

# **SZAKDOLGOZAT**

**Farkas Emese**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Budai Campus  
Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet  
Kertészmérnöki alapképzési szak**

**A Sziki őszirózsa (*Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc.)  
poliploidizálási lehetősége kolchicin kezeléssel**

**Belső konzulens: dr. Mosonyi István Dániel  
Egyetemi adjunktus, Laborvezető**

**Készítette: Farkas Emese**

**Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék  
2025**

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>TARTALOMJEGYZÉK .....</b>	<b>1</b>
<b>1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS .....</b>	<b>2</b>
<b>2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. A Tripolium pannonicum és az Asteraceae család.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. A poliploidia szerepe a növénynevelésben .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3. A kolchicin kezelés.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. A poliploidia vizsgálata .....</b>	<b>11</b>
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Anyag.....</b>	<b>13</b>
3.1.1. A magok csírázókéességének vizsgálata .....	13
3.1.2. növényfenntartási kezelések.....	14
<b>3.2. Módszer .....</b>	<b>14</b>
3.2.1. Kolchicines kezelés .....	14
3.2.2. Vizsgálatok.....	15
<b>4. EREDMÉNYEK.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1. Élettani vizsgálatok eredményei .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2. Sztóma mérések eredményei.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3. Morfológiai mérések eredményei .....</b>	<b>25</b>
4.3.1. 1. Morfológiai mérés .....	25
4.3.2. 2. Morfológiai mérés .....	27
<b>4.4. Pollen mérések.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5. Kloroplasztisz számolás eredményei .....</b>	<b>32</b>
<b>4.6. További megfigyelések .....</b>	<b>34</b>
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK .....</b>	<b>36</b>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS.....</b>	<b>38</b>
<b>7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....</b>	<b>39</b>
<b>8. IRODALOMJEGYZÉK.....</b>	<b>40</b>
<b>9. ÁBRAJEGYZÉK .....</b>	<b>47</b>

# 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Egyetemünkön, a Pannon régió növényeinek genetikai hasznosítása című pályázat keretein belül megkezdett kutatások sorozatába illeszkedik a sziki őszirózsa poliploidizációs kísérlete. A sziki őszirózsa egyike azoknak a hazai fajoknak, amelyek kiválasztásra kerültek, mivel elviseli a szélsőséges körülményeket és kisméretű, gazdagon nyíló, lilás virágzataival kellemes díszítőértékkel rendelkezik. Évelő növény, sűrűn ültetve lilás mezőt alkot nyár végétől november elejéig. Ezekkel a tulajdonságokkal, kiemelve a magas sótűrő képességét, értékes növénye lehet az urbanizált területek beültetésére alkalmas fajtaválasztéknak.

A szakdolgozat célkitűzése, hogy poliploidizációval olyan egyedekhez jussunk, amelyek valamilyen kívánatos tulajdonsággal, például nagyobb virágmérettel vagy eltérő színnel, rövidebb szártagokkal és kompaktabb habitussal rendelkeznek, megnövelve a növény piaci értékét.

A ploidiaszint emelésére a növénynevelésben sok technikát dolgoztak ki. A mesterséges ploidizációs kísérletek kezdetétől meg nyilvánult, hogy a sikeresség fajtafüggő, befolyásolja az alap ploiditási szint, a növény szaporodás módja, továbbá olyan technológiai részletek, hogy milyen növényi részt használunk, milyen dózisú és idejű mitózisgátló anyaggal kezeltük a növényt. A kezelés eredménye még kontrollált körülmények között is kiszámíthatatlan (Dewey, 1980). Nagy mennyiségű mintával és fajtaspecifikus módszerek kikísérletezésével reményeink szerint lehet javítani az eredményeken. A kísérletekhez választott technikákat az egyetemen korábban végzett kísérletekből levont következtetések alapján határoztuk meg.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. A *Tripolium pannonicum* és az Asteraceae család

A *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc., korábbi nevén *Aster tripolium* L. Az Asterales rendben, az Asteraceae családjába tartozó *Tripolium* nemzetségnek egyetlen faja (Kew, 2024). Korábban az *Aster* nemzetségbe sorolták (Karanović et al., 2015).

Az 1706 nemzetséget számoló (Kew, 2024) Asteraceae nagy alakgazdaságú és kiterjedésű család. Nevét az ide tartozó fajok jellegzetesen összetett virágzatáról, a fészek-virágzatról kapta. A fészek a vacok tányérszerű vagy kúpszerű formája, melybe szorosan egymás mellett apró virágok ülnek. A csöves vagy nyelves virágok fajra jellemző módon rendeződhetnek és kombinálódhatnak. Együttesen pszeudantiumot, azaz virágot utánzó virágzatot alkotnak (Turcsányi és Turcsányiné dr. Siller, 2005).

Az egész földön megtalálhatók, elterjedési központjaik azonban a trópusok tájain kívülre esnek. Az időszakosan száraz éghajlati viszonyokat kedvelik, változatos életformákkal alkalmazkodva, azonban a leggyakrabban lágyszárú évelőként találkozhatunk velük. A fészkek feltűnő alakja és színei miatt a család sok tagja lett dísznövény (Danert et al, 1977).

A *Tripolium pannonicum* két alfajjal rendelkezik, melyek morfológiailag elkülöníthetők és eltérő földrajzi területeken alkotnak populációkat. Mindkét alfajra jellemző a nagyfokú változatosság. Eltérhet a magok mérete, a virágzatok színe (Korolyuk, 2022; Clapham et al, 1946). és megfigyeltek a virág szerkezetében, a csöves és nyelves virágok számában mutatkozó különbségeket (Sterk és Wijnands, 1970). Egyes populációkban előfordul a nyelves virágok teljes hiánya (Clapham et al, 1946).

A nevezéktan és faj rendszertanilag két alfajra különítése nem minden szerző által elfogadott (Korolyuk, 2022).

A *Tripolium pannonicum* subsp. *tripolium* elterjedése az Atlanti-partvidék, az Északi-tenger, a Baltikum, Szibéria és a kelet ázsiai partszakasz északi része (Korolyuk, 2022). **(1-2 ábra)** A lapos fekvésű területeken, lápos tengervíztől áztatott magas sótartalmú talajokon találkozhatunk vele. Jellemző tulajdonsága, hogy halofiton azaz sótűrő növények szukkulens habitusával rendelkezik (Sági és Erdei, 2002). A levelei erősen szukkulensek és csupaszak. A supsp. *pannonicum* levelei kevésbé pozsgásak, lehetnek szőrözöttek vagy simák (Eliás et al, 2018).

**1-2. ábra:** A *Tripolium pannonicum* subsp. *tripolium* Atlanti-partvidéki élő-helyén, Malahide torkolat (Forrás: saját fotók)



Angol nyelvterületen a neve Sea Aster vagy Sea Starwort (Devlin,2021). Sokat vizsgált növény, számos tanulmány készült a magas sótartalmú talajokkal szembeni toleranciájáról (Ueda et al., 2003; Shennan, Hunt és Macrobbe, 1987). Vizsgálták a virágmézének összetevőit és megállapították, hogy jól jelzi a környezetében felhalmozódó szennyezőanyagokat. Mézéből kimutatható volt többféle nehézfém (Ernst és Bast-Cramer, 1980). Kutatták a sziki őszirózsával szoros kapcsolatban élő, pollenét nagy mennyiségben fogyasztó és nevét viselő Sea Aster Mining Bee, *Colletes halophilus*, ritka magányos életmódú, sok helyen kihalással fenyegetett méhfajt (Sommeijer et al. 2009). Kísérleteznek zöldségként termesztésbe vonni, illetve takarmánynövényként hasznosítani (Wagenvoort, Van De Vooren és Brandenburg, 1989). Olaját Aster maritima extract. néven a kozmetikai felhasználásra forgalmazzák. (Ultrus Prospector)

Vizsgálták a sziki őszirózsából készített metanolos kivonatot átfogó fitokémiai elemzéssel az antimikrobiális, antioxidáns és prebiotikus tulajdonságaira összpontosítva. Fokozott prebiotikus aktivitást figyeltek meg, további kutatásokat terveznek ezen a területen (Aydin, 2025).

A *Tripolium pannonicum* subsp. *pannonicum* a régebbi szakirodalomban sziki gerébcsinként ismert (Fáy, 1936), **(3-4. ábra)**. A kontinentális sós puszták, az ürmös szikes pusztarét (*Artemisio-Festuctum pseudovinae*), egy vékony humusrétegű szikes társulás endemikus növénye (Bernáth et al, 1981). 30-60 cm magas, közepes termetű növény. Kissé elfekvő, töből elágazó szára gyakran vöröses színezésű. A levelek és a fészkepikkelyek kissé

húsosak. A levelek három erűek, simák, nem pontozottak. A fészkepikkelyek kissé tompa végűek. A csöves virágok sárgák, a nyelves virágok kékeslila színűek. Termései világos színű repítőszőrös kaszatok (Clapham, 1946; Mester és Toldi, 2025).

**3-4. ábra:** A *Tripolium pannonicum* subsp. *pannonicum* dinnyés-fertői élőhelyén (Forrás: saját fotók)



A szikes talajok osztályzásában, a rajtuk növényvilágok besorolásában nem egységes a szakirodalom. A szikesedés származását, a szikes talajok fizikai tulajdonságait, a nagy térbeli különbségeket vizsgálva számos elmélet létezik. Általánosságban elfogadható, hogy az ilyen környezetben élő növényeknek magas sótartalmú, nagyon ingadozó vízellátottságú és rossz vízbefogadású talajokhoz kell alkalmazkodnia (Tóth és Szendrei, 2006). Gazdasági hasznosíthatóság szempontjából a nátriumsók minősége, mennyisége és a talajsíntek szerinti eloszlása, valamint a nátrium telítettségi foka határozza meg a szikesek minőségét. A szikes mésztartalmával is leírható a talaj minősége és a jellegzetes flórája.

A Dunántúlon szórványosan előforduló, aránylag elenyésző kiterjedésű területek meszes-szódás szikesek. A Duna-Tisza közében, illetve a Tiszántúlon a szikesek az egykori folyóárterületeken mészszegény üledéktalajokból keletkeztek (Pettenhoffer, 1969).

A felszínhez közeli talajvíz és a száraz, meleg klíma hatására alakulnak ki a szikes puszták. A talajvíz az intenzív párolgás miatt felfelé áramlik és a benne oldott sók a talajfelszínhez közel koncentrálnak. Az itt kialakult növényzet hasonlít a partvidékek halofiton növényzetére (Bernáth et al, 1981).

A szikes puszták területének növényzete nem egyöntetű, helyenként változatosabb életközösségek alakultak ki. Elsődleges szikes pusztáknak nevezik azokat a területeket, ahol a

szikesedési folyamatok már akár több ezer éve megkezdődtek, gazdag és karakteres a növényzetük. A másodlagos szikesek, ahol a csak részben alakultak ki szikek az elmúlt évszázadban a folyószabályzásoknak és a vízgazdálkodásnak köszönhetően. Átmeneti típus az elmúlt időszakban lecsapolt elsődleges szikes puszták, a vizeket lecsapolták és megkezdődött a sók kilúgzódása. Az elsődleges és másodlagos szikes pusztákat gyakran nehéz szétválasztani mivel összeérő területeket is alkothatnak (Molnár, 2003).

Eltéréseket találtak a különböző szikes területekről gyűjtött évelők, mint az *Achillea aspleniifolia*, az *Artemisia santonicum*, a *Tripolium pannonicum* subsp. *pannonicum*, az *Inula britannica*, a *Limonium gmelinii* subsp. *hungaricum* és a *Podospermum canum* magok csírázási képességében és erélyében (Ecséri et al, 2019). A sziki őszirózsa a fakultatív halofitákhoz sorolható, mert optimálisan az alacsony sótartalmú talajokon nő, de jobban tolerálják a magas sótartalmat, mint a legtöbb növény (Hasanuzzaman et al, 2014).

A két alfaj reakcióit vizsgálták a magas sókoncentráció és kémhatás által kiváltott stresszre. Mindkét alfaj felhalmoz szerves ionokat, még alacsony vízkoncentrációnál is. A vizsgálat konklúziója a két alfaj különválása az eltérő környezethez adaptálódva. A subsp. *pannonicum* növekedési optimuma a 8-as talaj pH, ami a szikes puszták jellemzője, a subsp. *tripolium* ebben a közegben egyértelműen a stressz jeleit mutatta, ami alacsonyabb klorofill- és karotinoidtartalomban mutatkozott meg (Sági, 2002). Hasonlóan, az élőhely adottságainak jellegzetes hatására irányuló kutatásokat végeztek Hollandiában. A tengervízzel árapálykor elárasztott területekről származó növények körülményi közé helyezett, nem partvidékről származó növények elpusztultak ilyen körülmények között (Huiskes, Soelen és Markusse, 1991). A holland populáció vizsgálata alapján jutottak arra a következtetésre, hogy feltételezhetően az elterjedési területtel és nem genetikai különbségekkel magyarázható, hogy a subsp. *tripolium* inkább kétnyári életciklusával szemben a subsp. *pannonicum* rövid életű évelő habitusú (Huiskes et al, 2000).

**5. ábra:** *Aster punctatus* W. et K. (Forrás: Vyacheslav Shevtsov)



Hasonló adottságú területeken nő és a sziki őszirózsával összetéveszthető, a védettség alatt álló, pettyegetett vagy réti őszirózsa *Aster punctatus* W. et K. Syn. *Aster sedifolius* L., *Galatella sedifolia* L. (**5. ábra**). Magasabb, 50 és 150 cm közötti, felálló hajtásrendszerű, a szárok a felső részben ágaznak el, szórt levélállású, érdes szélű és mirigyesen pontozott levelei vannak. A levelek formája hosszúkás kihegyesedő, közepén kiszélesedő, leggyakrabban három ér fut le rajta. A fészekben a sziki őszirózsához hasonlóan csöves és nyelves virágok is vannak. A fészekpikkelyek lehetnek kopaszak vagy pelyhesek, hosszúkásak, hegyesedők. Termései repítőszőrös kaszatok. Mészkerülő, sótűrő, a korábbi sziki tölgyesek jelzőfaja. Mérsékelt szikes pusztákon, szikes erdőtisztásokon, sztyeppréteken fordul elő (Farkas, 1999).

A megnövekedett sótartalom a legtöbb növénynél negatívan befolyásolja a csírázást, a növények növekedését és az élettani folyamatokat, beleértve a fotoszintézist, a légzést, a transzpirációt, a tápanyag egyensúly fenntartását és a hormonszabályozást.

A magas sótartalmú talajok kialakulása egy növekvő probléma, különösen a száraz és félszáraz régiókban. Úgy becsülik, hogy a világon 831 millió hektár érintett. A mezőgazdasági területek csökkenése a populációs nyomás, a rossz környezeti feltételek és globális felmelegedés hatása fókuszba hozta azon fajokat gazdasági és egyéb felhasználásra, melyek alkalmazkodtak az ilyen kedvezőtlen körülményekhez (Hasanuzzaman et al, 2014). A városi élőhelyek kialakulása miatt megnőtt az igény olyan dísznövényfajták kialakítására, melyek a másodlagos szikes talajokhoz hasonló környezethez jól adaptálhatók (Orlóczi és Fekete, 2023).

## 2.2. A poliploidia szerepe a növénynevelésben

Különböző nézetek vannak arról a megfigyelésről, hogy az extrém viszonyok között, mint a sarkvidékeken vagy sós pusztákon flórát alkotó fajokban a magas poliploid egyedek aránya abból következik, hogy a poliploidizációnak köszönhetik fennmaradásukat (Ehrendorfer, 1979). Jelenleg a paleobotanikai kutatások azt mutatják, hogy a növényi evolúcióban a poliploidizáció nagy szerepet kapott a virágos növények fejlődésében. A legtöbb vizsgált faj átesett egy vagy több genom-többszöröződésen a fejlődése során. Az adatok alapján a Kréta kor végén, amikor a Kréta – terciér kihálási esemény bekövetkezett, halmozottan jelentkeztek duplikációk a genetikai állományban. Az esemény során a növényi populáció 60 % -ban kihalt, a feltételezés szerint az új fajták kialakulását a poliploidizáció tette lehetővé (Fawcett, Maere, és Van De Peer, 2009).

Nincsen megállapodás a természetes növénypopulációban található poliploid egyedek számáról. A virágos növények között a 30%-tól (Moshe Tal, 1980) a 70%-ig (Ramsey and Schemske, 1998) becsülik a kutatók.

A fajra jellemző kromoszómaszám egészszámú többszöröződését poliploidianak nevezzük, a heteroploidianak az egyik kategóriája. A kromoszómaszám csökkenését haploidianak nevezzük (Bálint, 1967). A poliploid sejtekkel rendelkező egyedek általában átadják tulajdonságaikat az utódjaiknak. Előfordulhat, hogy nem az összes sejt poliploidizálódik, kis mennyiségben megmaradnak az alap kromoszómaszámú sejtek, melyek instabilitást okozhatnak és idővel a kromoszómaszámok visszacsökkennek a kiinduló forma számaira (Eng és Ho, 2019).

A poliploidia létrejöhet egy faj kromoszómaszámának megtöbbszöröződésével, ebben az esetben beszélünk autopoliploidiaról. A növénynevelésben leggyakrabban ilyen poliploidokat hoznak létre és kihasználják a sejtek méretváltozásával járó előnyös tulajdonságokat.

Abban az esetben beszélhetünk allopoliploidiaról, ha a poliploid több faj vagy nemzetség keresztezésének hatására jön létre (Manzoor et al, 2019). A növénynevelésben egy steril fajtahibrid magasabb ploidiaszintre emelésével elérhetik, hogy már párba tudjanak állni a kromoszómái és utódokat hozzanak létre (Bálint, 1967).

A kromoszómaszám növekedésével a sejt méret is változik. A megnövekedett sejt méret úgynevezett gigász formák létrejöttét okozza mivel a poliploid egyedek gyakran

nagyobb szervekkel rendelkeznek. Megváltozhat a gyökerek, a szár, a levelek, a virágok, a gyümölcsök és magvak mérete, alakja és textúrája (Eng és Ho, 2019). **(6.ábra)**

**6. ábra:** Alul, *Passiflora* 'Damsel's Delight', középen 'Betty Myles Young', mindkettő poliploid fajta. Fent középen *Passiflora caerulea* a közönséges golgotavirág (Forrás: Myles Stewart Irvine)



Az *Anthurium andraeanum* 'Arizona' mesterségesen poliploidizált egyedeinél megfigyelték a levelek megvastagodását, a sötétebb levélszínt és forma változást. A fellel is megvastagodott és hosszabban életben maradt (Chen et al. 2011).

A morfológiai tulajdonságok változása mellett változhatnak a fenológiai tulajdonságok is. Gyakran előfordul a lassabb fejlődés és általában később és hosszabban virágoznak, mint a diploid társaik (Sattler, Carvalho és Clarindo, 2016; Velich, 2001).

Poliploidok indukálására a legkorábban alkalmazott módszer a hőmérséklet hirtelen megváltoztatása volt. Tulipán és nárcisz hagymákon gyakran 25% is nagyobb méretű pollent tudtak azonosítani ilyen kezelést követően. A hő-, hideg kezelés időzítésével, a megporzást követő proembrium fázisban történt melegkezelés biztosabb eredményeket hozott (Randolph, 1932). Vírusos kórban és növényi daganatokban is mutattak ki poliploiditást.

Számos vegyszert használtak a poliploidia előidézésére, pl. klórhidrát, cianidok, azidok. Jó eredményeket tudtak velük elérni, de a kezelések nehézsége miatt a Blakesele és Avery által tökéletesített kolchicin kezelés terjedt el (Belea, 1986). Mivel a kolchicin emberekre erősen mérgező hatású és a növényekhez viszont nagyobb koncentrációban kell alkalmazni, hogy kifejtsse hatását, ezért alternatívákat kerestek a poliploid indukciót kiváltó mitózisgátló szerre. Úgy gondolják, hogy a gyomirtó szerek körülbelül 25%-a befolyásolja a növények mitózisát, alacsony koncentrációba használva, antimitotikus szerként is használhatók. A gyomirtószerek

különböző kémiai osztályokba tartoznak, és a karbamátok kivételével hasonló hatásmechanizmussal hatnak a mikrotubulusokra mint a kolchicin. A leggyakrabban vizsgált és alkalmazott szerek a dinitroanilinek, mint a trfluralin, oryzalin és a pendimetalin, a piridinek, a benzamidok és karbamátok. Előnyben részesítették az oryzalint az alacsonyabb toxicitása miatt, és mert kisebb dózisban is hatásosnak bizonyult, ezzel is csökkentve a költségeket (Miri és Mehdi, 2020).

### 2.3. A kolchicin kezelés

A kolhicint, ezt a gyógyászatban is használt alkaloid vegyületet, 1937 óta használják növénynemesítésre. Ez a legismertebb és leggyakrabban használt vegyület poliploidia mesterséges előidézésére. A kezelés technológiája jól kidolgozott, a sikeresen poliploidizált minták azonosítására is vannak jól használható közvetett és közvetlen módszerek.

**7. ábra:** *Colchicum autumnale* L. (Forrás: Saját fotó)



A kolhicint a *Colchicum autumnale* L. (Őszi kikerics) magjából vagy hagymájából vonják ki (Derman, 1961). **(7. ábra)** Gyakran nevezik antimitotikus szernek mivel felfedezték, hogy a kolchicin kötődik a tubulinokhoz, a mikrotubuláris orsók felépítő elemeihez, amivel megakadályozza azok orientációját és mikrotubuláris orsóvá formálódását.

A mikrotubulusok növekedése és mérettartása egy folyamatos polimerizációs és depolimerizációs folyamat,  $\alpha\beta$ -tubulindimerek kötődnek be és válnak le róla. A kolchicin könnyen kötésbe lép a tubulindimerrel és a kötődő oldalon megakadályozza a mikrotubulus tovább épülését és végső soron a bomlásához vezet (Velich,2001).

A mikrotubuláris orsók kialakulásának sikertelensége a metafázisban megszakítja a sejtciklust és ezzel megakad a kromoszómák szétválása és ellentétes pólusra rendeződése az anafázis során. Amikor a sejtmag formálódik a citokinézis sikertelensége miatt két pár kromoszóma marad a poliploid sejtben.

Ma a kolchicin kezeléseket leggyakrabban *in vitro* körülmények között végzik. Azonban a hagyományos *ex vitro* kezeléseknak is megvan a helye, kisebb technikai felkészültséget igényel és költséghatékonyabb (Eng, Ho, 2019).

A kolchicines kezelés elvégezhető a magon, a csíranövényen és már fejlettebb növényeken is. Növényfajtól függő a kezelés sikeressége, ezért a megfelelő dózist és expozíciós időt ki kell kísérletezni. Általánosságban elmondható, hogy a növények magját 0,2–1,6%-os oldatban kell áztatni 1-10 nappal a vetés előtt. A magok áztatását nagyon sekély tartályban kell végezni, hogy a magokat ne fossák meg az oxigéntől (Derman,1961).

Megfigyelések szerint a kolchicines kezelés eredményesebb, ha kisebb koncentrációjú oldatot használnak, hosszabb expozíciós idővel. A nagyobb töménység vagy hosszabb idejű kezeléskor nem áll helyre idővel a normális mitózis és a növény pusztulásához vezet (Belea, 1986).

## 2.4. A poliploidia vizsgálata

A morfológiai bélyegek megváltozását vizsgálhatjuk szemrevételezéssel (Füri, 2015). A nagyobb levélméret, megváltozott formákat mérve elemezhetjük a mintaállományt (Eng és Ho, 2019).

A gázcserenyílások zárósejtjeinek mérete jó indikátora a poliploidianak, mert a sejtméret megnövekedése ezeken könnyen vizsgálható. A fonáki oldalról áttetsző lakkal mintát veszünk, ez jól replikálja a levélfelszínt. A tárgylemezre preparáljuk a replikát. A zárósejtek hosszát és szélességét lemérve és az adatokat összehasonlítva, ha szignifikáns eltérést találunk, az utalhat poliploidiaóra. Ugyanezzel a mintavételi eljárással a gázcserenyílások sűrűségét is lehet mérni (Beaulieu et al). A sztómák és az epidermális sejtek sűrűsége csökkent a poliploid sejtekben (Mishra, 1997).

A ploidia szint és a gázcserenyílás zárósejtjének kloroplasztisz száma között is erős kapcsolatot találtak. A kloroplasztiszok mennyisége egy levél sztómáin közel azonos számot mutatott, míg egy poliploid esetében eltérő értékeket kaptak (Yuan et al).

Az epidermisz sejtjeinek vizsgálata csak a merisztéma külső L1 rétegének ploidszint változását jeleni, nem feltétlenül utal a növény összes sejtjének változására. A kutatások arra mutatnak, hogy az L1 rétegben gyakrabban történik természetes úton is mutáció (Amundson et al, 2023). A diploid sejtekhez képest a tetraploid sejtek 20%-os, a hexaploid sejtek 27%-os méretnövekedést mutattak az *Arabidopsis thaliana*-n végzett kísérletekben (Corneillie et al. 2019).

A szakirodalom szerint a pollen mérete is indikátora lehet a sejtek poliploiditásának, egyes fajokban mint a *Andropogon saccharoides* var. *torreyanus* összefüggést mutattak be a kromoszómák száma és a pollen méret között (Gould, 1957). Sanders azonban a tanulmányában vitatja, hogy fajokon át általánosítani lehet, illetve csak laza összefüggést talál a pollenméret és poliploiditás között és a pollen méret és ploidszint fok között általánosítható összefüggést nem talált. Valószínűsíti, hogy több tényező befolyásolja a pollen méret növekedést (Sanders, 2021).

Hagyományosan a legpontosabb módszer a poliploidia megállapítására a kromoszómaszámlálás. A preparátum elkészítése technikai felkészültséget igényel. Olyan sejtből készítik, ami éppen meiózis vagy mitózis alatt áll. Ezeket a szövetet szétprésselve elkülönítik, megszínezik, lehetővé téve a kondenzálódott kromoszómák megszámlálását (Mondal et al.2023).

Korszerű, azonban nehezen elérhető technika az áramlási citometria (FMC). Egy gyors és pontos módszer a ploidszint meghatározására. A megfestett sejtmag egy jellemző fluoreszcenciát bocsát ki, mely mérhető az áramlási citométer segítségével (Miri et al, 2020).

### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1. Anyag

##### 3.1.1. A magok csírázókéességének vizsgálata

A kísérlet első lépéseként a magok életképességét és csírázási erélyét vizsgáltam. A magok rövid ideig eltarthatók, a tavalyi gyűjtésből származó anyag már nem volt használható. A korábbi kutatások eredményei alapján a magok két héten belüli csírázására számítottunk. A magok gyűjtését két helyszínről végeztem. Az egyik helyszín a Dinnyés-fertő természetvédelmi terület határa, Madárdal tanösvény, ahonnan 2024.09.30-án szedtem a magokat. A növények többsége még virágzásban volt, a legtöbb magot még nem teljesen beérett és átszáradt virágzatból gyűjtöttem. A Farnos, Sóvirág tanösvénytől DNY-ra eső területről 2024.10.01-én szedtem a magokat, a növények itt még teljes virágzásban voltak, csak kis mennyiségű magot sikerült gyűjteni. Ugyanerről a helyszínről 2024.11.04-én sikerült a maggyűjtés az elvirágozott állományból.

A próba magvetést 2024.10.09-én végeztem. Az ültetőközeg finomra átszitált, tőzeges ültetőföld Kekillä Professional OPM 525 WCL, egyenletesre simított felszínnel. Mindkét helyszínről 20-20 magot vetettünk el. A magokat vermikulittal takartuk. Az első magonc a vetéstől számított 7. napon csírázott ki. A 24 %-os csírázási arány miatt feltételeztem, hogy a vermikulit takarás nem szükséges, a kolchicines kezelésnél elhagytam. **(8-9.ábra)**

**8-9. ábra:** Csírázási kísérlet előkészítése és eredménye (Forrás: Saját fotó)



### 3.1.2. növényfenntartási kezelések

A kolchicinnel kezelt magok szabályozott környezetbe 24°C, RH 62%-os fitotron beállítások alá kerültek. Januárban Proplant beöntözést kaptak a növények, februárban Mospilan 0,4 g/l és Proplant 1,5 ml/l permetezést kaptak. Márciusban 3-5 szem Osmocote lassan felszívódó műtrágyát kapott minden növény. Áprilisban kerültek ki szabadtérre, május közepén átcserépeztük őket 6-os köralapú cserépből négyszögletesbe.

## 3.2. Módszer

### 3.2.1. Kolchicines kezelés

A kezelést 2024.11.20-án végeztem. A csírázási kísérletben sikerebben szereplő farmosi magcsoport kolchicines kezelésére került sor *ex vitro* rendszerben. A kísérletben három különböző töménységű vizes kolchicin oldatba áztattam a magokat. Három expozíciós idővel és kontroll csoporttal dolgoztam.

**10. ábra:** A magok kolchicines kezelése (*Forrás: Saját fotó*)



Az oldatokat 0,1 mM, 1 mM, és 3 mM töménységűre állítottuk be. A kezelés expozíciós időit 4, 24, 48 órában határoztuk meg. Kezelési csoportonként 50 magot használtunk. **(10.ábra)** A növényeket 2024.12.11-én cserepeztük be és számoltuk meg.

### 3.2.2. Vizsgálatok

A növények méreteit két alkalommal vizsgáltuk és egy alkalommal készítettünk összehasonlító vizsgálatot.

#### 3.2.2.1. 1. Morfológiai mérés

A méréseket 2025. 02. 04-én készítettük. 76 nappal a vetést követően. Az egyes növények két legfejlettebb levelének a legszelesebb pontját és a hosszúságát mértük meg. Valamint a növények mortalitását vettük számba.

#### 3.2.2.2. 2. Morfológiai mérés

Az összehasonlító vizsgálatot 2025.03.27-én végeztük, négy és fél hónappal a vetést követően. A növényeknek három kategóriát állítottunk fel. Jó, közepes és rossz minősítést kaptak. A jó kategóriába az erőteljesen sarjadzó, élénkzöld, kevésbé pusztuló levelű növények kerültek. A magasságot 8-9 cm-ben, a sarjszámot 3 vagy több sarjban határoztuk meg. A közepes kategóriába a 25 cm magas, kevésbé sarjadzó (2 sarj), több elszáradt levéllel rendelkező növények kerültek. A harmadik kategóriába a 0-2 cm magasságú, nem sarjadzó, kisméretű, pusztuló levelű növények kerültek. **(11.ábra)**

**11. ábra:** Morfológiai összehasonlító vizsgálat. Balról- jobbra 1-2-3. kategória. (Forrás: Saját fotó)



### 3.2.2.3. 3. Morfológiai mérés

A méréseket 2025. 07. 09 -én készítettük, hét hónappal a magok vetése után. A mérés során a már nagyobb méretű növényekről a sarjak számát is feljegyeztük. A levélhosszúságról és a levélszélességről három-három adatot jegyeztünk fel, valamint számba vettük a virágzati szárkezdemények jelenlétét.

### 3.2.2.4. Sztóma mérések

2025.06.02-én példányonként két levélről vettem mintát. A levélfelszín replikációjához egy áttetsző gyorsan száradó lakkréteget vittem fel a levelek fonáki oldalára, a főér mellé, egy megközelítően 1 cm-es sávban. A lakkot a száradást követően lehúztam és tárgylemezre preparáltam. A digitális felvételek az EUROMEX iSCOPE IS.1153-PLi/DF fénymikroszkóp alatt 10x-es nagyításban készültek. A méréseket az ImageFocus Alpha 1.3.7.27993.250901 szoftverrel készítettem. A statisztikai analízist az összes vizsgálat során az IBM SPSS szoftverével végeztem. Egy növényről minimum 60 darab sztóma lemérésére törekedtem két minta felhasználásával és több felvétel vizsgálatával. A mikroszkópos felvételek mérése során egy kiemelkedően nagyméretű sztómákkal rendelkező példányt találtam. Ennek a példánynak a sztómazárósejten belüli kloroplasztiszait is megszámloltam, mivel a kloroplasztiszok nagyobb száma is utalhat a megváltozott ploidia szintre.

### 3.2.2.5. Kloroplasztisz mérések

A mérések 2025. 08. 26-án készültek. Az olyan mintákon, ahol az epidermisz vékony rétege is a lakkhoz tapadt, kivehetőek és megszámlálhatóak a sztóma zárósejtjeiben a kloroplasztiszok.

### 3.2.2.6. Pollen mérések

A mintavétel 2025.09.18-től, több alkalommal történt a virágzatok kialakulásától függően. A pollen szemek átmérőjéről az ImageFocus Alpha szoftverrel készültek a mérések.

## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1. Élettani vizsgálatok eredményei

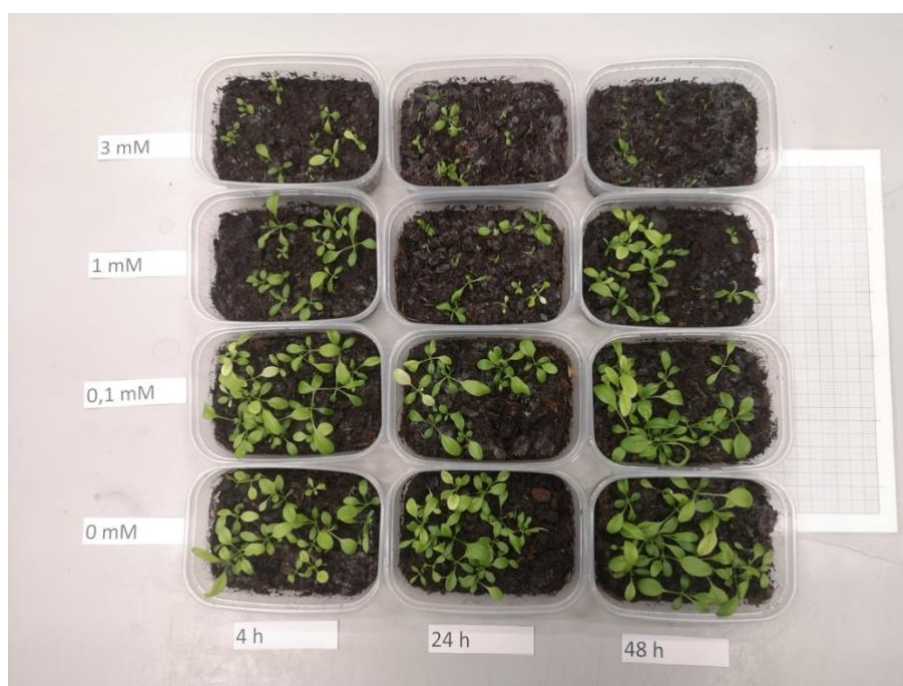
A szakirodalomban leírtak alapján a kolchicines kezelés negatív hatásaira is számítottunk. A magok csírázási képességének csökkenésére, a magoncok visszamaradott fejlődésére, továbbá a magoncok nagyfokú mortalitását vártuk a kísérlet során.

**1. táblázat:** A csírázási százalékokat bemutató táblázat *(Forrás: saját munka)*

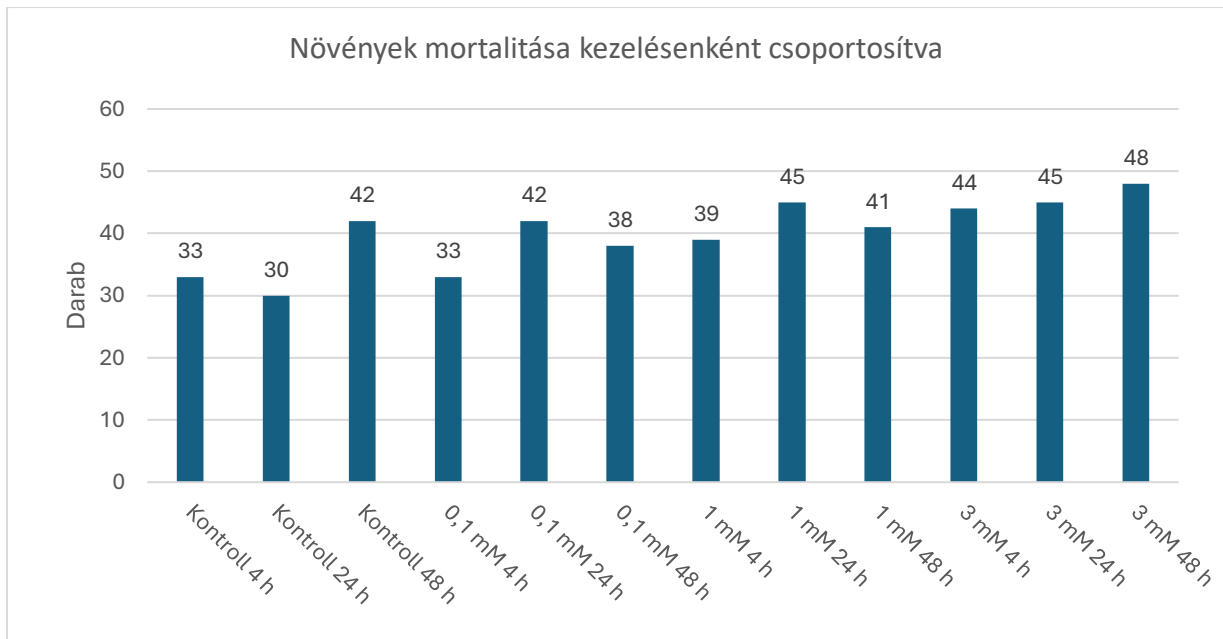
Kezelés	Kontroll	0.1 mM	1 mM	3 mM
4h	46%	46%	38%	32%
24h	44%	22%	32%	38%
48h	40%	30%	42%	46%

A kolchicines kezelést kapott növények csírázási aránya még nem mutatja egyértelműen a kolchicin mérgező hatását. **(1. táblázat)** Azonban a fejlődés visszamaradása jól látszik a felvételen, **(12. ábra)** a kezelés expozíciós ideje a és töménység növekedésével arányosan.

**12. ábra:** A kezelt magoncok három héttel a magvetés után. *(Forrás: saját fotó)*



**13. ábra:** A növények mortalitása hét hónappal a magvetést követően. (Forrás: saját ábra)



A (13. ábra) bemutatja, hogy az elpusztult növények száma növekvő trendet mutat a kezelés erőssége és behatási idő növekedésével, azonban valószínűleg külső környezeti tényezők is közbejártak eredmények kialakulásában.

A növények morfológiai összehasonlításával a kezelések hatását tudtam megfigyelni a növények fejlődésére, valamint a poliploidia jeleit kerestem a növényeken.

**2. táblázat:** A 2025.03.27-én készült összehasonlító vizsgálat. (Forrás: Saját táblázat)

Koncentráció	1. csoport	2. csoport	3. csoport
0,1 mM	24%	58%	18%
1 mM	15%	48%	37%
3 mM	7%	47%	47%
Kontroll	21%	50%	29%

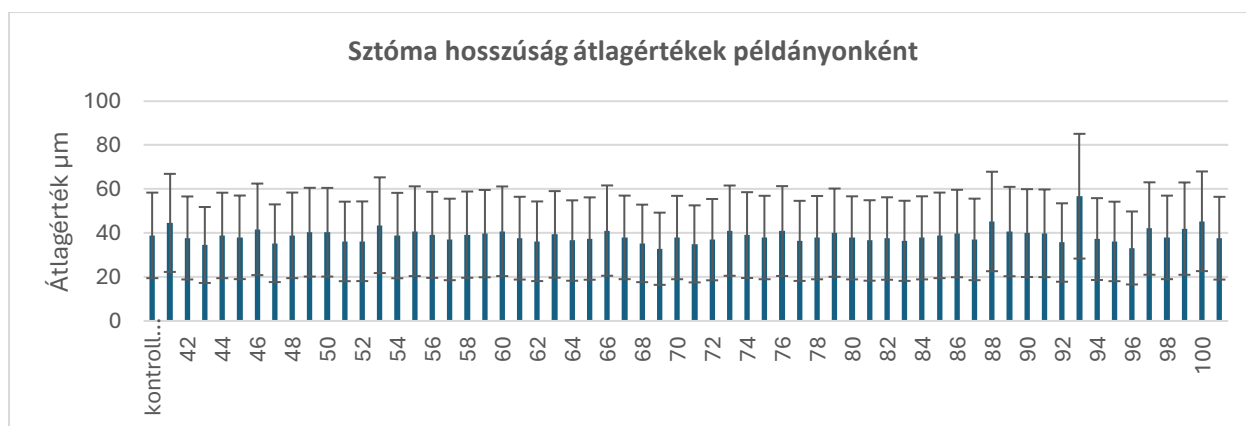
Az eredmények arra utalnak, hogy a növények többsége a közepes kategóriába esett és kontroll csoportból került ki a legtöbb jól sarjadzó erősen fejlett növény. A 0,1 mM -os kezelési csoport növényei is nagy számban voltak közepes fejlettségűek. (2. táblázat)

#### 4.2. Sztóma mérések eredményei

A minták statisztikai elemzését a sztómákról vett méretekkel kezdtük. A minták példánykódot kaptak az elemzéshez. A sztómák hosszúságából és szélességéből származtatott területet számítottunk. Valamint a sztómák hosszúságát hasonlítottuk össze mivel

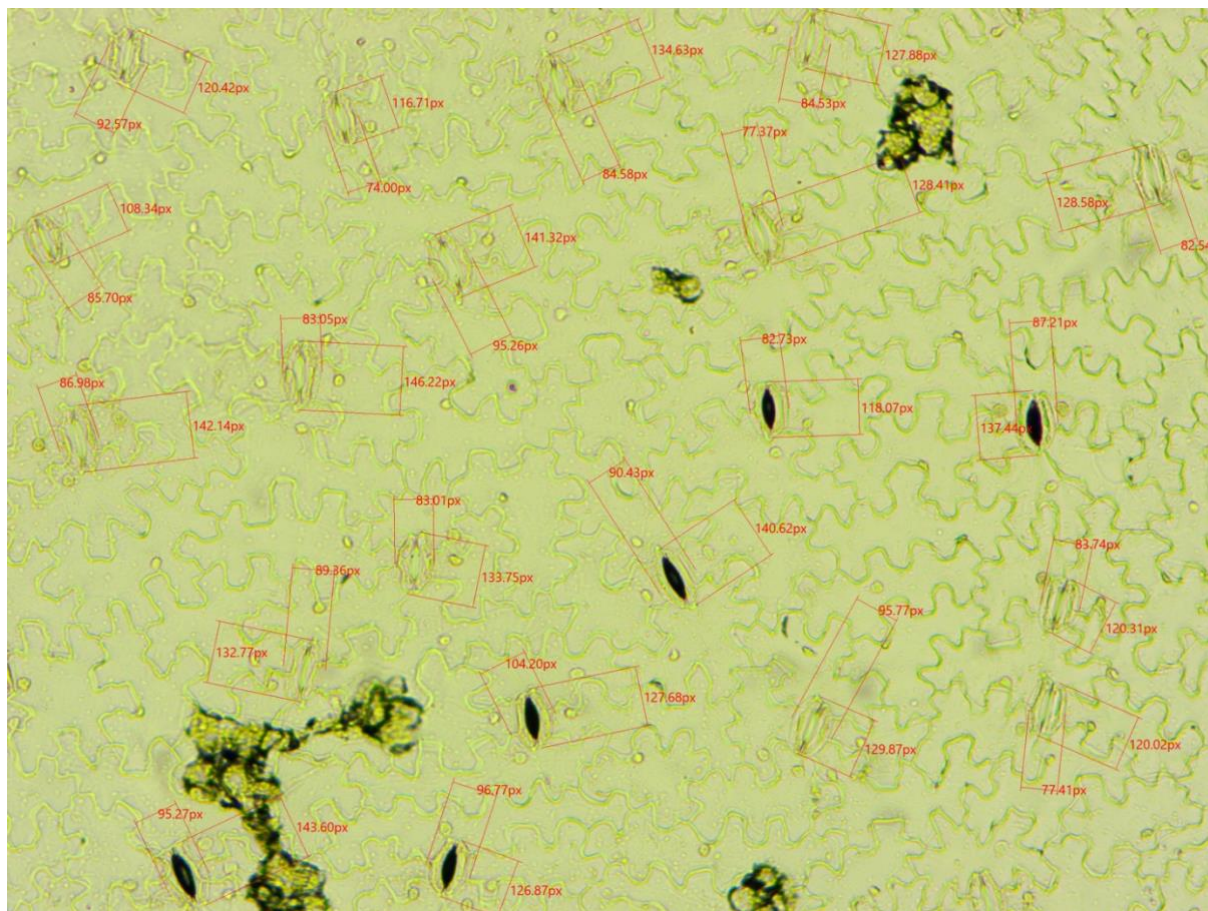
megbízhatóbb méréseket lehetett róluk készíteni mint a sztóma szélességről. Az **(14. ábrán)** látható értékeket vettük a statisztikai elemzés alapjául. A kontroll csoportokat összevontuk a statisztika könnyebben kezelhetősége végett.

**14. ábra:** Sztóma hosszúság átlagértékek (Forrás: Saját ábra)

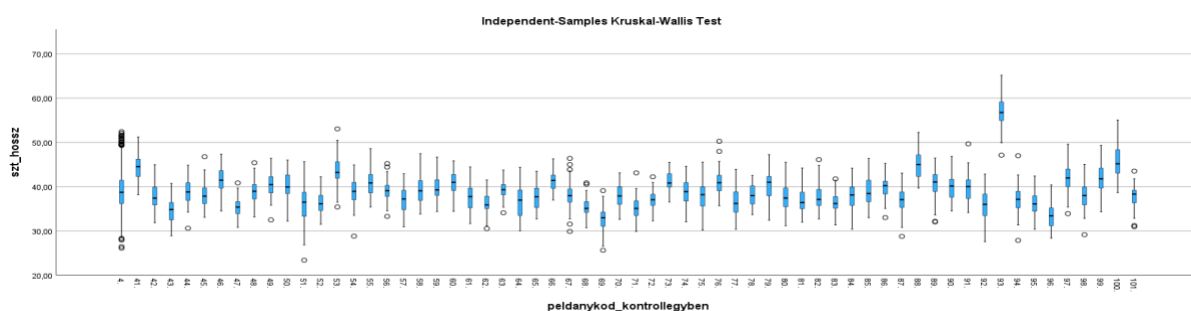


A példányok méretének összehasonlításával statisztikailag is bizonyíthatóan nagyobb sztóma méretű egyedeket kerestünk. Példányokra vetítve futtattuk le a P-Plot és a Kolmogorov-Smirnov tesztet. Mivel nem felelt meg a normál eloszlás feltételeinek és nem teljesült a szóráshomogenitás feltétele, robosztus teszttel kellett folytatni az elemzést. A Kruskal-Wallis próba kimutatta, hogy mind a sztóma terület és a sztóma hosszúság kimutathatóan magasabb egy példánynál, a 93-nál. A csoportba besorolás szerint a 3 mM 4 órás kezelés 1. sorszámú példány. Az átlagos sztóma hossza 56,36 µm míg a második leghosszabb sztómájú növény a 3 mM 24 órás kezelés 6-os példány csak 45.77 µm -es. **(15.ábra)**

15. ábra: Felvétel a 3\_4\_1- es példány méretezett sztómáiról (Forrás: Saját fotó)

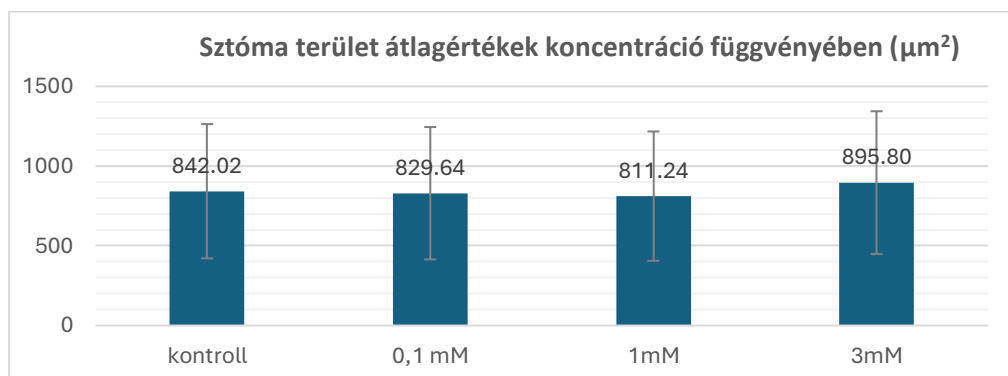


16. ábra: A sztóma hosszúságot összehasonlító Kruskal-Wallis teszt eredménye SPSS szoftverrel készítve (Forrás: Saját munka)



A sztómák területét és hosszúságát a kolchicin koncentráció szerinti csoportosítással vizsgálva a (16, 17. ábra) adatait vettük alapul. Az adatsor megfelelt az ANOVA teszt feltételeinek. Szignifikáns eltérést mutatott ki a csoportok között a sztóma terület és a sztóma hossz vizsgálat során is.

17. ábra: A sztóma terület átlagértékek koncentráció szerinti csoportosítása (Forrás: Saját ábra)

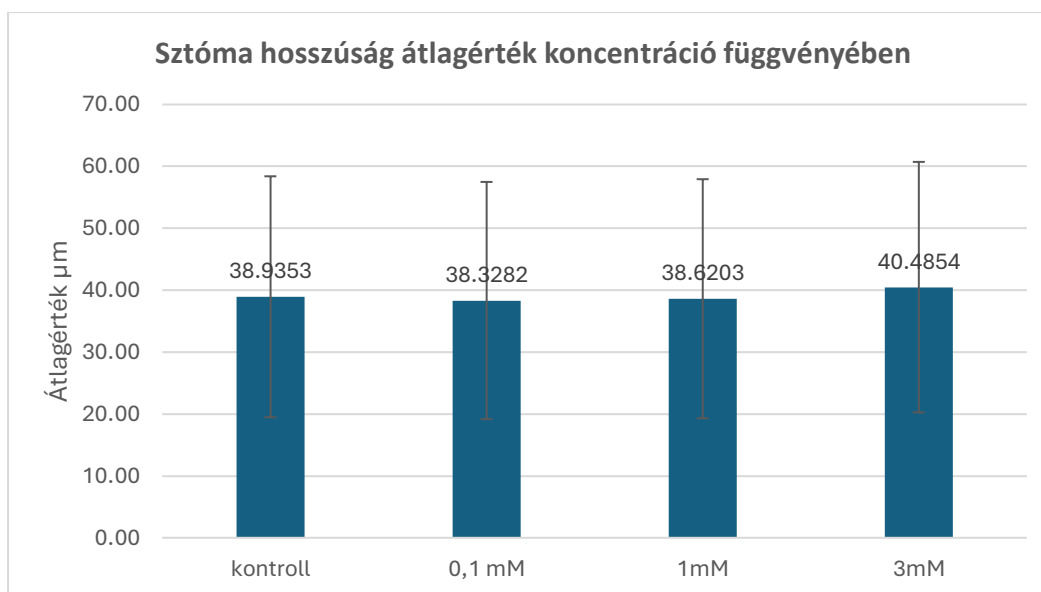


3. táblázat: A sztómák területe koncentráció szerinti csoportosítása (Forrás: Saját ábra)

Games-Howell	Sztóma terület koncentráció függvényében			
Változó 1	Változó 2	Átlag különbség	Standard hiba	Szig.
Kontroll	0,1mM	12,38739*	3.84840	0.007
	1mM	30,78519*	4.77593	0.000
	3mM	-53,78196*	13.29159	0.000
0,1mM	Kontroll	-12,38739*	3.84840	0.007
	1mM	18,39779*	4.72439	0.001
	3mM	-66,16936*	13.27316	0.000
1mM	Kontroll	-30,78519*	4.77593	0.000
	0,1mM	-18,39779*	4.72439	0.001
	3mM	-84,56715*	13.57114	0.000
3mM	Kontroll	53,78196*	13.29159	0.000
	0,1mM	66,16936*	13.27316	0.000
	1mM	84,56715*	13.57114	0.000

További összefüggéseket találtunk a robusztus Games-Howell teszt futtatásával. Az **(3.táblázat)** összefoglalja a szignifikánsan eltérő csoportokat. Az adataiból leolvasható, hogy a kontroll és a 3mM-os koncentrációjú csoport között a legnagyobb az átlagkülönbség.

**18. ábra:** A sztóma hosszúságok koncentráció szerint csoportosítva (Forrás: Saját fotó)



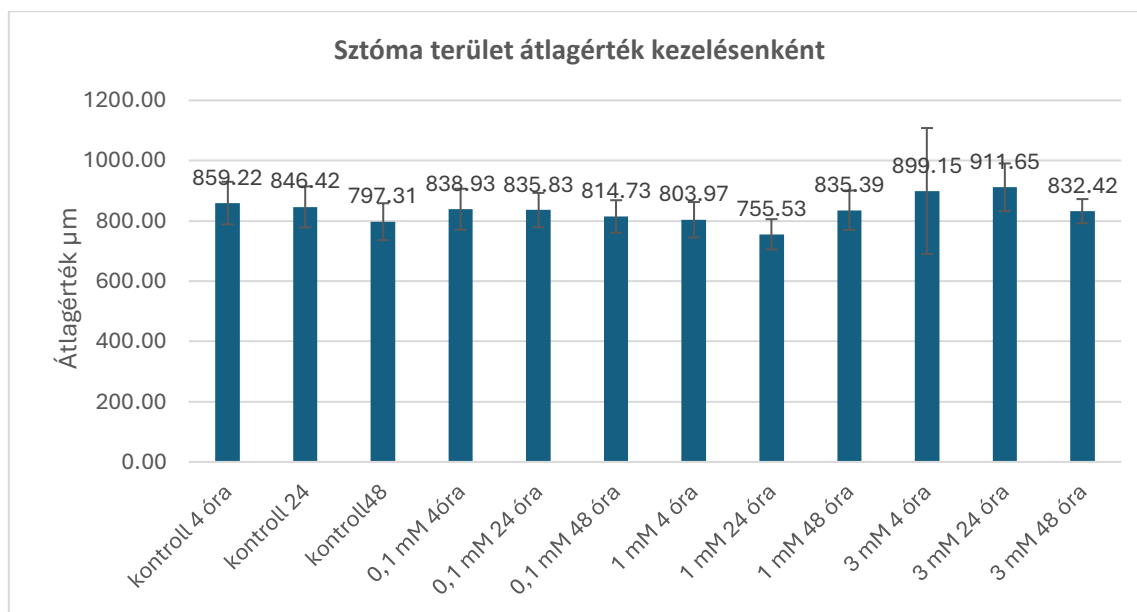
**4. táblázat:** A sztóma hosszúság koncentráció szerint csoportosítva (Forrás: Saját táblázat)

Games-Howell	Sztóma hosszúság koncentráció függvényében			
Változó 1	Változó 2	Átlag különbség	Standard hiba	Szig.
kontroll	0,1mM	,60707*	0.11198	0.000
	3mM	-1,55010*	0.30487	0.000
0,1 mM	Kontoll	-,60707*	0.11198	0.000
	3mM	-2,15717*	0.30519	0.000
1mM	3mM	-1,86508*	0.31498	0.000
3mM	Kontroll	1,55010*	0.30487	0.000
	0,1mM	2,15717*	0.30519	0.000
	1mM	1,86508*	0.31498	0.000

Az **(18.ábra, 4. táblázat)** a sztóma hosszúság szignifikáns adatainak összessége, ahol látható, hogy nagy a különbség a kontroll csoport és a 3mM csoport között. Azonban a többi csoportot is figyelembe véve nem olyan egyértelműek az eredmények, mint az terület vizsgálatánál.

A sztóma méretek kezelése szerinti csoportos összehasonlításának alapadatait az alábbi táblázat foglalja össze. Teljesült a szóráshomogenitás és a normáloszlás feltétele. Ezért az ANOVA one way teszttel folytattuk az elemzést, ami szignifikáns eltéréseket mutatott ki a csoportok között. **(19.ábra)**

19. ábra: A sztóma terület átlagértékek kezelésenként csoportosítva (Forrás: Saját ábra)



5. táblázat: A sztóma terület kezelésenként csoportosítva (Forrás: Saját táblázat)

Games- Howell	Sztóma terület			
Változó 1	Változó 2	Átlag különbség	Standard hiba	Szig.
Kontroll 4 h	0,1 mM 4 h	20,29299*	6.17823	0.048
	0,1 Mm 48 h	44,49544*	5.83650	0.000
	1 mM 4 h	55,24630*	7.39352	0.000
	1mM 24 h	103,69256*	9.05171	0.000
	3mM 24 h	-52,43069*	11.36341	0.000
Kontroll 24 h	0,1mM 48 h	31,69608*	5.97358	0.000
	1mM 4 h	42,44694*	7.50221	0.000
	1mM 24 h	90,89320*	9.14070	0.000
	3mM 24 h	-65,23006*	11.43442	0.000
Kontroll 48 h	0,1 mM 4 h	-41,62249*	7.03994	0.000
	0,1 mM 24 h	-38,51954*	7.91112	0.000
	1mM 24 h	41,77709*	9.66042	0.001
	1mM 48 h	-38,08028*	8.09951	0.000
	3mM 4 h	-101,84805*	30.52071	0.046
	3mM 24 h	-114,34617*	11.85400	0.000

Az (5. táblázat) adataiból levonható következtetés, hogy a kezelések szerint csoportosított minták között legnagyobb mértékben az 1 mM 24 órás kezelés és a kontroll

csoport között van különbség. Ha összevonva kezeljük a kontroll csoportokat akkor az 1mM 24 órás kezelés és a 3 mM-os 4-24 órás kezelés mutat magas értékeket.

**6. táblázat:** A sztóma hosszak hosszúság kezelésenként csoportosítva (Forrás: Saját fotó)

Games-Howell	Sztóma hosszúság			
Változó 1	Változó 2	Átlag különbség	Standard hiba	Szig.
Kontroll 4 h	0,1 mM 4 h	,84767*	0.17104	0.000
	0,1 mM 24 h	1,22587*	0.19334	0.000
	0,1 Mm 48 h	2,29243*	0.17307	0.000
	1mM 4 h	1,52346*	0.20309	0.000
	1mM 24 h	2,57763*	0.24055	0.000
	3mM 24 h	-1,88398*	0.30734	0.000
	3mM 48 h	2,10858*	0.32212	0.000
Kontroll 24 h	0,1 Mm 48 h	1,38403*	0.18126	0.000
	1mM 24 h	1,66923*	0.24650	0.000
	3mM 24 h	-2,79238*	0.31203	0.000
	3mM 48 h	1,20018*	0.32659	0.019
Kontroll 48 h	0,1 mM 4 h	-1,61870*	0.20715	0.000
	0,1 mM 24 h	-1,24050*	0.22591	0.000
	1mM 4 h	-,94291*	0.23430	0.004
	1mM 48 h	-2,08931*	0.24128	0.000
	3mM 4 h	-2,79630*	0.65811	0.002
	3mM 24 h	-4,35035*	0.32881	0.000

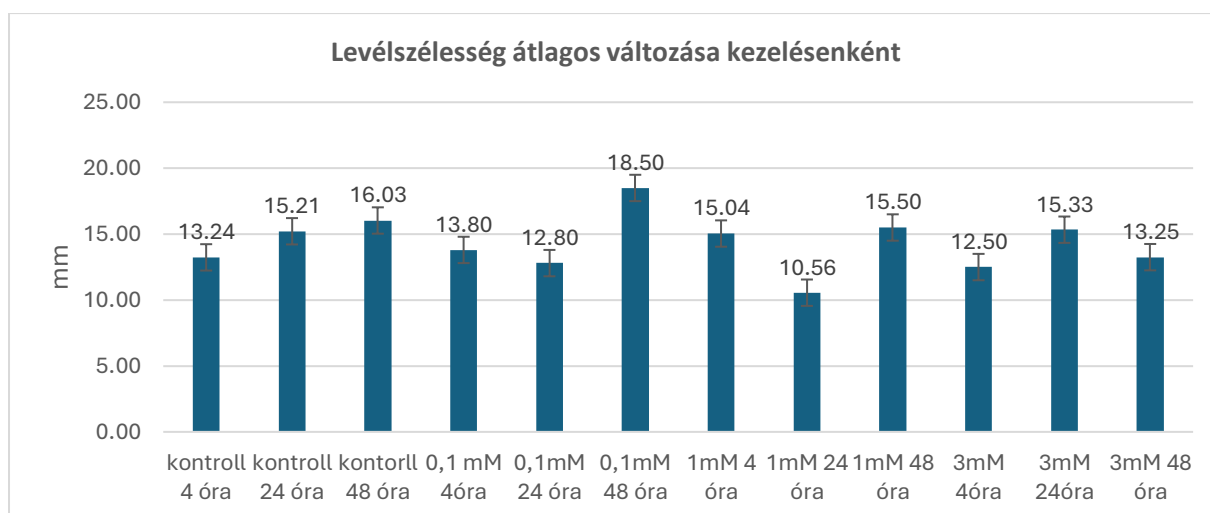
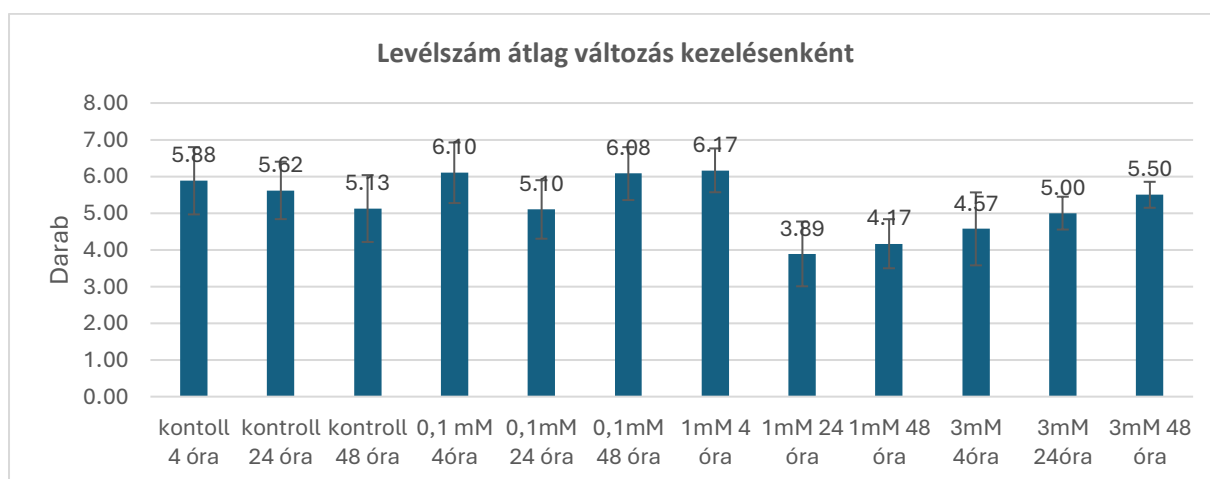
Az **6. táblázat** sztóma hosszúságok kezelésekre szerinti csoportosításából kiemelkedő értékeket mutatnak a 3 mM kolchicint kapott minta csoportok.

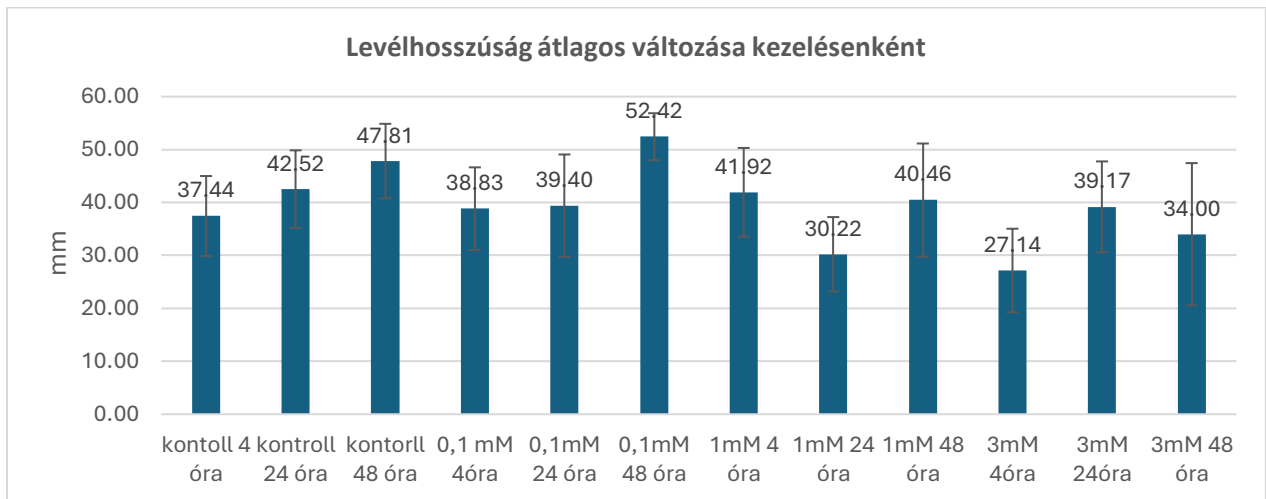
### 4.3. Morfológiai mérések eredményei

#### 4.3.1. 1. Morfológiai mérés

A 2025.02.04-én készített morfológiai mérések elemzésének eredményei. Ezek az adatokat még jelöletlen példányokról vettük. A minták megfeleltek a szórás-homogenitás és a normálosztás feltételeinek ezért ANOVA one way varianciaanalízissel elemeztük a mintákat. A levelek számában, a hosszúságában és a szélességében kerestünk az összefüggéseket a kolchicin koncentráció változása és a kezelések hatásának összefüggésében. A (20-22. ábra) összefoglalt adatokat elemeztük.

**20-22. ábra:** A levélszám, a levélhossz és a levélszélesség átlagok kezelésenként csoportosítva (Forrás: Saját fotó)





A kolchicin koncentráció szerint csoportosított minták elemzésekor az eredmények arra utalnak, hogy a levelek számában van különbség a csoportok között azonban a kontrollcsoporthoz viszonyítva nincs szignifikáns különbség. A levélszélesség és hosszúság elemzésekor nem mutatott ki összefüggést a minták koncentráció szerinti csoportosítása.

A minták kezelése szerint csoportosított elemzése során a táblázatban (7.táblázatból) leolvasható eredmények szerint a levelek számában volt szignifikáns eltérés a csoportok között.

**7. táblázat:** A levélszámok csoportosítása kezelések szerint. (Forrás: Saját táblázat)

Levélszám kezelés szerint				
Duncan <sub>ab</sub>	N	A	B	C
3mM 24 h	9	3.89		
1mM 48 h	12	4.17	4.17	
Kontroll 4 h	17		5.88	5.88
0,1mM 48 h	13			6.08
0,1mM 4 h	20			6.10
1mM 4 h	12			6.17

A kontroll 4 óra csoport az 1mM 48 és a 3mM 24 óra csoport között is különbséget mértünk a növények levélszámának elemzésekor. Tehát levonható az a következtetés, hogy a több ideig tartó magasabb koncentrációjú kezelés csökkenti a növények levélszámát.

**8. táblázat:** A levélhosszúság kezelésenként csoportosítva. (Forrás: Saját táblázat)

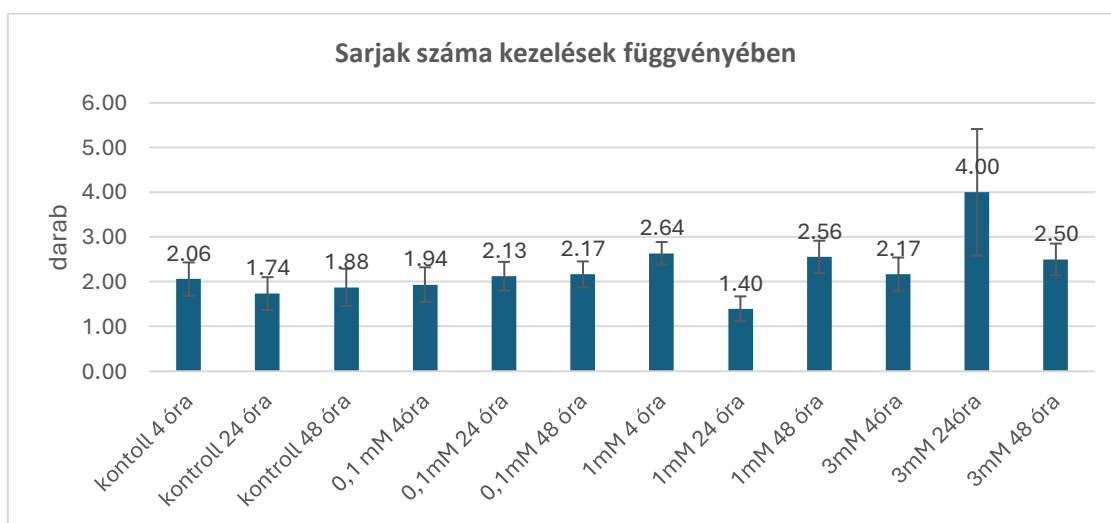
Levélhosszúság kezelés szerint				
Duncan <sub>a,b</sub>	N	A	B	C
3mM 4 h	7	27.14		
1mM 24 h	9	30.22	30.22	
3mM 48 h	2	34.00	34.00	
Kontroll 48 h	16		47.81	47.81
0,1 48 h	13			52.42

A **8.táblázatban** összefoglalt vizsgálat eredményéből leolvasható, hogy a levélhosszúság a kontroll csoport 48 órás kezelése és a 3mM 4 órás kezelés csoport között csökkenő értéket mutat. Azonban az alacsonyabb koncentrációjú 0,1 mM 48 h kezelés hosszabb levélhosszokat mutat. A kezeléseknak nem volt szignifikáns hatása a levélszélességre.

#### 4.3.2. 2. Morfológiai mérés

A 2025 07. 09. készített morfológiai mérések elemzésének eredményei. Az ANOVA teszt feltételei csak részben teljesültek, Welch robosztus teszttel kiegészítve kaptuk az eredményeinket. A sarjak számát, a levélhosszúságot valamint szélességet nagyobb adatmennyiséggel elemeztük. (**23. ábra**)

**23. ábra:** A sarjak száma kezelésenként csoportosítva (Forrás: Saját ábra)



**9. táblázat:** A sarjak száma kezelések szerint csoportosítva (Forrás: Saját táblázat)

Tukey	Sarjak száma kezelés függvényében			
Változó 1	Változó 2	Átlag különbség	Standard hiba	Szig.
Kontroll 4	3 mM 24 h	-1,941*	0.448	0.002
Kontroll 24	3 mM 24 h	-2,263*	0.443	0.000
Kontroll 48	3 mM 24 h	-2,125*	0.502	0.003

**10. táblázat:** A sarjak száma homológ alcsoportok szerint. (Forrás: Saját táblázat)

Tukey HSD ab	N	A	B	C
Kontroll 4 h	17	2.06		
Kontroll 24 h	19	1.74		
Kontroll 48 h	8	1.88		
3 mM 24 h	5		4.00	
Duncan ab				
Kontroll 4 h	17	2.06	2.06	
Kontroll 24 h	19	1.74	1.74	
Kontroll 48 h	8	1.88	1.88	
3 mM 24 h	5			4.00

Az **9. és az 10. táblázat** is a sarjak szignifikáns különbségére utal 3mM 24 órás kezelésétől. A **(10. táblázat)** a magas kolchicin koncentráció, közepes expozícióval kezeléstől a sarjak megnövekedett számát mutatja.

**11. táblázat:** *Colchicum autumnale* L. (Forrás: Saját táblázat)

Levélszélesség kezelés függvényében			
Duncan ab	N	A	B
Kontroll 4 h	17	14.988	
1mM 4 óra	11		19.309

Az **11.táblázat** adatai alapján a levélszélességben is szignifikáns különbség mutatható ki az 1 mM- os 4 órás és a kontroll csoport között.

A koncentráció szerinti csoportosításra elvégzett ANOVA teszt csak a sarjak számának változását mutatta, a levélszélesség és a levélhosszúságban nem talált szignifikáns eltérést.

**12. táblázat:** A sarjak száma koncentráció szerinti csoportosításban (Forrás: Saját táblázat)

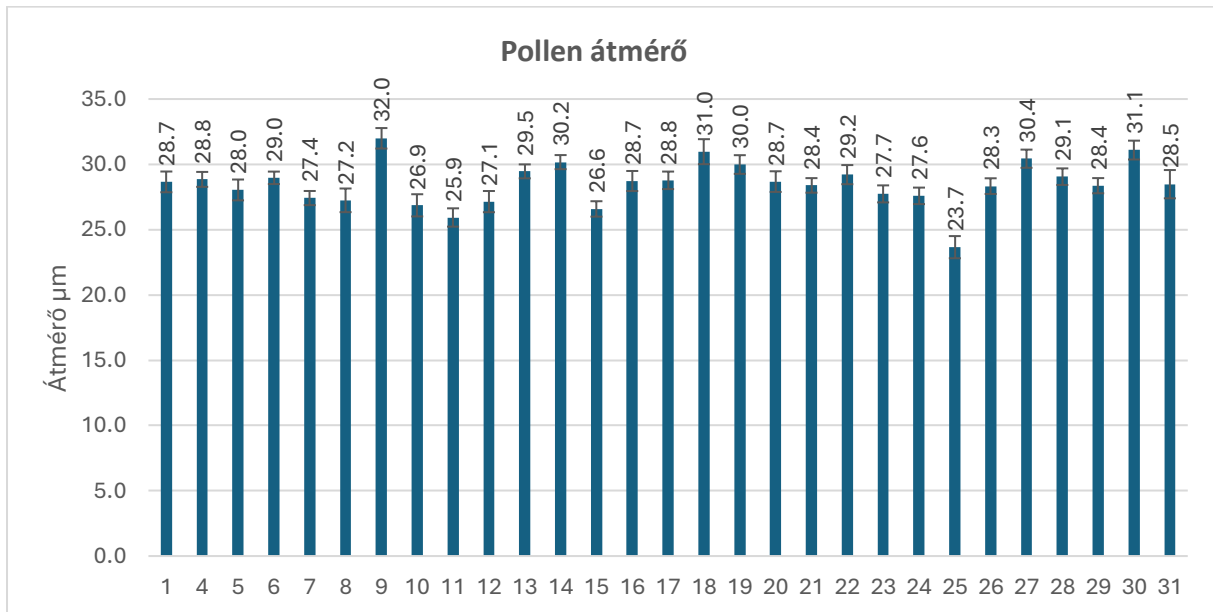
Sarjak száma koncentráció függvényében				
		N	A	B
Tukey HSD	Kontroll	44	1.89	
	0,1mM	36	2.06	
	3 mM	13		2.92
Duncan ab	kontroll	44	1.89	
	0,1mM	36	2.06	
	1 mM	25	2.36	
	3 mM	13		2.92

A **12.táblázatból** leolvasható, hogy mindkét post hoc teszt kimutatja, hogy a sarjak száma a 3mM-os koncentrációjú kolchicin hatására nő a kontroll csoporthoz képest. A koncentráció és a kezelés szerinti csoportosítást összevetve levonható az a következtetés, hogy a kezelés időtartalmának nincs hatása a kezelés kimenetelére a növények sarjadási hajlamának vizsgálatakor.

#### 4.4. Pollen mérések

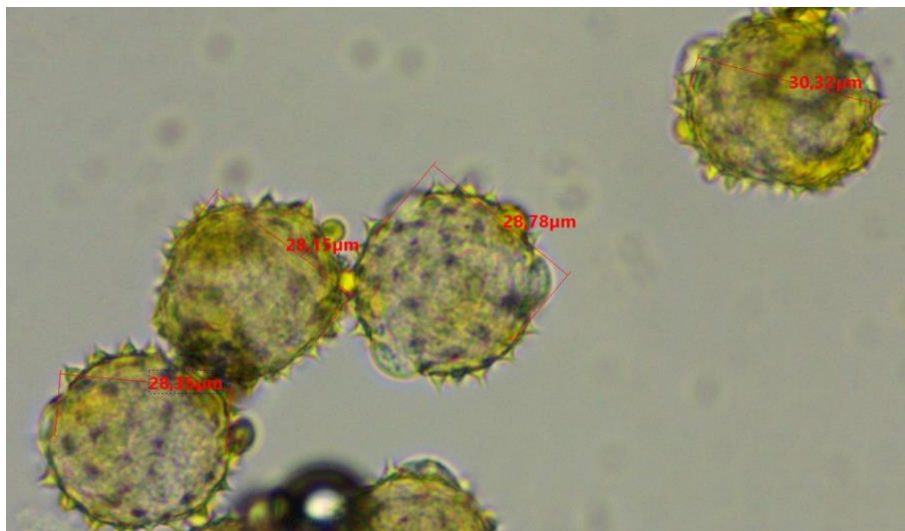
A pollen átmérők elemzésével összefüggéseket kerestünk a pollen méretek változása és a kezelések között. A pollen méret növekedésére számítunk a magasabb koncentrációjú kezelés indukálta ploidia miatt. Sajnos a mérések idejekor a nagyobb sztómákkal azonosított növény még nem hozott virágzati szarat, így a feltételezett poliploid példánynak nem tudtuk a pollenméret változását megfigyelni. A vizsgálat idejekor 31 növényről tudtam mintát begyűjteni. (**24. ábra**)

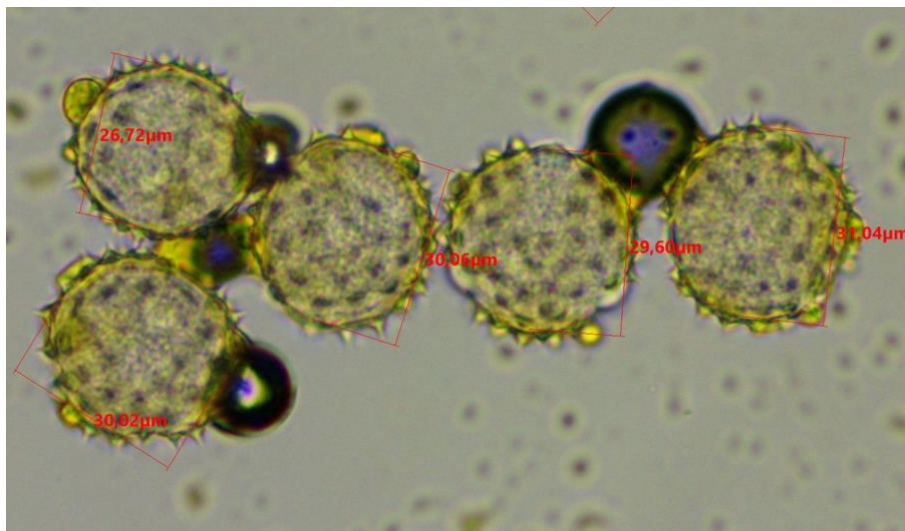
**24. ábra:** Pollen átlag átmérők példányonként. (Forrás: Saját táblázat)



A kiemelkedő 9. példány a kontroll csoportból származott a másik nagy pollen átmérőjű méretű példány a 30-as ami a sztóma vizsgálatoknál a 100. példányszámú, 3\_24\_6-os növény. Ennek a növénynek a sztóma hosszúság átlagai is igen magasak. (25-26. ábra)

**25-26. ábra:** Felvétel a kontroll\_24\_11-es és a 3\_24\_6-os példány pollen méreteiről (Forrás: Saját fotó)





Az ANOVA elemzéshez a mintasor nem felelt meg a normáeloszlás feltételének és a szóráshomogenitás feltétele sem teljesült. A Brown- Forsythe elemzés eredményeit (**13, 14. táblázat** ) foglalja össze.

**13. táblázat:** Pollen átmérő koncentráció függvényében (Forrás: Saját táblázat)

Koncentráció	A	B	C
Games- Howell	Átlag különbség	Átlag különbség	Átlag különbség
Kontroll	,96513*		
0,1 mM	1,06226*	1,06226*	
1mM	1,16070*	1,16070*	
3mM			-,96513*
Dunett C			
Kontroll	,96513*		
0,1 mM	1,06226*	1,06226*	
1mM	1,16070*	1,16070*	
3mM		-,96513*	-,96513*

A **13.táblázat**ról leolvasható, hogy a kontroll csoporttól szignifikánsan eltér a 3 mM koncentrációjú csoport.

**14. táblázat:** Pollen átmérő kezelés függvényben. (Forrás: Saját táblázat)

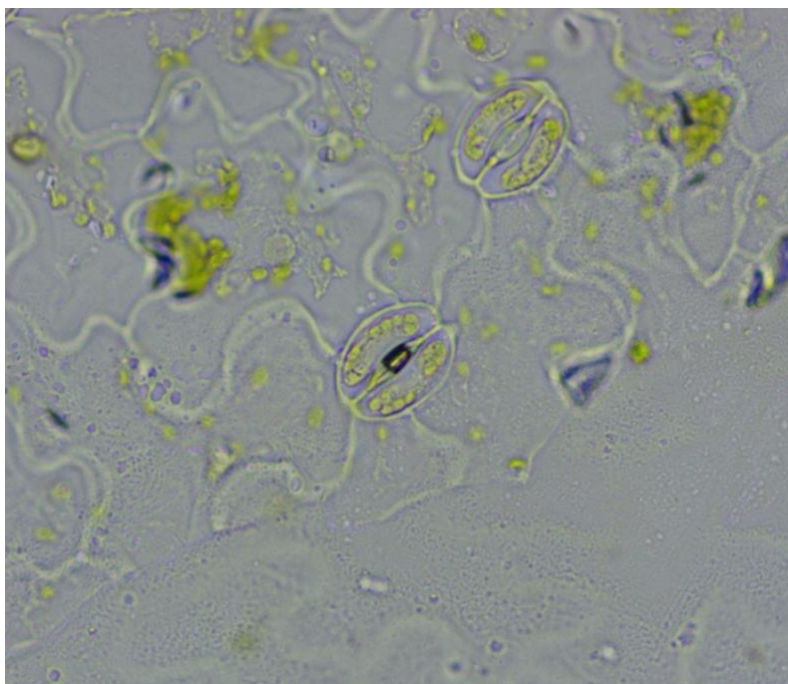
Games-Howell	Sztoma hosszúság			
Változó 1	Változó 2	Átlag különbség	Standard hiba	Szig.
Kontroll 24 h	0,1 mM 24 h	1,02237*	0.30844	0.046
	1 mM 4 h	-1,25816*	0.32489	0.008
	1 mM 48 h	2,07819*	0.31377	0.000
Kontroll 48 h	1 mM 4 h	-2,02584*	0.40044	0.000
	1 mM 48 h	1,31051*	0.39147	0.046
	3 mM 24 h	-1,81112*	0.39725	0.001

A kezelések összefüggésében vizsgált pollen átmérők több csoportban is különbségeket mutatnak a kontroll csoporttól. **(14. táblázat)** Az eltérésekben nem ismerhető fel minta.

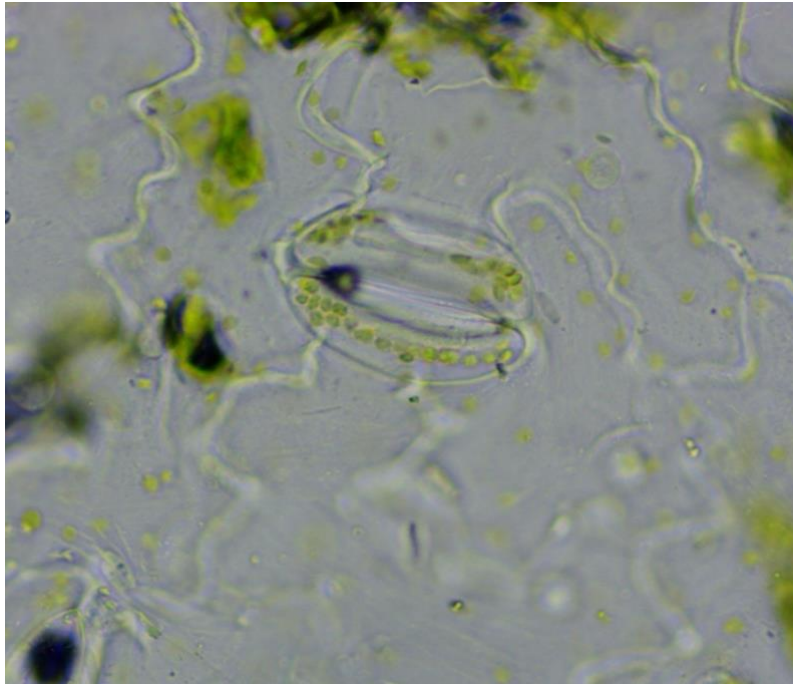
#### 4.5. Kloroplasztisz számolás eredményei

A kiemelkedő sztómaméretű példány kloroplasztiszait számoltam meg és hasonlítottam össze egy kontroll példánnyal.

**27. ábra:** Kontroll növény sztómái és kloroplasztiszai (Forrás: Saját fotó)



**28. ábra:** A 3\_4\_1 számú mixoploid növény kloroplasztiszai (Forrás: Saját fotó)



A kontroll csoportból származó sztómában a kloroplasztiszok száma 9-12 darab, a kiemelkedő példány kloroplasztisz száma majdnem duplája 19-21 darab.

#### 4.6. További megfigyelések

A már idősebb, kilenc hónap körüli növények között megfigyelhetőek voltak elfekvő habitusú, sűrű oldalhajtású példányok. A korábbi vizsgálatok során is leírtak ilyen növényeket.

**29. ábra:** Normál habitusú növény (*Forrás: Saját fotó*)

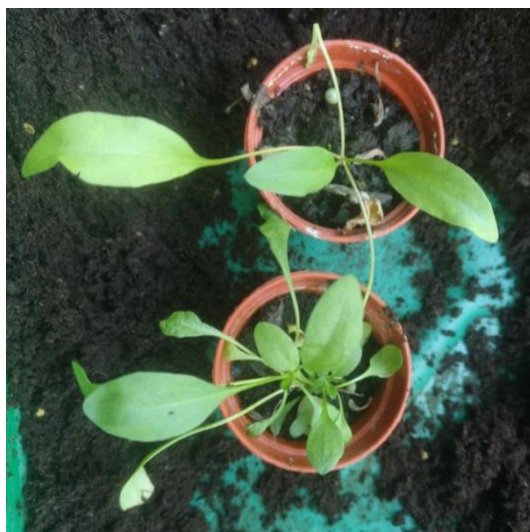


**30. ábra:** Elfekvő habitusú növény (*Forrás: Saját fotó*)



A levelekben is megfigyelhető volt a formai változatosság. Keskeny és kiszélesedő levelű példányokat figyeltem meg.

**31. ábra:** Kiszélesedő levelű növények (*Forrás: Saját fotó*)



A 3\_4\_1 -es mixoploidnak azonosított növényen szemrevételezéssel nem lehet különbséget felfedezni a kontroll növényektől. A erőteljesebb növekedés az átcserpezésnek köszönhető.

**32. ábra:** A 3\_4\_1-es mixoploid példány (*Forrás: Saját fotó*)



## 5. KÖVETKEZTETÉSEK

A magok begyűjtésével érdemes megvárni a teljes állomány levirágzását és a magvetés sikerességét növeli, ha nem takarjuk a magokat. A kontroll növények csírázása 43%-ban sikeres, a kolchicines kezelés a szakirodalmi adatokkal egyezően csökkenti a csírázási erélyt.

A fejlődést követő vizsgálatok is a várt eredményt igazolták miszerint a nagyobb kolchicin koncentráció károsan hat a növények fejlődésére. A vizsgálatból azt a következtetést is le lehet vonni, hogy a 0,1 mM-os kezelés csak igen kis mértékben fejti ki ezt a hatást.

A poliploid példányok kiszűrésére a sztóma méretek vizsgálata eredményesnek bizonyult. Már a mérés során megfigyeltem egy kimagaslóan nagy sztómájú példányt. A megfigyelést igazolták a statisztikai elemzések. A kloroplasztizok száma is nagyobb mennyiségű volt ennél a példánynál. A nagy kolchicin koncentrációjú csoport átlagértékei nagyobb sztóma méreteket mutattak, mint a kontroll csoport, azonban a kezelések időtartalmát is figyelembe véve a magasabb expozíciós idő, nagy koncentráció nem bizonyult eredményesnek. Tehát a rövid expozíciós idővel végzett nagy koncentrációjú kezelés hozott eredményt. Ez ellentmond a szakirodalomban javasolt kis koncentrációjú hosszú expozíciós időnek. Az igazolhatóan mixoploid példány nagy mértékben, 31 %-ban eltér a kontroll csoporttól ez eltolhatja a csoportos statisztika eredményeket.

A kezelések hatását a növények fejlődésére a morfológiai vizsgálatok eredményei is mutatják. A magas koncentráció, hosszabb expozíciós idő statisztikailag is igazolhatóan csökkenti a levélszámot és a levélhosszúságot. A levélszám csökkenése feltehetően a kolchicin fejlődést visszavetítő hatásából ered. A levélszélesség az alacsony koncentrációjú kezelés hatására nőtt. A sarjak száma a magas koncentrációjú kezelésnél magasabb értékeket mutatott a kontroll csoportnál. A szakirodalom a poliploidit a levélterület növekedésével, hozza összefüggésbe (Sugiyama, 2005). A kísérlet eredményei szerint formai változások vannak a csoportok között, nem feltétlenül területi különbségek. A sarjadzási erély növekedése is megfelel a leírt abnormális fenológiai fázisok jelenlétének, ám ez nem feltétlenül a poliploidia jele, hanem lehet a kolchicin hatása.

A pollen vizsgálatok, sajnos nem adnak átfogó képet a mintacsoportokról mivel nem sikerült az összes növényről pollent gyűjteni. A 3\_24\_6-os példányon nagy pollen átmérőket és nagy sztóma hosszúság értékeket is mértem. Ennek a növénynek a további vizsgálatával is érdemes foglalkozni. A poliploidnak vélt növény a kísérlet ideje alatt nem hozott virágzati szárat, ami a szakirodalomban leírt késlekedő virágzást igazolja.

A ploidszint tényleges ellenőrzése a kromoszómaszámolással lehetséges, ennek hiányában a közvetett indikátorokkal lehet a poliploidokat szűrni. A statisztikailag jelentősen nagyobb sztómaméret-különbség és a kloroplasztisz száma alapján a talált egyed nagy valószínűséggel poliploid az L1 rétegben. Az L2, L3 réteg ploid szintjét nem tudom igazolni, ezért további vizsgálatokig mixoploidnak kell tekinteni.

A sztóma méretkülönbségek esetén nincs azonban egy rögzített százalék, ami felett automatikusan poliploidnak tekinthető egy egyed, ez a mérethatár fajonként változó. Mivel a mesterségesen indukált poliploidok között is lehet variancia a sztómaméretet tekintve (Chłosta et al.), ezért a nagy koncentrációjú kolchicinkezelés hatására a kontrollhoz képest a kezelt csoportban mérhető szignifikánsan nagyobb átlagos sztómaméret utalhat arra, hogy abban a kezelésben több poliploid egyed is előfordul, de egyes egyedeknek a sztómamérete nem éri el annak a kiemelkedő egyednek a méretét. Ennek eldöntése további vizsgálatokat igényel.

A mixoploid példányon még nem lehetett megfigyelni morfológiai eltérést, azonban a már kifejlett növények között megfigyelhető volt pár példány melyek sűrű, rövid oldalhatásokkal és inkább elfekvő habitussal rendelkeztek. A magas sótartalmú talajokból származó növények között gyakori a nagyfokú morfológiai variabilitás (Huiskies,2000). Ezeknek a növényeknek a szelekciójával is érdemes foglalkozni.

## 6. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakedolgozatom, a hazai populációban is jelenlevő sziki őszirózsa, a *Tripolium pannonicum* subsp. *tripolium* nemesítésére tett kísérletet dolgozza fel. A nagy elterjedési területű, változatos morfológiai bélyegekkal rendelkező növény eltúri a szélsőséges körülményeket. A kiemelkedő sőtűrésével hívta fel magára a figyelmet. A dolgozatomban azt járom körül, hogy a kolchicines kezelés milyen feltételek mellett eredményez poliploidit, illetve a poliploid növénynek milyen jellegzetességeit lehet mérni, leírni. A hosszú távú cél olyan növény létrehozása, amely valamely tulajdonságával fokozza a sziki őszirózsa piaci értékét, alkalmassá téve urbanizált területek beültetésére.

A kolchicin a legrégebb óta használt vegyület a poliploidia mesterséges előidézésére. Növényfajtól függő a kezelés sikeressége, az ideális koncentráció és expozíciós idő kialakítására törekedtem. Kísérletemben 0,1 mM, 1 mM, 3 mM kolchicin koncentrációval és 4 h, 24 h, 48 h expozíciós idővel kezeltem a magokat. A magokat a farmosi Sóvirág Tanösvényről Dny-ra eső területről gyűjtöttem. A kezelést követően mértem a növények mortalitását, a fejlődésüket a sarjak számával és a növények összehasonlító morfológiai vizsgálatával. Az eredmények igazolták a kolchicin hátrányos hatását a növények fejlődésére.

A levelek számát, hosszát és szélességét is mértem, az adatokat varianciaanalízissel elemeztem ki. A kezelési csoportok közötti különbségekben nem fedeztem fel egyértelmű mintát.

A sztóma méretek összevetésével találtam egy feltehetően poliploid példányt. Az eredményt statisztikai elemzéssel támasztottam alá, valamint ennek a példánynak a megnövekedett kloroplasztisz száma is arra utal, hogy poliploid növényről van szó. Ez a növény elmaradt a virágzással, így a pollen méret változását nem tudtam megfigyelni.

További vizsgálatok szükségesek a magas kolchicin koncentrációval kezelt csoportban feltehetően fellelhető további poliploid egyedek azonosítására.

A kísérletben a magas koncentrációjú rövid idejű kezelés hozta a legjobb eredményt.

## 7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom konzulensemnek dr. Mosonyi István Dánielnek segítőkészségéért, türelméért és támogatásáért.

## 8. IRODALOMJEGYZÉK

Amundson, Kirk R, Mohan Prem Anand Marimuthu, Oanh Nguyen, et al. (2023) Differential Mutation Accumulation in Plant Meristematic Layers Preprint, *Plant Biology*, 2023 September 26, DOI: 10.1101/2023.09.25.559363.

Aydın, Betül. (2025) Exploring the Multifaceted Health Benefits of *Tripolium Pannonicum*: Antimicrobial, Antioxidant, and Prebiotic Properties With Phytochemical Insights. *Chemistry & Biodiversity* 22, no. 2025 2 February DOI: 10.1002/cbdv.202402588.

Bálint Andor. Az Öröklés- És Származástan Alapjai. Második kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, 1967. 189-200. old.

Beaulieu, Jeremy M., Ilia J. Leitch, Sunil Patel, Arjun Pendharkar, and Charles A. Knight. (2008) Genome Size Is a Strong Predictor of Cell Size and Stomatal Density in Angiosperms. *New Phytologist* 179, no. 4 September 2008: 975–86. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2008.02528.x.

Belea Adonisz (1986) Faj- és nemzetségkeresztezések a növényvilágban Budapest: Mezőgazdasági Kiadó 179-182.old

Bernáth, Jenő, Borhidi Attila, Fekete Gábor, Jakucs Pál, Keszthelyi István, Láng Edit. Pócs Tamás és Précsényi István Növényföldrajz, Társulástan És Ökológia. Tankönyvkiadó, 1981. 100., 249-250.old.

Chen, Chao, Xilin Hou, Hongxin Zhang, Guilan Wang, and Limin Tian. (2011) Induction of *Anthurium andraeanum* “Arizona” Tetraploid by Colchicine in Vitro. *Euphytica* 181, no. 2 (September 2011): 137–45. DOI: 10.1007/s10681-010-0344-3.

Chłosta, Iwona, Grzegorz Góralski, and Marzena (2021) Popielarska-Konieczna Assessment of the Value of Stomatal Size and Density as Hallmarks of Nonaploid Kiwifruit Plants. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 90 October 2021 DOI: 10.5586/asbp.909.

Clapham A. R., W. H. Pearsall and P. W. Richards (1946) *Aster Tripolium* L.

*Journal of Ecology*, vol. 33, no. 2, 1946, pp. 291–94.

Corneillie, Sander, Nico De Storme, Rebecca Van Acker, et al. (2019) Polyploidy Affects Plant Growth and Alters Cell Wall Composition *Plant Physiology* 179, no. 1 2019 74–87. DOI: 10.1104/pp.18.00967.

Danert, Siegfried, Peter Hanelt, Johannes Helm, András Horánszky, Gábor Stohl, and Tibor Simon. *Urania növényvilág. [Kötet 2], Magasabbrendű növények*. Budapest: Gondolat, 1977.

Derman Haig, and S.L Emsweller. (1961) *The Use of Colchicine in Plant Breeding*. Crops Reasearch Agricultural Research Service U.S. Department of Agriculture,

Devlin, Zoë. *The Wildflowers of Ireland: A Field Guide*. 2nd edition. Dublin: Gill Books, 2021. 276.old

Dewey, Douglas R., Lewis, Walter H. *Polyploidy: Biological Relevance*. Basic Life Sciences Ser, v. 13. New York, NY: Springer, 1980. 445-446.old

Ecseri, Károly, Ildikó Kohut, Zsuzsanna Turiné Farkas, István Dániel Mosonyi, and Andrea Tillyné Mándy (2019) Germination Specialities of Some Saline Plant Species. *Review on Agriculture and Rural Development* 8, no. 1–2 (May 21, 2019): 5–10. DOI: 10.14232/rard.2019.1-2.5-10.

Eliáš, Pavol, Daniel Dítě, Zuzana Dítě, And Mariana Eliašová. (2018) Distribution and Habitat Preferences of *Tripolium Pannonicum* Subsp. *Pannonicum* (Asteraceae) in Slovakia'. *Thaiszia – Journal Of Botany*, Volume 28, 2018 (n.d.).

Eng, Wee-Hiang, and Wei-Seng Ho. (2019) Polyploidization Using Colchicine in Horticultural Plants: A Review'. *Scientia Horticulturae* 246 (February 2019): 604–17. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.11.010.

Ernst, W. H. O., and W. B. Bast-Cramer. (1980) 'The Effect of Lead Contamination of Soils and Air on Its Accumulation in Pollen'. *Plant and Soil* 57, no. 2–3 (June 1980): 491–96. DOI:10.1007/BF02211709.

Farkas, Sándor, ed. Magyarország védett növényei. Magyarország természeti értékei. Budapest: Mezőgazda, 1999.

Fáy Andor, A Magyar Szikések Növényzete. Királyi Magyar Egyetemi Nyomda, 1936. 29.old

Fawcett, Jeffrey A., Steven Maere, and Yves Van De Peer. (2009) Plants with Double Genomes Might Have Had a Better Chance to Survive the Cretaceous–Tertiary Extinction Event'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, no. 14 (7 April 2009): 5737–42. DOI:10.1073/pnas.0900906106.

Füri Márk, A *Bletilla striata* ploidiafokának növelése in vitro módszerekkel fajtaelőállítás céljából Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, Kertészmérnök BSc szak, 2015

Gould, Frank W. (1957) "Pollen Size as Related to Polyploidy and Speciation in the *Andropogon Saccharoides*-*A. Barbinodis* Complex." *Brittonia* 9, no. 2 (1957) DOI:71. 10.2307/2804771.

Hasanuzzaman, Mirza, Kamrun Nahar, Md. Mahabub Alam, Prasanta C. Bhowmik, Md. Amzad Hossain, Motior M. Rahman, Majeti Narasimha Vara Prasad, Munir Ozturk, and Masayuki Fujita. (2014 )Potential Use of Halophytes to Remediate Saline Soils. *BioMed Research International* 2014: 1–12. DOI: 10.1155/2014/589341.

Huiskes, A. H. L., B. P. Koutstaal, A. Wielemaker-Van Den Dool, and M. M. Markusse. (2000) A Study on Polymorphism in *Aster Tripolium* L. (Sea Aster)'. *Plant Biology* 2, no. 5 (September 2000): 547–57. DOI: 10.1055/s-2000-7467.

Huiskes A.H.L., J. van Soelen és M.M. Markusse (1991) Differentiation within *Aster tripolium* L. from tidal and non-tidal habitats' *Aquatic Botany* 39 (1991) Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam

Karanović, Dunja, Jadranka Luković, Lana Zorić, Goran Anačkov, and Pal Boža. (2015) Taxonomic Status of *Aster*, *Galatella* and *Tripolium* (Asteraceae) in View of Anatomical and Micro-morphological Evidence. *Nordic Journal of Botany* 33, no. 4 (August 2015): 484–97. DOI: 10.1111/njb.00659.

Kew Botanical Gardens, Plants of the World Online <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:256563-1>

Korolyuk, Elena. (2022) Species Diagnostics In *Tripolium* Genus (Asteraceae) With A View To Heterocarpy'. *Растительный Мир Азиатской России* 15, no. 2 (2022): 103–17. DOI:10.15372/RMAR20220202.

Manzoor, Ayesha, Touqeer Ahmad, Muhammad Bashir, Ishfaq Hafiz, and Cristian Silvestri. (2019) Studies on Colchicine Induced Chromosome Doubling for Enhancement of Quality Traits in Ornamental Plants. *Plants* 8, no. 7 (28 June 2019): 194. DOI:10.3390/plants8070194.

Mester Zs., Toldi Z. Magyarország flórája és vegetációja fényképes herbárium <https://novenyeink.hu/o.php>

Miri, Seied Mehdi. (2020) Artificial Polyploidy in Improvement of Horticultural Crops. *Journal of Plant Physiology and Breeding* 10, no. 1 (June 2020). DOI:10.22034/jppb.2020.12490.

Mishra, M. (1997) Stomatal Characteristics at Different Ploidy Levels in *Coffea* L. *Annals of Botany* 80, no. 5 (November 1997): 689–92. DOI:10.1006/anbo.1997.0491.

Molnár Zs. (2003): Tájérténeti adatok a hazai szikesek növényzetének ismeretéhez. – In: Tóth A. (szerk.): Óhától Farkas-szigetig. Ökológiai kultúra – ökológiai nevelés. Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Alföldkutatásért Alapítvány, Budapest, Kisújszállás, pp. 71-95.

Mondal, Raju, Sreya Antony, Belaghihalli Gnanesh, G. Thanavendan, G. Ravikumar, B. Sreenivasa, S. Doss, and K. Vijayan. (2023) A Protocol for Mitotic Metaphase Chromosome Count Using Shoot Meristematic Tissues of Mulberry Tree Species. *Bio-Protocol* 13, no. 17 (2023). DOI:10.21769/BioProtoc.4643.

Orlóci, László, and Albert Fekete (2023) Ornamental Plants and Urban Gardening Plants 12, no. 24. (December 7. 2023): 4096. DOI:10.3390/plants12244096.

Pettenhoffer Imre, (1969) Hazai szikések javítása és hasznosítása (Tiszántúli szikések) Akadémiai Kiadó, Budapest 15-22. old

Ramsey, Justin, and Douglas W. Schemske. (1998) Pathways, Mechanisms, And Rates Of Polyploid Formation In Flowering Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29, no. 1 (November 1998): 467–501. DOI:10.1146/annurev.ecolsys.29.1.467.

Randolph, L. F. (1932) Some Effects of High Temperature on Polyploidy and Other Variations in Maize." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 18, no. 3 (March 1932): 222–29. DOI:10.1073/pnas.18.3.222.

Sági B, Erdei L (2002) Distinct Physiological Characteristics of Two Subspecies of Aster Tripolium L. In: Proceedings of the 7th Hungarian Congress of Plant Physiology, Vol 46, Pp 257–258', n.d.

Sanders, Harry (2021) Polyploidy and Pollen Grain Size: Is There a Correlation?, *University of Nebraska at Kearney Graduate Review*: Vol. 1: Iss. 1, Article 15.

Sattler, Mariana Cansian, Carlos Roberto Carvalho, and Wellington Ronildo Clarindo. (2016) The Polyploidy and Its Key Role in Plant Breeding'. *Planta* 243, no. 2 (February 2016): 281–96. DOI:10.1007/s00425-015-2450-x.

Shennan, C., R. Hunt, and E. A. C. Macrobbe. (1987) Salt Tolerance in Aster Tripolium L. I. The Effect of Salinity on Growth. *Plant, Cell & Environment* 10, no. 1 (January 1987): 59–65. DOI:10.1111/j.1365-3040.1987.tb02080.x.

Sommeijer, Marinus J., Eveline F. Rooijackers, Chiel Jacobusse, and Jacob D. Kerkvliet. (2009) Larval Food Composition and Food Plants of the Solitary Bee Colletes Halophilus (Hymenoptera: Colletidae). *Journal of Apicultural Research* 48, no. 3 (January 2009): 149–55. DOI:10.3896/IBRA.1.48.3.01.

Sterk, A. A., and D. O. Wijnands. (1970) On The Variation In The Flower Heads Of Aster Tripolium L. In The Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 19, no. 3 (June 1970): 436–44. DOI:10.1111/j.1438-8677.1970.tb00667.x.

Sugiyama, Shu-Ichi. (2005) Polyploidy and Cellular Mechanisms Changing Leaf Size: Comparison of Diploid and Autotetraploid Populations in Two Species of Lolium. *Annals of Botany* 96, no. 5 (2005): 931–38. DOI: 10.1093/aob/mci245.

Tóth, T., Szendrei, G. (2006): A hazai szikes talajok és a szikesedés, valamint a sófelhalmozódási folyamatok rövid jellemzése. *Topographia Mineralogica Hungariae* 9: 7-20.

Turcsányi, Gábor, és rón Turcsányiné dr. Siller. 'Növénytan (1999, 2005), Kempelen Farkas Digitális Tankönyvtár', n.d.

<https://web.archive.org/web/20070925075118/http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b159/index.html>.

Ueda, Akihiro, Michio Kanechi, Yuichi Uno, and Noboru Inagaki. (2003) Photosynthetic Limitations of a Halophyte Sea Aster (*Aster Tripolium* L) under Water Stress and NaCl Stress. *Journal of Plant Research* 116, no. 1 (February 2003): 63–68. DOI:10.1007/s10265-002-0070-6.

Ultras Prospector Aster tripolium extract <https://www.ulprospector.com/de/la/>

Wagenvoort, W.A., J.G. Van De Vooren, and W.A. Brandenburg. (1989) Plant Domestication And The Development Of Sea Starwort (*Aster Tripolium* L.) As A New Vegetable Crop'. *Acta Horticulturae*, no. 242 (June 1989): 115–22. DOI:10.17660/ActaHortic.1989.242.15.

Velich I.(szerk.) Bisztrai Gy.,Csizmadia L., Medgyessy P., Pedryc A., Sutka J., Velich I., Vida G. (2001) Növénygenetika Budapest: Mezőgazda Kiadó 43.old, 87.old

Yuan, Su-xia, Yu-mei Liu, Zhi-yuan Fang, Li-mei Yang, Mu Zhuang, Yang-yong Zhang, and Pei-tian Sun. (2009) Study on the Relationship Between the Ploidy Level of Microspore-Derived Plants and the Number of Chloroplast in Stomatal Guard Cells in *Brassica Oleracea*." *Agricultural Sciences in China* 8, no. 8 (August 2009): 939–46. DOI:10.1016/S1671-2927(08)60298-9.

## 9. ÁBRAJEGYZÉK

1-2. ábra: A <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>tripolium</i> Atlanti-partvidéki élő-helyén, Malahide torkolat	4.
3-4. ábra: A <i>Tripolium pannonicum</i> subsp. <i>pannonicum</i> dinnyés-fertői élőhelyén	5.
5. ábra: <i>Aster punctatus</i> W. et K.	7.
6. ábra: Alul, <i>Passiflora 'Damsel's Delight'</i> , középen 'Betty Myles Young', mindkettő poliploid fajta. Fent középen <i>Passiflora caerulea</i> a közönséges golgotavirág	9.
7. ábra: <i>Colchicum autumnale</i> L.	10.
8-9. ábra: Csírázási kísérlet előkészítése és eredménye	13.
10. ábra: A magok kolchicines kezelése	14.
11. ábra: Morfológiai összehasonlító vizsgálat. Balról- jobbra 1-2-3. kategória.	15.
12. ábra: A kezelt magoncok három héttel a magvetés után.	17.
13. ábra: A növények mortalitása hét hónappal a magvetést követően.	18.
14. ábra: Sztóma hosszúság átlagértékek	19.
15. ábra: Felvétel a 3_4_1- es példány méretezett sztómáiról	20.
16. ábra: A sztóma hosszúságot összehasonlító Kruskal-Wallis teszt eredménye SPSS szoftverrel készítve	20.
17. ábra: A sztóma terület átlagértékek koncentráció szerinti csoportosítása	21.
18. ábra: A sztóma hosszúságok koncentráció szerint csoportosítva	22.
19. ábra: A sztóma terület átlagértékek kezelésenként csoportosítva	23.
20-22. ábra: A levélszám, a levélhossz és a levélszélesség átlagok kezelésenként csoportosítva	25-26.
23. ábra: A sarjak száma kezelésenként csoportosítva	27.
24. ábra: Pollen átlag átmérők példányonként.	30.
25-26. ábra: Felvétel a kontroll_24_11 -es és a 3_24_6-os példány pollen méreteiről	30-31.
27. ábra: Kontroll növény sztómái és kloroplasztiszai	32.
28. ábra: A 3_4_1 számú mixoploid növény kloroplasztiszai	33.
29. ábra: Normál habitusú növény	34.
30. ábra: Elfekvő habitusú növény	34.
31. ábra: Kiszélesedő levelű növények	34.
32. ábra: A 3_4_1-es mixoploid példány	35.
1. táblázat: A csírázási százalékokat bemutató táblázat	17.
2. táblázat: A 2025.03.27-én készült összehasonlító vizsgálat.	18.
3. táblázat: A sztómák területe koncentráció szerinti csoportosítása	21.
4. táblázat: A sztóma hosszúság koncentráció szerint csoportosítva	22.
5. táblázat: A sztóma terület kezelésenként csoportosítva	23.
6. táblázat: A sztóma hosszak hosszúság kezelésenként csoportosítva	24.
7. táblázat: A levélszámok csoportosítása kezelések szerint.	26.
8. táblázat: A levélhosszúság kezelésenként csoportosítva.	27.
9. táblázat: A sarjak száma kezelések szerint csoportosítva	28.

10. táblázat: A sarjak száma homológ alcsoportok szerint.	28.
11. táblázat: Colchicum autumnale L.	28.
12. táblázat: A sarjak száma koncentráció szerinti csoportosításban	29.
13. táblázat: Pollen átmérő koncentráció függvényében	31.
14. táblázat: Pollen átmérő kezelés függvényben.	32.

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Farkas Emese
Neptun-kódja:	XDRG62
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	
A munka címe:	<b>A Sziki őszirozsa (<i>Tripolium pannonicum</i> (Jacq.) Dobroc.) poliploidizálási lehetősége kolchicin kezeléssel</b>

\* 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 korrekció, 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 MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	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. november hó 2. nap

.....

.....

**Hallgató aláírása**

**Konzulens/Témavezető aláírása**

**NYILATKOZAT**  
**szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és**  
**eredetiségéről**

A hallgató neve: Farkas Emese  
A Hallgató Neptun kódja: XDRG62  
A dolgozat címe: A Sziki őszirózsa (*Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc.)  
poliploidizálási lehetősége kolchicin kezeléssel  
  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2025 év november hó 2. nap



---

Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

**Farkas Emese** (hallgató Neptun azonosítója: XDRG62) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: Budapest, 2025. november 3.



---

Dr. Mosonyi István Dániel

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.