

---

TEZA DE DOCTORAT

# Cercetări privind plantele de *Sedum* în designul mozaicurilor și adaptarea lor la diverse condiții pedoclimatice

---

Doctorand **Alex-Péter Cotoz**

---

Conducător de doctorat **Prof. univ. dr. Maria Cantor**

---





## INTRODUCERE

În contextul urbanizării rapide și al schimbărilor climatice, conservarea spațiilor verzi devine o provocare urgentă. Orașele, adesea conduse de interese economice și utilitare, neglijează beneficiile ecologice ale zonelor verzi. Acoperișurile verzi oferă o soluție contemporană eficientă pentru integrarea elementelor ecologice în peisajul urban (FRANCIS și JENSEN, 2017).

Plantele suculente din genul *Sedum* sunt ideale pentru acoperișurile verzi datorită adaptabilității și rezilienței lor în condiții aspre (DURHMAN *et al.*, 2006; WOLF și LUNDHOLM, 2008; ZAHARIA *et al.*, 2016), utilizând eficient resursele (KLUGE, 1977; TERRI *et al.*, 1986) și contribuind la absorbția metalelor grele și a carbonului (GETTER *et al.*, 2009). Implementarea acoperișurilor verzi cu *Sedum* poate îmbunătăți reziliența urbană, în special în zonele cu climă caldă și aridă, promovând peisaje sustenabile (SNODGRASS și SNODGRASS, 2006).

Studiul doctoral explorează utilizarea unor soiuri de *Sedum* într-un mozaic floral inspirat din motive tradiționale românești, subliniind importanța identității culturale locale în designul peisagistic. Designul experimental a implicat utilizarea și înființarea unei culturi de *Sedum* pe diverse tipuri de substrat și evaluarea comportamentului plantelor în condiții de stres hidric și nutritiv (fără intervenții de întreținere, cum ar fi irigarea sau fertilizarea culturilor) expuse exclusiv condițiilor pedoclimatice existente.

## STRUCTURA TEZEI DE DOCTORAT

Lucrarea intitulată "*Cercetări privind plantele de Sedum în designul mozaicurilor și adaptarea lor la diverse condiții pedoclimatice*", conține 150 de pagini și a fost realizată conform normelor de elaborare și redactare în vigoare la nivel universitar și național.

Teza de doctorat este structurată în două părți, alcătuite din opt capitole, și conține 40 de tabele, 67 de figuri și grafice, precum și 263 de referințe bibliografice.

**Prima parte** a tezei de doctorat, cea dedicată stadiului actual al cunoașterii, este organizată în două capitole și se întinde pe 50 de pagini.

**Capitolul 1** oferă o prezentare detaliată a genului *Sedum*, acoperind diverse aspecte legate de acest grup de plante. Capitolul începe cu aspecte despre originea și aria de răspândire a genului (1.1), urmată de încadrarea sistematică a genului, inclusiv o descriere a câtorva specii (1.2 și 1.2.1). Capitolul continuă cu detalii despre cerințele ecologice ale plantelor, cum ar fi temperatura, apa, lumina, substratul de cultură și conținutul biochimic (1.3, 1.3.1 - 1.3.5). Sunt abordate apoi tehnologia de cultură, incluzând metode de înmulțire și întreținere (1.4, 1.4.1 și 1.4.2). În final, capitolul tratează utilizarea plantelor de *Sedum*, subliniind importanța ecologică, tipurile de compoziții florale și amenajări peisagere, influența schimbărilor climatice asupra dezvoltării plantelor și toleranța lor la secetă (1.5, 1.5.1 - 1.5.4).

**Capitolul 2** explorează diverse motive tradiționale și modul în care acestea sunt folosite în întreaga lume. Începe prin prezentarea conceptului de motive tradiționale la nivel global (2.1), oferind o perspectivă asupra diversității și semnificației acestora în diferite culturi. Continuă cu o analiză a motivelor tradiționale românești și principiile de design care le caracterizează (2.2), subliniind particularitățile și valorile estetice autohtone. Capitolul se încheie cu o secțiune

dedicată utilizării motivelor tradiționale în grădinărit (2.3), evidențiind cum aceste modele pot fi integrate în designul peisagistic și horticultura modernă.

**A doua parte** a tezei, dedicată cercetărilor proprii, este structurată în șase capitole și se întinde pe 97 de pagini. Rezultatele obținute sunt ilustrate prin 31 de tabele și 33 de figuri.

În **Capitolul 3** sunt expuse scopurile și obiectivele cercetărilor. **Capitolul 4** detaliază așezarea geografică a locului desfășurării cercetărilor. **Capitolul 5** descrie materialele și metodele de cercetare, precum și organizarea experimentelor. În **Capitolul 6** sunt prezentate rezultatele și discuțiile celor șase studii de cercetare, urmate de **Capitolul 7** în care sunt enumerate concluziile și recomandările formulate pe baza rezultatelor obținute. Elementele de originalitate și contribuțiile personale sunt evidențiate în **Capitolul 8** al tezei de doctorat.

Teza se încheie cu bibliografia și rezumatul în limba română și engleză.

## SCOPUL ȘI OBIECTIVELE CERCETĂRII

Scopul cercetărilor întreprinse în cadrul tezei de doctorat '**Cercetări privind plantele de *Sedum* în designul mozaicurilor și adaptarea lor la diverse condiții pedoclimatice**', a fost acela de a analiza îndeaproape dezvoltarea speciilor de *Sedum* expuse la diverse condiții pedoclimatice, fără intervenții exterioare precum udări sau fertilizări suplimentare, și să promovarea utilizării motivelor tradiționale în compozițiile peisagere.

În cadrul celor **șase experiențe** efectuate, următoarele **obiective** au fost derivate în conformitate cu scopul general al cercetărilor:

- Stabilirea impactului condițiilor climatice asupra substraturilor de cultură și identificarea substratului ideal pentru cultivarea unor soiuri de *Sedum*;
- Determinarea impactului factorilor de stres hidric și nutritiv – fără lucrări de irigare sau fertilizare – asupra creșterii plantelor de *Sedum* în diferite substraturi de cultură;
- Stabilirea densității plantelor de *Sedum* în diferite substraturi de cultură sub influența factorilor de stres hidric și nutritiv – fără lucrări de irigare sau fertilizare;
- Determinarea compoziției biochimice al plantelor studiate în diferite substraturi de cultură în condiții de stres hidric și nutritiv – fără lucrări de irigare sau fertilizare;
- Determinarea gradului de răspândire și utilizare al genului *Sedum* pe plan local;
- Identificarea metodologiilor prin care plantele studiate pot fi integrate în amenajările destinate mozaicurilor florale.

## MATERIAL ȘI METODĂ

### MATERIAL BIOLOGIC

În cadrul tezei de doctorat au fost studiate trei soiuri de *Sedum*, aparținând la două specii – *S. spurium* 'Purpur Winter', *S. spathulifolium* 'Cape Blanco' și *S. spathulifolium* 'Purpureum'.

În total, au fost necesari 12.276 de butași – 6/ghiveci, 2.046 de ghivece și 3 m<sup>3</sup> de substrat de cultură pentru a finaliza întreaga amenajare:

- 482 ghivece, respectiv, 2892 butași de *Sedum spurium* 'Purpur Winter' (SS'PW');
- 983 ghivece, respectiv, 5898 butași de *Sedum spathulifolium* 'Cape Blanco' (SS'CB');
- 581 ghivece, respectiv, 3486 butași de *Sedum spathulifolium* 'Purpureum' (SS'P').

## **SUBSTRATUL DE CULTURĂ**

Experimentele s-au desfășurat pe o terasă înierbată la U.S.A.M.V. Cluj-Napoca (ICHAT) pentru a studia influența diferitelor medii de cultură asupra plantelor de *Sedum*, folosind patru substraturi de cultură:

- **Substrat acoperișuri verzi (A.V.):**
  - Avantaje: poros, ușor, reține apa și fertilizantii, bun drenaj, nu se descompune, steril (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Dezavantaje: grosier, rădăcinile unor plante nu se fixează bine (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Caracteristici: N – 0.038%, P – 69 ppm, K – 810 ppm, pH – 8.01, apă solubilă < 1,5 g/l, sedimente < 20%, aer > 60%, apă reținută 50%, materii organice 3-8%, absorbție >140 mmol/l.
- **Amestec comercial (A.C.):**
  - Avantaje: bogat în nutrienți, reține apa (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Dezavantaje: salinitate variabilă, poate conține reziduuri de erbicide/insecticide, riscul de buruieni (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Caracteristici: N – 1.31%, P – 3800 ppm, K – 4740 ppm, pH – 4.92, apă solubilă max. 2%, microelemente max. 0.2%.
- **Nisip de râu (N.R.):**
  - Avantaje: contact eficient cu rădăcinile (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Dezavantaje: greu când este ud, predispus la eroziune, slab în nutrienți și apă (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Caracteristici: N – 0%, P – 7 ppm, K – 254 ppm, pH – 8.82.
- **Pietriș de râu (Martor):**
  - Avantaje: microclimat răcoros, stabil, bună oxigenare, reutilizabil (AMPIM *et al.*, 2010);
  - Dezavantaje: nu absoarbe apă, fără valoare nutritivă, se încălzește vara (AMPIM *et al.*, 2010).

## **METODA DE CERCETARE**

Pentru a efectua cercetările, a fost necesară înființarea culturilor experimentale. Acestea au fost introduse într-un design original cu specific românesc.

Butașii de *Sedum* au fost plantați câte șase în ghivece de Ø 17 cm și 13 cm adâncime. Ghivecele au fost umplute în prealabil cu trei tipuri diferite de substrat de cultură – A.V., A.C. și N.R., iar mai apoi repartizate pe o structură metalică suspendată special confecționată.

Structurile metalice au fost realizate după un concept original, din plasă sudată, cu dimensiuni de 110 x 400 cm și profile metalice de 3 cm, tăiate la diferite lungimi pentru a crea efectul vălurit al ‘meselor de lucru’.

Plantele investigate au fost expuse la stres hidric și nutritiv. Mai exact, pe parcursul studiilor nu s-au efectuat intervenții de fertilizare sau irigare, plantele fiind supuse exclusiv la apele pluviale și la substanțele nutritive deja prezente în substraturile de cultură alese.

- **Studiul 1 - Influența climatului asupra substraturilor de cultură**  
Acest studiu a analizat proprietățile fizico-chimice ale diferitelor substraturi de cultură și a monitorizat impactul condițiilor climatice timp de 20 de luni.
- **Studiul 2 - Dezvoltarea morfologică la *Sedum* în condiții de stres abiotic**  
Dezvoltarea și creșterea morfologică a plantelor de *Sedum* în condiții de stres abiotic au fost evaluate, punând accent pe dezvoltarea rădăcinilor și tulpinilor, precum și pe modificările morfologice ca răspuns la diferite tipuri de substrat și condiții de mediu.
- **Studiul 3 - Supraviețuirea și ramificarea la *Sedum* în condiții de stres abiotic**  
Acest studiu a evaluat ratele de supraviețuire și modelele de ramificare ale plantelor de *Sedum* în condiții de stres abiotic, examinând peste 12.000 de butași pentru a determina efectele diferitelor substraturi și niveluri de elevație asupra adaptării plantelor.
- **Studiul 4 - Conținutul biochimic la *Sedum* în condiții de stres abiotic**  
A fost analizat conținutul biochimic al plantelor studiate expuse la stres abiotic, concentrându-se pe impactul diferitelor substraturi asupra compoziției biochimice.
- **Studiul 5 - Gradul de răspândire și utilizare a genului *Sedum* pe plan local**  
Un sondaj realizat în anul 2022 a explorat prevalența și utilizarea locală a speciilor de *Sedum*, identificând varietățile populare și aplicațiile decorative pe baza răspunsurilor a 411 participanți și a datelor de piață.
- **Studiul 6 - Integrearea plantelor în contextul cultural românesc**  
Trei concepte de design peisager care integrează diferite tipologii de plante au fost dezvoltate pentru diverse locații, pentru a demonstra cum aceste plante pot îmbunătăți setările culturale și istorice prin aranjamente estetice și durabile.

## REZULTATELE ȘI DISCUȚIILE CERCETĂRILOR

### Rezultate privind influența climatului asupra substraturilor de cultură

Temperatura solului influențează procesele biologice, fizice și chimice din sol (WARING, 2007) și implicit dezvoltarea sănătoasă a plantelor. Temperaturile scăzute, pe de altă parte, inhibă absorbția de apă din cauza vâscozității acesteia, încetinind astfel procesul de fotosinteză (<https://eos.com/blog/soil-temperature/>). Într-un interval scurt, procesele chimice și biologice se pot dubla pentru fiecare 10°C adăugat. Temperatura solului influențează procentul de saturație de apă din sol, iar pe măsură ce conținutul de umiditate din sol crește, crește și nivelul de temperatură (AL-KAYSSI et al., 1990, HOWE și SMITH, 2021).

Din punct de vedere statistic, rezultatele obținute indică faptul că în ceea ce privesc influențele temperaturii atmosferice asupra substraturilor de cultură, la un nivel de semnificație de  $p < 0,05$ , nu s-au observat diferențe semnificative între tratamente.

În același timp, analizând valorile capacității substraturilor de a reține umiditatea din substrat, nu s-au identificat diferențe semnificative între substraturile A.V. și A.C., în timp ce substratul N.R. a prezentat diferențe semnificativ mai slabe.

După parcurgerea datelor asupra substraturilor de cultură și a influențelor climatice prezentate s-a putut conclua că substratul specific acoperișurilor verzi - A.V. s-a distins prin următoarele caracteristici:

- A.V. a înregistrat temperaturi medii mai ridicate decât temperatura atmosferică în anii studiați, indicând capacitatea de a menține condiții favorabile pentru plante;
- Oferă totuși o sursă bună de substanțe nutritive, esențiale pentru dezvoltarea plantelor;
- Permite o bună circulație a aerului la rădăcinile plantelor;
- Stochează suficientă umiditate pentru a asigura dezvoltarea sănătoasă a plantelor, fiind un aspect crucial pentru culturile studiate.

## **Rezultate privind dezvoltarea morfologică la *Sedum* în condiții de stres abiotic**

**Dezvoltarea sistemului radicular în condiții de stres abiotic** – În cadrul acestei cercetări s-a investigat dezvoltarea sistemului radicular a trei varietăți de *Sedum*. Rezultatele au evidențiat variații semnificative în creșterea rădăcinii între diferitele substraturi. În general, substratul acoperișului verde (A.V.) a favorizat cea mai mare creștere a rădăcinii (SS'PW' -  $14.77 \pm 0.74$  cm; SS'CB' -  $16.22 \pm 0.81$  cm; SS'P'  $15.31 \pm 0.77$  cm) urmat de amestecul comercial (A.C.) - 8.10% mai slabe și nisipul de râu (N.R.) - 24,11% mai slabe. De asemenea, s-a observat că *Sedum spathulifolium* 'Cape Blanco' a avut cea mai mare creștere totală a rădăcinii. Discuția relevă că fluctuațiile termice și umiditatea solului influențează semnificativ dezvoltarea rădăcinii, iar adaptarea plantei la condițiile pedoclimatice joacă un rol crucial în supraviețuirea și creșterea sa.

**Dezvoltarea părții aeriene în condiții de stres abiotic** – Studiul examinează ratele de creștere a tulpinilor pentru *Sedum spurium* 'Purpur Winter' (S.S.'PW'), *Sedum spathulifolium* 'Cape Blanco' (S.S.'CB') și *Sedum spathulifolium* 'Purpureum' (S.S.'P') în diferite condiții de substrat (substrat pentru acoperișuri verzi, amestec comercial, nisip de râu) și niveluri variabile de temperatură și umiditate a substratului, supuse stresului hidric și nutritiv.

Pentru SS'PW', cea mai mare valoare a dezvoltării tulpinii a fost înregistrată în A.C. cu o medie lunară de 0,87 cm, în timp ce în A.V. și N.R., valorile au fost cu 55,17% și, respectiv, 43,68% mai mici. Pentru SS'CB', cea mai mare valoare a fost înregistrată în A.C., 0,40 cm, în timp ce în A.V. și N.R., creșterea medie lunară a fost mai mică cu 52,50% și 50%. SS'P' a prezentat valori similare cu SS'CB', unde A.C. a avut cea mai mare valoare dintre cele trei tratamente - 0,35 cm medie lunară. Compararea cu studiile anterioare sugerează că factorii de mediu influențează semnificativ ratele de creștere la *Sedum*, subliniind importanța compoziției substratului și a practicilor de gestionare în cultivarea acoperișurilor verzi.

**Analiza morfologică în condiții de stres abiotic** – Analiza morfologică în condiții de stres abiotic descrie modul în care diferite substraturi și condiții de mediu influențează dezvoltarea plantelor de *Sedum*, inclusiv numărul de frunze și tulpini, greutatea și lungimea tulpinii, diametrul tulpinii și suprafața frunzelor, comparate cu plantele martor.

Cele mai scăzute valori de dezvoltare ale plantelor studiate au fost înregistrate în lotul de nisip de râu (N.R.), cu o creștere cu 56% mai mică decât cea a plantelor martor. Pe locul al doilea s-a situat substratul pentru acoperișuri verzi (A.V.), cu 50% din creșterea martorului, iar pe primul loc a fost amestecul de sol comercial cu urme de dolomită și perlit (A.C.), cu 48%. Rezultatele indică faptul că dezvoltarea plantelor de *Sedum* a fost puternic

influențată de factori abiotici precum temperatura, umiditatea și adâncimea solului. Substraturile și condițiile de mediu diferite pot determina variații semnificative în caracteristicile morfologice ale plantelor, iar gestionarea acestor factori este crucială pentru obținerea unei creșteri optime a plantelor.

Factorii de stres extern determină o gamă largă de schimbări fiziologice unde membranele celulare sunt țintele primare ale acestora (ARORA et al., 2002). În condiții de stres, plantele se adaptează, iar frunzele, ramurile și tulpinile sunt cele mai afectate (BAERENFALLER et al., 2012).

### **Rezultate privind supraviețuirea și ramificarea la *Sedum* în condiții de stres abiotic**

Studiul a investigat adaptările plantelor de *Sedum* la diverse medii pedoclimatice, evidențiind ratele de supraviețuire și adaptările morfologice sub stres hidric și nutritiv. Pentru substratul specific al acoperișurilor verzi (A.V.), *Sedum spurium* 'Purpur Winter' a prezentat cea mai mare rată de supraviețuire (91%), cu 5,56 plante și 15,81 tulpini per ghiveci. În amestecul comercial (A.C.), același soi a arătat o rată similară de supraviețuire, cu 5,58 plante dar cu 35,61 tulpini per ghiveci. În nisip de râu (N.R.), aceasta a scăzut la 5,25 plante și 8,89 tulpini per ghiveci. Varietatea *Sedum spathulifolium* 'Cape Blanco' a prezentat rate de supraviețuire variabile între 45% și 58%, în timp ce *Sedum spathulifolium* 'Purpureum' a avut rate mai scăzute de supraviețuire (între 23% și 35%). În general, substratul A.C. a favorizat dezvoltarea plantelor, în timp ce N.R. a prezentat cele mai scăzute rate de supraviețuire și dezvoltare.

Elevația și gradul de expunere al plantelor la condiții climatice severe pot, de asemenea, avea un impact semnificativ asupra supraviețuirii și dezvoltării optime a plantelor de *Sedum*. De aceea, a fost esențială stabilirea influenței diferitelor înălțimi ale "meselor de lucru" asupra plantelor studiate, aceste înălțimi fiind h1 (0-25 cm), h2 (25-50 cm) și h3 (50-75 cm).

În substratul de acoperiș verde, SS'PW' a avut cea mai mare supraviețuire la nivelul elevației h3, cu 5,93 plante/ghiveci, iar în amestecul comercial, SS'P' a înregistrat o creștere semnificativă la altitudinea h2, cu aproximativ 2,77 plante/ghiveci. În nisipul de râu, SS'PW' a prezentat o supraviețuire mai bună la altitudinea h1, cu aproximativ 5,42 plante/ghiveci, iar SS'P' a înregistrat o creștere semnificativă la altitudinea h3, cu aproximativ 2,54 plante/ghiveci. În ceea ce privește ramificarea, SS'PW' a preferat altitudinea mai mare (h3) în substratul de acoperiș verde, iar SS'P' a avut cea mai mare ramificare la altitudinea h3 în substratul comercial. În ansamblu, substratul și elevația au influențat atât supraviețuirea, cât și tendințele de ramificare ale plantelor de *Sedum*.

Un aspect crucial în alegerea plantelor pentru proiecte diverse este habitatul lor natural și modul în care climatul local influențează dezvoltarea și supraviețuirea lor. De exemplu, într-un studiu al lui GUREVITCH et al. (1986), trei grupuri de *Sedum wrightii* din altitudini diferite din sud-vestul SUA au fost comparate în condiții de seră. Diferitele grupuri au preferat condițiile similare habitatului lor natural.



## **Rezultate privind conținutul biochimic la *Sedum* în condiții de stres abiotic**

Analiza biochimică a plantelor studiate la Stațiunea de Cercetare și Dezvoltare pentru Viticultură și Vinificație - Bujoru, Galați, relevă o aprovizionare adecvată cu macro și microelemente esențiale, cu valori în general favorabile dezvoltării plantelor. Totuși, s-a observat o asimilare a metalelor grele și a altor elemente care pot afecta negativ creșterea și rezistența plantelor, în special în cazul unor concentrații mai mari. Printre elementele chimice cu impact semnificativ se numără Li, Cr, Ga, Sr, Ba, Pb, Cd, care pot induce diverse efecte toxice, incluzând inhibarea creșterii și deteriorarea proceselor fiziologice și biochimice ale plantelor. Expunerea la aceste metale grele poate duce la consecințe grave, cum ar fi scăderea biomasei și fotosintezei, afectând în cele din urmă sănătatea și chiar supraviețuirea plantelor.

Expunerea plantelor la metale grele, poate cauza efecte toxice precum scăderea biomasei, cloroza, împiedicarea creșterii și fotosintezei, alterarea echilibrului hidric și asimilarea nutrienților. Aceste consecințe pot duce în cele din urmă la moartea plantelor. (RIESEN ȘI FELLER, 2005; CHAVES et al., 2011; SINGH et al., 2016; SHARMA et al., 2020).

## **Rezultate privind gradul de răspândire și utilizare a genului *Sedum* pe plan local**

Rezultatele demersului evidențiază gradul de cunoștințe și utilizare a genului *Sedum* în contextul local. Conform datelor obținute din 411 de participanți, 81% au recunoscut plantele prezentate în imagini, în timp ce 19% nu au reușit să le identifice corect. În ceea ce privește denumirea plantelor, 67% le-au identificat folosind denumirea științifică sau caracteristicile principale ale acestora. Peste 87% dintre participanți au evidențiat trăsăturile specifice ale genului *Sedum*, iar 29% au cunoscut și caracteristica specifică a familiei *Crassulaceae*. Cele mai întâlnite culori ale florilor și frunzelor au fost identificate, evidențiind speciile preferate pe piața locală. Majoritatea respondenților au întâlnit ultima dată plantele de *Sedum* în grădinile proprii sau în magazinele de specialitate, iar 88% au utilizat sau intenționează să utilizeze aceste plante în amenajările lor. Motivele principale pentru utilizare au inclus frumusețea lor (80%), rezistența la condiții adverse (12%), și ușurința în întreținere (6%). În contrast, dintre cei care nu ar folosi aceste plante au indicat că motivul principal ar fi lipsa de apreciere pentru acestea. Din perspectiva statutului profesional al repondenților, predomină angajații sectorului privat (22,7%) și cei care nu au specificat (24,8%), indicând un interes diversificat pentru genul *Sedum* în rândul adulților.

## **Rezultate privind integrarea plantelor în contextul cultural românesc**

Studiul prezintă trei propuneri distincte de design pentru integrarea plantelor în contextul cultural românesc. *Designul 1* accentuează decorul de primăvară și vară prin utilizarea unui mozaic floral simetric, inspirat din motivele tradiționale transilvănene și amplasat strategic pentru a crea coeziune și contrast vizual. *Designul 2* evidențiază rezultatele studiului doctoral, oferind recomandări practice privind substraturile de cultură și îngrijirea plantelor, în timp ce *designul 3* propune integrarea unui mozaic floral într-un cadru istoric fictiv, accentuând simetria modelelor florale și integrându-le tematic într-un mediu cu vegetație autohtonă. Fiecare propunere explorează modalități distincte de a crea spații verzi atrăgătoare și funcționale, adaptate contextului cultural românesc.

## CONCLUZII

- **Concluzii privind influența climatului asupra substraturilor de cultură**

Temperatura și precipitațiile au avut un impact semnificativ asupra substraturilor de cultură. Substratul A.V., utilizat în acoperișurile verzi, menține temperaturi moderate pe tot parcursul anului, favorizând creșterea plantelor. În contrast, substraturile compuse din nisip de râu, au prezentat fluctuații mai mari de temperatură, afectând negativ dezvoltarea plantelor. De asemenea, substraturile precum cele comerciale au demonstrat o retenție mai bună a umidității, asigurând o disponibilitate constantă de apă pentru plante.

- **Concluzii privind dezvoltarea morfologică la *Sedum* în condiții de stres abiotic**

În concluzie, cercetarea asupra dezvoltării sistemului radicular și a părții aeriene a trei varietăți de *Sedum* sub diferite condiții de substrat și stres abiotic a evidențiat variații semnificative în creșterea și morfologia plantelor. Adaptarea plantelor la condițiile pedoclimatice a demonstrat a fi esențială pentru supraviețuirea și creșterea lor. Rezultatele subliniază importanța gestionării factorilor abiotici în cultivarea plantelor *Sedum*, cu implicații semnificative pentru proiectarea și întreținerea acoperișurilor verzi.

- **Concluzii privind supraviețuirea și ramificarea la *Sedum* în condiții de stres abiotic**

În concluzie, adaptările plantelor de *Sedum* la medii pedoclimatice diverse au fost evidențiate prin ratele variabile de supraviețuire și adaptările morfologice sub stres hidric și nutritiv. *Sedum spurium* 'Purpur Winter' a manifestat cea mai mare rezistență în substratul specific al acoperișurilor verzi și în amestecul comercial, cu o notabilă creștere în numărul de tulpini în acest din urmă. În contrast, supraviețuirea a fost redusă în nisip de râu. De asemenea, variabilitatea în ratele de supraviețuire și dezvoltare a fost observată între diversele specii și subspecii de *Sedum*, influențate semnificativ de elevație și tipul de substrat. Aceste constatări subliniază importanța alegerii speciilor adecvate în proiectele de amenajare, având în vedere habitatul lor natural și adaptările la condițiile locale.

- **Concluzii privind conținutul biochimic la *Sedum* în condiții de stres abiotic**

Analiza biochimică a relevat că elementele esențiale pentru creșterea plantelor de *Sedum* sunt prezente în cantități adecvate. Dezvoltarea slabă a plantelor putut fi atribuită și prezenței metalelor grele precum plumbul (Pb), zincul (Zn), și cadmiul (Cd), care în exces pot cauza efecte toxice severe, cum ar fi scăderea biomasei, inhibarea creșterii și fotosintezei, precum și alterarea echilibrului hidric și asimilării nutrienților. Aceasta subliniază necesitatea monitorizării nivelurilor de metale grele pentru a asigura sănătatea plantelor și protecția mediului.

- **Concluzii privind gradul de răspândire și utilizare a genului *Sedum***

Studiul a arătat că majoritatea repondenților recunosc și apreciază plantele de *Sedum* pentru rezistența lor la secetă și adaptabilitatea la diferite medii. Aceste plante sunt preferate pentru amenajările peisagistice datorită frumuseții lor și ușurinței în întreținere. Totuși, unele persoane evită utilizarea lor din cauza lipsei de spațiu adecvat sau a preferințelor personale. Interesul pentru aceste plante este diversificat, provenind din multiple domenii, sugerând o apreciere largă în peisagistica urbană și rurală.

- **Concluzii privind integrarea plantelor în contextul cultural românesc**

Integrarea genului *Sedum* în peisajul cultural românesc a demonstrat potențialul de a crea spații verzi armonioase și captivante. Utilizarea mozaicurilor florale inspirate din motive tradiționale a contribuit la o estetică plăcută și la o conexiune profundă cu istoria și tradițiile locale. Plantele cu creștere scăzută au subliniat delicatetea designului, în timp ce cele înalte au adăugat profunzime și dramatism, optimizând astfel peisajul urban și promovând biodiversitatea.

## RECOMANDĂRI

- **Selectarea substratului:** Se recomandă utilizarea substraturilor precum cele specifice acoperișurilor verzi sau cele comerciale pentru a stabili un mediu optim pentru plante, moderând temperatura și umiditatea.
- **Dezvoltarea rădăcinilor:** Se recomandă alegerea substraturilor cu drenaj adecvat și capacitate de reținere a umidității pentru o creștere sănătoasă a sistemului radicular.
- **Dezvoltarea tulpinii:** Este recomandat să se opteze pentru substraturi care oferă suport și stabilitate pentru promovarea creșterii și stabilității tulpinilor.
- **Adaptare la stresul abiotic:** Se sugerează selectarea soiurilor de *Sedum* care prezintă o adaptare corespunzătoare la condițiile locale pentru a maximiza rezistența la stresurile abiotice.
- **Conținutul biochimic:** Este importantă monitorizarea nivelurilor de metale grele și să se evite acumularea acestora în plante și sol.
- **Utilizarea genului *Sedum*:** Integrarea plantelor *Sedum* în amenajările peisagistice este recomandată pentru adaptabilitatea și ușurința în întreținere.
- **Integrarea culturală:** Pentru asigurarea relevanței și autenticității proiectelor, se recomandă integrarea plantelor în contextul tradițiilor locale și al valorilor culturale.

## ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIILE INOVATIVE ALE TEZEI

Teza prezintă mai multe contribuții originale și inovative. Aceasta identifică factorii de mediu și influențele lor asupra substraturilor utilizate pentru cultura de *Sedum*. De asemenea, dezvoltă un studiu actual privind implementarea culturii de suculente, explorând trei opțiuni de substrat pentru utilizare pe termen scurt și lung. O analiză morfologică actualizată este furnizată, adaptată la condițiile pedoclimatice descrise în cercetarea doctorală. În plus, teza evaluează toleranța diferitelor varietăți de *Sedum* la stresul hidric și nutritiv. Este creat un chestionar pentru a evalua cunoștințele și utilizarea locală a plantelor de *Sedum*. Cercetarea oferă, de asemenea, soluții peisagistice pentru integrarea *Sedum* în mozaicuri florale tradiționale românești și construiește un cadru pentru implementarea designurilor cu motive tradiționale românești. În cele din urmă, se examinează determinarea compuşilor biochimici din *Sedum* în condiții de stres hidric și nutritiv.

## BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. AL-KAYSSI, A. W., AL-KARAGHOULI, A. A., HASSON, A. M., & BEKER, S. A. (1990). Influence of soil moisture content on soil temperature and heat storage under greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 45, 241-252.
2. AMPIM, P. A., SLOAN, J. J., CABRERA, R. I., HARP, D. A., & JABER, F. H. (2010). Green roof growing substrates: types, ingredients, composition and properties. *Journal of Env. Hort.*, 28(4), 244-252.
3. ARORA, A., SAIRAM, R. K., & SRIVASTAVA, G. C. (2002). Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current science*, 1227-1238.
4. BAERENFALLER, K., MASSONNET, C., WALSH, S., BAGINSKY, S., BÜHLMANN, P., HENNIG, L., ... & GRUISSEM, W. (2012). Systems-based analysis of Arabidopsis leaf growth reveals adaptation to water deficit. *Molecular systems biology*, 8(1), 606.
5. COTOZ, A. P., DAN, V. S., GOCAN, T. M., ANDREICA, I., RÓZSA, S., & CANTOR, M. (2023a). ***Sedum* growth patterns under different pedoclimatic conditions.** *Plants*, 12(14), 2739, DOI 10.3390/plants12142739
6. COTOZ, A. P., DAN, V. S., GOCAN, T. M., ANDREICA, I., RÓZSA, S., & CANTOR, M. (2023b). ***Sedum* Survival and Ramification Patterns Under Different pedoclimatic Conditions,** *Romanian Journal of Horticulture*, Volume IV, 2023: 185-192, On line ISSN 2734 – 8083, PRINT ISSN 2734 – 7656, DOI 10.51258/RJH.2023.21
7. CHAVES, L. H. G., ESTRELA, M. A., & DE SOUZA, R. S. (2011). Effect on plant growth and heavy metal accumulation by sunflower. *Journal of Phytology*, 3(12).
8. DURHMAN, A. K., ROWE, D. B., & RUGH, C. L. (2007). Effect of substrate depth on initial growth, coverage, and survival of 25 succulent green roof plant taxa. *HortScience*, 42(3), 588-595.
9. FRANCIS, L. F. M., & JENSEN, M. B. (2017). Benefits of green roofs: A systematic review of the evidence for three ecosystem services. *Urban forestry & urban greening*, 28, 167-176.
10. GETTER, K. L., ROWE, D. B., ROBERTSON, G. P., CREGG, B. M., & ANDRESEN, J. A. (2009). Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Env. science & technology*, 43(19), 7564-7570.
11. GUREVITCH, J., TEERI, J. A., & WOOD, A. M. (1986). Differentiation among populations of *Sedum wrightii* (*Crassulaceae*) in response to limited water availability: water relations, CO<sub>2</sub> assimilation, growth and survivorship. *Oecologia*, 70, 198-204.
12. HOWE, J. A., & SMITH, A. P. (2021). The soil habitat. In *Principles and applications of soil microbiology* (pp. 23-55). Elsevier.
13. KLUGE, M. (1977). Is *Sedum acre* L. a CAM plant?. *Oecologia*, 29, 77-83. <https://doi.org/10.1007/BF00345364>.
14. RIESEN, O., & FELLER, U. (2005). Redistribution of nickel, cobalt, manganese, zinc, and cadmium via the phloem in young and maturing wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 28(3), 421-430.
15. SHARMA, A., SIDHU, G. P. S., ARANITI, F., BALI, A. S., SHAHZAD, B., TRIPATHI, D. K., ... & LANDI, M. (2020). The role of salicylic acid in plants exposed to heavy metals. *Molecules*, 25(3), 540.
16. SINGH, S., PARIHAR, P., SINGH, R., SINGH, V. P., & PRASAD, S. M. (2016). Heavy metal tolerance in plants: role of transcriptomics, proteomics, metabolomics, and ionomics. *Frontiers in plant science*, 6, 1143.
17. SNODGRASS, E.C., & SNODGRASS, L.L. (2006). *Green Roof Plants*. Portland, OR: Timber Press
18. TERRI, J. A., TURNER, M., & GUREVITCH, J. (1986). The response of leaf water potential and crassulacean acid metabolism to prolonged drought in *Sedum rubrotinctum*. *Plant physiology*, 81(2), 678-680.
19. WARING, R. H., & RUNNING, S. W. (2007). Spatial scaling methods for landscape and regional ecosystem analysis. *Forest Ecosystems* (Third edition), Analysis at Multiple Scales, 225-259.
20. WOLF, D., & LUNDHOLM, J. T. (2008). Water uptake in green roof microcosms: Effects of plant species and water availability. *Ecological Engineering*, 33(2), 179-186.
21. ZAHARIA, A., JUCAN, D., & BUTA, E. (2016). Reaction of *Sedum spurium* "Purpurteppich" exposed to thermal and hydric stress.
22. <https://eos.com/blog/soil-temperature/>