

## АНАТОМІЧНА БУДОВА ЛИСТКІВ ДЕКОРАТИВНИХ ОЧИТКІВ РОДІВ *SEDUM L.* ТА *HYLOTELEPHIUM H. OHBA* В УМОВАХ РІЗНОГО РІВНЯ ОСВІТЛЕННЯ

Т. Ф. ЧИПИЛЯК

Криворізький ботанічний сад НАН України,  
вул. Ботанічна, 50, м. Кривий Ріг, Україна, 50089  
[chipiljak@i.ua](mailto:chipiljak@i.ua)

В роботі наведені результати визначення кількісних та якісних ознак анатомічної будови листка декоративних очитків родів *Sedum L.* та *Hylotelephium H. Ohba* протягом сезонного розвитку за різного рівня освітлення в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України, який розташований в степовій зоні України (посушлива агрокліматична зона). Об'єктами дослідження виступали рослини *Hylotelephium ewersii* (Ledeb.) H. Ohba, *Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba, *Sedum album L.*, *Sedum reflexum L.* та *Sedum spurium M. Vieb.*. Дослідження проводилися на ділянках з різним рівнем освітлення: добре освітлене місце зростання (контрольна ділянка) – рівень освітленості в обідній час досягав 39 000–56 500 люкс в ясну погоду і 14 500–23 500 люкс в похмурий день; тіннова ділянка – рівень освітленості в обідній час в ясну погоду досягав 2 500–3 500 люкс, а в похмурий день 1 200–2 000 люкс. Дослідження проводили у три етапи: кінець травня, кінець липня, кінець вересня. Було використано по 5 особин кожного виду, які вирощувалися у відкритому ґрунті (чорнозем звичайний) за природного рівня вологозабезпечення. Анатомічні дослідження проводили на живих зразках за стандартними методиками. Матеріалом для досліджень слугували препарати морфологічно зрілих листків відібраних із середнього ярусу особини.

Встановлено, що протягом сезонного розвитку рослин в анатомічній будові листків відбуваються зміни. У рослин *H. ewersii*, *H. spectabile*, *S. reflexum* і *S. spurium* товщина листків була більшою в умовах достатнього освітлення і відбувалося зменшення товщини листової пластинки протягом сезонного розвитку (від травня до вересня), як на сонці, так і в тіні. В умовах тіні в кінці сезону товщина листка найістотніше зменшувалася у *H. spectabile* та *S. spurium* – майже у два рази. Натомість у *S. spurium* за недостатнього освітлення збільшувалася більше ніж вдвічі товщина нижнього і верхнього епідермісу, а у *H. spectabile* збільшувалася товщина кутикули в обох варіантах досліду – на сонці в 2,1 рази, в тіні у 1,4 рази. У очитків з плоскими листками діаметр центрального провідного пучка протягом сезону в сонячних умовах був більшим ніж в тіні на 26 % (*S. spurium*) – 52 % (*H. spectabile*). Тільки у *S. album* з травня по вересень товщина листка і діаметр центрального провідного пучка, за абсолютними показниками, були більшими в умовах тіні, а не на сонці. Отримані результати вказують на високу пластичність досліджуваних видів та особливості фенотипічних змін анатомічної будови листків.

**Ключові слова:** родина *Crassulaceae*, анатомія листка, рівень освітлення, степова зона, Криворіжжя, сезонний розвиток.

**Вступ.** Посилення антропогенного впливу та кліматичні зміни призводять до дефіциту рослинних ресурсів, зниження рівня їх життєвості, до зменшення продуктивності і декоративності рослин різного функціонального призначення (Глухов та ін, 2006; Gray, Brady, 2016; Іванюта та ін., 2020). Проблеми відновлення біорізноманіття вирішуються, в тому числі, шляхом дослідження еколого-біологічних особливостей рослин, їх адаптаційних спроможностей в різних природно-кліматичних умовах вирощування. Окрім того виникає необхідність в практичному доборі найбільш витривалих видів і сортів для подальшого впровадження в порушені природні і штучні фітоценози (Левон, 2008; Приходько, 2013). На території Степу України літні посухи і

екстремально високі температури повітря можуть стати обмежувальними чинниками для багатьох традиційних культур вимогливих до водного та теплового режиму (Дідух, 2009). Тому, залишається актуальним збагачення видової та сортової різноманітності рослин, які здатні в міських умовах не тільки функціонувати, але і забезпечувати найбільш тривалий період декоративності.

В такому промисловому регіоні як Криворіжжя, яке розташоване в степовій зоні, є важливим оновлення асортименту трав'янистих декоративних рослин з урахуванням значного рівня техногенного напруження, що призводить до зниження їх життєвого рівня. У старих паркових насадженнях міста Кривий Ріг, окрім забруднення повітря, рослини зазнають

негативного впливу через недостатнє зволоження та затінення, тому необхідним є залучення найбільш стійких і достатньо декоративних з них (Чипиляк та ін., 2022).

За попередніми дослідженнями значна частина представників родини Crassulaceae J.St.-Nil. – поліфункціональні багаторічні трав'янисті рослини невимогливі до умов вирощування (Березкіна, 2003; Monterusso et al., 2005; Butler, Orians, 2011; Яковлева-Носарь, Тоцька, 2018; Пушка та ін., 2019). Завдяки роботі селекціонерів роди *Sedum* L., *Hylotelephium* H. Ohba, *Sempervivum* L. поповнилися значною кількістю сортів та форм (Hart, Bleij, 2003), які згодом були інтродуковані на території України і де їх вивченню приділяється значна увага (Березкіна, 2013; Кириленко, 2016; Воробей та ін., 2020, Зубровська, 2022). Окрім інтродукційних випробувань представників родини проводилися дослідження мікрорівня організації рослин, завдяки яким були визначені загальні для них особливості анатомічної будови листків (Березкіна, 2013; Кириленко, 2016; Воробей та ін., 2020). Натомість за впливу різноманітних абіотичних чинників системні механізми адаптації рослин пов'язані не тільки з структурно-функціональними модифікаціями фотосинтегичних структур (Макрушин та ін., 2006; Anjum et al., 2011; Недуха, 2015), але і з особливостями процесів фотосинтезу. Так, доведено, що завдяки використанню САМ типу фотосинтезу економія води характерна для *Hylotelephium telephium* (L.) H. Ohba (Borland, Griffiths, 1996). З огляду на те, що види роду *Sedum* населяють скельні оголення, напівзасушливі і сезонно сухі середовища існує можливість, що вони проводять значний час життя в режимі САМ, враховуючи достатньо низьку вологість ґрунту (Schuber, Kluge, 1981; Herrera, 2008; Silvera et al., 2010). Зважаючи на те, що переважній більшості видів родини властива значна пластичність існує можливість того, що вони проявляють досить високий рівень життєвості за дії інших несприятливих чинників, в тому числі, обмеженого освітлення. Результати таких досліджень допоможуть визначити види та сорти які найбільш ефективно можуть бути використані в оформленні міських ландшафтів зі складними умовами вирощування, що є характерним для великого промислового міста Кривий Ріг.

Виходячи з вищезначеного мета роботи полягала у встановленні кількісних і функціональних ознак анатомічної будови листків декоративних очитків родів *Sedum* L. та *Hylotelephium* H. Ohba протягом сезонного

розвитку за різного рівня освітлення в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України (далі КБС).

**Матеріали та методи.** Об'єктами дослідження слугували рослини *Hylotelephium ewersii* (Ledeb.) H. Ohba, *Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba, *Sedum album* L., *Sedum reflexum* L. та *Sedum spurium* M. Vieb. Дослідження проводилися на території КБС (посушлива агрокліматична зона), де кліматичні умови є характерними для степової зони і обмежують ріст рослин – нестача вологи в повітрі і ґрунті, високі літні температури повітря. За останні 30 років середньорічна температура повітря на Криворіжжі підвищилася і складає +10,0–+11,5 °С (у 1987 р. – +8,5 °С). В літній період фіксуються високі добові температури повітря (+36,7–+38,1 °С), часті суховії. Річна сума опадів складає 350–450 мм, при цьому протягом літніх місяців баланс зволоження відзначається дефіцитом – за вегетаційний період випадає лише 100–150 мм опадів (Паранько та ін., 2015)

Оскільки досліджувані види відносяться до світлолюбних рослин нами були закладені ділянки вирощування з різним рівнем освітлення: добре освітлене місце зростання (контрольна ділянка) – рівень освітленості в обідній час коливався в межах 39 000–56 500 люкс в ясну погоду і 14 500–23 500 люкс в похмурий день; тіньова ділянка – рівень освітленості в обідній час в ясну погоду сягав 2 500–3 500 люкс, а в похмурий день 1 200–2 000 люкс. Дослідження проводили у три етапи: кінець травня (середньомісячна температура повітря 16,7 °С, місячна сума опадів 33,8 мм), кінець липня (22,7 °С та 62,2 мм), кінець вересня (19,5 °С та 2,4 мм) (Архів погоди: аеропорт м. Кривий Ріг). Було використано по 5 особин кожного виду, які вирощувалися у відкритому ґрунті (чорнозем звичайний) за природного рівня вологозабезпечення.

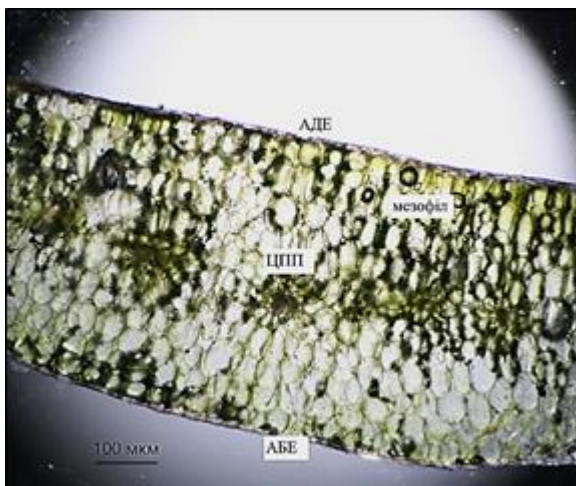
Матеріалом для досліджень слугували препарати морфологічно зрілих листків відібраних із середнього ярусу особини. Тимчасові препарати виготовлялися небезпечною бритвою від руки, а товщина листка, епідермісу та мезофілу вимірювалася на однаковій відстані від краю листка і центральної жилки (Urhof, 1962; Брайон, Чикаленко, 1992; Панюта, Ольхович, 2007). Мікроскопічні дослідження проводили на бінокулярному мікроскопі XSP-139TP (Китай). Фотографії виконували цифровим фотоапаратом Canon (EOS 350D), встановленому на мікроскопі. Виміри проводились із використанням програми AxioVision 8.0 (Carl Zeiss). Для розрахунку

статистичних показників ознак об'єм вибірок складав 50 вимірів для кожної. Статистичну обробку даних проводили методами параметричної статистики (Єгоршин, Лісовий, 2005; Прилуцький та ін., 2017). Статистична достовірність різниці між середніми значеннями у вибірках була встановлена на рівні  $p < 0,05$ , з обрахуванням дисперсії та критерію Стьюдента.

**Результати та обговорення.** Вивчення анатомічної будови листків досліджуваних нами видів дозволило виділити загальні та видоспецифічні особливості їх будови. Так, поверхня листків рослин *Hylotelephium ewersii*, *H. spectabile*, *Sedum album*, *S. reflexum* та *S. spurium* вкрита одношаровою епідермою з кутикулою. Клітини покривної тканини очитків дрібні, дещо витягнуті в тангентальному напрямі з тонкими оболонками, лише у *S. spurium* клітини епідерми мають потовщені оболонки в антиклинальній та зовнішній їх частині. Палісадна паренхіма відсутня, мезофіл листка ізолатеральний, складається з великих тонкостінних кліток з хлоропластами. У очитків

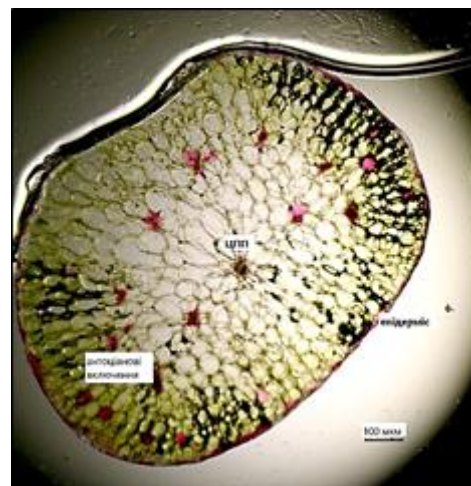
з плоскими листками (*H. ewersii*, *H. spectabile* та *S. spurium*) підепідермальні клітини адаксіального боку листка містять більше хлоропластів, ніж клітини абаксіального боку (рис. 1). У видів з листками округлої форми (*S. album*, *S. reflexum*) клітини з хлоропластами розташовані переважно біля зовнішньої сторони листка, а найбільші, вакуолізовані клітини, розділені міжклітинними просторами, містяться в центральній його частині (Войтюк та ін., 1998). В листках досліджуваних видів шару гіподерми, слизових клітин та ідіобластів не виявлено. Поодинокими трихомами була вкрита тільки поверхня пагонів *S. album*.

У листках *H. ewersii* та *S. album* виявлені клітини з антоціанами, які розташовані під епідермісом та в мезофілі, а також навколо провідних пучків. Дослідники вказують на те, що антоціани поглинаючи світло, захищають рослини від ушкоджень, викликаних УФ-променями та холодового стресу (Castañeda-Ovando et al., 2009; Tena et al., 2020).



*Hylotelephium ewersii* (Ledeb.) H. Ohba

**Рис. 1.** Анатомічна будова листків: *Hylotelephium ewersii* (Ledeb.) H. Ohba (ЦПП – центральний провідний пучок, АДЕ – верхній епідерміс, АБЕ – нижній епідерміс); *Sedum album* L. (ЦПП – центральний провідний пучок).



*Sedum album* L.

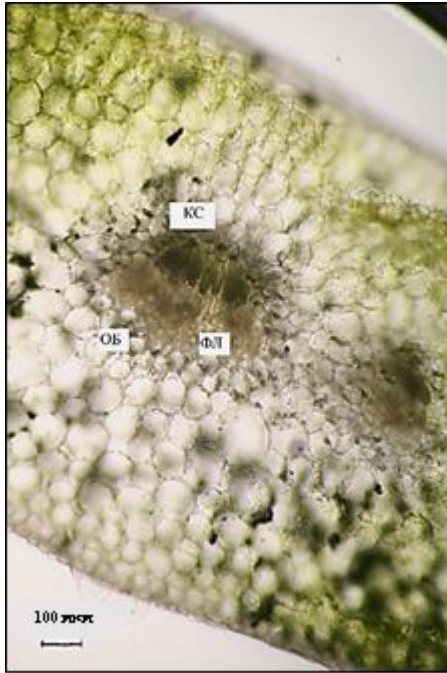
**Fig. 1.** Anatomical structure of leaves: *Hylotelephium ewersii* (Ledeb.) H. Ohba (ЦПП – central conductive bundle, АДЕ – adaxial epidermis, АБЕ – abaxial epidermis, мезофіл – mesophyll); *Sedum album* L. (ЦПП – central conductive bundl)

Провідна система представлена центральним провідним пучком і парами бічних пучків розташованих в один ряд, які дрібнішають до краю листка і складаються тільки з трахеїд (неповні пучки). Судини ксилеми невеликі, розміщуються радіальними рядами, елементи флоєми дрібні, ледь помітні, клітини обкладки пучка безхлорофільні. За розмірами і складністю будови провідного пучка вирізнялися листки рослин *H. spectabile* (рис. 2).

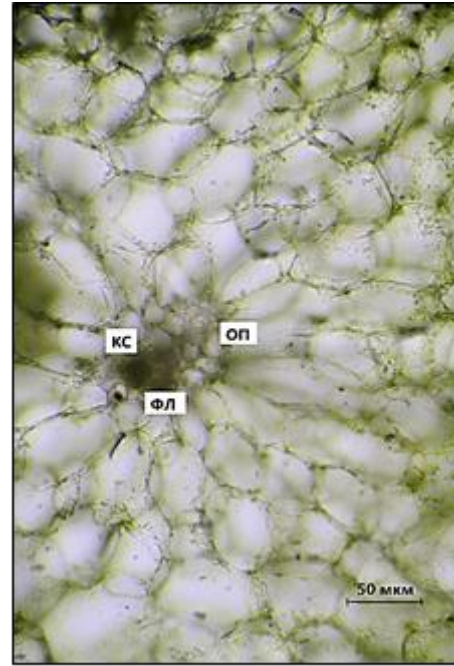
Аналіз кількісних показників анатомічної будови листків отриманих в різних умовах

освітленості доводить, що відбувалися їх видоспецифічні зміни. В умовах достатнього освітлення протягом сезонного розвитку (від травня до вересня) відзначене зменшення товщини листової пластинки у всіх досліджуваних видів, окрім *S. spurium*. Але найсуттєвіше зменшилася товщина листка у *S. reflexum* – у вересні вона була в 1,3 рази менше ніж у травні. В тіньових умовах розвитку відбувалося зменшення товщини листків у всіх видів, тоді як найістотніше у *H. spectabile* – в 1,6 рази (рис. 3).





*Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba



*Sedum reflexum* L.

Рис. 2. Анатомічна будова центрального провідного пучка: *Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba (КС – ксилема, ФЛ – флоема, ОБ – обкладинка пучка), *Sedum reflexum* L. (КС – ксилема, ФЛ – флоема, ОП – обкладинка пучка)

Fig. 2. Anatomical structure of the central conductive bundle: *Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba (КС – xylem, ФЛ – phloem, ОБ – covering of the bundle); *Sedum reflexum* L. (КС – xylem, ФЛ – phloem, ОП – covering of the bundle)

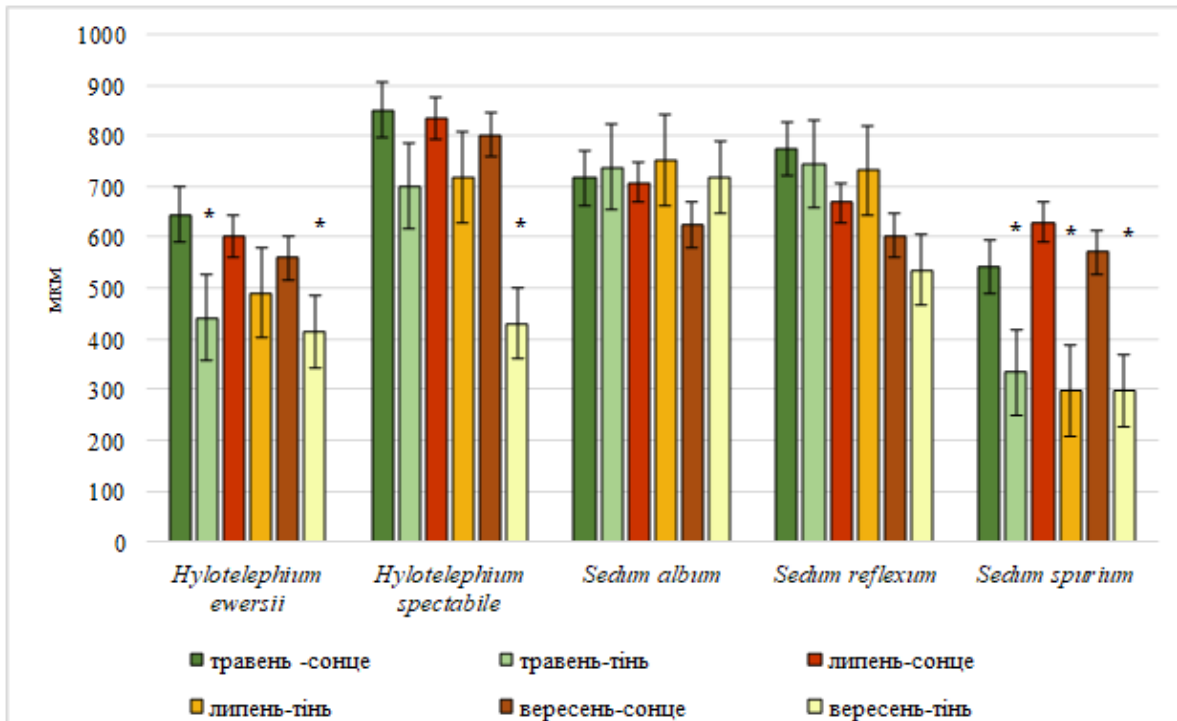


Рис. 3. Товщина листової пластинки рослин видів родів *Sedum* L. та *Hylotelephium* H. Ohba протягом сезонного розвитку в умовах різного рівня освітлення за інтродукції в Криворізький ботанічний сад НАН України

Fig. 3. The thickness of leaf blade of species of the genera *Sedum* L. and *Hylotelephium* H. Ohba during seasonal development under different light levels during introduction to the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine

Порівняння результатів отриманих під час вирощування рослин в тіньових умовах та на ділянці з достатнім освітленням дає можливість констатувати, що в травні у рослин *H. ewersii*, *H. spectabile* та *S. spurium* товщина листкової пластинки в тіні була менша, ніж на сонці в 1,2–1,6 рази, а у вересні – у 1,4–1,9 рази.

В умовах обмеженого освітлення найбільше потерпали рослини *S. spurium*, листки яких ставали тоншими в два рази. Хочемо звернути увагу на те, що найменші кількісні показники отримані саме у вересні, що ймовірно пов'язано з посушливими умовами кінця літа. На відміну від цих видів у рослин *S. album* товщина листка в тіньових умовах протягом сезону

збільшувалася в 1,03–1,15 рази у порівнянні з сонячною ділянкою. Так як для листків *S. album* характерна наявність значної кількості клітин з антоціанами, пігментом, який відносять до антиоксидантних систем захисту рослин, цим частково можна пояснити отримані результати.

Щодо покривних структур листка, можемо стверджувати, що у рослин досліджуваних видів протягом сезонного розвитку відбувається зменшення товщини кутикули, як на сонці, так і в умовах тіні і тільки у *H. spectabile* кутикула достовірно збільшувалася в обох варіантах розвитку, але з різною інтенсивністю – на сонці в 2,1 рази, у тіні в 1,4 рази (табл. 1.).

Таблиця 1.

*Кількісні показники анатомічної будови листків рослин видів родів Hylotelephium H. Ohba та Sedum L. протягом сезонного розвитку в умовах різного рівня освітлення за інтродукції в Криворізький ботанічний сад НАН України*

Table 1.

*Quantitative indices of anatomical structure of leaves species of the genera Hylotelephium H. Ohba and Sedum L during seasonal development under different light levels during introduction to the Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine*

Місяць проведення дослідження	Кутикула, мкм		Адаксиальний епідерміс, мкм		Абаксиальний епідерміс, мкм	
	ділянка з достатнім освітленням	ділянка з тіньовими умовами	ділянка з достатнім освітленням	ділянка з тіньовими умовами	ділянка з достатнім освітленням	ділянка з тіньовими умовами
<i>Hylotelephium ewersii</i> (Ledeb.) H. Ohba						
травень	<b>7,71±0,25</b>	5,37 ± 0,24*	<b>18,84± 0,25</b>	15,06±2,54*	<b>17,56±0,15</b>	12,65±1,59*
липень	6,91±1,12	4,37 ± 0,12*	16,21±0,16*	16,53±2,87	18,55±2,08	13,28±2,57*
вересень	5,85±0,67*	7,13 ± 1,47	14,38±0,94*	12,71±5,27*	20,15±0,95*	13,69±2,11*
<i>Hylotelephium spectabile</i> (Boreau) H. Ohba						
травень	<b>3,09±0,02</b>	2,33±0,25*	<b>14,74±0,78</b>	11,42±0,95*	<b>10,95±0,88</b>	13,87±0,49*
липень	6,75±0,51*	3,68±0,47*	11,78±0,65*	7,97±1,36*	13,48±0,57*	13,66±1,54
вересень	6,48±1,42*	3,25±0,89*	9,79±2,14*	5,57±1,52*	13,95±0,67*	11,64±3,56
<i>Sedum album</i> L.						
травень	<b>6,05±0,23</b>	3,58±0,24*	<b>10,71±1,25</b>	9,52±1,17	<b>13,55±0,62</b>	13,06±4,12
липень	5,35±0,08*	3,49±0,11*	11,83±2,14	8,13±0,95*	14,88±0,38*	12,09±2,68
вересень	4,87±0,11*	2,74±0,65*	13,07±3,01	10,81±2,47	13,85±0,57	14,22±2,01
<i>Sedum reflexum</i> L.						
травень	<b>5,75±0,53</b>	5,25±1,36	<b>13,05±0,21</b>	12,07±1,62	<b>15,68±1,22</b>	13,04±1,32
липень	6,58±0,12*	4,22±0,93	14,09±0,35*	10,11±1,09*	16,73±2,51	11,52±2,03*
вересень	3,66± 0,14*	2,14±0,58*	11,26±0,64*	10,28±2,44	12,35±1,87	9,47±1,88*
<i>Sedum spurium</i> M. Bieb.						
травень	<b>5,49±0,95</b>	4,84±0,29	<b>8,45±0,44</b>	11,21±0,76*	<b>9,26±1,23</b>	11,13±1,24
липень	5,58±0,24	2,75±0,54*	7,56±0,63	10,82±5,11*	17,51±1,51*	9,27±3,07
вересень	3,58±0,37*	1,71±0,08*	6,29±0,27*	13,63±2,17*	5,75±3,57	13,61±2,88*

Примітка: жирним виділені дані умовного контролю – ділянка з достатнім освітленням у травні; \* – показники достовірно відрізняються з контролем на рівні  $p < 0,05$ .

Note: the gray filled cell with conditional control data is the area with sufficient lighting in May; \* – indicators are significantly different from the control at the level of  $p < 0.05$ .

Товщина адаксиального епідермісу теж переважно зменшувалася або достовірно не змінювалася, як у *S. album*. Натомість абаксиальний епідерміс в кінці сезону достовірно потовщувався у *H. ewersii* в обох варіантах

дослідку, у *H. spectabile* на сонці, а у *S. spurium* – в тіні.

Відзначені видоспецифічні особливості в зміні розмірів центрального провідного пучка, як протягом сезону, так і в різних умовах розвитку.

Діаметр провідного пучка у листках рослин з сонячної ділянки, у порівнянні з тіньовою, протягом сезону був більшим в очитків з плоскими листками на 22-52 % у *H. spectabile*, на 26-32 % у *H. ewersii* та на 5-26 % у *S. spurium* (рис. 4). У очитків з округлими листками діаметр центрального провідного пучка був більшим в умовах тіні – у *S. album* з травня по вересень, а у *S. reflexum* в травні–липні і тільки у вересні діаметр зменшився майже в половину.

Узагальнюючи, можемо стверджувати, що протягом сезонного розвитку рослин за різного рівня освітленості в анатомічній будові листків відбуваються зміни, що вказують на прояв загальних та видоспецифічних особливостей, спрямованих на зменшення рівня несприятливого впливу недостатнього освітлення. Так, у всіх видів, окрім *S. album*, товщина листка на сонячній ділянці за абсолютними показниками перевищувала таку в тіні. У *H. ewersii*, *H. spectabile*, *S. album* та *S. reflexum* протягом сезонного розвитку (від травня до вересня) відбувається достовірне

зменшення товщини листка, як на сонці, так і в тіні, тоді як у *S. spurium* в умовах достатнього освітлення вона збільшувалася. Товщина кутикули зменшувалася у видів роду *Sedum* у всіх варіантах досліду, натомість її збільшення протягом сезону було характерно для *H. ewersii* і *H. spectabile*. Діаметр центрального провідного пучка протягом сезонного розвитку збільшувався на сонці у *H. spectabile* і *S. reflexum*, на сонці і в тіні – у *H. ewersii*, в тіні – у *S. album*. На нашу думку, це було викликано посушливими умовами серпня–вересня, адже ксилема, яка має значно більшу поверхню водопровідних ділянок сприяє ефективнішому перерозподілу і використанню води (Недуха, 2015). Саме за допомогою структурних пристосувань листків рослини забезпечують максимально можливе поглинання вуглецю, збереження водних запасів та зменшення транспірації для підвищення стійкості за низького водного потенціалу листків (Fischer et al., 2016).

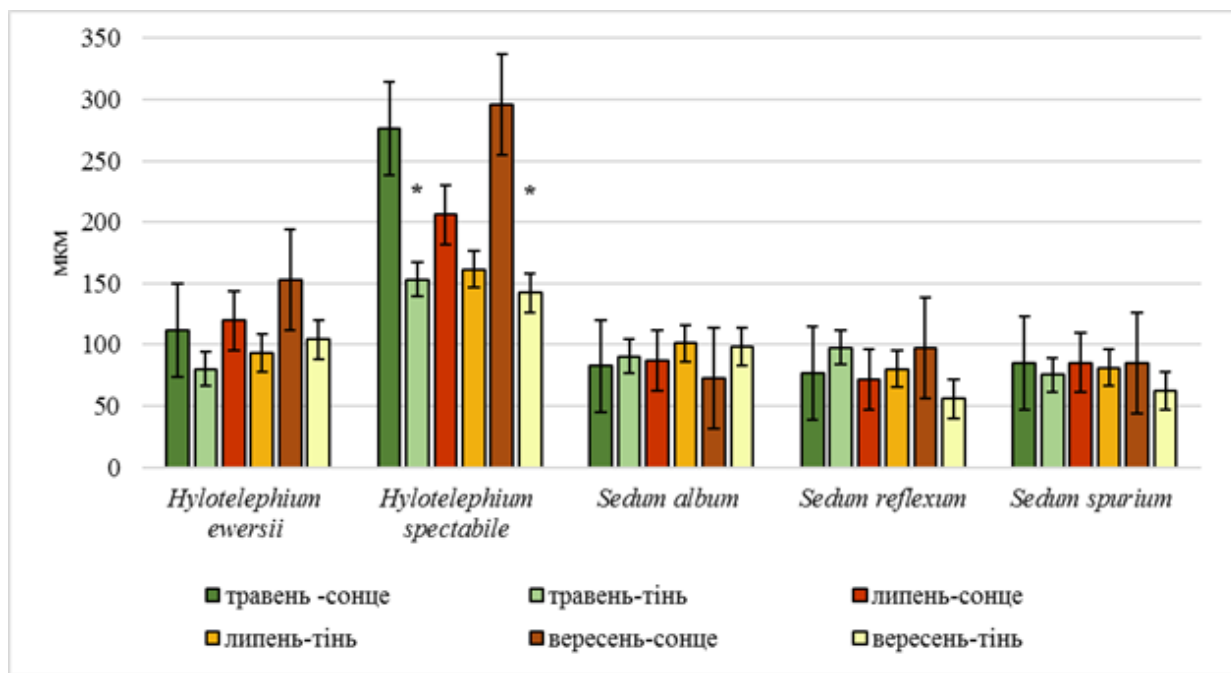


Рис. 4. Діаметр центрального провідного пучка листка рослин видів родів *Sedum* L. та *Hylothelephium* Н.Ошба протягом сезонного розвитку в умовах різного рівня освітлення за інтродукції в Криворізький ботанічний сад НАН України

Fig. 4. The diameter of the central conducting bundle of a leaf of plants of the genera *Sedum* L. and *Hylothelephium* Н.Ошба during seasonal development under conditions of different light levels during introduction to the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine

**Висновки.** Таким чином, протягом сезонного розвитку рослин видів родів *Sedum* L. та *Hylothelephium* Н. Ошба за різного рівня освітленості в умовах Криворізького ботанічного саду НАН України (степова зона України) в

анатомічній будові листків відбуваються зміни. До загальних відносимо те, що у рослин *H. ewersii*, *H. spectabile*, *S. reflexum* і *S. spurium* товщина листків була більшою в умовах достатнього освітлення і те, що відбувалося

зменшення товщини листкової пластинки протягом сезонного розвитку (від травня до вересня), як на сонці, так і в тіні. Також, в очитків з плоскими листками діаметр провідного пучка протягом сезону в сонячних умовах, відносно тіньових, був більшим на 52 % у *H. spectabile*, на 32 % у *H. ewersii* та на 26 % у *S. spurium*.

Але види також значно відрізнялися індивідуальними особливостями розвитку та інтенсивністю кількісних змін параметрів анатомічної будови. Так, у вересні в умовах тіні товщина листкової пластинки найістотніше зменшувалася у *H. spectabile* та *S. spurium* – майже у два рази. Але при цьому у *S. spurium* за недостатнього освітлення збільшувалася більше ніж вдвічі товщина нижнього і верхнього епідермісу, а для *H. spectabile* відзначене збільшення товщини кутикули в обох варіантах розвитку, але з різною інтенсивністю – на сонці в 2,1 рази, в тіні у 1,4 рази. Тільки для рослин *S. album* в умовах недостатньої освітленості характерно збільшення товщини листка, відносно сонячної ділянки, в 1,1–1,2 рази. У *S. album* з травня по вересень товщина листка і діаметр центрального провідного пучка, за абсолютними показниками, були більшими в умовах тіні, а розміри епідермісу достовірно не змінювалися.

Отримані результати вказують на високу пластичність досліджуваних видів *Hylotelephium ewersii*, *Hylotelephium spectabile*, *Sedum album*, *Sedum reflexum* і *S. spurium* та особливості фенотипічних змін анатомічної будови листків. Подальше вивчення еколого-біологічних особливостей представників родових комплексів *Sedum* L. та *Hylotelephium* Н. Ойба в кліматичних умовах Криворіжжя дасть можливість поповнити асортимент декоративних трав'янистих багаторічників, що прикрасять міські ландшафти з несприятливими умовами вирощування

**Конфлікт інтересів:** авторка заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

### Список літератури:

1. Архів погоди: аеропорт м. Кривий Ріг [Інтернет]. [цитовано 2024 берез. 3]. Доступно на: <https://www.meteoblue.com/uk/weather/forecast/week>
2. Березкіна, В.І. (2003). *Біологічні особливості інтродукованих видів роду Sedum L. (Crassulaceae DC.) та перспективи їх використання в Україні*: [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : 03.00.05. Київ, 26.
3. Березкіна, В. (2013). Особливості анатомо-морфологічної будови вегетативних органів видів секції *Sedum* роду *Sedum* L. (Crassulaceae DC.). *Modern Phytomorphology*, 4, 299–301. <https://zenodo.org/record/166572/files/Vol4full.pdf>.
4. Березкіна, В., Нужина, Н. (2013). Біологічні особливості *Sedum borissovae* Balk. (Crassulaceae DC.) в умовах Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*, 31, 33–35. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU\\_ItZ\\_2013\\_31\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_ItZ_2013_31_14).
5. Брайон, О.В., Чикаленко, В.Г. (1992). *Анатомія рослин*. Київ: Вища школа.
6. Войтюк, Ю.О., Кучерява, Л.Ф., Баданіна, В.А., Брайон, О.В. (1998). *Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології*. Київ: Фітосоціоцентр.
7. Воробей, П.М., Футорна, О.А., Ольшанський, І.Г., Жигалова, С.Л., Безсмертна, О.О. (2020). Мікроморфологічні ознаки (анатомічна структура листків та стебел, ультраструктура насінин) *Sempervivum globiferum* L. *Екологічні науки*, 1 (28), 316–323. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.51>.
8. Глухов, О.З., Сафонов, А.І., Хижняк, Н.А. (2006). *Фітоіндикація металоперсину в антропогенно трансформованому середовищі*. Донецьк: Норд-Прес.
9. Дідух, Я.П. (2009). Екологічні аспекти глобальних змін клімату: Причини, наслідки, дії. *Вісник НАН України*, 2, 34–44. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2009\\_2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2009_2_12).
10. Єгоршин, О.О., Лісовий, М.В. (2005). *Математичне планування польових дослідів та статистична обробка експериментальних даних*. Харків: Вид-во Ін-ту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського.
11. Зубровська, О.М. (2022). Особливості інтродукції видів роду *Sedum* L. в умовах степової зони України. *Екологічні науки*, 5 (44), 191–196. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.28>.
12. Іванюта, С.П., Коломієць, О.О., Малиновська, О.А., Якушенко, Л.М. (2020). *Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь*. Київ: НІСД. <http://www.niss.gov.ua/>.
13. Кириленко, Н.А. (2016). Особливості анатомо-морфологічної будови Crassulaceae, їх таксономічне та еволюційне значення. *Вісник Одеського національного університету, Біологія*, Т. 20, 1 (36), 37–46. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2015.1\(36\).56663](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2015.1(36).56663).
14. Левон, Ф.М. (2008). *Зелені насадження в антропогенно трансформованому середовищі: Монографія*. Київ: ННЦ ІАЕ.
15. Макрушин, М.М., Макрушина, Е.М., Петерсон, М. В., Мельников, М. М. (2006). *Фізіологія рослин*. Вінниця: Нова Книга.
16. Недуха, О.М. (2015). *Клітинна оболонка і фактори середовища*. Київ: Альтерпрес.
17. Панюта, О.О., Ольхович, О.П. (2007). *Анатомія рослин*. Київ: Либідь.
18. Паранько, І.С., Казаков, В.Л., Калініченко, О.О., Коцюрuba, В.В., Остапчук, І.О., Савосько, В.М.,



- Шипунова, В.О., Ярков, С.В. (2015). *Фізична географія Криворіжжя: монографічна навчальна книга*. Кривий Ріг: Вид-во. Р. А. Козлов.
19. Прилуцький, Ю.І., Ільченко, О.В., Цимбалюк, О.В., Костерін, С.О. (2017). *Статистичні методи в біології*. Київ: Наукова думка.
  20. Приходько, М.М. (2013). *Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем. Монографія*. Київ: Центр екологічної освіти та інформації.
  21. Пушка, І.М., Величко, Ю.А., Осіпов, М.Ю., Козаченко, І.В. (2019). Еколого-біологічні особливості інтродукованих видів роду *Sedum* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*, 109 (1), 212–218. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.31>.
  22. Чипиляк, Т.Ф., Зубровська, О.М., Шоль, Г.Н. (2022). *Рослини в урботехногенному середовищі степової зони України*. Київ: Талком. [https://www.researchgate.net/publication/376488819\\_Roslini\\_v\\_urbotehnogennomu\\_seredovisi\\_stepovoji\\_zoni\\_Ukraini](https://www.researchgate.net/publication/376488819_Roslini_v_urbotehnogennomu_seredovisi_stepovoji_zoni_Ukraini)
  23. Яковлева-Носарь, С.О., Тоцька, Т.В. (2018). Оцінка успішності інтродукції видів роду *Sedum* L. за умов м. Енергодар. *Актуальні питання біології, екології та хімії. Електронне наукове видання*, 2. [https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/index.php?action=url/view&url\\_id=6786](https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/index.php?action=url/view&url_id=6786).
  24. Anjum, Sh.A., Xie, X.-Yu, Wang, L.-Ch. et al. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (9), 2026–2032. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.027>.
  25. Butler, C., Orians, C.M. (2011). *Sedum* cools soil and can improve neighboring plant performance during water deficit on a green roof. *Ecological Engineering*, 37 (11), 1796–1803. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.06.025>
  26. Borland, A. M., Griffiths, H. (1996). Variations in the Phases of Crassulacean acid metabolism and regulation of carboxylation patterns determined by carbon-isotope-discrimination techniques. In: Winter, K., Smith, J.A., eds. *Crassulacean acid metabolism. Biochemistry, ecophysiology and evolution*. Berlin, Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79060-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79060-7_16).
  27. Castaneda-Ovando, A. M., Pacheco-Hernández, de Lourdes, Paez-Hernandez, M. E. [et al.]. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chem.* 113, 859–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>
  28. Hart, H., Bleij, B. (2003). *Sedum. Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae* / ed. Egli U. Berlin, Heidelberg & New York: Springer. <http://www.springer.com/978-3-540-41965-5>.
  29. Herrera, A. (2008). "Crassulacean acid metabolism and fitness under water deficit stress: if not for carbon gain, what is facultative CAM good for?". *Annals of Botany*, 103 (4), 645–653. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn145>, PMC 2707347, PMID 18708641.
  30. Fischer, G., Ramírez, F., Casierra-Posada, F. (2016). Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change. *Agronomía Colombiana*, 34 (2), 190–199. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n2.56799>.
  31. Monterusso, M.A., Rowe, D.B., Rugh, C.L. (2005). Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *Hort Science*, 40 (2), 391–396. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.2.391>.
  32. Uphof, J. C.T. (1962). Plant hairs / *Encyclopedia of Plant Anatomy*, 5, 1–206.
  33. Gray, S.B., Brady, S.M. (2016). Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*, 419, 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2016.07.023>.
  34. Schuber, M., Kluge, M. (1981). In situ studies on Crassulacean acid metabolism in *Sedum acre* L. and *Sedum mite* Gil. *Biology Environmental Science*, 1, 82–87. <https://doi.org/10.1007/BF00378797>.
  35. Silvera, K., Neubig, K.M., Whitten, W.M., Williams, N.H., Winter, K., Cushman, J.C. (2010). "Evolution along the Crassulacean acid metabolism continuum". *Functional Plant Biology*, 37 (11), 995–1010. <http://www.publish.csiro.au/journals/fpb>.
  36. Tena, N., Martín, J., Asuero, A. G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants (Basel)*, 9 (5), 451. <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>

#### References:

1. Weather archive: Kryvyi Rih airport [Internet]. [cited 2024 Mar. 3]. [Arkhyv pohody: aeroport m. Kryvyi Rih [Internet]. [tsytovano 2024 berez. 3]. Available at: (in Ukrainian). <https://www.meteoblue.com/uk/weather/forecast/week>
2. Berezkina, V.I. (2003). Biological features of introduced species of the genus *Sedum* L. (Crassulaceae DC.) and prospects for their use in Ukraine [Biolohichni osoblyvosti introdokovanykh vydiv rodu *Sedum* L. (Crassulaceae DC.) ta perspektyvy yikh vykorystannya v Ukrayini]: [Text]: autoref. thesis for obtaining sciences. candidate degree biological Sciences: 03.00.05. Kyiv, (in Ukrainian).
3. Berezkina, V. (2013). Peculiarities of the anatomical and morphological structure of the vegetative organs of species of the section *Sedum* of the genus *Sedum* L. (Crassulaceae DC.) [Osoblyvosti anatomomorfolohichnoyi budovy vehetatyvnykh orhaniv vydiv sektsiyi *Sedum* rodu *Sedum* L. (Crassulaceae DC.)]. *Modern Phytomorphology*, 4, 299–301. (in Ukrainian). <https://zenodo.org/record/166572/files/Vol4full.pdf>.
4. Berezkina, V., Nuzhina, N. (2013). Biological features of *Sedum borissovae* Balk. (Crassulaceae DC.) in the conditions of the Botanical Garden named after Acad. O. V. Fomin [Biolohichni osoblyvosti *Sedum borissovae* Balk. (Crassulaceae DC.) v umovakh Botanichnoho sadu im. akad. O. V. Fomina]. *Bulletin of Kyiv National University named after Taras Shevchenko. Introduction and conservation of plant*



- diversity, 31, 33–35. (in Ukrainian). [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU\\_IzZ\\_2013\\_31\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_IzZ_2013_31_14).
5. Bryon, O.V., Chikalenko, V.G. (1992). *Anatomy of plants [Anatomiya roslyn]*. Kyiv: Higher school. (in Ukrainian).
  6. Voytiuk, Y. O., Kucheryava, L.F., Badanina, V.A., Brion, O.V. (1998). *Plant morphology with the basics of anatomy and cytoembryology [Morfolohiya roslyn z osnovamy anatomiyi ta tsytoembriolohiyi]*. Kyiv: Phytosocial Center. (in Ukrainian).
  7. Vorobey, P.M., Futorn, O.A., Olshanskyi, I.G., Zhigalova, S.L., Bezsmertna, O.O. (2020). Micromorphological features (anatomical structure of leaves and stems, ultrastructure of seeds) *Sempervivum globiferum* L. [Mikromorfolohichni oznaky (anatomichna struktura lystkiv ta stebel, ul'trastruktura nasynyn) *Sempervivum globiferum* L.]. *Ecological Sciences*, 1 (28), 316–323. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.51>.
  8. Glukhov, O. Z., Safonov, A. I., Khizhnyak, N. A. (2006). *Phytoindication of metal persing in an anthropogenically transformed environment [Fitoindykatsiya metalopersynhu v antropohenno transformovanomu seredovyshchi]*. Donetsk: Nord-Pres. (in Ukrainian).
  9. Didukh, Y.P. (2009). Ecological aspects of global climate changes: Causes, consequences, actions [Ekolohichni aspekty hlobal'nykh zmin klimatu: Prychyny, naslidky, diy]. *Bulletin of the NAS of Ukraine*, 2, 34–44. (in Ukrainian). [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu\\_2009\\_2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2009_2_12).
  10. Yehorshin, O.O., Lisovyi, M.V. (2005). *Mathematical planning of field experiments and statistical processing of experimental data [Matematychnye planuvannya pol'ovyykh doslidiv ta statystychna obrobka eksperymental'nykh danykh]*. Kharkiv: Publishing House of the Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovsky. (in Ukrainian).
  11. Zubrovska, O.M. (2022). Peculiarities of the introduction of species of the genus *Sedum* L. in the conditions of the steppe zone of Ukraine [Osoblyvosti introduktsiyi vydiv rodu *Sedum* L. v umovakh stepovoyi zony Ukrayiny]. *Environmental sciences*, 5 (44), 191–196. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.28>.
  12. Ivanyuta, S.P., Kolomiets, O.O., Malinovska, O.A., Yakushenko, L.M. (2020). *Climate Change: Consequences and Adaptation Measures: Analytical Report. [Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsiyi: analitychna dopovid]*. Kyiv: NISD. <http://www.niss.gov.ua/>.
  13. Kirylenko, N.A. (2016). Peculiarities of the anatomical and morphological structure of Crassulaceae, their taxonomic and evolutionary significance [Osoblyvosti anatomo-morfolohichnoyi budovy Crassulaceae, yikh taksonomichne ta evolyutsiynne znachennya]. *Bulletin of Odessa National University. Biology*, T. 20, 1 (36), 37–46. (in Ukrainian). [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2015.1\(36\).56663](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2015.1(36).56663).
  14. Levon, F.M. (2008). *Green plantations in an anthropogenically transformed environment: Monograph [Zeleni nasadzhennya v antropohenno transformovanomu seredovyshchi: Monohrafiya]*. Kyiv: NNC IAE. (in Ukrainian).
  15. Makrushin, M.M., Makrushina, E.M., Peterson, M.V., Melnikov, M.M. (2006). *Physiology of plants [Fiziolohiya Roslyn]*. Vinnytsia: New Book. (in Ukrainian).
  16. Neduha, O.M. (2015). *Cell membrane and environmental factors [Klitynna obolonka i faktory seredovyshcha]*. Kyiv: Alterpress. (in Ukrainian).
  17. Panyuta, O.O., Olkhovich, O.P. (2007). *Anatomy of plants [Anatomiya Roslyn]*. Kyiv: Libyd. (in Ukrainian).
  18. Paranko, I.S., Kazakov, V.L., Kalinichenko, O.O., Kotsyruba, V.V., Ostapchuk, I.O., Savosko, V.M., Shipunova, V.O., Yarkov, S.V. (2015). *Physical geography of Kryvyi Rih: monographic educational book [Fizychna heohrafiya Kryvorizhzhya: monohrafichna navchal'na knyha]*. Kryvyi Rih: Ed. R. A. Kozlov. (in Ukrainian).
  19. Prylutskyi, Yu.I., Ilchenko, O.V., Tsymbalyuk, O.V., Kosterin, S.O. (2017). *Statistical methods in biology [Statystychni metody v biolohiyi]*. Kyiv: Scientific opinion. (in Ukrainian).
  20. Prikhodko, M.M. (2013). *Ecological safety of natural and anthropogenically modified geosystems: Monograph [Ekolohichna bezpeka pryrodnykh i antropohenno modyfikovanykh heosystem: Monohrafiya]*. Kyiv: Center for Environmental Education and Information. (in Ukrainian).
  21. Pushka, I.M., Velychko Yu.A., Osipov, M.Yu., Kozachenko, I.V. (2019). Ecological and biological features of introduced species of the genus *Sedum* L. in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine [Ekoloho-biolohichni osoblyvosti introdukovanykh vydiv rodu *Sedum* L. v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny]. *Taurian Scientific Herald*, 109 (1), 212–218. (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.31>.
  22. Chipulyak, T.F., Zubrovska, O.M., Shol, G.N. (2022). *Plants in the urbotechnogenic environment of the steppe zone of Ukraine [Roslyny v urbotekhnohennomu seredovyshchi stepovoyi zony Ukrayiny]*. Kyiv: Talkom. (in Ukrainian). [https://www.researchgate.net/publication/376488819\\_Roslini\\_v\\_urbotehnogennomu\\_seredovisi\\_stepovoi\\_zoni\\_Ukraini](https://www.researchgate.net/publication/376488819_Roslini_v_urbotehnogennomu_seredovisi_stepovoi_zoni_Ukraini)
  23. Yakovleva-Nosar, S.O., Totska, T.V. (2018). Evaluation of the success of the introduction of species of the genus *Sedum* L. under the conditions of the city of Energodar [Otsinka uspishnosti introduktsiyi vydiv rodu *Sedum* L. za umov m. Enerhodar]. *Current issues of biology, ecology and chemistry. Electronic scientific publication*, 2. (in Ukrainian). [https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/index.php?action=url/view&url\\_id=6786](https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/issues/index.php?action=url/view&url_id=6786).
  24. Anjum, Sh.A., Xie, X.-Yu, Wang, L.-Ch. et al. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(9), 2026–2032. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.027>.

25. Butler, C., Orians, C.M. (2011). Sedum cools soil and can improve neighboring plant performance during water deficit on a green roof. *Ecological Engineering*, 37(11), 1796–1803. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.06.025>.
26. Borland, A. M., Griffiths, H. (1996). Variations in the Phases of Crassulacean acid metabolism and regulation of carboxylation patterns determined by carbon-isotope-discrimination techniques. In: Winter, K., Smith, J.A., eds. *Crassulacean acid metabolism. Biochemistry, ecophysiology and evolution*. Berlin, Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79060-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79060-7_16).
27. Castaneda-Ovando, A. M., Pacheco-Hernández, de Lourdes, Paez-Hernandez, M. E. [et al.]. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chem.* 113, 859–871. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.001>.
28. Hart, H., Bleij, B. (2003). *Sedum. Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae* / ed. Eggli U. Berlin, Heidelberg & New York: Springer, 235–332. <http://www.springer.com/978-3-540-41965-5>.
29. Herrera, A. (2008). "Crassulacean acid metabolism and fitness under water deficit stress: if not for carbon gain, what is facultative CAM good for?". *Annals of Botany*, 103 (4), 645–653. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn145>, [PMC 2707347](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2707347/), [P MID 18708641](https://doi.org/10.1093/aob/mcn145).
30. Fischer, G, Ramirez, F., Casierra-Posada, F. (2016). Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change *Agronomía Colombiana*, 34(2), 190–199. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n2.56799>.
31. Monterusso, M.A., Rowe, D.B., Rugh, C.L. (2005). Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *Hort Science*, 40 (2), 391–396. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.2.391>.
32. Uphof, J.C.T. (1962). Plant hairs / *Encyclopedia of Plant Anatomy*, 5, 1–206.
33. Gray, S. B., Brady, S. M. (2016). Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*. 419, 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2016.07.023>.
34. Schuber, M., Kluge, M. (1981). In situ studies on Crassulacean acid metabolism in *Sedum acre* L. and *Sedum mite* Gil. *Biology Environmental Science*, 1, 82–87. <https://doi.org/10.1007/BF00378797>.
35. Silvera, K., Neubig, K.M., Whitten, W.M., Williams, N.H., Winter, K., Cushman, J.C. (2010). "Evolution along the Crassulacean acid metabolism continuum". *Functional Plant Biology*, 37 (11), 995–1010. <http://www.publish.csiro.au/journals/fpb>.
36. Tena, N., Martín, J., Asuero, A.G. (2020). State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health. *Antioxidants (Basel)*. 9 (5), 451. <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>.

## ANATOMICAL STRUCTURE OF THE LEAFS OF ORNAMENTAL STONECROPS OF THE GENERA *SEDUM* L. AND *HYLOTELEPHIUM* H. OHBA UNDER CONDITIONS OF DIFFERENT LIGHT LEVELS

**T. Chypyliak**

*Kryvyi Rih Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine  
Marshaka St., 50, Ukraine, 50089  
chipiljak@i.ua*

*The paper presents the results of determining the quantitative and qualitative characteristics of the anatomical structure of the leaf of the ornamental stonecrops of the genera *Sedum* L. and *Hylotelephium* H. Ohba during the seasonal development at different levels of illumination in the conditions of the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine, which is located in the steppe zone of Ukraine (arid agroclimatic zone). The objects of the study were the plants *Hylotelephium ewersii*, *Hylotelephium spectabile*, *Sedum album*, *Sedum reflexum* and *Sedum spurium*. Research was carried out on sites with different levels of illumination: a well-lit place of growth (control site) - the level of illumination at lunchtime reached 39,000–56,500 lux in clear weather and 14,500–23,500 lux on an overcast day; shadow area - the light level at lunch time in clear weather reached 2,500–3,500 lux, and on an overcast day 1,200–2,000 lux. The research was conducted in three stages: the end of May, the end of July, and the end of September. We used 5 individuals of each species, which were grown in open ground (ordinary black soil) at a natural level of moisture supply. Anatomical studies were performed on live specimens using standard methods. The material for the studies was preparations of morphologically mature leaves taken from the middle tier of individuals.*

*It was found that during the seasonal development of plants, changes occur in the anatomical structure of leaves. In plants of *H. ewersii*, *H. spectabile*, *S. reflexum* and *S. spurium*, leaf thickness was greater in conditions of sufficient light and there was a decrease in leaf blade thickness during seasonal development (from May to September), both in the sun and in the shade. Under conditions of shade at the end of the season, leaf thickness decreased most significantly in *H. spectabile* and *S. spurium* - almost twice. On the other hand, in *S. spurium*, under insufficient lighting, the*

*thickness of the lower and upper epidermis increased more than twice, and in H. spectabile, the thickness of the cuticle increased in both variants of the experiment - in the sun by 2.1 times, in the shade by 1.4 times. In stonecrops with flat leaves, the diameter of the central conducting bundle during the season in sunny conditions was 26 % (S. spurium) – 52 % (H. spectabile) larger than in the shade. Only in S. album, from May to September, leaf thickness and the diameter of the central conductive bundle, in absolute terms, were larger in the shade than in the sun. The obtained results indicate high plasticity of the studied species and peculiarities of phenotypic changes in the anatomical structure of leaves.*

*Key words: family Crassulaceae, leaf anatomy, light level, steppe zone, Kryvorizhzhya, seasonal development.*

*Отримано редколегією 01.04.2024 р.*