S. ewersii* Ledeb., *S. spathulifolium* Hook. 'Cape Blanco', *S. kamtschaticum* Fisch. 'Variegatum', *Sedum spurium* M. Bieb., *S. rupestre* L.) were determined. The plants were cultivated for 86 days on a low roof (height = 6 m), in a soil mixture in 7-liter containers with a substrate height of 7 cm.

The percentage of rooted cuttings reached 100% for *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*, *S. rupestre* and 66% for *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'. The highest ability to create absolute substrate cover was noted for species with creeping stems and flattened succulent leaves – *S. kamtschaticum* 'Variegatum' and *S. spurium*. This index was slightly lower for a species with vertical stems and stiff pointed, succulent leaves (*S. rupestre*), and plants with decumbent stems, that bear only the terminal rosettes of leaves (*S. ewersii*). The ability to substrate consolidation was not significantly different for *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. spurium*. Root development was lower for *S. rupestre* and very weak for *S. spathulifolium* 'Cape Blanco'. The results support planting *S. ewersii*, *S. kamtschaticum* 'Variegatum', *S. rupestre*, *S. spurium* with fresh harvested cuttings without previous rooting. Cuttings of *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' increased their mass and projective cover slowly and required rooting before planting in a green roof.

Keywords: *Sedum*, cuttings, green roofs, absolute substrate cover.