

SZAKDOLGOZAT

Biró-Borbás Ágnes

2025



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Kertészettudományi Intézet
Kertészmérnök alapképzési szak**

**Évelők szárazságtűrés toleranciájának tesztelése
mélyárnyékban**

Belső konzulens: dr. Kohut Ildikó
egyetemi docens
Belső konzulens: dr. Mosonyi István Dániel
adjunktus
**Belső konzulensek
intézete/tanszéke:** TTDI
Dísznövénytermesztési
és Dendrológiai Tanszék
Készítette: Biró-Borbás Ágnes

**Budapest
2025**

Tartalomjegyzék

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Bevezetés és célkitűzés | 5 |
| 2. | Irodalmi áttekintés | 7 |
| 2.1 | Az évelő fogalma és csoportosításai | 7 |
| 2.1.1 | Évelők életformájuk szerinti csoportosítása: | 7 |
| 2.1.2 | Évelők vízigény szerinti csoportosítása | 7 |
| 2.1.3 | Évelők fényigény szerinti csoportosítása | 8 |
| 2.2. | A szárazságtűrés fogalma | 9 |
| 2.2.1 | Szárazságtűrő növények | 10 |
| 2.2.2 | Szárazságtűrő növények jellemzői | 11 |
| 2.2.3 | A szárazságtűrő területek jellemzői | 11 |
| 2.2.4 | A növények szárazsággal szemben ellenálló képességeinek csoportosítása | 11 |
| 2.2.5 | A mélyárnyék és a szárazság elméletei | 12 |
| 2.2.6 | A szárazságtűrő növények talaj és tápanyagigénye | 13 |
| 2.3 | Városi stressztűrés | 15 |
| 2.3.1 | Kísérletben szereplő növények | 16 |
| 3 | Anyag és módszer | 17 |
| 3.1 | Anyag | 17 |
| 3.1.1 | Kísérleti anyagok | 17 |
| 3.1.2 | Kísérleti helyszín és kontroll csoport | 17 |
| 3.1.3 | Kísérlet ideje alatt mért időjárás adatok | 18 |
| 3.2 | Módszer | 18 |
| 3.2.1 | Mérések időpontjai | 18 |
| 3.2.2 | Vizsgálat módszerei | 19 |
| 4 | Eredmények | 23 |
| 4.1. | Csapadék adatok | 23 |
| 4.2. | Hőmérsékleti adatok | 24 |
| 4.3. | Fénymérési adatok | 25 |
| 4.4. | Az <i>Amsonia tabernaemontana</i> eredményei | 26 |
| 4.4.1. | Növény méretei | 26 |
| 4.4.2. | Peroxidáz aktivitás mérés eredményei | 31 |
| 4.4.3. | Prolin tartalom eredményei | 33 |
| 4.5. | <i>Armeria canescens</i> ex N Mac eredményei | 35 |
| 4.5.1. | Növény méretei | 35 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.5.2. | Peroxidáz aktivitás mérés eredményei | 38 |
| 4.5.3. | Prolin tartalom mérés eredményei..... | 39 |
| 5. | Következtetés..... | 41 |
| 6. | Összefoglalás | 44 |
| 7. | Irodalomjegyzék..... | 45 |
| 8. | Ábrajegyzék..... | 48 |

1. Bevezetés és célkitűzés

Klímánkat igen erőteljes változás jellemzi az elmúlt évtizedekben, amely az utóbbi néhány évben felgyorsulni látszik. Leginkább a szélsőségség jellemző, ezért a növény és állatvilág ezt a szélsőséges körülményt kell elviselje, illetve ehhez kell alkalmazkodjon.

Amikor egy tudatos növénytelepítéshez kezdünk a jelenlegi adottságaink között, számításba kell vennünk a jövőbeni klímaváltozást. Ezenfelül érdemes tudatosan megvizsgálnunk a növények tűrőképességét, illetve azt is, ahogy mivel tudunk hozzájárulni ahhoz, hogy bármilyen stresszfaktor esetén is képesek legyen túlélni az adott környezeti viszonyok mellett.

Bár a mélyárnyéki szárazságtűrők vizsgálata már sok esetben felmerült, mégis ezen belül az évelők még egy új szegmensnek számítanak, ugyanis mélyárnyékban leginkább cserjék telepítését és szárazságtűrési vizsgálatát vették idáig figyelembe. Azaz az évelők szárazságtűrése nem jelentett problémát az árnyéki, mélyárnyéki területeken.

Ebből is következik, hogy ez egy olyan kihívás a kertészek számára, amivel érdemes lehet szélesebb körben foglalkozni.

Ilyen nehéz körülmények között mégis miként lehet ideális fejlődést biztosítani az évelőknek?

Erre kerestem a választ az elmúlt időszakban. Úgy gondolom, hogy mindenképp a talaj tápanyag és szervesanyag tartalma tudja megadni a választ erre a kérdésre, amelynek egyben jó vízelvezető közegként is kell működnie egy – egy nagyobb esőzés esetén.

Ha a talaj szerkezete képes viszonylag hosszan megtartani a nedvességet, ezzel biztosítva a fáknek, a cserjéknek és az évelőknek is a vizet a fotoszintézishez és a tápanyagfelvételhez, akkor van esélyük a növényeknek arra, hogy kialakítsanak egy túlélési stratégiát egy – egy stresszesebb időszak idejére.

A dolgozatomban összegyűjtött elméleteket, illetve hipotéziseket és gondolatmeneteket figyelembe véve, illetve az összegyűjtött ismeretanyagokat összesítve, bemutatom a mélyárnyék és a szárazság összefüggéseit.

Ehhez a kísérlethez *Armeria canescens* ex N Mac -t és *Amsonia tabernaemontana*-t ültettem el utcafronti mélyárnyéki ágyásba, amely növényeknek figyelemmel kísértem a szárazság- és hőtűrését, rögzítettem fejlődésmenetüket, illetve vizsgáltam biokémiai folyamataikat.

Célkitűzésem volt, hogy megvizsgáljam miként reagálnak ezek a növények gyengébb fényintenzitású és aszályosabb körülményekre. Hogyan és milyen módon védekeznek a növények szélsőséges körülmények között.

2. Irodalmi áttekintés

Az évelők a mélyárnyékban nem csak a fényhiánynak hanem tápanyag- és vízhiánynak is ki vannak téve, ezért növekedésük és fejlődésük szempontjából elsősorban a vízhiány lesz a legjelentősebb, amit kompenzálniuk kell. Meg kell küzdeniük a fák gyökérzetével és konkurálniuk kell velük (Szűcs, 2020).

A víz a növény életében igen fontos szerepet tölt be. Víz hiányában a magvak nem képesek csírázni, a növények pedig nem képesek fejlődni (Bábai, 1965)

Ahogy arra már több kutatás is rávilágít, az évelők sok esetben a felszíni 10 -15 cm-es talajrétegből igyekeznek tápanyaghoz és vízhez jutni. Amint ez a felszíni réteg kiszárad, más forrásokhoz kell fordulniuk. Vagy mélyebb rétegekben keresik a vizet, vagy pedig korlátozva a párologtatást, idővel visszahúzódnak a talajba, és megvárva az őszi – tavaszi bőséges csapadékot, újult erővel növekedésnek indulnak (Eben et al., 2002).

2.1 Az évelő fogalma és csoportosításai

Azokról a növényekről beszélünk évelőkként, amelyek több évig élnek és virágzás után különböző módon vészelik át a telet. Van közöttük fásszárú és lágyszárú, illetve a föld alatti részeikben áttelelő fajok (Schmidt ,2019).

2.1.1 Évelők életformájuk szerinti csoportosítása:

- ◆ Hemikriptofiták (H) – Földfelszín közelében áttelelők
- ◆ Geofiták (G) – Talajban áttelelő gumósok, hagymások, rizómások
- ◆ Hydatofiták-helofiták (HH) – Vízi és mocsári növények, amelyek vizek mocsaraiba húzódnak vissza.
- ◆ Chamaefiták (CH) – Törpecserjék, félcserjék, amelyek télen-nyáron megtartják fás jellegüket. Nem húzódnak vissza a talajba (Patkós és Kovács, 2018).

2.1.2. Évelők vízigény szerinti csoportosítása

- ◆ Mocsári / vízinövények: Tavak növényei, amelyek vízborítottság mellett növekednek és virágoznak legerőteljesebben és legszebben.

- ◆ Extrém vízigényes évelők: Esőerdei, extrém csapadékos, páradús klímát kedvelő növények.
- ◆ Vízigényes évelők: Leginkább tavak vagy tópartok közelében élő növények.
- ◆ Közepes vízigényű évelők: Igényesebb és látványosabb évelőfajták, amelyeknek viszonylag nagyobb mennyiségű öntözésre van szüksége a gyökérszónában. Ezek a fajták pár évtizede még könnyedén megéltek kertjeinkben és parkjainkban, de manapság már egyre nehezebb öntözés nélkül életben tartani őket.
- ◆ Szárazságtűrő növények: Ritka, szórványos öntözéssel is megelégszenek. Sok esetben víztartalékkal rendelkeznek, illetve nagyobb forráság idején védekezési funkciókat kapcsolnak be, ami csökkenti a párologtatást.
- ◆ Extrém szárazságtűrő évelők: Kifejezetten alacsony víz ellátottságú területek növényei, ahol könnyen felforrósodik és eső után gyorsan felszárad a talaj. Homokos területek és zöldtetők növényei. De ide tartoznak a mélyárnyéki évelők is (Patkós és Kovács, 2018).

2.1.3 Évelők fényigény szerinti csoportosítása

- ◆ Nap
- ◆ Félárnyék / Szórt fény
- ◆ Árnyék
- ◆ Mélyárnyék (Patkós és Kovács, 2018)

A növények nem önmagukban, hanem sajátos és véletlenszerű növényegyüttesekbe összeállva hoznak létre növényi társulásokat. Ezek a növényi társulások függenek a termőhelyi adottságoktól. Ám a növények nagy része nem ezekhez a társulásokhoz ragaszkodik, hanem leginkább olyan környezeti viszonyokhoz, mint pl. a szárazgyep, erdőszéle, akácos, patakpart, bokorerdő (Simon és Seregélyes, 2000).

2.2. A szárazságtűrés fogalma

A növények azon tulajdonsága, hogy képesek legyenek hosszabb vagy rövidebb ideig elviselni a vízhiányt. A szárazságtűrő növényeket kisebb levélfelület, nagyobb gyökérzet, nagy számú légzőnyílás, a vízháztartás szabályozóképessége jellemzi.

A párologtatáshoz és felmelegedéshez történő alkalmazkodását xeromorfózisnak nevezzük. Ilyen alaktani vagy anatómia bélyegek a süllyesztett sztómák, a sűrű szőrzet vagy pikkelyek, a vastag kutikula borítás, az összesodródó, keskeny vagy tű alakú levélzet, a nedvraktározó szövetek, illetve a szklerifikáció (keménylevelűség), amely sejtfal-megvastagodást alkot. (Szabó, 2000)

A szárazsággal sokszor együtt jár a magas hőmérséklet. A magas hőmérséklet és az aszály következménye, hogy csökken a fotoszintézis. Ennek hatására egyre kevesebb levéltömeget tart meg és nevel a növény, ami a talajtakarás csökkenéséhez járul hozzá. Ez pedig a talajnedvesség csökkenését eredményezi (Kwon és Woo, 2016).

Bár a szárazság fogalma régióként mást és mást jelent, mégis elmondhatjuk, hogy szinte a világon mindenhol, és Magyarországon igen erőteljesen évről – évre szélsőségesebbé válik az időjárásunk, aminek következményei az egyre hosszabb ideig tartó száraz és egybefüggő időszakok az év különböző szakaszaiban.

Ezért is fontos ezekkel a növényekkel és körülményeikkel foglalkoznunk.

Ez a kérdés a nemesítőket is érinti, ugyanis a megváltozott környezet olyan edzett fajták keresésére és kiválasztására ösztönzi őket, amelyek a száraz nyarakon öntözés nélkül is életképesek tudnak maradni (Bodor, 2009).

Szárazságtűrő növények szinte a világ minden táján megtalálhatóak. Leginkább a mediterrán, a hegyvidéki, a sztyeppék és sivatagok világából érkeznek hozzánk, miközben azért idehaza is találunk szárazságtűrő fajokat. Ez utóbbiak leginkább erdőszélén, sziklás területeken, karsztos területeken vagy az alföld szárazabb vidékén élnek. Azonos mindegyik növény felépítésében, hogy lombozatuk kisebb méretű, ezért kisebb mértékben párologtatnak. Nappal szembeni stratégiájuk igen sokféle és változatos, a lényeg, hogy megakadályozzák és csökkentse a párologtatás mértékét (Lepple, 2023).

Legismertebb szárazságtűrők a pozsgások és a kaktuszok, amelyek húsos leveleikben és száraikban tárolják a vizet, így védekezve és felkészülve az aszályos időszakokra. Ezek a fajok légzőnyílásaikat csak éjszaka nyitják ki, így elkerülve a sivatagi forró levegőt (Lepple, 2023).

A fűfélék vékony levelekkel rendelkeznek és jól alkalmazkodnak a környezetükhöz. Bár gyökérzetük nagyrészt a talajfelszín felső 10 – 15 centiméterében található, ami aszályos időszak alatt könnyen kiszárad, mégis rendelkeznek egy olyan stratégiával, ami megkönnyíti számukra a szárazabb időszakok túlélését (Lepple, 2023).

A mélyárnyéki évelők is a szárazságtűrő növények közé tartoznak. Tavasszal és ősszel nagyobb volumenű csapadék áll a rendelkezésükre, ami még a felettük található lombozaton keresztül is eléri a talaj felszínét. Ez a mennyiség megfelelő ahhoz, hogy ellássa a fa, a cserje és a talajszinten élő növényzetet. A vízért és a tápanyagért folyó küzdelem akkor válik jelentőssé, amikor már esetleg kimaradnak a nagyobb mennyiségű tavaszi esőzések, majd ez folytatódik a nyári aszályos időszakokkal és esetleg ősszel is komolyabb, hosszabb aszályosabb időszakok fordulnak elő.

Erdei és mélyárnyéki környezetben szinte természetes a biomassza jelenléte talajtakaróként, amely megvédi a növények gyökérzeténél lévő talajt a forró nyári napokon a párolgástól. Ezért is fontos, hogy frissen telepített árnyéki ágyásokban a természetet utánozva takarjuk a talaj felületét, nagy mennyiségű növényi zöldtömeeggel (Franck, 1987)

Egy természetes mélyárnyékban, az aljnövényzet alkalmazkodik az évről – évre felmerülő adottságokhoz és csak az ilyen helyzethez alkalmazkodni képes növények maradnak jelen talajtakaróként a forró nyári időszak alatt, míg a többiek a szárazságtűrők jól bevált stratégiáját alkalmazva visszahúzódnak a talajba.

Így lesznek ezekből a növényekből tavasszal vagy épp ősszel káprázatosan díszítő látványos erdei talajtakarók (Szűcs, 2024).

2.2.1 Szárazságtűrő növények

Olyan körülményekhez specializálódtak, ahol valamelyik tényező hiányzik egy átlagos növényi fejlődéshez. Lehet ez kevés víz, magas hőmérséklet, kevés tápanyag, vagy akár több tényező is

egyszerre. Ezek a szélsőséges környezeti tényezők olyan túlélési mechanizmust indítanak be a növényben, amely hosszútávú életképességet tesznek számukra lehetővé (Kwon és Woo, 2016).

2.2.2 Szárazságtűrő növények jellemzői

- ◆ Lassan növvő fajok
- ◆ Inkább tavasszal vagy nyár elején virágoznak
- ◆ Szárazság és párologtatás elleni védelem miatt, leveleik általában kemények
- ◆ Szárazság és meleg elleni védelem miatt jellemző az ezüstös, viaszos lombozat
- ◆ Magas sótartalom elleni védelem miatt jellemző a szürkés lombozat
- ◆ Mélyárnyékban, fény hiány elleni védelem céljából gyakoriak a nagy felületű, sokszor bíborlila fonákú levelek. Illetve a tél folyamán is megmaradó lomb.
- ◆ Vízraktározást jelző tulajdonságaik: húsos pozsgás, szukkulens levelek, koloncos gyökérzet, rizómák, gumók, hagymák (De la Barrera, 2009).

2.2.3 A szárazságtűrő területek jellemzői

Elsősorban homokos, sziklás területeken figyelhető meg, melyeknek laza szerkezete miatt a talaj vízmegtartó képessége igen gyenge. Esetleg a meredek lejtőszögű és tömör felszíni adottsággal rendelkező talajok esetében szintén nehéz a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék megtartása.

Nagy lombú fák esetében szintén kialakulhat száraz, vízhiányos élőhely, ahol ráadásul a fák gyökérzete illetve a talajtakaró évelők is versenyezhetnek a talajban található minimális vízzel és tápanyagért (Patkós és Kovács, 2018).

2.2.4 A növények szárazsággal szemben ellenálló képességeinek csoportosítása

Az árnyék és az aszály tünetei együtt jelennek meg, a fényért és a talajvízért folytatott versengés miatt (Chhetri, 2017).

1. Elmenekül – Egynyáriakra jellemző, hogy mire megérkezik a forró nyári, száraz időszak, addigra már be is fejezi a virágzást és a magtermelést is.

2. Elkerüli – Vízérzékenyebb évelők a szárazabb időszakokat úgy élik túl, ha nyugalmi időszakba vonulnak.

3. Elviseli – Az aszályos stratégiát alkalmazó fajok még növekedési periódust is fel tudnak mutatni a viszonylag kedvezőbb vízellátottságú időszakokban (Turner, 1986).

A fenti védekezési stratégiák nem jelentenek éles határt a növény életében. Azaz képesek módszert változtatni, ha a szárazság mértéke erőteljesebb vagy enyhébb lefolyású. Így a növény stratégiája függ az aszály időtartamától, súlyosságától és a növényfaj jellegétől (De la Barrera, 2009).

2.2.5 A mélyárnyék és a szárazság elméletei

1. Hipotézisek:

Bár sokáig abban a hitben éltünk, hogy az árnyéki növényeket nem érinti a szárazság kérdése, mégis az elmúlt évek légszárazsággal is együtt járó hosszantartó forró aszályos időszakai arra hívták fel a figyelmet, hogy a mélyárnyék növényei számára is problémát jelenthet a hosszantartó csapadék hiány és a forró levegő párosítása (Szűcs, 2024).

Az aszály a talaj nedvességtartalmának hiányaként definiálható, amelynek társadalmi, környezeti és gazdasági hatása is van (Emerson et al., 2014), illetve a növények termelékenységét (Farooq et al., 2009) és ezáltal a mezőgazdasági termelést korlátozó fő tényezőnek is tekinthetjük.

Az alábbi hipotéziseken keresztül szeretném bemutatni milyen elméletek jelentek meg az árnyék és szárazság fogalmáról az elmúlt évtizedekben (Sack és Grubb, (2002):

◆ Befolyásos kompromisszum hipotézis:

Az aszály jelentősebb hatással van a mélyárnyékban termesztett és növekedő növényekre, mint a teljes napfény spektrum alatt található növényekre. Ez a hipotézis akkor áll fenn, amikor az árnyékban termesztett fajoknak nagy méretű levéltömege van, míg ellenben a napra ültetett növényeknek kis méretű, párologtatásra csekély mértékben alkalmas levélfelületük van.

Figyelembe veszi a gyökértömeget is, amely támogatóan hat a növény működésére (Smith and Houston, 1989).

◆ Elsődleges korlátozás hipotézis:

Minél mélyebb az árnyék, annál kevesebb vízre van szüksége a növénynek a növekedéshez, és így az aszálykár is kevésbé érinti a növényeket (Canham et al, 1996).

◆ Föld feletti rész elősegítés hipotézis:

Az árnyék csökkenti a levél és a léghőmérsékletet, a párányomást, illetve az oxidatív stresszt. Majd ennek köszönhetően csökken a szárazság hatása. Igazából, mérsékelt árnyék hatására (ami 20 – 40 % -os nappali fényt jelent) javulhat a növények kondíciója és teljesítménye, a teljes napfényben álló növényekéhez képest aszály idején (Holmgren, 2000).

◆ „Interplay” hipotézis:

Azt jósolja, hogy az aszály hatása viszonylag magas, erős napfény besugárzás hatása alatt. Közepes hatású az aszály hatása mérsékelt árnyékban. Mélyárnyékban szintén magas az aszály hatása (Holmgren et al, 1997).

◆ Független hatású modell hipotézis:

E modell szerint a szárazság adott arányban csökkenti a relatív növekedési rátát (Relativ Growth Rate – RGR) bármely fényhatású modell mellett. Ezáltal a mélyárnyék és az aszály hatásai ortogonálisak, azaz merőlegesek lesznek egymásra (Nobel, 1999).

2.2.6 A szárazságtűrő növények talaj és tápanyagigénye

A talaj, elhalt növényi és állati maradványoknak és szerves bomlási folyamatoknak az eredménye, amely ásványi anyagokat is tartalmaz. A növények, amelyek szintén itt élik az életüket, részei ennek a kémiai folyamatnak (Windsperger, 2022).

Tápanyagfelvétel egy bizonyos pontig passzív folyamat, ugyanis a koncentráció különbsége működteti.

Tápanyaghiány következtében a gyökér közelében tápanyaghiányos zóna jön létre. A talajoldatban diffúzió indul meg a gyökér irányába, így ahol szárazabb részek vannak a növényben, oda irányítja a növény a tápanyagokat és a vizet.

Kevesebb tápanyaghoz jutás esetén a növény, az idősebb levelekből juttatja a fiatalabb növényi részekbe/levelekbe a tápanyagot. (Ilyen tápanyagok például: reutilizálható N, P, K, Mg). A nem mobilizálható tápanyagokat később nehezebb pótolni. (Ilyen tápanyag például a Ca, amelynek hiánya esetén nehezen regenerálódik a növény).

A szárazság csökkenti a mozgékonyabb ionok felvételét a talajból. Azaz először azok a tápanyagok fognak hiányozni a növényből, amelyek a nedvességgel mozognak (Ilyen tápanyagok: K, N, B) (Juhos, 2023).

Enyhe vagy mérsékelt szárazság esetén korlátozott mértékben a növény növekedése még folytatódik. Azaz a levélnövekedés és a fotoszintézis folyamatával a növény növeli a vízfelhasználás hatékonyságát, valamint az öregedés lassulását is csökkenti.

Ahogy növekszik a hőmérséklet, annak hatására fokozódik a gyökérnövekedés és aktívabb lesz a talaj élet. Ugyanis a növény a túlélésért mélyebb rétegekben keresi a víztartalékokat (De la Barrera, 2009).

Bár az árnyékolás kellemesebb fényviszonyokat teremt a növények számára, ám a kisebb mértékű fotoszintézis, ami társul a magas lég-forrósággal, a sztómák működését nem kontrollálja, így ez a vízfelhasználási hatékonysághoz vezethet (Forseth et al., 2001)

Ám ahogy a szárazsági és a forrósági adatok erőteljesebbé válnak, illetve hosszabb időszakra elnyúlik, a növény levélnövekedése leáll és csak a gyökér növekedésére koncentrál, illetve a talaj mélyebb rétegeiben található vízfelvételhez való jutást veszi elsődleges szempontnak (De la Barrera, 2009).

A sejtek vízháztartásának fenntartása a levelekben és a gyökerekben döntő tényező a növények túlélése szempontjából a száraz időszakban. Ezt a szárazstressz elkerülésére irányuló stratégiájakat más stratégiákkal megerősítve tudják elérni. Ilyen esetekben például a fűfélék gyökérzetének jellemzői megváltoznak a szárazság elkerülése érdekében, és oldott anyagok halmozódnak fel az ozmotikus alkalmazkodás érdekében. Így viselve el a hosszabb ideig elnyúló és extrém magas hőmérséklettel társuló szárazságot (De la Barrera, 2009).

2.3 Városi stressztűrés

Egy esetleges közterületi növény kiválasztása esetén fontos szempont a megfelelő társítások mellett a várostűrés is. Egyre komolyabb és szélsőségesebb időjárási körülmények olyan mértékű stresszt okoznak a növényekben, amelyeket egyre többféle módon mérnek és tesztelnek a világ minden táján.

A növények szárazságtűrése egy olyan képesség, amely esetben alacsony vízpotenciál és korlátozott vízellátás mellett is fenn tudják tartani az anyagcsere folyamataikat, illetve biomassza termelést tudnak folytatni (Jones et al., 2015), ami egy jelentős vízfelhasználási hatékonyságot is eredményez.

Egy kertben, ahol ideálisak az adottságok, és a klíma is tökéletesen illeszkedik a növények igényeihez nem feltétlen jelent gondot a növénytelepítés. Természetesen ilyen esetben is érdemes figyelni arra az 1 – 2 kiemelkedő és szélsőséges időjárási helyzetre, amikor a növények odafigyelést igényelnek.

Am egy városi, közterületi, mondhatni egész évben stressznek kitett ágyás, amikor a hőség, az aszály, a heves esőzések, esetleges utcai szennyeződések is hozzájárulnak a növény növekedési kondíciójához, már sokkal nagyobb odafigyelést igényel. Egy városi kert vagy köztéri park, illetve növény-sziget esetében számolni kell a betonfelületek által begyűjtött plusz hőmennyiséggel, ami a talaj és így a gyökérzóna száradását és forrósodását eredményezi. Ez a talajból és a levegőn keresztül áramló hő a fent kifejtett folyamatokon vezet végig a növényt, hogy fokozatosan védekezésbe vonuljon a túlélése érdekében. Azaz csökkenti a vegetatív növekedést, idővel csökken a fotoszintézis, és bár egy ideig igyekszik a gyökérzetét mélyebb rétegekbe juttatni, hogy ott jusson vízfelvételi forrásokhoz, ez még sem egy tökéletes állapot a növények számára (De la Barrera, 2009).

Városi környezetbe telepített növények számára nehézséget jelent a talajba jutó sók és egyéb szennyeződések jelenléte, amelyek korlátozhatják a vízfelvétel lehetőségét a talajból. Ugyanis a megnövekedett sókoncentráció a talajban vízhiányos tüneteket okoz a növényen és így az megáll a növekedésben. Ha ez a fajta sófelhalmozódás hosszú ideig van jelen a talajban és a növény környezetében, akkor a növény idő előtt elkezd öregedni és végül a növény leveleinek korai pusztulásához vagy lehullásához vezethet. Ez természetesen a fotoszintézis

teljesítményének csökkenését okozhatja, illetve a növény növekedésének leállításához vezethet, majd akár a növény pusztulásához is (Eben et al., 2002).

Az aszály akadályozza a növények levélzetén keresztül a párologtatást és idővel a gyökéren keresztül a vízfelvétel lehetőségének folyamatát is. A talajba kerülő só felhalmozódás szintén hasonló folyamatokat indít el a növény életében. Ez utóbbi azonban fajspecifikus és vizsgálatuk szükséges (Eben et al., 2002).

Kérdés, hogy miként lehet és milyen növényekkel lehet az ilyen fajta környezeti tényezőket viszonylag komfortossá alakítani a növények számára. Mi az a kisebb kockázati tényező, amit még a növények elviselnek városi, mélyárnyéki területen egy viszonylag hosszabb ideig elhúzódó száraz, forró környezetben?

A vadon élő fajok felkutatása jó lehetőség lehet a városi növénytársulások és díszkertek kialakításához, amelyek alkalmazkodni képesek bármilyen szélsőséges abiotikus stressz hatásának kitett környezeti körülményhez (Leotta et al. 2023).

2.3.1 Kísérletben szereplő növények

Armeria canescens ex N Mac

Család: *Plumbaginaceae*

Rend: *Caryophyllales*

Elterjedési területe a közép és kelet-mediterrán térség. Elsősorban mérsékelt égövi területeken fordul elő. A talajhoz simuló levéltömeg felett 20 – 30 cm magasságban nyílik fehér szegfű virágzata. (hivatkozás)

Amsonia tabernaemontana

Család: *Apocynaceae*

Rend: *Gentianales*

Észak-Amerika területeiről származó virágzó évelő. Bokros felépítésű, lándzsa alakú levelekkel és csillag formájú halvány kék színű virágzattal rendelkezik.

Fejlődése termékeny, nedves de jó vízelvezetésű talajban ideális. Ettől függetlenül elviseli a részleges árnyékot és akár az erőteljesebb száraz időszakokat is.

3 Anyag és módszer

3.1 Anyag

3.1.1 Kísérleti anyagok

Mindkét növény Tálás László Máté tiszakürti magángyűjteményéből származik.

A növények 12-es és 9-es cserép méretűek voltak.

Összesen:

- 20 darab (utcafront) – 5 darab (kontroll) - *Amsonia tabernaemontana* – 12-es cserépméret
- 18 darab (utcafront) – 5 darab (kontroll) - *Armeria canescens* ex N Mac – 9-es cserépméret

3.1.2 Kísérleti helyszín és kontroll csoport

A kísérletben szereplő növényeket 2024. november 16-án ültettem el a Budapest, XVI. kerületi utcafronti ágyásunkba, 30 x 30 centiméteres tőtávolsággal.

Az ágyásba csapadékmérő is került, amelynek adatait hetente begyűjtöttem és egy táblázatba foglaltam.

A kísérleti ágyás két nagy méretű diófa alatt helyezkedik el, amelyek egészen tavasztól késő őszig mélyárnyékot biztosítanak a teljes ház előtti területen.

Már a korábbi években vizsgáltam a terület vízfelhasználásának dinamikáját, az oda telepített kisebb cserjék megfigyelésével. A terület két oldalról aszfalttal van körbe véve, amely a nyári időszakban könnyen felforrósodik, illetve a légszárazság is jelentősen befolyásolja az aljnövényzet életben maradási lehetőségeit. Ezért is tartottam fontosnak, hogy lágyszárú évelőkkel is megvizsgáljam ezt a közterületnek számító részt.

Ezen a területen nincs öntözőrendszer, öntözés csak kannával lehetséges. A néhány éve ültetett cserje szegélyek igen jól viselték az elmúlt nyarak forró és aszályos hónapjait.

2025. áprilisra az elültetett mennyiségből a 20 db *Amsonia tabernaemontana*, és a 18 db *Armeria canescens* ex N Mac mindegyike áttelelt.

A kontroll növényeket (az 5 db *Amsonia tabernaemontana* és 5 db *Armeria canescens* ex N Mac cserepes egyedeit) a Budai Arborétum Felső Kertjében található üvegház udvarán helyeztem el.

A talajtakarást, mindkét területen azonos minőségű fenyőkéreg mulcs biztosította.

3.1.3 Kísérlet ideje alatt mért időjárási adatok

Az utcafronti kísérleti területen mérőhengeres csapadékmérővel rögzítettem a heti csapadék adatokat, amellyel így módon a fák alá lehulló és az évelők gyökérzetéhez eljutó csapadék mennyiségét tudtam pontosan rögzíteni.

Hőmérsékleti adatokat a Peszszentlőrinci állomásról a HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. által kihelyezett mérőműszerek szolgáltatták.

A vizsgálat során a fényintenzitás mérésére Digital Light Meter (TES Electrical Electronic Corp.) típusú fénymérőt alkalmaztam. A mérések célja a vizsgált ágyás fényviszonyainak feltérképezése volt a vegetációs időszakban. Fényintenzitás-mérési adatokat közvetlenül a növények levélzete magasságában végeztem el, az ágyás több egymástól eltérő pontján, hogy reprezentatív képet kapjak a terület fényviszonyairól.

3.2 Módszer

Növények morfológiai paramétereinek (a növények magassága és bokorátmérője) mérését havonta végeztem és rögzítettem a teljes vegetációs időszakban (májustól szeptemberig).

A növények fenológiai fázisainak változását havi rendszerességgel követtem nyomon.

3.2.1 Mérések időpontjai

1. mérés: 2025.05.03.
2. mérés: 2025.06.24.
3. mérés: 2025.07.27.
4. mérés: 2025.08.21.
5. mérés: 2025.09.22.

3.2.2 Vizsgálat módszerei

3.2.2.1 Levélminták laboratóriumi vizsgálata

Levélmintákat havi rendszerességgel gyűjtöttem és névvel, dátummal felcímkézve fagyasztószekrényben -18°C -on tároltam.

3.2.2.2 Biokémiai vizsgálatok

3.2.2.2.1 Peroxidáz aktivitás mérés:

A peroxidáz enzimek igen gyorsan reagálnak a környezeti tényezők változásaira. Ezért ezen mérés során azt vizsgáltam, milyen mértékben aktiválódott a növény oxidatív stressz elleni védelmi rendszere.

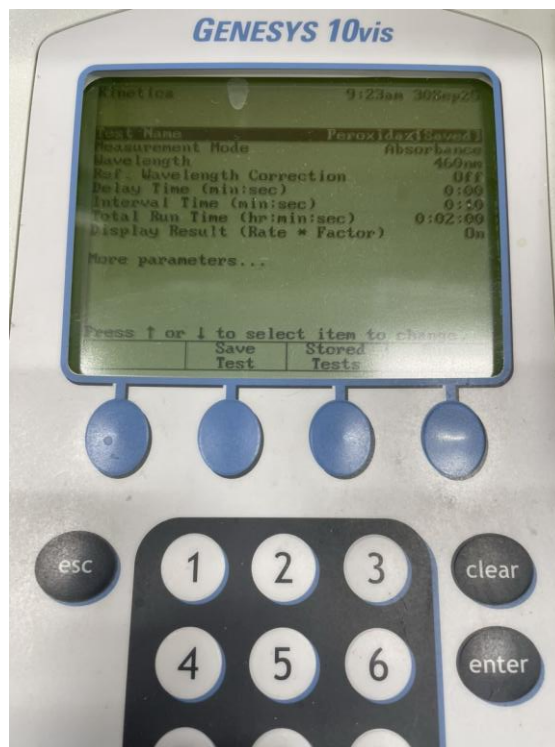
A növényi szöveteket 4°C körüli dörzsmozsarakban kvarchomokkal és 0°C foszfát puffer hozzáadásával eldörzsoltem, majd 20 percig 13500 rpm sebességgel centrifugáltam (1. ábra).

1. ábra: Növényminták centrifugálása 13500 rpm sebességgel (Forrás: Saját munka)



A felülúszó rétegből 1-10 µl-nyit kimértem, amelyhez az ortodianiizidin oldat (10 mg/ml metanolban oldva) és nátriumacetát-ecetsav (pH=4,5) puffer hozzáadásával elértem a végtérfogatot. Majd spektrofotométerben 2 percen keresztül 10 másodpercenként 460nm- en lemértem az abszorbancia növekedés arányát (2. ábra) (Shannon et al., 1966) .

2. ábra: Mérési adatok a spektrofotométerben (Forrás: Saját munka)



3.2.2.2.2 Prolin meghatározása

A növény abiotikus stressz-tűrésének egyik módja a prolin-szint mérése. A prolin egy aminosav, amely felhalmozódik a növényi sejtekben különböző stresszhatások eredményeképpen. Ilyen például a szárazság, a hirtelen lehűlés, a magas hőhatás, az UV-sugárzás, a sóstressz illetve a nehézfémek.

Mivel a prolin vízmegkötő molekula, ami segít a vízháztartás-szabályozásában az aszály és a sóstressz idején, ezért az eredmények a növény ilyen irányú ellenállóképességét jelzi.

Ebben az esetben is lefagyasztott levelekből majd 3%-os szulfoszalicilsav pufferanyag, majd kvarchomok hozzáadásával homogenizáltam a növénymintát, amit aztán fagyasztva tároltam. A kiolvasztott mintákat 14000 rpm sebességgel centrifugálva, majd a felúszó részt lepipettázva, előkészítettem, a növénymintákat a reakcióelegy hozzáadásához (3. ábra).

3. ábra: Lepipettázott, előkészített növényminták (Forrás: Saját munka)



A lepipettázott rész, a hozzáadott az ecetsav, a ninhidrin és a szulfoszalicilsav reakcióelegyével (4. ábra) kémcsövekbe kerültek, amelyeket aztán leaurofóliázva 95°C fokon egy óráig vízgőzben tartottam (5. ábra). Az egy óra eltelte után jeges hűtő-fürdőt kaptak.

4. ábra: Szulfoszalicilsav, ecetsav, ninhidrin (Forrás: Saját munka)



5. ábra: 95°C fokon egy óráig vízgőzben tárolt minták (Forrás: Saját munka)



6. ábra: Vízgőz után a növényminták előkészítve a Toluol hozzáadásához és a Vortexeléshez. (Forrás: Saját munka)



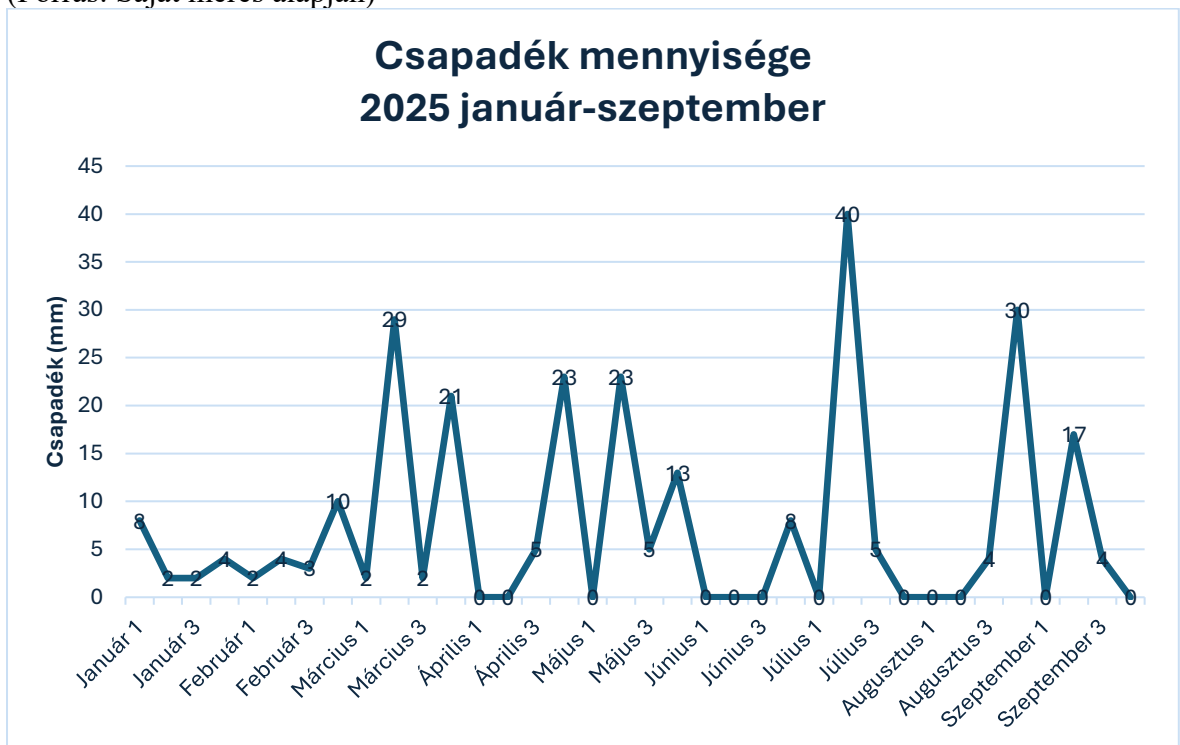
A hideg vízben leállított reakció folyamat után (6. ábra) a reakcióelegynek élénk borostyán és narancssárga színárnyalatai voltak. Mindegyik kémcsőbe 1,5 – 1,5 ml Toluolt adagoltam, amelyeket utána 20 - 20 másodperc vortexelés után 5 percig állni hagytam. Ezután a felülúszó réteget lepipettázva és üvegkuvettába adagolva, majd a spektrofotométerbe helyezve egyesével le tudtam mérni a növény prolin szintjét (Ábrahám et al, 2010).

4 Eredmények

4.1. Csapadék adatok

A csapadék adatok megállapításához az utcafronti ágyásba hengeres csapadékmérőt állítottam. Az ott mért adatokat rögzítettem 2025. januárjától szeptember utolsó hetéig (7. ábra). Az ábra alapján három aszályosabb időszak figyelhető meg, melyek egy igen hosszú január – februári időszak, majd egy júniusi időszak, illetve egy július végi és augusztus közepi időszak. Ezek a csapadékmentesebb hetek befolyással bírtak a növény fejlődésére is.

7. ábra: 2025- ben mért csapadék mennyiség
(Forrás: Saját mérés alapján)



4.2. Hőmérsékleti adatok

A hőmérsékleti adatok meghatározásához az HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. által a Pestszentlőrinci állomáson kihelyezett műszerek mérési adatait használtam. A mért és kapott adatokból (8. és 9. ábra) jól érzékelhető a hetek és hónapok hőmérsékletének alakulása, ami hatással volt a növények fejlődésére és a vizsgálat során mért prolin illetve peroxidáz szintjükre is.

Téli hónapokban (január és február) a napi minimum hőmérséklet -5 és $+3^{\circ}\text{C}$ között váltakoztak. Hidegebb napokon -8°C alá is süllyedt a hőmérséklet. Míg a maximum hőmérséklet $+1$ és $+8^{\circ}\text{C}$ közé esett. Tavaszi hónapokban (március és április) fokozatos felmelegedés történt: minimum hőmérséklet $5-10^{\circ}\text{C}$, a maximum hőmérséklet $15-20^{\circ}\text{C}$ körül alakultak. Ez már a vegetációs időszak kezdete.

Május hónap átlagos minimum hőmérséklete $9,3^{\circ}\text{C}$, a maximum $20,1^{\circ}\text{C}$ volt. Hónap közepén több hűvösebb és csapadékosabb periódus is előfordult ($13-16^{\circ}\text{C}$).

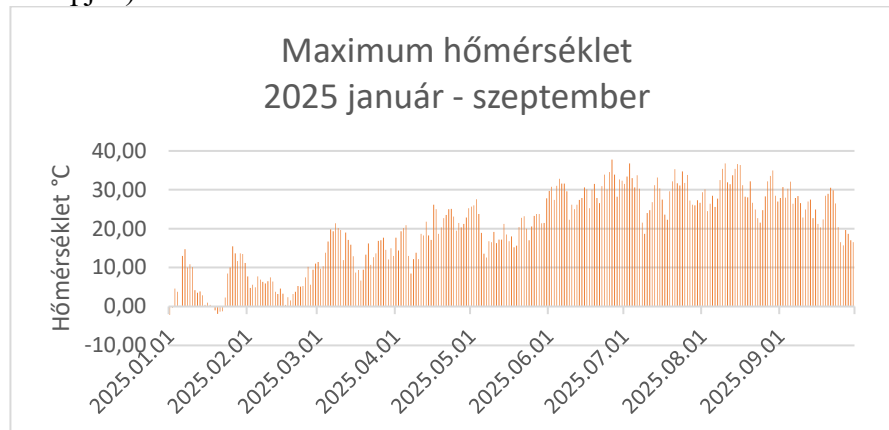
Júniusban az átlagos minimum hőmérséklet $15,8^{\circ}\text{C}$, a maximum $29,9^{\circ}\text{C}$ volt. Június 26.-án $37,8^{\circ}\text{C}$ -ot mértek.

Július hónap átlagos minimuma $17,2^{\circ}\text{C}$, maximuma $29,3^{\circ}\text{C}$ volt. A hónap közepén több napon keresztül tartós hőhullám zajlott, $33-36^{\circ}\text{C}$ -os napi csúcsértékek között.

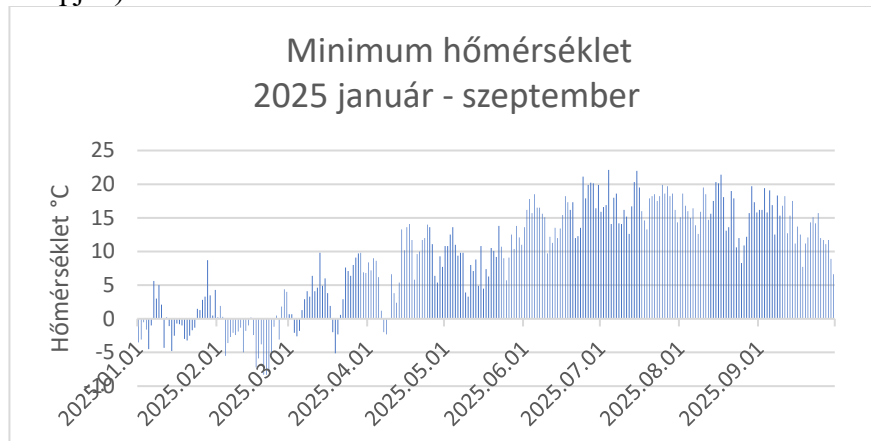
Augusztusban a hónap minimum átlag értéke $15,9^{\circ}\text{C}$, a maximum átlag értéke $29,9^{\circ}\text{C}$ volt. Míg a hónap közepi érték elérte a $36,8^{\circ}\text{C}$ -t, a hónap végére jelentősebb lehűlés következett.

Szeptemberben az átlagos minimum $13,9^{\circ}\text{C}$, a maximum $24,7^{\circ}\text{C}$ volt. A szeptember 5.-én $32,1^{\circ}\text{C}$ mértek.

8. ábra: 2025 januártól szeptemberig mért maximum hőmérsékleti adatok.
(Forrás: Saját szerkesztés HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt adatai alapján)



9. ábra: 2025 januártól szeptemberig mért minimum hőmérsékleti adatok
(Forrás: Saját szerkesztés HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt adatai alapján)



4.3. Fénymérési adatok

A mérések május és szeptember között zajlottak, havonta egyszeri adatgyűjtéssel. Az alábbi értékek születtek:

Május: 530-640 lux

Június: 1360-1950 lux

Július: 1380-1960 lux

Augusztus: 1395-1990 lux

Szeptember: 1369-1980 lux

Az eredmények alapján jól látható, hogy a vizsgált területen a fényintenzitás májusban még alacsonyabb értéket mutat, majd júniustól szeptemberig tartóan 1300 – 2000 lux között mozgott.

4.4. Az *Amsonia tabernaemontana* eredményei

4.4.1. Növény méretei

A 2024. novemberében telepített növények mérése és növényminta gyűjtése májusi hónapban kezdődött. Május végére fejlesztett a két diófa akkora lombtömeget, hogy egy erőteljesebb árnyékot vont az utcafronti ágyás fölé. A mérések alapján a növények magasságát és szélességi paramétereit gyűjtöttem be több ponton is, amelyek így kiadják a növény fejlődési görbéjét és reagálási folyamatát az évszakok változásaira.

Összesen 20 db *Amsonia tabernaemontana* került az utcafronti ágyásba (10. ábra), amelyből valamennyi egészségesen áttelelt.

10. ábra: 2024. november - Utcafronti ágyás ültetés előtt. (Forrás: Saját munka)



A növények április és májusban erőteljes növekedésnek indultak (11. ábra), majd május vége felé elkezdődött a növények virágzása (12. ábra).

11. ábra: 2025. május – Utcafronti ágyás (Forrás: Saját munka)



12. ábra: *Amsonia tabernaemontana* virágzata (Forrás: Saját munka)



A júniusi hosszan tartó aszályos és meleg időszak következményeként a lombozaton szemrevételezés alapján párolgási veszteség nyomait tudtam érzékelni (13. ábra), amelyet aztán júliusban és augusztusban beteg levelek megjelenése követett (14. ábra).

13. ábra: 2025. június – *Amsonia tabernaemontana* - párolgási veszteség nyomai
(Forrás: Saját munka)



14. ábra: 2025. június – *Amsonia tabernaemontana* - betegség tünetei (Forrás: Saját munka)



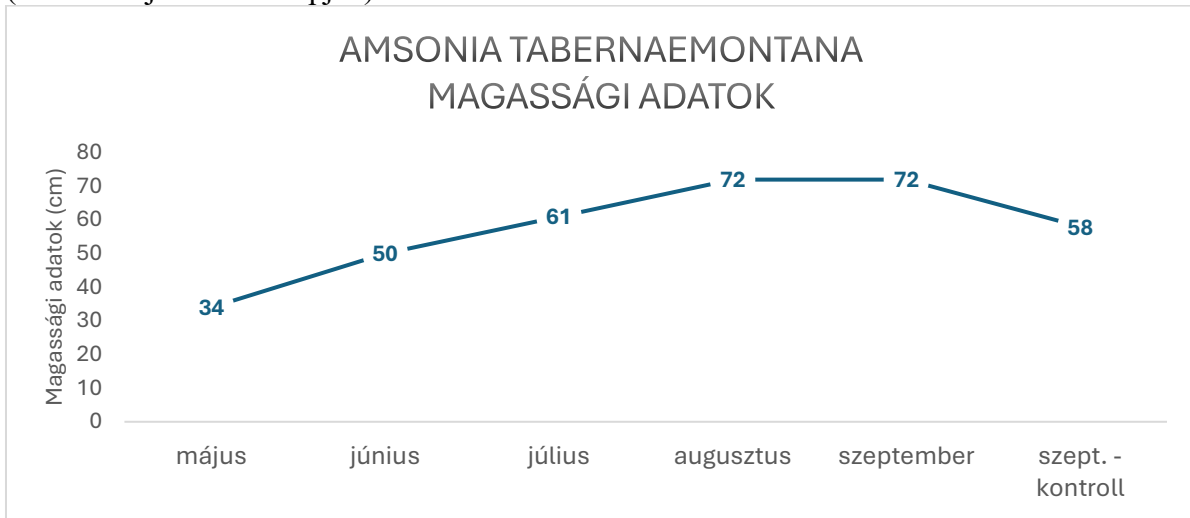
Ezzel szemben a kontroll csoport növényei kiegyensúlyozottabb és egészségesebb növekedési periódust tudhattak maguknak az egész szezon ideje alatt. Hasonlóan árnyékos körülmények között növekedtek, de a teszt növényekkel ellenben, számukra folyamatosan biztosítva volt az öntözés és a tápoldatozás.

Az *Amsonia tabaernaemontana* magasságát (16. ábra) és növényátmérőjét (17. ábra) bemutató ábra jelzi a növény fejlődési ütemét, illetve a nyár végi erőteljesebb növekedési visszaesését. Az utcafronti és a kontroll csoport növekedési erejének összehasonlítása a 18. ábrán látható. Bár nem jelentősek a méretbeli adat különbségek, fontos megjegyezmem, hogy a kontroll csoport növényein termésfejlődés kezdődött szeptemberben (15. ábra), így azok a növények elég energiát tudtak fektetni az utódpótlásra, míg az utcafronti ágyás növényein termésfejlődést nem figyeltem meg.

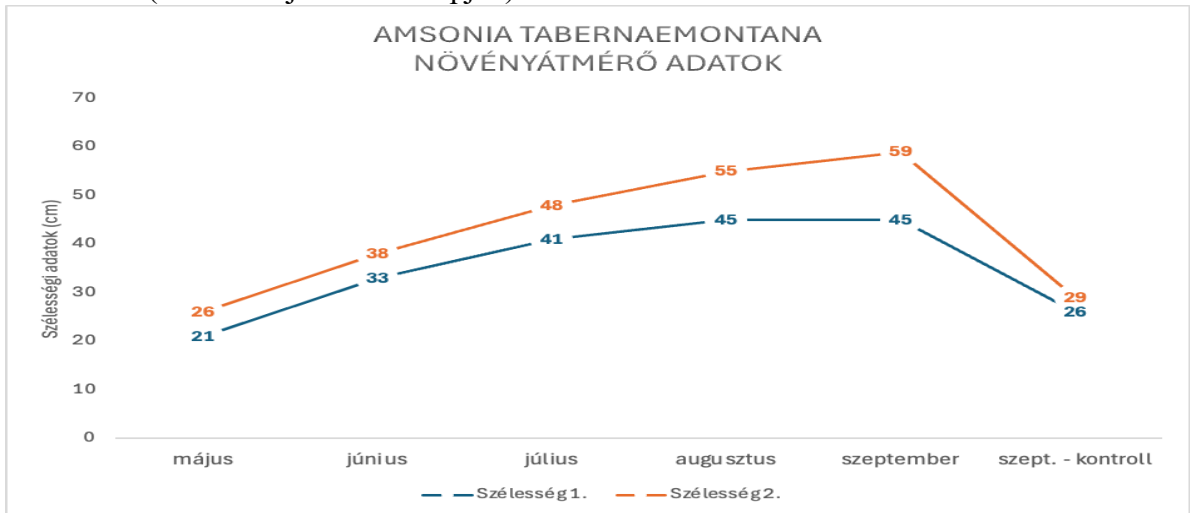
15. ábra: Kontroll csoport növényein megjelent termés (Forrás: Saját munka)



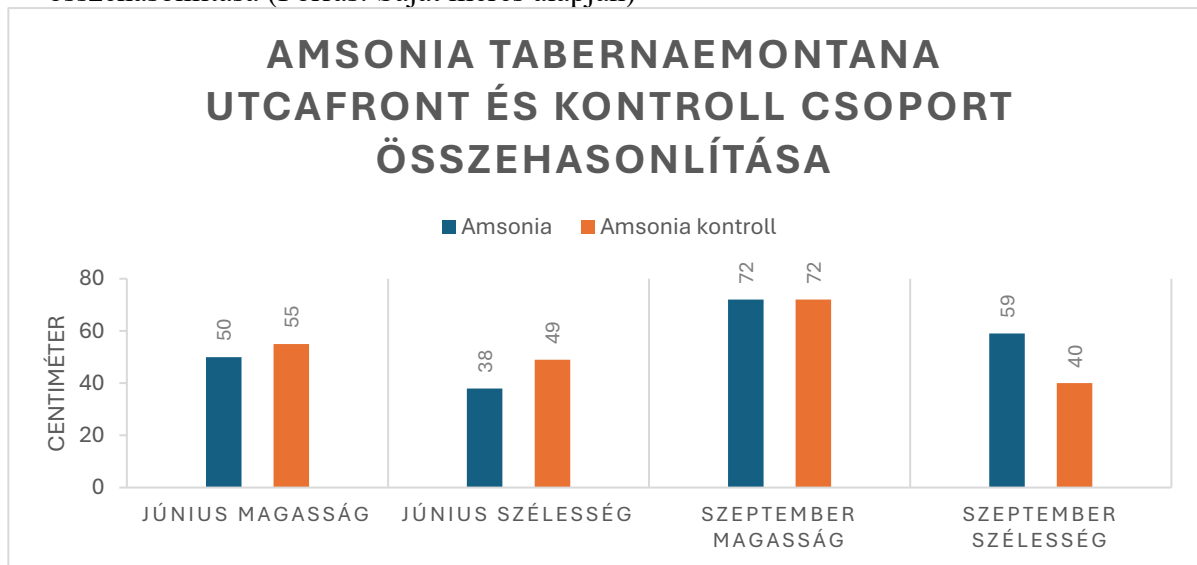
16. ábra: *Amsonia tabernaemontana* 2025 májusától szeptemberig mért magassági adatai (Forrás: Saját mérés alapján)



17. ábra: *Amsonia tabernaemontana* 2025 májusától szeptemberig mért növényátmérő adatok (Forrás: Saját mérés alapján)



18. ábra: *Amsonia tabernaemontana* kontrollcsoport és az utcafronti csoport összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján)



4.4.2. Peroxidáz aktivitás mérés eredményei

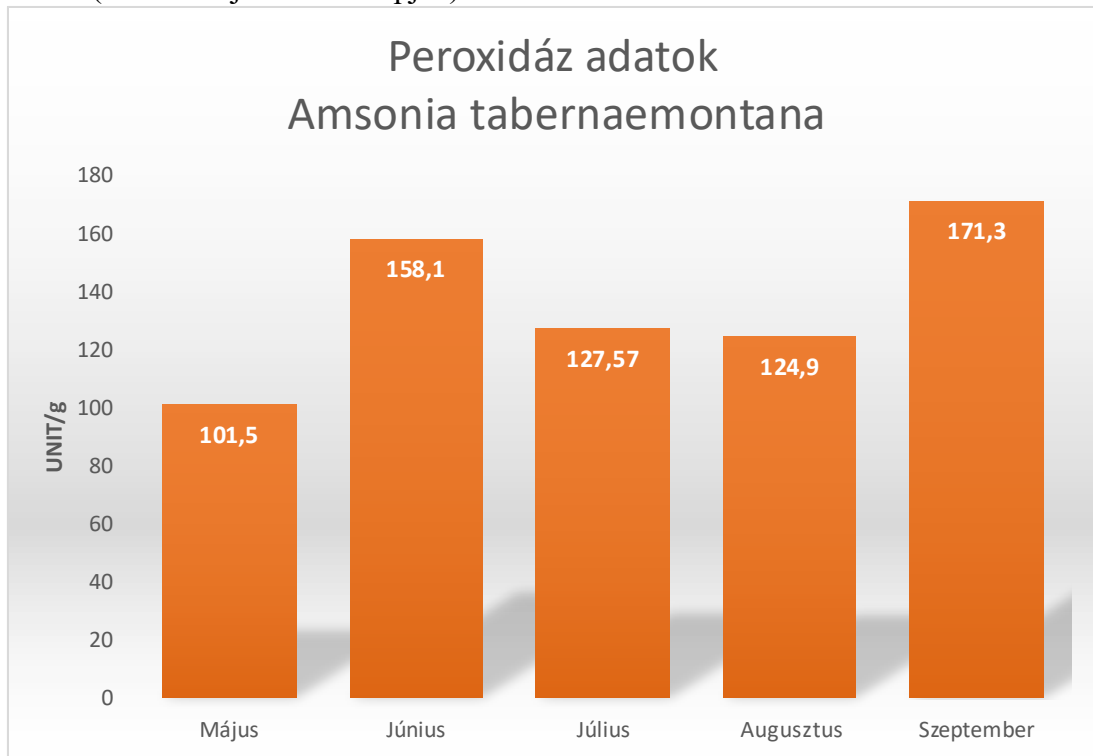
Ahogy az a 19. ábrán is látható, bizonyos hónapokban a növény igen erőteljesen reagált a környezeti stresszhatásokra. A növény antioxidáns védekezésének mértéke kimagasló értéket mutat júniusban (158 UNIT/g) a növekedési időszak kezdetén, illetve mindez akkor amikor egy erőteljesebb aszályos időszak érte el a növényt. Majd július – augusztusban a peroxidáz aktivitása csökkent (127,57 UNIT/g, 124,9 UNIT/g), ami a növény alkalmazkodását jelzi a nyári körülményekhez. Ezek után megjelenik egy újabb kiugró érték a szeptemberi időszakban, ami a hosszabb forró és száraz nyári időszak eredménye.

Összehasonlítottuk a szeptemberi utcafronti mintát a kontroll csoport mintájával, ahol a két növénycsoport adatai ugyanabban az időszakban más – más körülmények között merőben eltérő adatokat produkáltak (20. ábra).

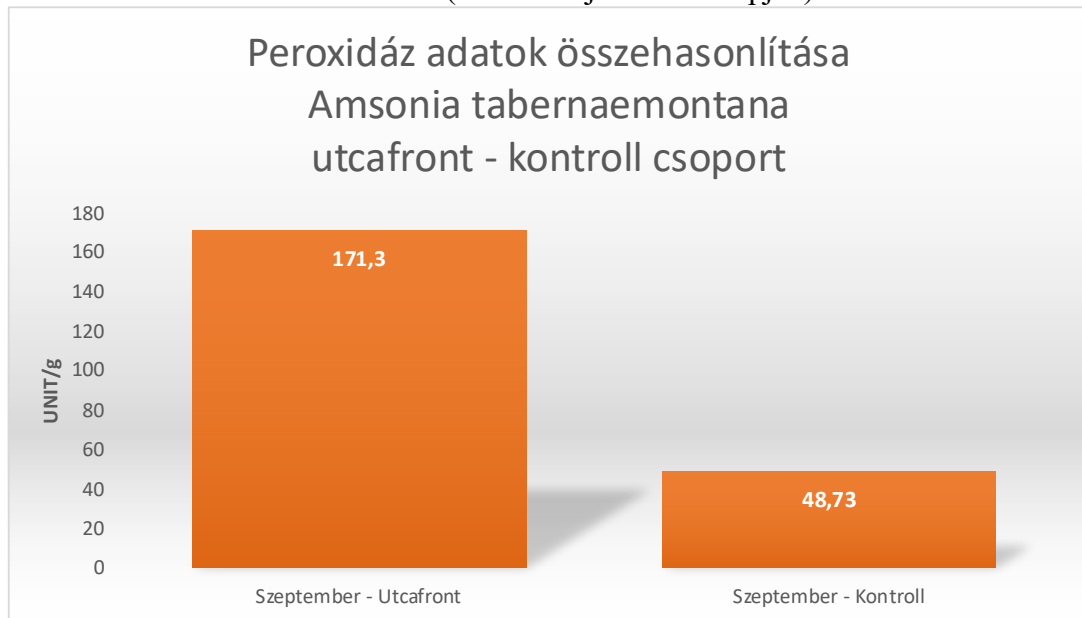
A kontrollhoz képest az utcafronti növények 3 – 4-szeres peroxidáz aktivitást jeleznek. Azaz fokozott antioxidáns védelmet aktiváltak ugyanazon időszak alatt.

19. ábra

Amsonia tabernaemontana peroxidáz mérési adatok
(Forrás: Saját mérés alapján)



20. ábra: *Amsonia tabernaemontana* szeptemberi utcafronti és kontroll csoport peroxidáz mérési adatainak összehasonlítása. (Forrás: Saját mérés alapján)



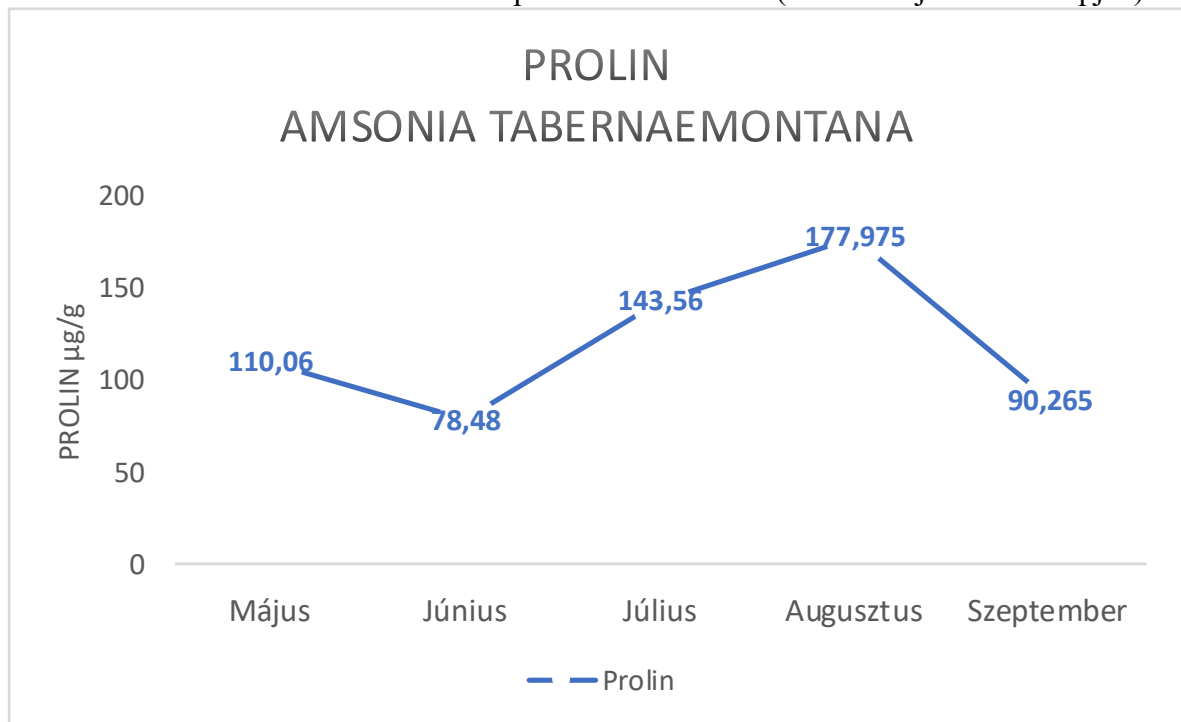
4.4.3. Prolin tartalom eredményei

Mivel a prolin hetekkel később reagál a környezeti tényezőkre, ezért a mért adatokat, ennek függvényében érdemes átolvasni. (21. ábra)

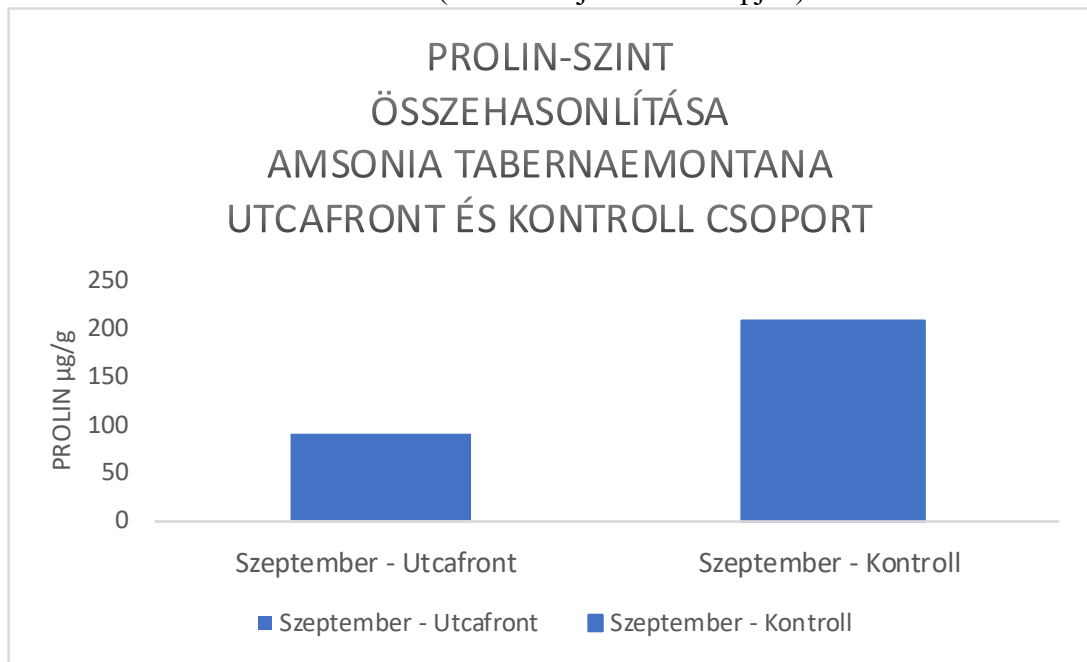
A májusi (110,06 $\mu\text{g/g}$) illetve a júniusi (78,48 $\mu\text{g/g}$) alacsonyabb érték a növény tavaszi időszakáról normál és kedvező környezeti feltételeket jelez vissza számunkra. Majd a júliusi és augusztusi görbe emelkedése (177,98 $\mu\text{g/g}$) a növénystressz szintjének fokozódását mutatja.. A szeptemberi alacsonyabb érték (90,265 $\mu\text{g/g}$) az őszi csapadék érkezésével és a környezeti feltételek javulásával a növény regenerálódását láthatjuk.

A szeptemberi utcafronti és kontroll csoport összehasonlítása esetén (22. ábra) a kontroll csoport növényeiben igen magas prolin szintet mértünk (207,87 $\mu\text{g/g}$). Bár a kontroll csoport növényei bőséges öntözésben és tápoldatozásban részesültek, mégis ez az érték a legmagasabb a teljes vizsgált időszak alatt.

21. ábra: *Amsonia tabernaemontana* prolin mérési adatai (Forrás: Saját mérés alapján)



22. ábra: *Amsonia tabernaemontana* szeptemberi utcafronti és kontroll csoport prolin mérési adatainak összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján)



4.5. *Armeria canescens* ex N Mac eredményei

4.5.1. Növény méretei

A 18 db *Armeria canescens* ex N Mac- t szintén 2024. novemberében telepítettem az utcafronti ágyásba. A növények magassági és szélességi adatait májustól kezdődően egészen szeptemberig rögzítettem. Ahogy azt a 24. ábra is mutatja a növény nagyon gyors növekedésnek indult a májusi (34,5 cm), majd a júniusi (43,5 cm) időszakban. Júniusban az alapfaj (*Armeria canescens*) rózsaszín virágzatával szemben, ennél a növénynél fehér virágzat megjelenését rögzítettem (23. ábra) A virágzati szár még hosszú ideig látható volt a növényen, majd augusztus magasságától már csak az alacsonyan elterülő levélzet volt megfigyelhető (augusztus – 10 cm, szeptember – 7 cm). Ezekben a hónapokban látványosan érzékelhető volt, hogy az *Armeria canescens* ex N Mac levelei húzódnak vissza és így egyre kevesebb levéltömeget tartanak életben.

23. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac virágzata (Forrás: Saját munka)



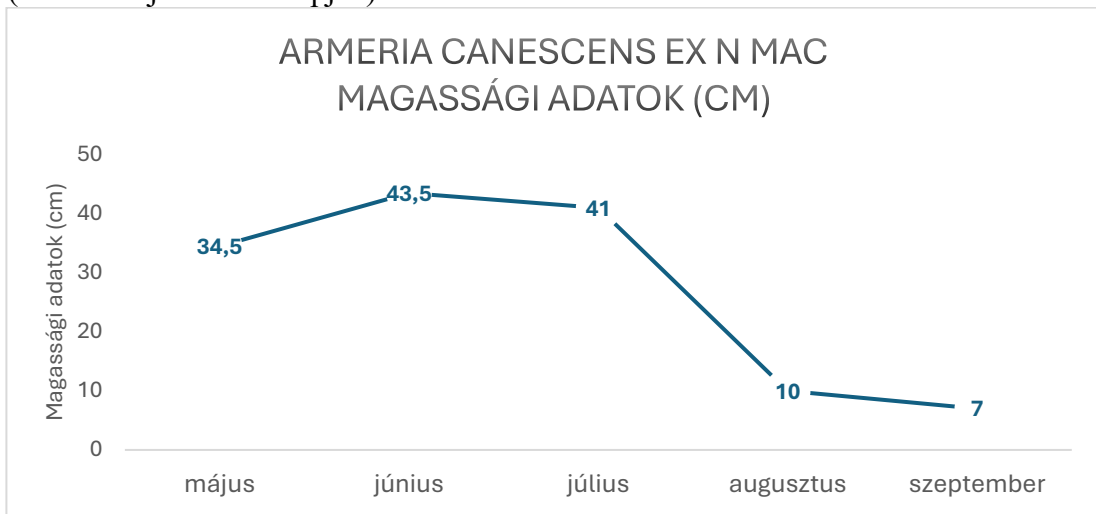
A környezeti tényezőkre a növény szélességi paraméterei (25. ábra), növény magassági adataival hasonlóan reagáltak. Azaz a májusi (17,5 cm) és júniusi (32-38 cm) adatokban egy erőteljes növekedést láthatunk, majd a júliusi adatoktól kezdődően érzékelhetővé válik, hogy a növény egyre kisebb és kevesebb levéltömeget tart életben.

Míg júliusban 21 - 23 cm, majd augusztusban már csak 15 – 17 cm, addig szeptemberben már csak 15 – 16 centiméteres szélességet mértem ugyanannál a növénynél.

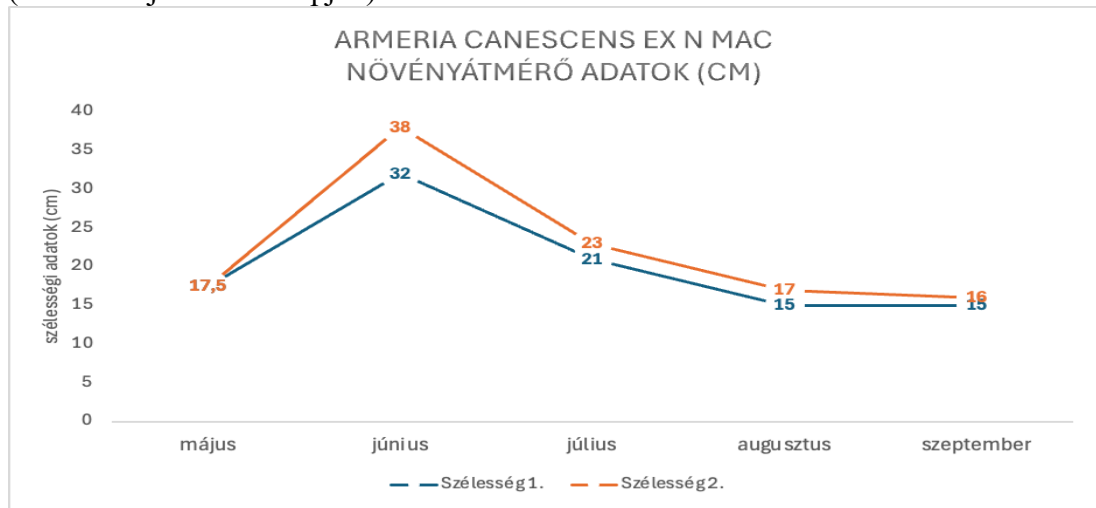
Összehasonlítva az utcafronti és a kontroll növény magassági és szélességi adatait júniusban illetve szeptemberben, érzékelhető a különbség a két növény közötti túlélési mechanizmus (26. ábra).

Míg a kontroll csoport számára ebben az esetben is biztosítva volt a folyamatos öntözés és tápoldatozás, addig az utcafronti ágyásba elhelyezett növények számára mindez nem volt adott. A kontroll csoport egyedei szeptemberben is jó állapotban voltak (26. ábra), míg az utcafronti ágyás 18 egyedéből 6 elpusztult, kiszáradt a nyár folyamán.

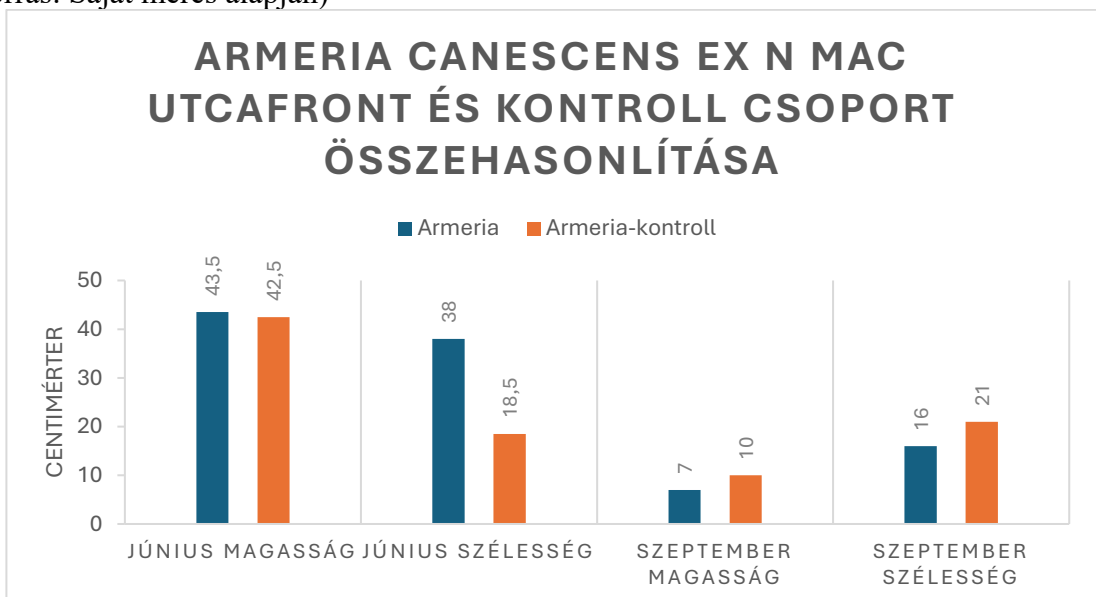
24. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac magassági adatai (cm)
(Forrás: Saját mérés alapján)



25. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac növényátmérő adatok
(Forrás: Saját mérés alapján)



26. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac utcafront és kontroll csoport összehasonlítása
(Forrás: Saját mérés alapján)



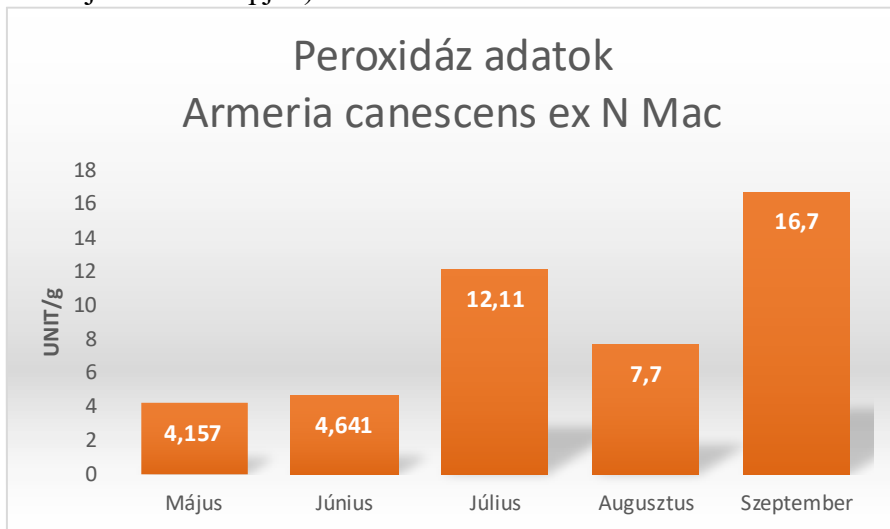
4.5.2. Peroxidáz aktivitás mérés eredményei

Ahogy az a 27. ábrán látható a májusi (4,157) és a júniusi (4,641) hónap mutatja a legalacsonyabb peroxidáz értéket. Majd júliusban (12,11) több, mint 2,5-szeresére nő ez az érték, így reagálva a környezeti hatások változására.

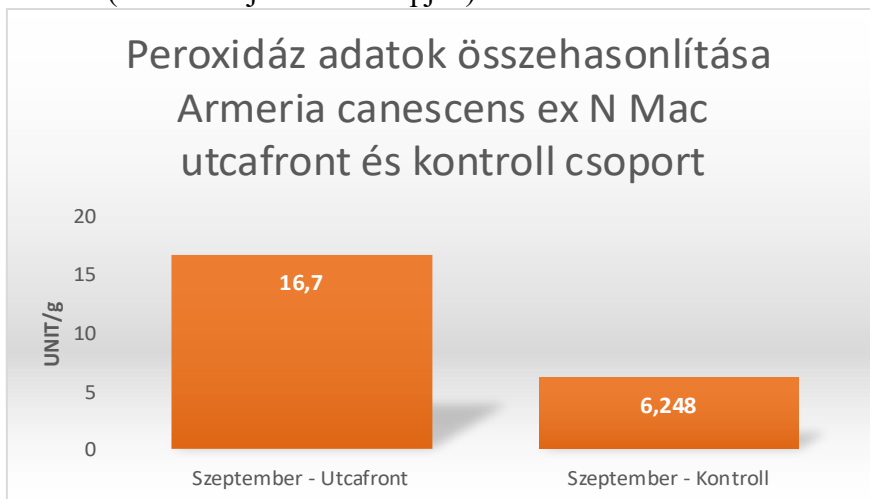
Augusztusban (7,7) mérséklődik a peroxidáz mértéke a növényben, illetve szeptemberben (16,7) ismét jelentős növekedést tapasztalhatunk, ami a növény stressz-szintjének emelkedését jelzi.

A szeptemberi kontroll mintákban ezzel szemben az aktivitás csupán 6,248 volt, ami lényegesen alacsonyabb az utcafronti növények értékénél (28. ábra)

27. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac peroxidáz mérési adatai
(Forrás: Saját mérés alapján)



28. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac utcafronti és kontroll csoport peroxidáz adatainak összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján)



4.5.3. Prolin tartalom mérés eredményei

Az *Armeria canescens* ex N Mac növényekben a prolin-tartalom jelentős ingadozást mutatott a mérések során. Mivel a prolin főként szárazságnál felhalmozódó aminosav, ami a környezeti hatásokra lassan reagáló stressz-válasz, ezért ez az ingadozás ezt is megmutatja.

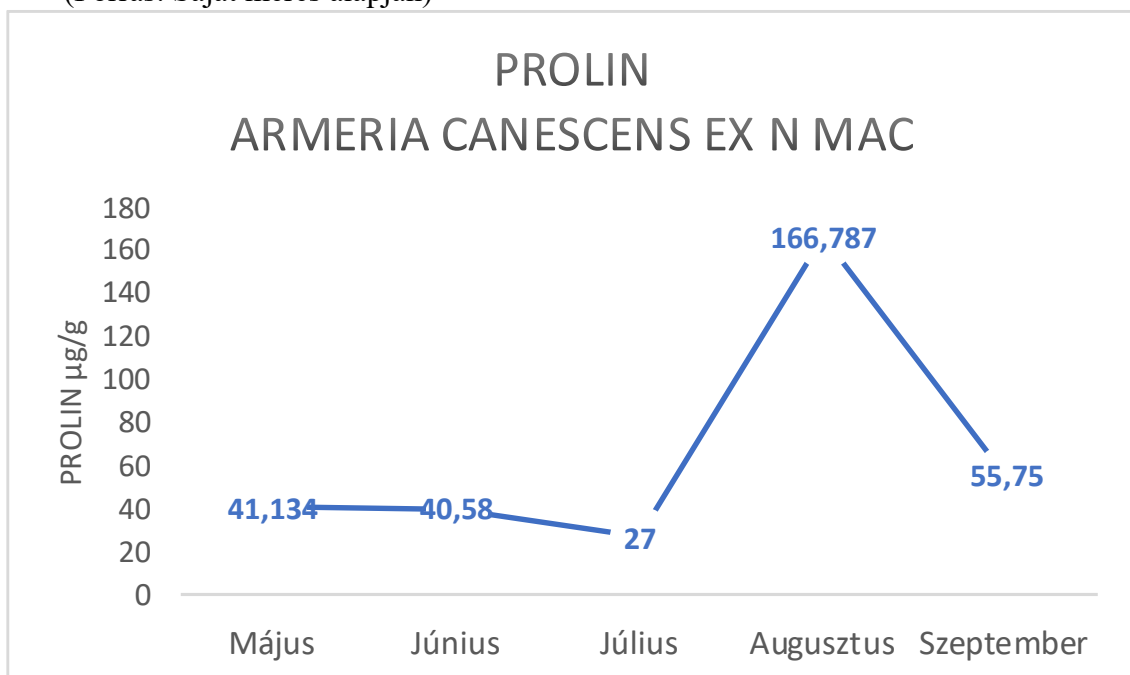
A tavaszi és nyár eleji hónapok (május – június) prolin szintje kiegyensúlyozottan alacsony maradt (41,134 μ g/g – 40,58 μ g/g). Majd júliusban tovább csökkent, ami kedvező körülményeket feltételez, illetve a növény stresszmentes állapotára utal.

Legmagasabb értéket az augusztusi mintákban mértünk (166,79 μ g/g), ami több mint négyszerese volt a júliusi értéknek. Ez a nyár végi időszak aszályos és magas hőmérsékleti időszakokkal párosult. Az emelkedett prolin-szint válasz reakcióként működött a fokozott hő- és vízstresszre.

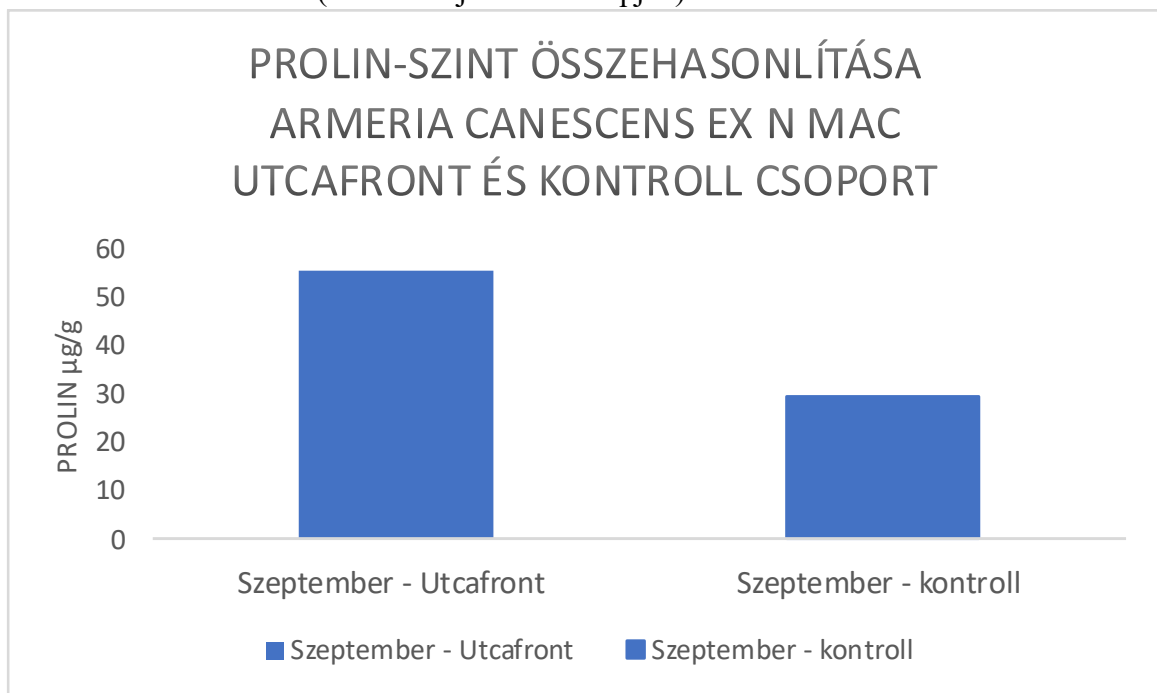
Szeptemberben a prolin mennyisége ismét csökkent (55,75 μ g/g), ami a környezeti viszonyok javulására utal, illetve a növény regenerálódási folyamataira is (29. ábra)

A 30. ábrán látható utcafronti (55,75 μ g/g) és kontroll csoport (29,631 μ g/g) növényei közötti összehasonlításnál érzékelhető, hogy a kontroll csoport öntözött és tápoldatozott körülmények között nevelt növények, amelyeken így a vizsgálat időszak alatt az egyik legalacsonyabb prolin-szint értéket mértük.

29. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac prolin szintje májustól szeptemberig
(Forrás: Saját mérés alapján)



30. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac szeptemberi utcafronti és kontroll csoport prolin-szint összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján)



5. Következtetés

A kísérleti ágyásba ültetett növényekre erőteljesen hatottak a környezeti tényezők. Ezek az eredmények láthatóak a növény méreteinek változásában, illetve a biokémiai vizsgálatok során mért adatokon is.

A környezeti tényezők közül első körben a csapadék mennyisége, majd annak hiánya igen erőteljesen meghatározta a növények fejlődési folyamatát és a környezetre adott válaszreakciókat.

A január – februári két hónapos szárazabb időszakot pár hét után ismét egy rövid tavaszi csapadék kiesés követte, majd ezután a május – júniusi hosszabb nyár eleji aszályosabb hetek követtek, amit végül egy nyár végi július – augusztusi száraz időszak zárt le.

A növények ezekhez az aszályos és természetesen hozzájuk párhuzamosan kapcsolódó forró időszakokhoz látványosan alkalmazkodtak.

Míg tavasszal és nyár elején nagy lendülettel növekedésnek és virágzásnak indultak, ez a lendület a nyár közepi forró légszárazságban és aszályos időszakban csak a túlélésre volt elegendő a növények számára.

Az adatokat áttekintve a következő (irodalmi jegyzékben összegyűjtött) hipotézisek erősítik meg a vizsgálatainkat:

- ◆ Föld feletti rész elősegítés hipotézis:

Az árnyék csökkenti a levél és a léghőmérsékletet, a párányomást, illetve az oxidatív stresszt. Majd ennek köszönhetően csökken a szárazság hatása. Igazából, mérsékelt árnyék hatására (ami 20 – 40 % -os nappali fényt jelent) javulhat a növények kondíciója és teljesítménye, a teljes napfényben álló növényekéhez képest aszály idején (Holmgren, 2000).

- ◆ Független hatású modell hipotézis:

E modell szerint a szárazság adott arányban csökkenti a relatív növekedési rátát (Relativ Growth Rate – RGR) bármely fényhatású modell mellett. Ezáltal a mélyárnyék és az aszály hatásai ortogonálisak, azaz merőlegesek lesznek egymásra (Nobel, 1999).

Érzékelhetően a mélyárnyékban jóval kevesebb csapadékkal is szép, egészséges és mutatós növények fejlődtek a tavaszi és a nyár eleji időszakban. Majd a nyári aszályos forró hónapok során látványos védekezési reakciókat indítottak be a növények, amiket a biokémia vizsgálatok során is kimutattam.

A „Független hatású modell hipotézise” (Nobel, 1999) arra utal, hogy a fény és a szárazság egymástól függetlenül is hatnak a növény növekedési és fejlődési mechanizmusára. Azaz az aszály mindig ugyanakkora arányban csökkenti a növény növekedési rátáját, függetlenül attól, hogy mennyi fényt kap vagy nem kap.

Jelen esetben a növényre hathatott a csapadék hiány, amelyhez hozzáadódott a fény hiány is, ám e hipotézis szerint e két tényező nem függ egymástól. És ez érzékelhető volt az utcafronti növények növekedési adatainak mérésekor is. Bár a csapadék görbén május – júniusban, majd július – augusztusban több heti aszályos időszakot rögzítettem, ettől függetlenül a növények növekedést és virágzást mutattak, mivel akkor még fényhatás nem mélyült túlzottan.

E hipotézis alapján a mélyárnyék növekedése nem növeli az aszály hatását, ám mindkét tényező az értékük szorzatával erősíti a növényre gyakorolt hatását.

Vizsgálatunkban a peroxidáz enzim, ami az oxidatív stressz elleni antioxidáns védekezés egyik kulcsfontosságú komponense, igen gyorsan reagál a környezeti tényezőkre. Ezért az összegyűjtött adatokból azt a következtetést lehet levonni, hogy az *Armeria canescens* ex N Mac esetében júliusi és szeptemberi, míg az *Amsonia tabernaemontana* esetében júniusi és szeptemberi peroxidáz mérésekor aktivitáscsúcsot ért el a növény. A júniusi, júliusi adatok esetében a nyári hőség stressz indíthatta be ezt a válasz reakciót, míg a szeptemberi magas adatok esetében a környezeti változások eredményeképpen jöhetett létre ez a kiugróan magas érték.

Erre megerősítés a kontroll minták alacsonyabb aktivitási adata, ami azt igazolja, hogy ha a negatív környezeti hatásokat optimálisabb feltételekkel váltjuk ki, amely a növény számára kedvezőbb növekedési körülményeket biztosít, akkor a peroxidáz enzimaktivitás nem fokozódik.

Mindkét növény esetében a tavaszi és a kora nyári hónapokban alacsony prolin értéket mértünk. Azáltal, hogy a prolin válaszreakciója a környezeti hatásokra lassabban érkezik meg a növényben felhalmozódó aminosav formájában (mintegy stressz-válaszként), így az *Amsonia tabernaemontana* júliusi - augusztusi, illetve az *Armeria canescens* ex N Mac augusztusi

magas értéke már jelentős prolin felhalmozódást jelez. Ez a megnövekedett hő- és vízhiányos stresszre adott válaszreakcióként értelmezhető. Ilyenkor láthatóan a növény a prolin szintet igyekszik fenntartani, a sejtek ozmotikus egyensúlya érdekében és így védve magát az oxidatív károsodástól.

Ezt erősíti a kontroll csoporttal való összehasonlítást is, ahol jóval alacsonyabb prolin értéket mértünk optimális fény-, víz- és tápanyagellátás mellett. Ezáltal a növény nem aktiválta a stresszvédelmi mechanizmusát és nem növekedett sem a prolin szintje, sem a peroxidáz szintje.

6. Összefoglalás

A szakdolgozat célja az volt, hogy két árnyéki évelő szárazságtűrését teszteljük mélyárnyékban. Ehhez két stressz-indikátort választottunk, nevezetesen a prolint és az antioxidáns védelmi rendszer kulcselemét, a peroxidázt.

Prolin mérésekben megfigyelhető volt, hogy szárazabb időszakok után mind az *Amsonia tabernaemontana*, mind az *Armeria canescens* ex N Mac esetében jelentős mértékben megnőtt a prolin-tartalom, ami azt jelzi, hogy válaszként a környezeti tényezőkre szép lassan halmozták fel magukban az aminosavat. Ez a vízhiány által kiváltott válasz stressz-reakció. Ezáltal ez a megemelkedett prolin-szint egy védekezési mechanizmus a növények részéről, ami egyfajta tűrőképességet is jelezhet.

A peroxidáz vizsgálata kimutatta, hogy szárazság hatására mindkét növény esetében fokozódott az enzim-aktivitás, ami arra utal, hogy védekezési mechanizmusként fokozzák az antioxidáns védelmi rendszerüket. A megnövekedett POD-aktivitás, egy fajta stressz-válasz részét képezi a növény védelmi rendszerének, ezzel növelve a növény túlélési esélyeit. Ez általában a jobb túlélési eséllyel rendelkező növények jellemzője.

Összességében a vizsgálat rámutatott arra, hogy a mélyárnyékban élő évelők szárazságtűrése komplex folyamat, ami akár a hipotéziseket figyelembe véve, akár a biokémiai kísérletek eredményeit elemezve érzékelhetjük, hogy a növényben lejátszódó stressz-válasz reakciók képesek túlélési mechanizmusokat kialakítani a növény működésében.

7. Irodalomjegyzék

Abraham E., Hourton-Cabassa C., Erdei L., Szabados L. (2010): Method for Determination of Proline in Plants. *Plant Stress Tolerance* , 317-331, DOI: 10.1007/978-1-60761-702-0_20

Bábai E. (1965): *Növénytermesztési kísérletek*, Budapest: Táncsics könyvkiadó

Bodor J. (2009): Szárazságtűrő évelők. *Kertészet és Szőlészet*, 58, 9.

Canham CD, Berkowitz AR, Kelly VR, Lovett GM, Ollinger SV, Schnurr J (1996): Biomass allocation and multiple resource limitation in tree seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 26(9),1521-1530

Chhetri M. (2017): Effects of Shade in Combination with Drought Stress on Bermudagrass, Oklahoma State University ProQuest Dissertations and Theses, DOI: 10685897

Emerson, R., Hoover, A., Ray, A., Lacey, J., Cortez, M., Payne, C., Karlen, D., Birrell, S., Laird, D., Kallenbach, R., Egenolf, J., Sousek, M., Voigt, T. (2014): *Drought effects on composition and yield for corn stover, mixed grasses, and Miscanthus as bioenergy feedstocks*, *Biofuels*, (5), 275-291, DOI: 10.1080/17597269.2014.913904

De la Barrera, E. (szerk) (2009): *Perspectives in Biophysical Plant Ecophysiology*. In: Michelle DaCosta and Bingru Huang: *Physiological Adaptions Of Perennial Grasses TO Drought Stress* (7. fejezet), Mexico, Book Compilation

Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D., Basra A. M. S. (2009): Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, Paper 29 (1), DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/agro:2008021>

Forseth, I. N., Wait, D. A., & Casper, B. B. (2001): Shading by Shrubs in a Desert System Reduces the Physiological and Demographic Performance of an Associated Herbaceous Perennial. *Journal of Ecology*, 89(4), 670–680. <http://www.jstor.org/stable/3072222>

Franck G. (1987): *Öngyógyító kiskert*, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. Második, javított kiadás

Holmgren M. (2000): Combined effects of shade and drought on tulip popular seedlings: trade off in tolerance of facilitation? *Oikos*, 90(1), 67-78

Holmgren M., Scheffer M., Huston MA. (1997): The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology*, 78(7), 1966-1975

Jones MB, Finnan J, Hodkinson TR (2015): Morphological and physiological traits for higher biomass production in perennial rhizomatous grasses grown on marginal land, *Global Change Biology Bioenergy*, 7(2), 375-385 DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12203>

Kwon, M. Y. and Woo, S. Y. (2016): Plants' responses to drought and shade environments. *Academic Journal*, 2016, 15, DOI: 10.5897/AJB2015.15017

Lepple, A. (2023): *A szárazságtűrő kert*. Budapest: Cser kiadó

Leotta L., Toscano S., Ferrante A., Romano D., Francini A. (2023): New Strategies to Increase the Abiotic Stress Tolerance in Woody Ornamental Plants in Mediterranean Climate, Paper *Floriculture and Landscape Architecture*, DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12102022>

Nobel PS (1999): *Physicochemical and environmental plant physiology*. 2nd Edition. San Diego: Academic Press

Patkós I., Kovács E. (2018): *Az élő dísznövények felhasználása*. Budapest: Patkós István

Eben P., Duthweiler S., Helmreich B., Knoll S., Moninga Chr., Stinshoff Ph., Pauleit S. (2002): Thriving under multiple stressors: Performance of drought-tolerant perennials and their suitability for infiltration swales. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2024, 101

Sack, L.; Grubb, P. j. (2002): The combined impacts of deep shade and drought on the growth and biomass allocation of shade-tolerant woody seedlings. *Ecophysiology*, 175 – 185, DOI 10.1007/s00442-002-0873-0

Schmidt G. (2019): *Évelő dísznövények termesztése, ismerete, felhasználása – egyetemi jegyzet*. Budapest: Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar

Shannon L. M., Kay E., Lew J. Y. (1966): Peroxidase isozymes from horseradish roots. I. Isolation and physical properties. *The Journal of biological chemistry*, 241(9), 2166-2172

Simon T.; Seregélyes T. (2000): *Növényismeret – A hazai növényvilág kishatározója*, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, p. 38-47

Smith T., Huston M. (1989): A theory of the spatial and temporal dynamics of plant-communities. *Vegetatio* 83(1-2), 49-69, DOI: 10.1007/bf00031680

Szabo I. (2000): *Növényökológia*, In: Turcsányi G. (szerk.) *Mezőgazdasági növénytan* Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó pp. 458. 468.

Szücs B. (2020): *Természeti élőképek a növényalkalmazásban*. (szakdolgozat) Budapest: Szent István Egyetem Tájépítészeti és Telepítéstervezési Kar – Kert- és Szabadtértervezési Tanszék

Turner NC. (1986): Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy* 39, 1-51 DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60464-2

Windsperger U., (2022): *Permakultúra kézikönyv – Együttműködés a természettel*, Budapest, Cser Kiadó

Előadások:

Juhos K. (2023): *A talajok fizikai és kémiai tulajdonságai. Jelentőségük a kertészetben*. MATE Környezettudományi Intézet Agrár-környezettani Tanszék

Szücs B (2024).: *Szárazságtűrő mélyárnyéki évelők*. Évelőakadémia előadásai

8. Ábrajegyzék

1. ábra: Növényminták centrifugálása 13500 rpm sebességgel (Forrás: Saját munka), 19. oldal
2. ábra: Mérési adatok a spektrofotométerben (Forrás: Saját munka), 20. oldal
3. ábra: Lepipettázott, előkészített növényminták (Forrás: Saját munka), 21. oldal
4. ábra: Szulfolszalicilsav, ecetsav, ninhidrin (Forrás: Saját munka), 21. oldal
5. ábra: 95°C fokon egy óráig vízgőzben tárolt minták (Forrás: Saját munka), 22. oldal
6. ábra: Vízgőz után a növényminták előkészítve a Toluol hozzáadásához és a Vortexeléshez. (Forrás: Saját munka), 22. oldal
7. ábra: 2025- ben mért csapadék mennyiség (Forrás: Saját munka), 23. oldal
8. ábra: 2025 januártól szeptemberig mért maximum hőmérsékleti adatok. (Forrás: Saját szerkesztés HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt adatai alapján), 25. oldal
9. ábra: 2025 januártól szeptemberig mért minimum hőmérsékleti adatok. (Forrás: Saját szerkesztés HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt adatai alapján), 25. oldal
10. ábra: 2024. november - Utcafronti ágyás ültetés előtt. (Forrás: Saját munka), 26. oldal
11. ábra: 2025. május – Utcafronti ágyás (Forrás: Saját munka), 26. oldal
12. ábra: Amsonia tabernaemontana virágzata (Forrás: Saját munka), 27. oldal
13. ábra: 2025. június – Amsonia tabernaemontana - párolgási veszteség nyomai (Forrás: Saját munka), 28. oldal
14. ábra: 2025. június – Amsonia tabernaemontana - betegség tünetei (Forrás: Saját munka), 28. oldal
15. ábra: Kontroll csoport növényein megjelent termés (Forrás: Saját munka), 29. oldal
16. ábra: Amsonia tabernaemontana 2025 májusától szeptemberig mért magassági adatai (Forrás: Saját mérés alapján), 30. oldal
17. ábra: Amsonia tabernaemontana 2025 májusától szeptemberig mért növényátmérő adatok (Forrás: Saját mérés alapján), 30. oldal
18. Amsonia tabernaemontana kontrollcsoport és az utcafronti csoport összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján), 30. oldal
19. ábra: Amsonia tabernaemontana peroxidáz mérési adatok (Forrás: Saját mérés alapján), 32. oldal

20. ábra: *Amsonia tabernaemontana* szeptemberi utcafronti és kontroll csoport peroxidáz mérési adatainak összehasonlítása. (Forrás: Saját mérés alapján), 32. oldal
21. ábra: *Amsonia tabernaemontana* prolin mérési adatai (Forrás: Saját mérés alapján), 33. oldal
22. ábra: *Amsonia tabernaemontana* szeptemberi utcafronti és kontroll csoport prolin mérési adatainak összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján), 34. oldal
23. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac virágzata (Forrás: Saját munka), 35. oldal
24. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac magassági adatai (cm) (Forrás: Saját mérés alapján), 37. oldal
25. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac növényátmérő adatok (Forrás: Saját mérés alapján), 37. oldal
26. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac utcafront és kontroll csoport összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján), 37. oldal
27. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac peroxidáz mérési adatai (Forrás: Saját mérés alapján), 38. oldal
28. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac utcafronti és kontroll csoport peroxidáz adatainak összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján), 38. oldal
29. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac prolin szintje májustól szeptemberig (Forrás: Saját mérés alapján), 39. oldal
30. ábra: *Armeria canescens* ex N Mac szeptemberi utcafronti és kontroll csoport prolin-szint összehasonlítása (Forrás: Saját mérés alapján), 40. oldal

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni dr Kohut Ildikónak és dr. Mosonyi István Dánielnek a szakdolgozathoz szükséges kísérletbeállítást, a méréseken át az eredmények kiértékeléséig.

Ezenkívül szeretném megköszönni dr. Kohut Ildikónak az értékes idejét és támogató szakértelmét, amivel hozzájárult a szakdolgozatom elkészítéséhez.

Továbbá szeretném megköszönni dr. Mosonyi István Dánielnek a biokémiai mérések során nyújtott szakmai tudását és a vizsgálatok elvégzésében, analizálásában nyújtott segítségét.

Végül pedig szeretném megköszönni a Budai Arborétum dolgozóinak, akik a kísérletemben szereplő kontroll növények ápolását biztosították.

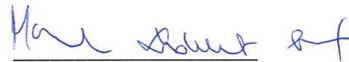
NYILATKOZAT

Biró-Borbás Ágnes (hallgató Neptun azonosítója: GJO5TK) konzulenseként nyilatkozunk arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettük, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattuk.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javasoljuk / nem javasoljuk.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Budapest, 2025. október 31.



dr. Mosonyi István Dániel, dr. Kohut Ildikó
belső konzulensek

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

| | |
|--|--|
| Hallgató neve: | Biró – Borbás Ágnes |
| Neptun-kódja: | GJ05TK |
| Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel): | X BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: |
| Tantárgy neve/kódja*: | |
| A munka címe: | ÉVELŐK SZÁRAZSÁGTŰRÉS TOLERANCIÁJÁNAK TESZTELÉSE MÉLYÁRNYÉKBAN |

* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója | Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik) |
|----------------------|--|---|
| | | |

II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)

| A felhasználás célja | Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége | MI-neve, | Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma | A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma |
|----------------------|---|----------|---|---|
| | | | | |

3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: Budapest, 2025. október hó 28. nap

Szűcs Ágnes

Hallgató aláírása

Mosanyi István

Konzulens/Témavezető aláírása

Mosanyi István