

SZAKDOLGOZAT

TREVISÁN TAMÁS

Trevisán Tamás

Budapest 2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészettudományi Intézet

**Kertészmérnök alapképzési
szak**

Görögdinnye fajták levélkeresztmetszeteinek vizsgálata

Belső konzulens:

Dr. Papp Dávid adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:**

Gyümölcsstermesztési Tanszék

Külső konzulens:

Cristina Parades PhD hallgató

Készítette: Trevisán Tamás

Budapest

2025

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. Célkitűzés.....	4
3. Szakirodalmi áttekintés.....	5
3.1. Görögdinnye botanikai ismertetése	5
3.2. Görögdinnyetermesztés nemzetközi és hazai helyzete.....	5
3.2.1. Hazai Görögdinnyetermesztés	5
3.2.2. Nemzetközi görögdinnyetermesztés	8
3.3. Fajtahasználat és dinnyenemesítés	9
3.3.1. Fajtahasználat	9
3.3.2. Dinnyenemesítés	10
3.4. Dinnye alternáriás betegsége.....	11
3.5. Rezisztencia mechanizmusok	12
3.6. Hisztológia és betegségellenállóság közti összefüggések	13
3.7. Abiotikus stresszhatás.....	15
3.8. Növényi keresztmetszet készítésére alkalmas eszközök	16
4. Alkalmazott módszerek	18
4.1. Minták előkészítése fénymikroszkópiához	18
4.1.1. Fixálás.....	18
4.1.2. Beágyazás	19
4.1.3. Metszés	20
4.1.4. Festés	21
4.1.5. Tárgylemezek lezárása.....	22
4.2. Fénymikroszkópia	23
4.3. Képek analízise és statisztikai elemzése.....	24
5. Eredmények.....	25
5.1. Festési eredmény.....	25
5.2. Mérési eredmények.....	27
5.3. Származás alapján történő összehasonlítás	31
5.4. <i>Rezisztencia alapján történő összehasonlítás</i>	35
6. Eredmények megvitatása és következtetések	38
6.1. Festést befolyásoló tényezők.....	38
6.2. Törökország és Spanyolország éghajlata és a minták morfológiája	39
6.3. Rezisztencia és a morfológia viszonya.....	40

7. Összefoglalás.....	42
8. Irodalomjegyzék.....	44
9. Ábrák és táblázatok jegyzéke	49
9.1. Ábrák.....	49
9.2. Táblázatok	49

TREVISÁN TAMÁS

1. Bevezetés

Ahogy minden növénynél, úgy a görögdinnyénél is a levél rendkívül fontos szerepet játszik mind élettani és mind védekezési szempontból. Élettani szempontból azért fontos, mert ez a szerv felel a fotoszintézisért, vagyis a szervesanyag létrehozásáért, majd innen is szállítódik el oda, ahol éppen szüksége van rá a növénynek. Emellett felel a gázcseréért és a párologtatást is szabályozza a sztómák segítségével. Ezen felül számos biotikus és abiotikus fenyegetést ellen sokszor már a levél felépítésével védekezik a növény.

Ha mikroszkópon keresztül vizsgáljuk a leveleket, akkor egy nagyon diverz rendszert figyelhetünk meg. Léthatjuk a levél szöveti felépítését, amiben már a legkisebb különbségek is hatalmas jelentőséggel bírhatnak. A levél a színtől a fonák felé haladva a következőképpen épül fel: felső epidermisz (rajta a kutikula), oszlopos parenchima, szivacsos parenchima (utóbbi kettő az alapszövet) és végül az alsó epidermisz, benne a szómákkal és a zárósejtekkel. Továbbá láthatjuk a fa- és hánchrészt is. Előbbi a vizet és az ásványi anyagokat szállítja a gyökérből a levélbe, a hánchrész pedig a kész szervesanyagot szállítja.

A kifinomult védekezés érdekében különféle változtatásokat eszközölt a növény a saját levelein. Kezdve a már a szabad szemmel is látható tulajdonságokkal, mint például a levélméret és levélalak és egyéb levélmódosulások (tövis, raktározó levél). Ezek a tulajdonságok megfigyelése és leírása azért vitális, mert morfológiai markerként szolgál a növénynemesítőknek.

2. Célkitűzés

Ebben a tanulmányban arra voltunk kíváncsiak, hogy az általunk vizsgált, közel 80 fajta görögdinnye levélmorfológiája és alternáriás fertőzés között van-e szignifikáns korreláció. A feltevést egy korábbi, más gombára kimutatott rezisztencia és morfológia közti összefüggésre alapoztuk. Emellett a vizsgált fajtákat származás alapján (török - spanyol) is összehasonlítottuk.

TREVISÁN TAMÁS

3. Szakirodalmi áttekintés

3.1. Görögdinnye botanikai ismertetése

A görögdinnye (*Citrullus lanatus*), a kabakosok rendjén belül a tökfélék családjába (Cucurbitales, Cucurbitaceae) tartozó, szabadföldön és hajtásban egyaránt termesztett zöldségféle. Elsődleges géncentruma Afrika, de meg kell említeni Indiát és Kelet-Ázsiát, mint másodlagos géncentrum. Megjelenését tekintve egy egyéves növény (Th életforma), kúszó hajtásrendszerrel, melyet serteszőrök borítanak. A leveleik nagyok és szeldeltek. Dinnyék tekintetében a virágok monoikusak (porzós és termős) vagy andromonoikusak (porzós és kétivarú), amelyek rovarporozta idegentermékenyülők. A termésük alsó állású magházból kialakuló kabaktermés, ami görögdinnye esetében igen nagyméretű és kerekded. Igen melegigényes növény, fejlődési optimuma 25 ± 7 °C, emellett a fényigénye és vízigénye is magas, bár a szárazságot jól tűri. Főként friss fogyasztásra termesztik a termelők, de savanyításra is alkalmas a még éretlen kicsi termése. Továbbá a termés víztartalma (91,5%) és likopintartalma kimagasló. (Balázs, 1994)

3.2. Görögdinnyetermesztés nemzetközi és hazai helyzete

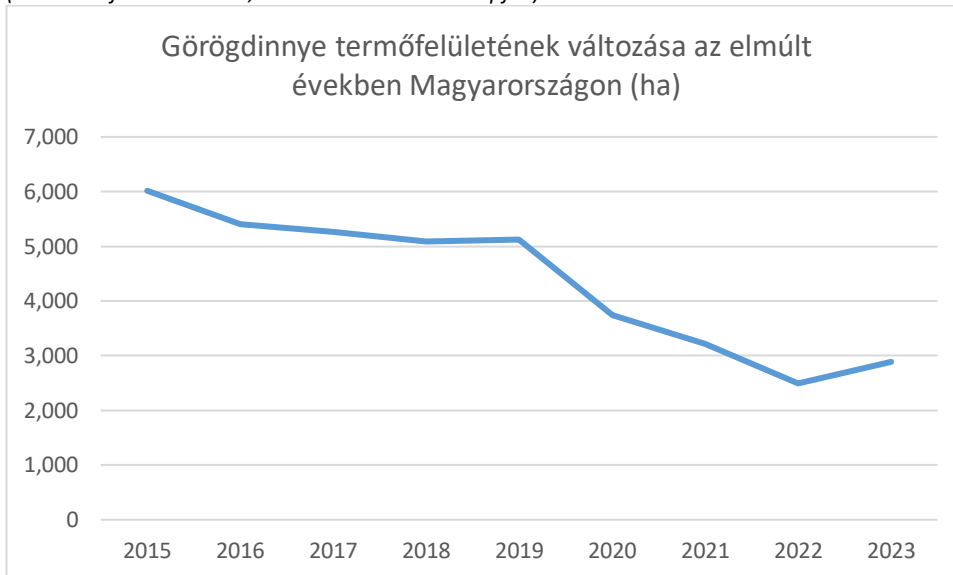
3.2.1. Hazai Görögdinnyetermesztés

A görögdinnye mind hazai és mind nemzetközi viszonylatban is egy nagy jelentőséggel bíró növény. Főként a szabadföldi termesztése az elterjedtebb, mely során helyrevetéssel vagy palántázással kezdik a termesztést április vége május eleje körül. A termesztés intenzitását fóliás takarással, csepegtető rendszer kiépítésével és kisalagutas rendszerrel lehet fokozni. Hajtás kevésbé lényeges a dinnyetermesztésben, főként a koraiságot lehet vele fokozni.

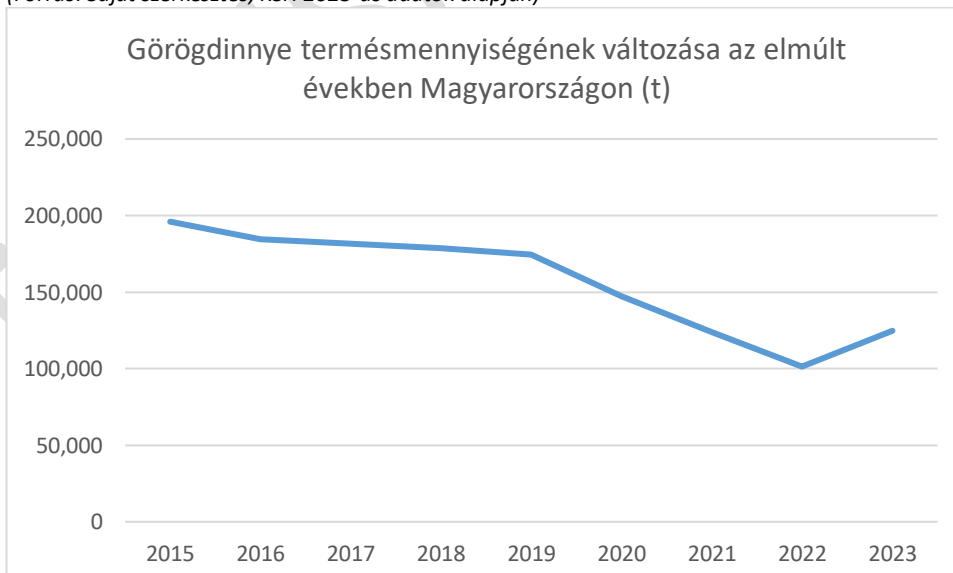
A KSH adatai alapján a hazai dinnyetermesztés egyre kisebb területre szorult vissza az elmúlt években, 2015 és 2023 között a felére csökkent (1. ábra). Ennek köszönhetően a termésmennyiség is csökkent (2. ábra), bár itt nem olyan drasztikus mértékben, köszönhetően a folyamatosan növekvő terméshozamnak (3. ábra), amit hektáronként termelünk. Ez a folyamatos nemesítéseknek az eredményeként létrejött új, nagyobb termésátlagot produkáló és ellenállóbb fajtáknak köszönhető. A megyékre/régiókra történő lebontásból egy 2017-es

kimutatás a legkorábbi, mely alapján megállapítható, hogy Békés megye az elsősorú görögdinnye termesztő területünk, valamint az, hogy főként az Alföldi részeken folyik a termesztés (1. táblázat).

1. ábra, Görögdinnye termőfelületének változása az elmúlt években Magyarországon
(Forrás: Saját szerkesztés, KSH 2023-as adatok alapján)



2. ábra, Görögdinnye termésmennyiségének változása az elmúlt években Magyarországon
(Forrás: Saját szerkesztés, KSH 2023-as adatok alapján)



3. ábra, Görögdinnye terméshozamának változása az elmúlt években Magyarországon
(Forrás: Saját szerkesztés, KSH 2023-as adatok alapján)



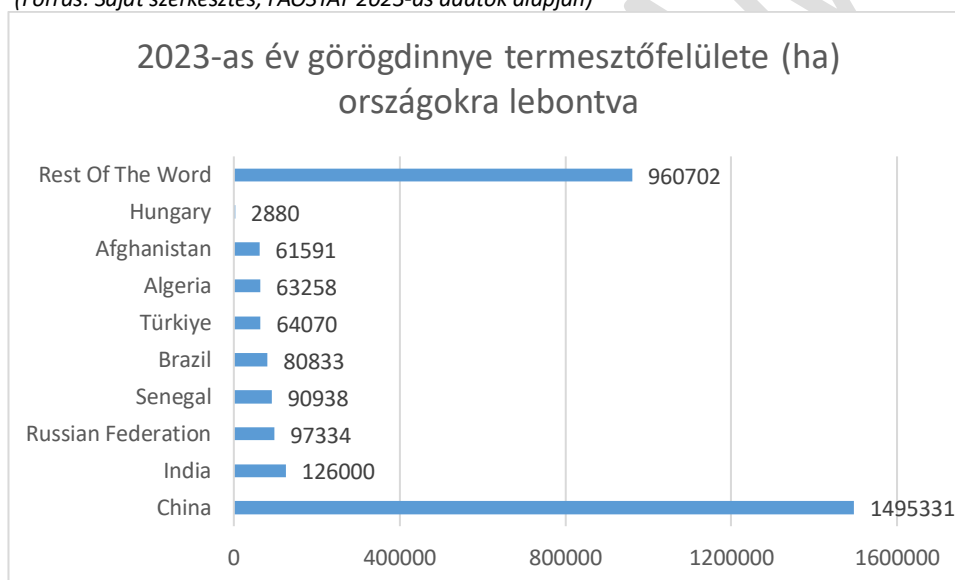
1. táblázat, 2017-es görögdinnye termésmennyiség termesztőkörzetekre lebontva
(Forrás: Saját szerkesztés, KSH 2017-as adatok alapján)

2017. évi adatok	
Magyarország	181 779 t
Heves megye	12 634 t
Bács-Kiskun megye	9 958 t
Fehér megye	6 890 t
Többi megye és Budapest	26 425 t
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	46 722 t
Békés megye	79 132 t

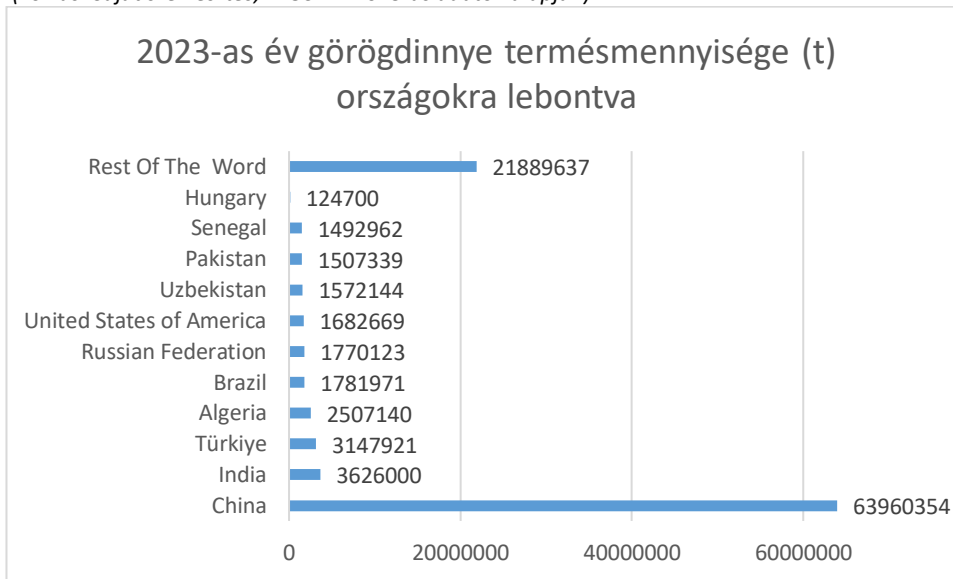
3.2.2. Nemzetközi görögdinnyetermesztés

A FAOSTAT legfrissebb adatai alapján 2023-ban több mint 105 millió tonna görögdinnyét termeltek a világon mintegy 3 millió hektáron. Kína vezeti a termesztést, mind a termőfelület, mind termésmennyiség tekintetében. Előbbiben a közel 1,5 millió hektárral a világ összes termőfelületének csaknem fele náluk található (4. ábra), míg utóbbinál még nagyobb egyeduralma van, ugyanis a világ össztermésmennyiségének a 60%-a tőlük származik (5. ábra). Továbbá érdemes kiemelni Indiát és Törökországot is, mert Kínát ők követik szorosan. Hazánk méretéből adódóan elmarad ezen óriások mellett.

4. ábra, 2023-as év görögdinnye termeszőfelülete országokra lebontva
(Forrás: Saját szerkesztés, FAOSTAT 2023-as adatok alapján)



5. ábra, 2023-as év görögdinnye termésmennyisége országokra lebontva
(Forrás: Saját szerkesztés, FAOSTAT 2023-as adatok alapján)



3.3. Fajtahasználat és dinnyenemesítés

3.3.1. Fajtahasználat

A sikeres és gazdaságos termesztés alapja, ahogy minden növénynél, úgy a görögdinnyénél is a megfelelő fajta kiválasztása, ami amellet, hogy kielégíti a termesztői, a kereskedői és a vásárlói szempontokat, a legideálisabb az adott terület talaj és éghajlatviszonyaihoz, valamint a termesztési módhoz, mint például a bio ültetvényhez. Utóbbinál a rezisztencia és a stressztűrés játszik fontos szerepet a fajtaválasztásnál. Mivel a dinnye nemesítők folyamatosan dolgoznak újabb fajtákon, így a régi, 20. századi magyar fajták (pl.: Marsowszky, Sárgahúsú, Hevesi) szépen lassan kikoptak a termesztésből és helyüket a hibridek veszik át. Alapvetően 2 fajtatípus uralja a piacot jelenleg, ezek a Crimson, Sugar Baby, melyek között érdemi különbség a héj színében jelentkezik. Fontos még megemlíteni a triploid, magszegény dinnyéket is, melyek egyre inkább közkedvelté válnak. A magnélküliségen kívül a hússzín és a méret is döntő tényező fajtaválasztásnál. Előbbinél rendkívül változatos a kínálat, a standard piroson felül vannak sárga, narancs, rózsaszín és fehér. A termés méreténél a kicsit/minit (>2,5kg), a közepeset (2,5-5kg) és a nagyot (5kg<) különböztetünk meg (Kovács, 2024).

A 2. táblázat-ban látható a Syngenta jelenlegi megszegény fajtakínálata és a 3. táblázat-ban a magvas kínálatuk.

2. táblázat, Syngenta 2025-ös magszegény görögdinnye kínálata
(Forrás: Saját szerkesztés, Syngenta 2025-ös adatok alapján)

Fajta	Koraiság	Tenyészeitő	Méret	Termés alak/szín
Jamaica	Közép-korai	65-70 nap	6-9 kg	Kerek / fekete héjú
Bahama	Közép-korai	65-70 nap	4-6 kg	Kerek / fekete héjú
Morena	Közép-korai	65-70 nap	5-8 kg	Kerek / fekete héjú
Prestige	Középhosszú	70 nap	2-3 kg	Kerek / csíkos héjú
Fascination	Hosszú	75-80 nap	7-10 kg	Ovális / csíkos héjú

3. táblázat, Syngenta 2025-ös magvas görögdinnye kínálata
(Forrás: Saját szerkesztés, Syngenta 2025-ös adatok alapján)

Fajta	Koraiság	Tenyészeitő	Méret	Termés alak/szín
Mirto	Korai	60 nap	6-8 kg	Kerek / sötét csíkos héjú
Topgun	Közép	70 nap	8-12 kg	Ovális / csíkos héjú
Mirsini / RUBIN	Közép	70-75 nap	8-10 kg	Ovális / sötét csíkos héjú
Arashan	Közép	75 nap	10-14 kg	Ovális / csíkos héjú
Karistan	Főszezon	75 nap	10-14 kg	Ovális / csíkos héjú
Formosa	Főszezon	75 nap	15< kg	Megnyúlt / csíkos héjú
Barello	Főszezon	75 nap	13-16 kg	Megnyúlt / csíkos héjú

3.3.2. Dinnyenemesítés

Általánosságban elmondható, hogy a nemesítés minden termesztett növényfaj esetében elengedhetetlen a fenntartható és fejlődő gazdálkodás érdekében. Ki kell elégíteni a termesztők, a kereskedők és persze a vásárlók igényeit is. Ezek görögdinnye esetében a biotikus és abiotikus tényezőkre való ellenállást, a hosszabb pulton tarthatóságot, kompaktabb méretet, édesebb és karakteresebb ízt, vagy a magnélüliséget jelentik.

A fent említett tulajdonságok eléréséhez a nemesítők többféle alapanyagból indulhatnak ki. Elsősorban a már meglévő fajtákat javítják az elérni kívánt tulajdonsággal. Ezeket sokszor tájfajtákból állítják elő, mivel azok hosszú évtizedes szelekcióknak az eredménye, ezáltal remekül adaptálódtak az adott terület éghajlati viszonyaihoz. Emellett persze használnak a nemesítők külföldi fajtákat is, mint alapanyag, mely lehet a javítandó fajta vagy miből a tulajdonságot emelik át egy másik fajtába. Abban az esetben, ha nem találnak alkalmas fajtát, például egy-egy betegségre való ellenállás tekintetében, akkor géncentrumban található *Citrullus* nemzetség vad fajai közül keresnek erre alkalmas egyedeket (Szamosi, 2009).

Miután a nemesítési célt meghatározták a nemesítők, akkor az erre legalkalmasabb nemesítési módot kell kiválasztaniuk. A lehetséges módszereket a továbbiakban láthatjuk.

Manapság egyre népszerűbb a magszegény dinnye, amit egy bonyolult nemesítési módszer eredménye. Az triploid magszegény utódot ugyanis úgy hozzák létre, hogy egy kolchicines kezelés eredményeképp kapott tetraploid anyát és egy diploid apát kereszteznek (Ledóné, 2021).

Amennyiben ha egy már meglévő fajtát szeretnénk tovább nemesíteni, akkor a Back cross nevű módszer a legalkalmasabb. Ennek lényege, hogy a javítandó fajtába (rekurrens) egy allélt viszünk be egy másik fajtából (donor). Ez az allél felelős lehet például egy adott kórokozóra való ellenállásért, nagyobb hozamért vagy jobb stressztűrésért (Olalekan et al., 2019).

Szelekciós módszerek közül a pedigré nemesítés terjedt el, mely egyedszelekcióra épül. Két számunkra előnyös tulajdonságot hordozó szülőt keresztezésből származó utódnemzedékeket szelektálják, majd öntermékenyítik, mindezt több generáción keresztül, hogy rögzítve legyenek a kívánt tulajdonságok (Ledóné, 2021).

Végül, de nem utolsó sorban a hibrid nemesítés, ami a heterózishatáson alapszik. Alapvetően itt beltenyészített szülői vonalakat alkalmaznak, melyekben homozigóta formában van jelen a kívánt tulajdonság. Mint köztudott a beltenyészített egyedek sokkal rosszabb minőségű terméshozásra képesek, de két ilyen szülő keresztezéséből létrejött F1-es nemzedék már sokkal kimagaslóbb hozamot produkálnak a heterózishatásnak köszönhetően. A megfelelő hibrid megszületése egy igen időigényes folyamat eredménye, mely során előbb a top cross keresztezéssel megnézik a szülők általános kombinálódó képességét, ezután a diallél keresztezéssel a speciális kombinálódás képességét (Ledóné, 2021.).

3.4. *Dinnye alternáriás betegsége*

Az *Alternaria* nemzetség a görögdinnye egyik legfontosabb levélkórokozója. Ez a gombafaj a mitospórás gombákon belül a konídiumtartós gombák csoportjába tartozik, a főtünete pedig a konídiumtartó gyp. A fertőzéshez nedves körülmény szükséges, ekkor a szöveteken keresztül hatol a növénybe, így ez egy endophyta gomba. A fertőzés következtében barna nekrotikus foltok jelennek meg először, főként az idős leveleken, melyeket sárgás körgyűrű is körülölelhet. A foltok idővel összeolvadhatnak, így levélgöndörödést vagy pusztulást létrehozva. Mindez hatalmas gazdasági károkat okoz a dinnyetermesztőknek a termésminőség romlásával, vagy a termés kieséssel (Ma et al., 2021).

3.5. *Rezisztencia mechanizmusok*

Szűkebb értelemben rezisztenciáról akkor beszélünk a növények esetében, ha az adott kórokozó semmiféle kártételt nem okoz, és nem jön létre fertőzés. Ezzel szemben tolerancia esetében a fertőzés létrejön, de ez nem jár számottevő gazdasági kárral.

A növényi immunrendszer egy rettenetesen komplex, biokémiai folyamatok összességéből álló rendszer. A klasszikus rezisztencia válasz során a növényben speciális receptorok észlelik az idegen és veszélyes kórokozó molekuláit, például sejtkárosodáson keresztül, majd különféle válaszreakciókat ad erre a növény.

A növények és a kórokozók örökös innovációs küzdelmet folytatnak annak érdekében, hogy ki tudják játszák egymás védekező és támadó repertoárját. A mi szemszögünkből a növényi védekezési mechanizmusok a lényegesek, így a következőkben azokat taglaljuk.

A növények kórokozók (vírusok, baktériumok, gombák) elleni védekezésében fontos szerepet játszik a tervezett sejthalál, amely megakadályozza a biotróf kórokozók tovább terjedését. A sejtfalak megerősítése szintén kulcsfontosságú, mivel sok gomba, baktérium és fonálféreg ezen keresztül jut be a növénybe. Azok a kórokozók, amelyek a gázcserenyílásokon keresztül hatolnak be, a növényi receptorok által kiváltott záródási reakcióval ütköznek. A növények enzimeket és enzimgátlókat, valamint speciális fehérjéket is termelnek a fertőzések megakadályozására és az azt okozó kórokozók életfolyamatainak gátlására (Andersen et al., 2018).

Kártevők esetén a növények zavaró hatású fehérje alapú vagy kémiai vegyületeket bocsátanak ki, illetve olyan anyagokat, amelyek a kártevők természetes ellenségeit vonzzák vagy fizikai csapdát képeznek (pl. gyanta). Továbbá gyakran a sejtfalak erősödését is tudja indukálni a növény lignifikációval, így a sebek elszigetelődnek, ami a további fertőzéseket akadályozzák meg (Eyles et al., 2010).

A fent említett védekezési módok az indukált rezisztenciamechanizmusok közé tartoznak, mely tényleges fertőzés vagy kártétel esetén jönnek létre a növényi immunrendszer hatására. Viszont esetünkben ez nem annyira fontos, mivel mikroszkópos vizsgálatok alá nehezen tehető, mert összetett biokémiai folyamatokon alapszik.

Azonban létezik egy másik fajta rezisztenciamechanizmus, mégpedig a preformált (vagy konstitutív), ami viszont már jól monitorozható mikroszkóppal is, mivel ez olyan dolgokban

nyilvánul meg, mint vastagabb kutikula vagy viaszréteg, trichómák, sztómák mérete, szövetek mérete. A preformált rezisztencia már eleve a növényben van, a fertőzéstől független. Viszont ez a két (konstitutív és indukált) mechanizmus kölcsönhatásban van és kompromisszum van köztük. Általánosságban elmondható, hogy negatív korreláció van köztük, miszerint vagy a preformált rezisztencia fejlettebb, vagy az indukált, mert mindkettő nagy energiabefektetéssel jár a növénynek. Az hogy melyik mód a fejlettebb, az nagyban függ a környezeti tényezőktől, esetleges versenyhelyzettől, illetve a kártevők gyakoriságától (Kempel et al., 2011).

A konstitutív rezisztenciára jó példa az ontogén rezisztencia, melynél a növény fejlettségi állapota (mag, csírákori, juvenilis és kifejlett állapot) is masszívan beleszól, ugyanis ez a rezisztencia úgy nyilvánul meg, hogy például fiatal korban még fogékony az adott fertőzésre a növény, de idős korra már nem, és lehet ez fordítva is (Boege és Marquis, 2005).

A hisztológia részben ezeknek a való életben való megnyilvánulását vesszük át.

3.6. *Hisztológia és betegségellenállóság közti összefüggések*

Ahogy említettem, ebben a részben a preformált és/vagy ontogén rezisztenciára nézünk morfológiai példákat a Kabakosok családjában és egyéb más fajoknál is. Hisztológia alatt olyan, mikroszkóppal is mérhető változások értendők, melyek vagy a növény valamelyik életszakaszába lépve alakulnak ki, vagy végig adottak. Ilyen lehet a kutikula vagy epidermisz mérete, egyéb szövetbéli változás, sejtfalak mérete, sztómák változása, növényi szőrök jelenléte. Az előbb felsorolt tulajdonságok gyakorlatilag az elsődleges védelmi vonaluk a növényeknek, melyek megnehezítik a fertőző szervezetek bejutását vagy megtelepedését a gazdanövényen. Ezek vizsgálata azért fontos, mert a növénynevelők tudatában lesznek azoknak a tulajdonságoknak, amik adott esetben a rezisztenciáért felelősek, így a továbbiakban tudatosan tudnak ezekre szelektálni.

Egy kínai kutatás keretein belül a *Cucurbita moschata* tök fajnak egy beltenyésztett fajtáját ('Inbred 122-2') vizsgálták lisztharmat ellenállóság szempontjából. Azt az eredményt kapták, hogy rendkívül jól ellenáll a lisztharmatnak, ami a levélszerkezetnek volt köszönhető. A 'Miben' fajtát használták kontroll növényként, ami fogékonynak bizonyult. Az elektromikroszkópos vizsgálatokból kiderült, hogy az 'Inbred 122-2' fajtának a levelei hosszabb és sűrűbb szőrökkel

rendelkeztek, mint a `Miben`, valamint kisebb sztómákat és nagyobb sztómasűrűséget figyeltek meg az `Inbred 122-2`-nél. Ezek a levélszerkezeti sajátosságok járultak hozzá a rezisztencia kialakulásához (Zhou et al., 2010).

Görögdinnyék esetében kimutatták, hogy antraknózis esetén szignifikáns korrelációt mutatott a kis levélméret és bibeheg méret, valamint az alacsony szárazanyagtartalom a rezisztenciával. A kutatásból továbbá az is kiderült, hogy az afrikai fajták mutattak rezisztenciát, melyek közül öt a *Citrullus mucospermus* fajhoz, egy a *Citrullus lanatus* fajhoz tartozott (Hwang et al., 2024).

Egy másik kísérletben egy mérsékelten fogékony (`Kheera No. 1`) és egy mérsékelten ellenálló (`Punjab Naveen`) uborka fajta levélmorfológiáját hasonlították össze a *Pseudoperonospora cubensis*-re való rezisztencia tekintetében. Megállapították, hogy összefüggést mutatott a kisebb és kevesebb gázcsereenyílással, valamint a hosszabb és sűrűbb levélszőrzettel a rezisztencia. Mindkettő tulajdonság a gomba megtapadását és bejutását hivatott nehezíteni a gazdanövényénél (Ghai et al., 2025).

A *Phytophthora capsici* egy, a kabakosok családjában is előforduló betegség. Alzohairy és munkatársai öt *Cucurbita moschata* fajtát vizsgáltak esetleges rezisztencia kimutatása reményében. Különböző korú terméseket (7, 10, 14, 16, 18, 21 napos) vizsgáltak a fertőzés és a kutikula/epidermisz vastagodása tekintetében. Arra a megállapításra jutottak, hogy a termések idősödése és a rezisztencia között pozitív korreláció figyelhető meg, a folyamatos epidermisz és kutikula vastagodásnak köszönhetően (Alzohairy et al., 2020).

A szőlőtermesztésben régóta problémát okoz a lisztharmat (*Erysiphe necator*), viszont összefüggést találtak a levelek felszínén található viaszréteg vastagsága és az ellenállóság között. Ugyan ez rezisztenciának nem mondható, de a fertőzés késleltetésére már elegendő, mivel nehezebben hatol be a növénybe és képez telepeket a gomba így. A vizsgálat során egy ősi vad szőlőfajt használtak (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*), ugyanis ez ellenállást mutatott a lisztharmattal szemben. Ez a nagyobb mértékű ellenállás a termesztett szőlővel (*Vitis vinifera*) a korábbi fejlődési stádiumban és nagyobb mennyiségben termelt viaszrétegnek volt köszönhető. Továbbá az is kimutatták a több mint 100 genotípus vizsgálata során, hogy eltérő levélfejllettségi állapotban érik el a szőlőlevelek a végleges viaszréteget (Calonnec et al., 2018; Ge et al., 2023).

Lisztharmat rezisztencia és egyes morfológiai tulajdonságok között korrelációt találtak eperfa (*Morus spp.*) esetében is. Chattopadhyay és munkatársai összesen 30 fajtát vizsgáltak,

fele rezisztens és fele fogékony volt. Az elemzések során a sztómákat, levélszőröket és epidermisz vastagságot mérték. A két csoport közt nagy eltéréseket találtak, ugyanis a rezisztens fajtáknál 18%-kal nagyobb sztómaterület, 17,4%-kal alacsonyabb szómasűrűség, 12,5%-kal kisebb sztómaindex és 20%-kal nagyobb szőrszálsűrűséget mérték. Utóbbinál negatív korrelációt találtak a betegségindexszel, míg a szómasűrűség pozitív korrelációt mutatott. A sztómaterülettel nem volt szignifikáns összefüggés (Chattopadhyay et al., 2011).

Ralstonia solanacearum egy hervadást okozó baktérium, ami a xilémben terjed. Többféle védekezési módot fejlesztettek ki a növények, melyek morfológiai változás formájában nyilvánul meg. Ilyen például a xilémben található több és nagyobb edény, ugyanis így nehezebben tudja eltömíteni a baktérium azt (Xue et al., 2025).

3.7. Abiotikus stresszhatás

A biotikus tényezők (vírusok, baktériumok, gombák, és állati kártevők) mellett a növényeknek meg kell küzdeniük az abiotikus tényezőkkel is, vagyis a környezeti viszonyokkal. Ilyen például az aszály, a túl magas vagy alacsony hőmérséklet, magas sótartalom. Azonban a növények kisebb-nagyobb morfológiai változtatásokkal adaptálódnak ezekhez a helyzetekhez (Lahlali et al., 2025).

Az aszály és a magas hőmérséklet okozta stresszhatás a leginkább aktuális probléma az elmúlt években tapasztalható felmelegedés miatt. Az ezek által okozott károk minimalizálása érdekében a következőképp tud védekezni a növény. A vastagabb epidermisz és kutikula, a levelek felcsavarodása, a kisebb és kevesebb sztómák, az apróbb levelek mind a vízmegtartást és a párologtatás csökkentését szolgálják, melyek egy jobb vízháztartást és ellenállást kölcsönöznek a növénynek (Yavas et al., 2024).

Egy másik, a növények életét nagyban befolyásoló tényező, az a magas sótartalmú talaj. Ehhez muszáj adaptálódnuk, mivel helyhez kötött életmódot folytatnak. Ennek érdekében vastagabb epidermisszel, sűrűbb szőrzettel, valamint speciális sómirigyekkel rendelkeznek a sótűrő növények, az úgynevezett halofitonok (Hameed et al., 2010).

3.8. *Növényi keresztmetszet készítésére alkalmas eszközök*

A növények vizsgálatát új szintre emelte a mikroszkóp megjelenése, ugyanis így lehetőségük volt a tudósoknak a szöveti felépítést is kutatni és összevetni az egyes fajok, vagy akár fajták közötti különbségeket. Az ilyen módon megszerzett adatokat rengeteg módon és szakterületen használták fel. Részben segíthet a fajtaazonosításban (az ilyen célra kifejlesztett programok segítségével), a nemesítésben (mivel meg lehet figyelni milyen szöveti eltérés van a fogékony és rezisztens fajták között), de még a kórokozók tanulmányozásában is (például, hogy hogyan szaporodik vagy mozog a növényben egy adott gomba). Azonban ezek tanulmányozásához először fixálni kell a mintát, majd beágyazni egy erre alkalmas anyagba, aztán abból mikrotómmal egy olyan szeletet vágni, amit ha megfestünk, akkor mikroszkópon tudjuk vizsgálni (da Silva et al., 2015; Pace, 2019; Oduntan et al., 2022).

A már fixált mintákat be kell ágyazni, hogy azokat lehessen mikrotómmal vágni. Több módszer van erre, attól függően, hogy mekkora a mintánk. A legelterjedtebb az a paraffinba való ágyazás, ami nagyjából 1 cm³ nagyságú mintáig javasoltak. A kicsi (< 4 mm³) minták esetében a Glikol-metakrilát használatos. A nagy (> 1 cm³) mintákhoz pedig a polietilén-glikolt használják. Míg az első kettő beágyazási módszernél a forgó mikrotómmal érdemes a vágást végezni, addig a polietilén-glikol módszernél a csúszó mikrotómot (Pace, 2019).

Ezt követően a mintákat mikrotómmal lehet a mikroszkópozáshoz ideális méretre vágni. Ez a gép egy éles pengével van felszerelve, ami képes mikron vastagságú szeleteket vágni a mintából. Többféle típusa van ennek a gépnek, a legelső a lengő mikrotóm volt. Ezt követte a már paraffinba ágyazott metszetekhez használatos alapszános mikrotóm, majd a csúszó mikrotóm. Jelenleg pedig a forgó mikrotóm a legelterjedtebb, aminek létezik manuális, félautomata, valamint automata változata is (Mohammed et al., 2012).

Ahhoz hogy vizsgálni tudjuk a mintánkat, meg is kell festeni azt. A festéket annak tekintetében kell megválasztani, hogy mit szeretne vizsgálni az ember. Az egyik leggyakrabban használt festék az a toluidinkék festék, ami a negatív töltésű molekulákhoz kötődik és kékre festi például a sejtmagot és a riboszómákat (Yeung, 1998). A szafranint a xilém festésére kiváló, aminek a segítségével meg lehet különböztetni egymástól a ligninben vagy cellulózban gazdag részeket. Előbbi vörös/narancssárga lesz, míg utóbbi sárgás-zöldes (Bond et al., 2008). Ezeken

kívül persze rengeteg egyéb festési mód létezik, mint a hematoxin, fluoreszcens, stb. (Alturkistani et al., 2015).

A mikroszkópia rengeteg fejlődésen ment keresztül az elmúlt évszázadok alatt. Az legelső mikroszkóp még a 16.-17. század fordulóján, szemüveglencséből készült. Miután rájöttek az emberek, hogy mennyi haszna is van ennek a gépnek, elkezdtek fejleszteni és egyre precízebb optikai mikroszkópok születtek, melyek a legelterjedtebb mikroszkópokká váltak napjainkra. Ennek számos fajtája létezik manapság, ilyen például a fluoreszcencia mikroszkóp, vagy a polarizációs mikroszkóp. Ennél egyel fejlettebb típus az elektromikroszkóp, ami elektronnyalábokkal világítja meg a mintákat a látható fény helyett, aminek eredményeképp már a nanométeres nagyságban lehet vizsgálni vele. Három fajtája ismert, a transzmissziós, a pásztázó és a pásztázó transzmissziós elektronmikroszkóp. Az utolsó típus pedig a pásztázó szondás mikroszkóp, amit felületek vizsgálatára használnak. Ennek szintén több fajtája létezik, például az atomerő mikroszkóp vagy a pásztázó alagútmikroszkóp (Wang et al., 2022).

4. Alkalmazott módszerek

A kísérlethez szükséges minták a Szent István Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Zöldségtermesztés Ágazat (<https://maps.app.goo.gl/PYUfRDXVzD4wRfdT9>) egyik fóliasátrában található görögdinnye hajtatásból származnak. Összesen 76 + 3 növényről szedtünk mintákat (a +3 a kontroll növények). A vizsgálat során főként a főér keresztmetszetére voltunk kíváncsiak, így onnét vettünk mintát, továbbá még a levélszélből is vettünk 1-1 mintát minden növényből. A kézi lyukasztóval levágott 1 cm átmérőjű mintákat a fixáló oldatba tettük, majd az egyetemi laborban folytattuk tovább a vizsgálatot.

4.1. Minták előkészítése fénymikroszkópiához

A görögdinnye levélkeresztmetszetének a 200-szoros nagyításon történő fénymikroszkópos elemzéséhez 20 mikrométer vastag metszeteket preparáltunk, melynek lépései a következők voltak:

1. Fixálás (etanolos oldat)
2. Beágyazás (paraffin)
3. Metszés (késes mikrotóm)
4. Festés (toluidinkék)
5. Tárgylemezek lezárása (kanada-balzsam)

4.1.1. Fixálás

A levágott levélmintákat (minden növényről egyet a főérből és egyet a levélszélből) alkoholos fixáló oldatba helyeztük (45% desztillált víz, 45% etanol, 5% ecetsav, 5% formalin). Majd ezeket 20 órával később áttettük egy tároló oldatba (16,66% etanol, 50% desztillált víz, 33,33% glicerin), ahol a feldolgozásig 1-2 hónapig tároltuk.

4.1.2. Beágyazás

A mintákat miután méretre vágtuk majd zárható műanyag kazettákba helyeztük, amiket grafit ceruzával megjelöltünk. Ezeket behelyeztük a forgótárcsás (rotációs) mintaelőkészítő gépbe (6. ábra). A megszabott protokoll szerint töltöttük fel a gép 12 tartályát, melyekben a minták meghatározott ideig voltak kezelve (4. táblázat). A protokollnak megfelelően először emelkedő koncentrációjú etanolban dehidratáltuk a mintákat, majd Roticlear®-el tisztítottuk őket, ezt követően 60 C-os paraffinba áztattuk. Az előkészítés után a mintákat fémformákba helyeztük, majd beágyazógép (7. ábra) segítségével 60 °C-ra hevített folyékony paraffinnal öntöttük ki. Ezt követően a mintákat nyugalomban hagytuk, amíg a paraffin meg nem szilárdult.

6. ábra, forgótárcsás mintaelőkészítő gép
(Forrás: saját szerkesztés)



4. táblázat, a minták beágyazás előkészítéséhez szükséges protokoll
(Forrás: saját szerkesztés)

Tartály	Oldat	Kezelési idő
1	50% töménységű etanol	2 óra
2	üres	nem volt kezelés
3	60%-os etanol	2 óra
4	75%-os etanol	1,5 óra
5	90%-os etanol	1,5 óra
6	96%-os etanol	1 óra
7	99%-os etanol	1 óra
8	Roticlear	1,5 óra
9	Roticlear	1,5 óra
10	Paraffin	2 óra
11	Paraffin	2 óra
12	Paraffin	2 óra

7. ábra, beágyazógép
(Forrás: saját szerkesztés)



4.1.3. Metszés

Miután a minták teljesen megszilárdultak és lehűtek, félig motorizált, kézi vezérlésű mikrotommal (8. ábra) 20 μm vastagságú metszeteket készítettünk. A szeleteket langyos desztillált vízzel töltött kádba helyeztük, amelyhez egy csepp glicerint adtunk. A víz felületi feszültségének köszönhetően kisimult metszeteket Mayer-féle tojásalbuminnal bevont és előzetesen enyhén megszáritott tárgylemezre emeltük át. A lemezeket ezután 30–40 °C-on, két órán keresztül szárítógépben szárítottuk. A megszáradt albumin réteg ragasztóként működött, biztosítva, hogy a festési folyamat során a metszetek stabilan a tárgylemezen maradjanak.

8. ábra, kézi vezérlésű mikrotóm
(Forrás: saját szerkesztés)



4.1.4. Festés

A szárítási folyamat befejezése után következett a festés, amelyet a 5. táblázatban bemutatott protokoll szerint, kilenc zárható fedelű edényben (9. ábra) történő áztatással végeztünk. A Roticlear-ben történő áztatás célja a paraffin eltávolítása volt a tárgylemezekről. A festési lépést követő négy fázisban (6–9., desztillált víz és különböző alkohololdatok) az edényeket enyhén döntögetve mozgattuk, elősegítve a metszetekben visszamaradt felesleges festék kioldódását.

5. táblázat, a minták festéséhez használt protokoll
(Forrás: saját szerkesztés)

Oldat	Kezelési idő	Kezelés célja
Roticlear	5 perc	Paraffin leoldása
96%-os etanol	3,5 perc	Hidratálás
70%-os etanol	3,5 perc	
50%-os etanol	3,5 perc	
0,1%-os toluidinkék, vizes oldat	4 perc	Festés
Desztillált víz	3 perc	Többlet festék leoldása a tárgylemezről
50%-os etanol	3,5 perc	Dehidratálás
70%-os etanol	3,5 perc	
90%-os etanol	3,5 perc	

9. ábra, festési eszközök
(Forrás: saját szerkesztés)



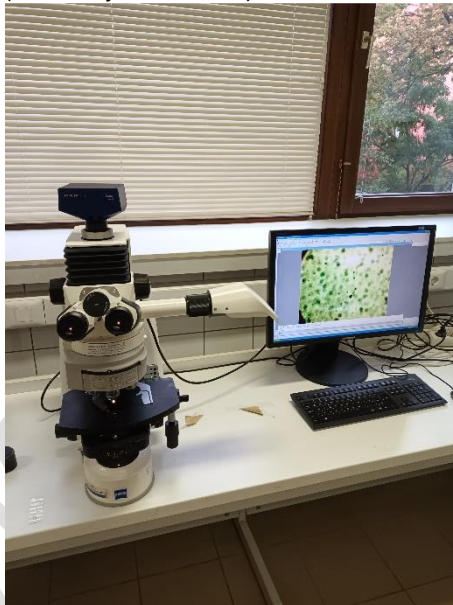
4.1.5. Tárgylemezek lezárása

A festést követően a tárgylemezeket levegőn hagytuk megszáradni, majd a metszeteket fedőlemezzel borítottuk. A fedő- és tárgylemez közé Euparal (Kanada-balzsam) került, amely légmentes zárást biztosított a minták számára.

4.2. Fénymikroszkópia

A mikroszkópia során egy Axio Imager A2 fénymikroszkóppal (10. ábra) dolgoztunk, 20x-os nagyításon. A mintákból közvetlen a főér jobb- és baloldalán húzódó szöveti részeket fotóztuk be. Sajnos nem mindegyik minta volt olyan állapotban, hogy érdemi mérést tudjunk végrehajtani, így azokat nem vettük a statisztikába. A fotókat a mikroszkóppal összekötött számítógépre mentettük, ahol a méréseket is végeztük.

10. ábra, Axio Imager A2 mikroszkóp
(Forrás: saját szerkesztés)



4.3. *Képek analízise és statisztikai elemzése*

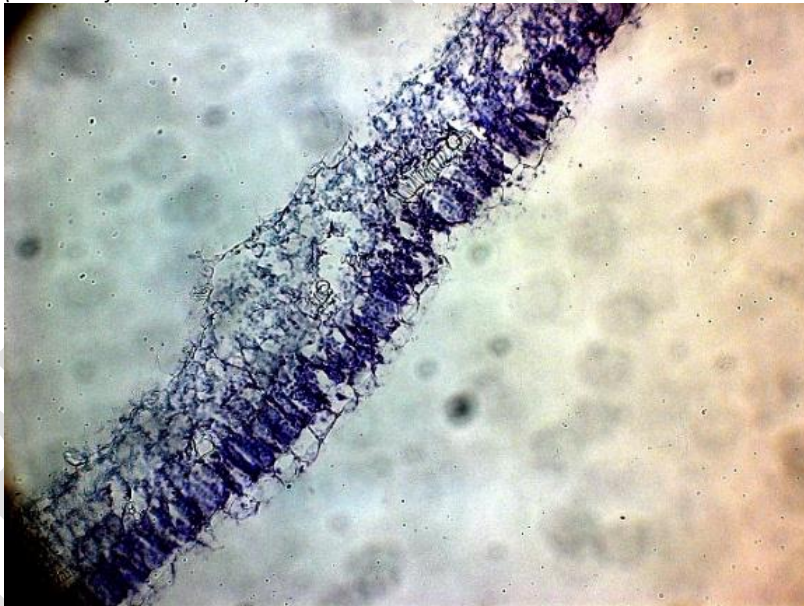
A képeket az ImageJ-win64 alkalmazással vizsgáltuk tovább, mely során megmértük a teljes levélkeresztmetszetet, az alsó és felső epidermiszt, az oszlopos és szivacsos alapszövetet, valamint a felső epidermisz sejtfalvastagágát. A méréseket mikrométerben végeztük, ahol a Scale 1.9675 pixels/micron volt. Minden mintán legalább 10 mérést végeztünk/ szövet típus. Az adatokat excel alkalmazásba vittük fel, ahol kiszámoltuk minden mintának mindegyik szövet típusára kapott értékek átlagát, amivel tovább tudunk számolni. Egy korábbi vizsgálatból volt eredményünk a minták ellenállóságára többféle alternária törzssel szemben (Paredes-machado et al., 2025), így a rezisztensnek bizonyuló fajtákon egy először egy Kolmogorov–Smirnov féle normalitás tesztet futtattunk le, majd egy ANOVA tesztel is tovább vizsgáltuk a mintákat az RStudio alkalmazásban. Emellett összehasonlítottuk a különböző országból származó fajtákat is, melyeken szintén végig futtattuk a korábban említett két tesztet az RStudion belül.

5. Eredmények

5.1. Festési eredmény

A festés során külön nehézséget jelentett a toluidinkék festék koncentrációjának a megválasztása, mivel a rendelkezésünkre álló eredeti protokoll szár keresztmetszetre volt tervezve, ahol eredetileg 0,01%-os töménységű oldatba kellett volna áztatni a mintákat, azonban ez alig festette meg azokat (11. ábra). Miután az első próbálkozás alulfestést eredményezett, így az oldat töménységét húszszorosára emeltük, vagyis 0,2%-os oldattal próbálkoztunk, de ez már túlfestést eredményezett (12. ábra). A harmadik próbára sikerült eltalálnunk az ideális töménységét az oldatnak, ami a 0,1% lett (13. ábra).

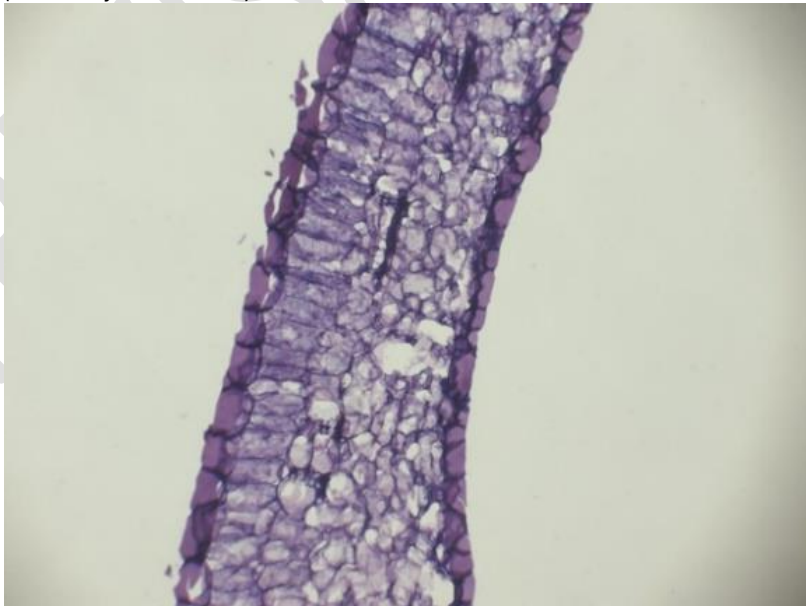
11. ábra, 0,01%-os toluidinkével oldattal való festés
(Forrás: saját szerkesztés)



12. ábra, 0,2%-os toluidinkékkel oldattal való festés
(Forrás: saját szerkesztés)



13. ábra, 0,1%-os toluidinkékkel oldattal való festés
(Forrás: saját szerkesztés)



5.2. Mérési eredmények

A mérések során a levélkeresztmetszeteknek az összes főbb szöveti alkotóelemét lemértük, aminek az eredménye a 6. táblázatban látható. A végső minták száma 62 lett, mivel pár növény vagy a termesztés során pusztult el, vagy nem lehetett érdemi mérést végezni a keresztmetszeteken.

6. táblázat, mérési eredmények (μm -ben)
(Forrás: saját szerkesztés)

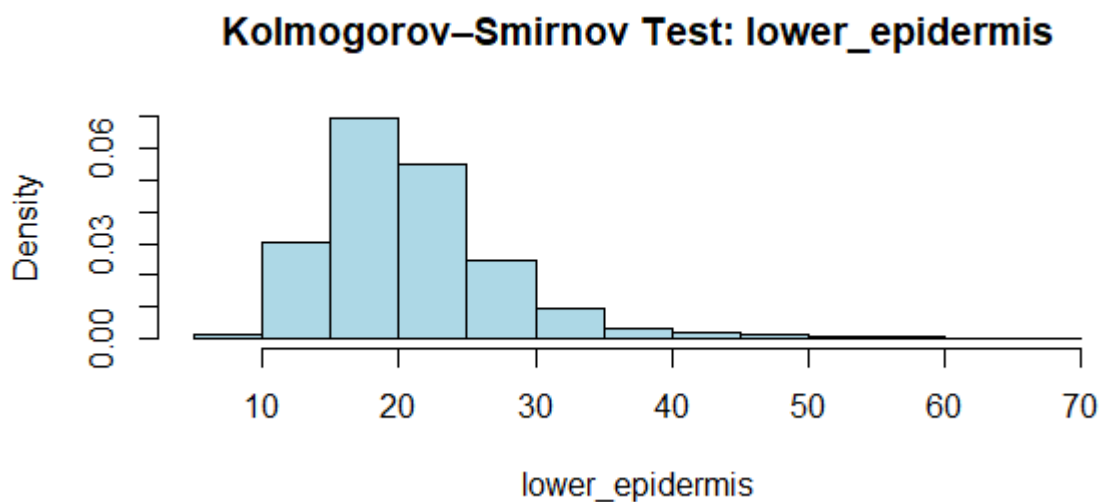
ID	PI_kód	alsó epidermisz	felső epidermisz	felső epidermisz sejtfal vastagsága	levéltátmérő	oszlopos alapszövet	szivacsos alapszövet
2	PI 537465	21,97964	56,178	3,679444	283,7627	54,0525	132,4819
3	PI 167125	18,50461	38,747	3,550933	185,1242	46,66967	76,40333
4	PI 189225	23,87891	54,664	4,1274	279,0652	75,43418	137,3796
6	USVL354	21,06326	52,875	2,989333	206,1936	95,51246	75,62964
8	USVL084	22,99583	41,804	2,604476	235,6364	57,11389	123,5206
9	PI 526233	17,84137	50,6	2,746621	169,7376	43,78343	72,59507
10	PI 482296	22,68415	49,141	2,538423	211,5391	58,91819	95,55818
11	PI 482283	18,97438	52,693	2,772207	195,1611	54,74612	90,63306
12	PI 254744	19,86613	40,393	3,089594	208,633	57,45262	92,83094
13	PI 482276	17,0946	42,057	3,070867	152,0394	34,7987	68,77701
14	PI 512397	24,31768	43,918	2,8169	212,2124	61,38119	106,238
15	PI 172786	21,39519	45,488	2,153381	182,7494	49,29491	76,82285
17	PI 177329	26,20538	46,416	3,060323	226,2564	53,26141	118,3571
18	PI 169253	18,89909	53,902	2,447353	193,4973	47,22657	94,79373
19	PI 169278	21,37211	42,665	3,486654	176,4604	81,42755	93,93017
20	PI 169245	22,63437	69,873	2,8197	181,7414	42,90284	76,42367
21	PI 512394	23,43916	44,618	2,703722	145,4875	35,03795	71,13794
23	PI 172788	18,67225	39,388	2,427656	187,961	54,3988	88,04048
24	PI 512396	27,94313	34,231	2,76563	193,6351	56,95219	96,32233
26	PI 512369	21,02067	32,227	2,736	117,768	32,82488	39,38121

27	PI 512350	18,92321	41,36	3,5106	163,1824	42,0815	74,46425
28	PI 512400	19,6659	44,46	2,414192	182,5045	50,4637	85,42829
29	PI 512401	17,7336	53,36	2,735559	186,0164	47,60424	86,61171
30	PI 169294	17,21756	54,497	2,39948	202,6352	45,741	108,1431
32	PI 512352	26,96585	39,29	3,15828	177,5652	95,696	65,58888
33	PI 176908	26,23662	43,164	3,081767	212,2571	60,11904	104,7701
34	PI 512386	26,64156	33,298	2,855345	187,3496	51,65389	89,86923
35	PI 175653	19,7495	59,999	3,003375	218,4754	101,2827	88,67238
36	PI 222776	28,60562	42,205	3,057909	196,212	54,71176	86,42411
37	PI 169292	17,23808	46,546	2,687368	167,7708	48,11559	82,99121
38	PI 271775	22,82069	42,148	1,996316	279,1583	41,63773	69,72895
39	PI 512346	19,23488	35,487	2,304	151,108	33,8755	73,51228
41	PI 167126	26,51692	53,766	3,301857	201,8182	54,12053	89,70544
42	PI 177331	15,87126	36,624	2,194022	136,5715	29,05671	61,83303
43	PI 177325	18,22788	42,563	2,937143	171,3756	54,242	72,877
44	PI 169263	19,92658	54,806	3,227786	173,2525	134,7	84,7875
46	PI 171585	25,84973	51,489	2,659	218,3169	56,9762	106,5503
47	PI 165002	22,70569	49,169	2,633724	223,3203	52,34933	124,8269
48	PI 167059	21,09562	48,403	3,0821	218,3614	56,51963	114,3995
49	PI 512392	19,24879	55,868	3,797955	206,7557	47,23922	103,3946
50	PI 167124	20,86114	44,147	2,749267	212,8234	61,56345	105,2799
51	PI 512378	18,30307	39,991	3,084125	134,6114	28,51304	61,37645
52	PI 270550	23,82994	52,104	2,875	203,4088	58,44853	103,3898
53	PI 537465	26,28679	39,036	3,476389	245,0566	56,1025	144,4111
54	PI 512389	18,09664	56,368	2,4258	223,4413	61,38147	117,8798
55	PI 512403	27,41679	42,862	2,887208	227,4775	49,84855	130,9845
56	PI 512393	20,24891	45,191	2,694417	224,8371	61,73514	111,2318
57	PI 167219	19,35273	39,529	2,397933	228,2492	56,87605	136,0537
58	PI 175655	21,06593	43,394	2,386333	233,9033	63,0833	122,1253
59	PI 171579	18,80036	46,103	2,74219	204,0906	62,47471	102,8402

60	PI 512354	23,87459	33,025	2,487765	157,8134	41,32153	78,20421
61	PI 512384	19,69934	43,324	2,752588	169,1	48,66609	72,9491
62	PI 179237	23,17831	45,529	2,571167	192,0156	54,5637	85,51228
63	PI 176910	22,34255	49,989	3,2902	172,3898	47,3313	75,47497
64	PI 169267	19,38311	40,549	2,601281	149,4991	61,18658	68,63464
65	PI 299379	20,26159	41,051	2,82437	181,1337	44,0203	89,83906
66	PI 203551	22,84597	51,95	2,222088	200,417	58,50705	90,70893
67	PI 172787	25,48321	55,405	2,41429	209,2671	44,322	120,7362
74	PI 500327	22,79542	53,193	2,955786	272,7056	76,73473	142,6352
75	B_Diamond	22,3665	51,415	2,442759	193,6869	49,70288	96,68912
76	C_Gray	17,49661	51,697	2,774242	166,1894	43,11518	70,42234
77	PI296341	26,885	50,519	3,060091	189,9739	53,32337	81,58373

Ahhoz, hogy tudjunk releváns ANOVA elemzéseket végezni, először meg kell bizonyosodni arról, hogy a nyers adatok normál eloszlást mutatnak-e. Ennek érdekében hisztogramon vizuálisan ábrázoltuk őket (14. ábra). Az alapadatokat először nem mutattak normál eloszlást, mivel a hisztogram nem harang alakú volt. A legtöbb adat az alacsony tartományban helyezkedett el, ott található a csúcs, így egy jobbra ferdeség olvasható le a hisztogramról. Emellett hosszan elnyúlik a fark rész a nagy értékek felé. Következtetésként elmondható, hogy ebben a formában nem mutattak normál eloszlást az adatok. Igaz csak az alsó epidermisz adatait ábrázoltuk, de ebből következtethetünk arra, hogy a többi adat is hasonló ábrát mutatna.

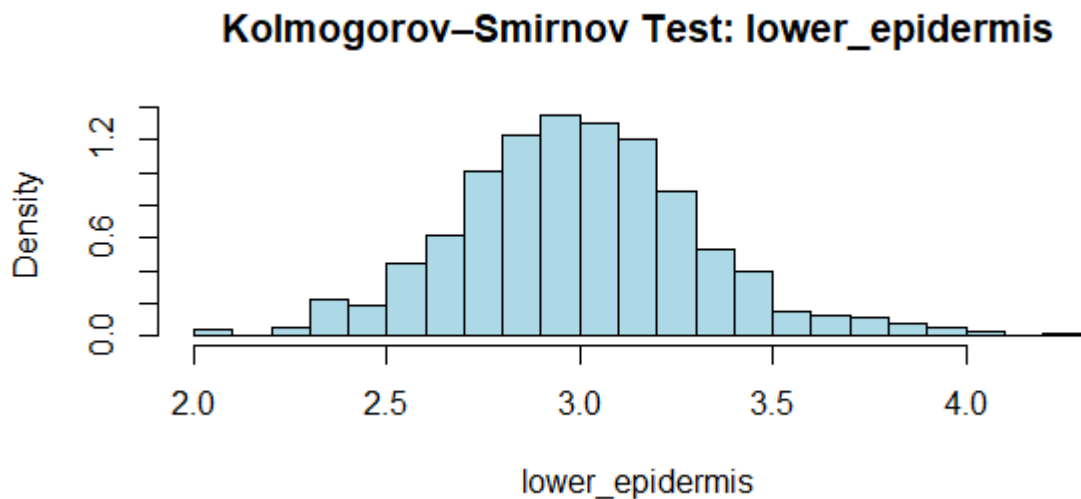
14. ábra, nyers adatok hisztogram ábrája
(Forrás: saját szerkesztés)



Az biztos, hogy a nyers adatokkal nem tudnánk elvégezni a kívánt ANOVA elemzést, ugyanakkor ebben az esetben bevett szokás, hogy az adatok logtranszformált változatával dolgoznak. Ilyenkor a nagy értékek „összenyomódnak”, a kicsik meg „széthúzódnak”, aminek következtében szimmetrikusabbá válnak az adatok. Mi is ekképpen jártunk el, aminek az eredménye a 15. ábrán látható. Ha összehasonlítjuk az alakot az előző hisztogrammal, akkor szembeötlő a különbség. A logtranszformált adatok már szép harang alakot mutatnak, eltűnt a jobbra ferdeség és az adatok szórása is kisebb lett. Ennek következtében kijelenthető, hogy az adatok ebben a formában normál eloszlást mutatnak, így a logtranszformált verzióval

számolunk tovább a későbbiekben, mind a származás alapján történő csoportosításnál, mind a rezisztencia alapján csoportosított tesztekénél.

15. ábra, a logtranszformált adatok hisztogram ábrája
(Forrás: saját szerkesztés)



5.3. Származás alapján történő összehasonlítás

Mivel mindegyik fajtának megvolt a származási helye is, és a legtöbb mintánk Spanyolországból és Törökországból származott, szám szerint 19 spanyol és 25 török, így első körben ezeket a fajtákat hasonlítottuk össze. A mérési adatokon logtranszformációt hajtottunk végre annak érdekében, hogy a statisztikai elemzés megbízhatóbb legyen, és hogy kezelhetőbb adatokat kapjunk.

Kezdsnek egy Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt segítségével megnéztük, hogy az adatok normál eloszlásúak-e (7. táblázat). Mindegyik csoport mindegyik változójára külön tesztet futtattunk le. A tesztekéből kiderült, hogy mindegyik változó normál eloszlású, kivéve a török fajtáknál az oszlopos alapszövet (p-érték: 0,019868), mivel a p-érték 0,05 alatti van.

7. táblázat, spanyol és török minták Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)

	Szövettípus	Származás	n	D	p-érték
1	alsó epidermisz	török	375	0,046479	0,392638
2	alsó epidermisz	spanyol	225	0,03943	0,87539
3	felső epidermisz	török	375	0,048407	0,343221
4	felső epidermisz	spanyol	225	0,037753	0,905528
5	sejtfal vastagság	török	375	0,048545	0,339839
6	sejtfal vastagság	spanyol	225	0,03682	0,920489
7	oszlopos alapszövet	török	375	0,078416	0,019868
8	oszlopos alapszövet	spanyol	225	0,043588	0,786071
9	szivacsos alapszövet	török	375	0,056589	0,180983
10	szivacsos alapszövet	spanyol	225	0,052215	0,571672

Megjegyzés: A táblázatban látható „n” az elemszámot jelöli, vagyis, hogy hány mérési adat tartozik az adott csoporthoz. A „D” azt mutatja meg, hogy a minta eloszlása mennyire tér el a normális eloszlástól (ha a D nagy érték, akkor normál eloszlás, ha kicsi, akkor nem normál eloszlású). A p-érték pedig azt jelzi, hogy a minták eltérnek-e az elméleti eloszlástól ($p \geq 0,05$ nem tér el, $p < 0,05$ eltér).

Ezen felül csináltunk egy egytényezős varianciaanalízist is (ANOVA), melynek eredménye a 8. táblázatban látható. Ebben a tesztben akkor beszélhetünk eltérésről a két csoport (spanyol és török) között, ha az F értéken minél nagyobb és a p-érték kisebb, mint 0,05, ilyenkor szignifikáns különbség áll fenn. Ennek megfelelően a 8. táblázatból jól leolvasható, hogy jelentős eltérés a felső epidermisz (F: 18,60; p: 0,00002), az oszlopos alapszövet (F: 12,20; p: 0,00051), valamint a szivacsos alapszövet (F: 13,10; p: 0,00032) esetében volt megfigyelhető. Ezzel a három szövettípussal boxplot ábrát is készítettünk (16. ábra).

8. táblázat, spanyol és török minták ANOVA teszt eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)

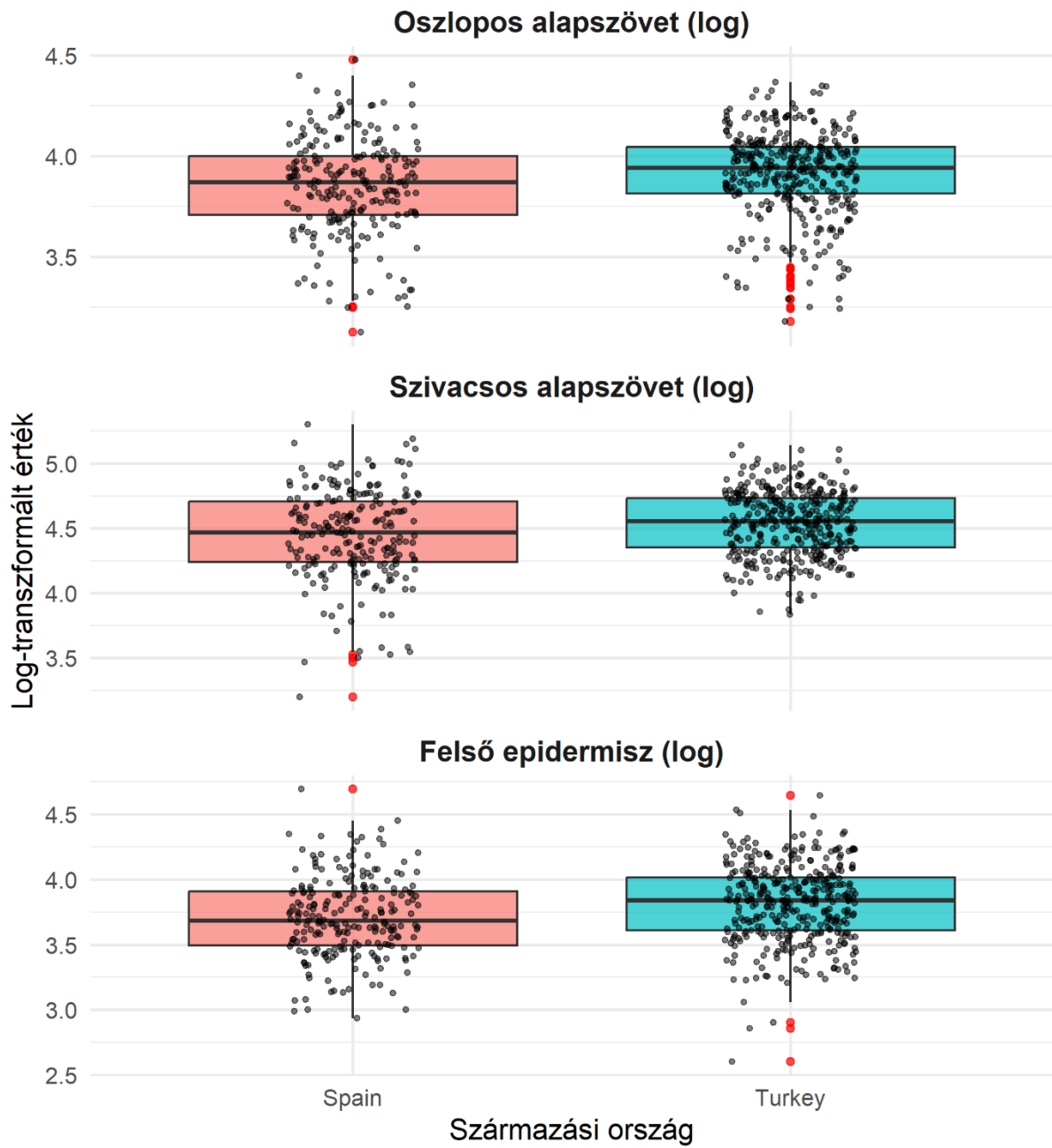
Szövet típus	n	df1	df2	F	p
alsó epidermisz	600	1	598	3,40	0,06570
felső epidermisz	600	1	598	18,60	0,00002
sejtfal vastagság	600	1	598	0,00	0,97700
oszlopos alapszövet	600	1	598	12,20	0,00051
szivacsos alapszövet	600	1	598	13,10	0,00032

Megjegyzés: Az „n” az ebben a tesztben is az elemszámot jelöli. A „df1” az összehasonlított csoportokat jelöli (spanyol - török), míg a „df2” az összes mintát, mínusz a csoportok száma. Az „F” a csoportok közötti variancia és a csoportokon belüli variancia arányát mutatja, a „p” pedig annak a valószínűségét, hogy mennyire a véletlen műve a különbség.

A boxplot ábra (16. ábra) közepén látható doboz az adatok középső 50%-át hivatott mutatni. A doboz alsó szélé az az érték, ami alatt az adatok 25%-a van, a felső szélénél lévő érték alatt, pedig az adatot 75%-a van. A doboz mérete azt árulja el, hogy a mintáknak mekkora a szórása. Esetünkben a török fajtáknak kisebb a szórása, vagyis egyenletesebbek az alapszövetekre nézve, mint a spanyol fajták. A felső epidermisznél közel azonos a szórás. A dobozon belül látható vízszintes vonal a medián (középérték), amiből megállapítható, hogy az összes vizsgált szövetnél a spanyol fajták sejtmérete kisebb, mint a törököké. A dobozból kiinduló függőleges vonalak a szélsőérték tartományt jelölik. Az ezeken belül lévő adatok nem számítanak kirívónak, viszont a szóródás mértékét megmutatják. Az ábrák alapján ugyan a török mintáknál több adat esett ebbe a tartományba, viszont több mintánk is volt, így ez ennek köszönhető. Az ábrán a piros pontok azt jelölik, hogy hány kirívó érték van. A török fajtáknak az oszlopos alapszöveténél figyelhető meg sok ilyen érték, a többi mérésnél vagy nincs, vagy csak pár darab.

Összességében elmondható, hogy a török fajtáknak vastagabb az oszlopos- és szivacsos alapszövetük, valamint a felső epidermiszük is, emellett egyenletesebbek is, mint a spanyol fajtáké.

16. ábra, török és spanyol minták boxplot ábrája
(Forrás: saját szerkesztés)



5.4. Rezisztencia alapján történő összehasonlítás

A fajtákat a származáson kívül háromféle arternária törzsre (*Alternaria alternata*, *Alternaria abundans*, *Alternaria alboescens*) való rezisztencia alapján is csoportosítottuk. Ehhez Paredes-machado és munkatársai korábbi kutatása szolgált segítségül. Összesen 13 rezisztens és 43 fogékony fajtát kaptunk. Az így kapott két csoportnak adatait szintén megnéztük, hogy normál eloszlásúak-e (9. Táblázat). A Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt eredményeképp azt kaptuk, hogy egyet kivéve mindegyik változó normál eloszlású. A kivétel a fogékony fajtáknál az oszlopos alapszövet jelentette (p-érték: 0,009836), ugyanis viszonylag magas volt a D-érték, és a p-érték is bőven a 0,05-os határérték alatt volt.

9. táblázat. rezisztens és fogékony minták Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)

	Szövet típus	Származás	n	D	p-érték
1	alsó epidermisz	fogékony	645	0,037364	0,328809
2	alsó epidermisz	rezisztens	195	0,035191	0,969173
3	felső epidermisz	fogékony	645	0,03303	0,482411
4	felső epidermisz	rezisztens	195	0,04508	0,822963
5	sejtfal vastagság	fogékony	645	0,024846	0,820746
6	sejtfal vastagság	rezisztens	195	0,054971	0,597582
7	oszlopos alapszövet	fogékony	645	0,064188	0,009836
8	oszlopos alapszövet	rezisztens	195	0,038506	0,934626
9	szivacsos alapszövet	fogékony	645	0,02793	0,695642
10	szivacsos alapszövet	rezisztens	195	0,061056	0,461382

Megjegyzés: A táblázatban látható „n” az elemszámot jelöli, vagyis, hogy hány mérési adat tartozik az adott csoporthoz. A „D” azt mutatja meg, hogy a minta eloszlása mennyire tér el a normális eloszlástól (ha a D nagy érték, akkor normál eloszlás, ha kicsi, akkor nem normál eloszlású). A p-érték pedig azt jelzi, hogy a minták eltérnek-e az elméleti eloszlástól ($p \geq 0,05$ nem tér el, $p < 0,05$ eltér).

Ezt követően egy egytényezős ANOVA teszttel vizsgáltuk a két csoport közötti különbségeket a log-transzformált levélszöveti paraméterekben (10. Táblázat). Szignifikáns különbséget észleltünk az alsó epidermisz (F: 9,154204; p: 0,002557) és a szivacsos alapszövet (F: 7,680309; p: 0,005706) esetében, mivel a p-érték mindkét esetben 0,05 alatti érték volt. A

többi vizsgált változó (felső epidermisz, sejtfal vastagság, oszlopos alapszövet) esetében nem találtunk statisztikailag szignifikáns eltérést ($p > 0,05$).

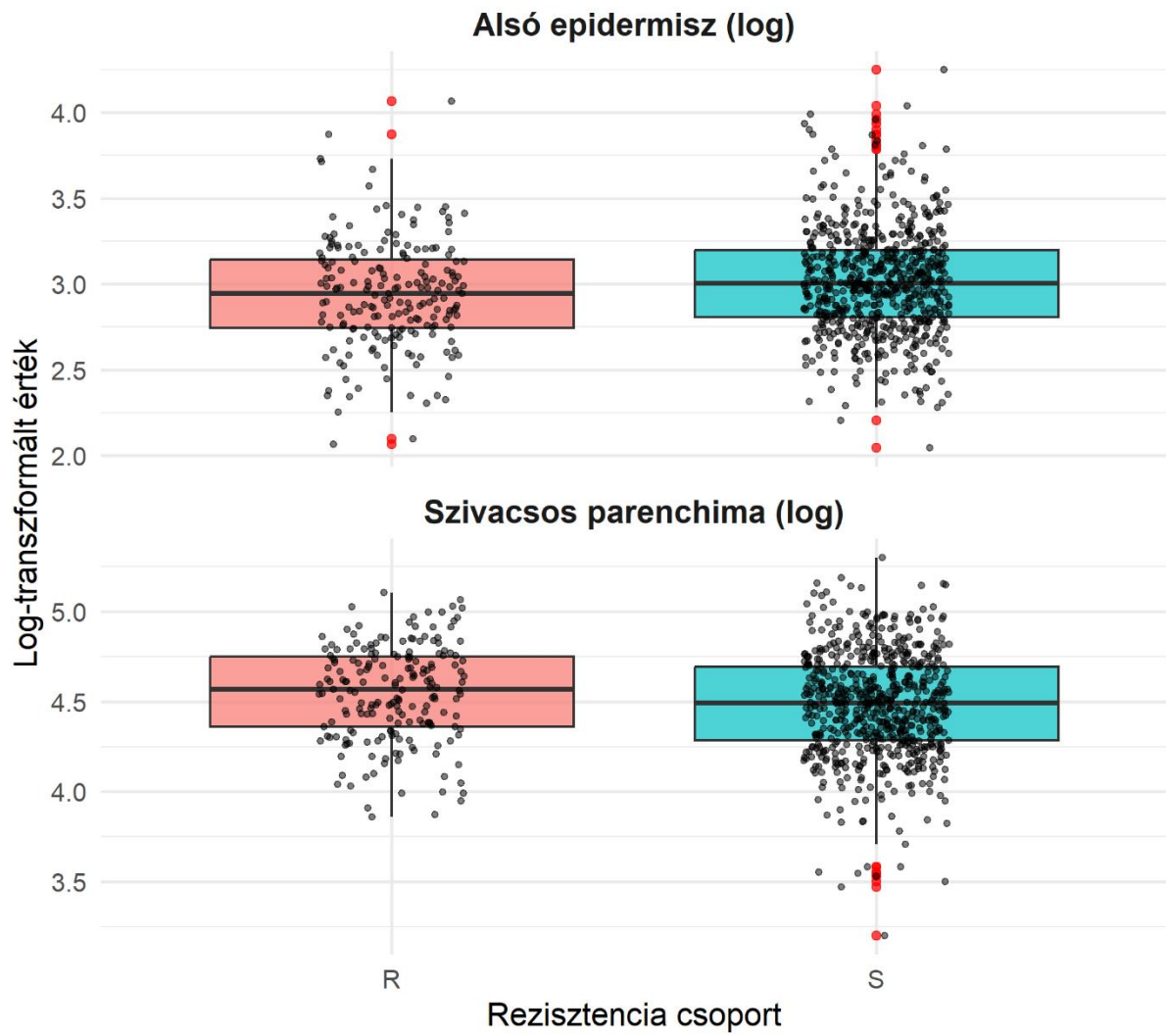
10. táblázat, rezisztens és fogékony minták ANOVA teszt eredménye
(Forrás: saját szerkesztés)

Szövettípus	n	df1	df2	F	p
alsó epidermisz	840	1	838	9,154204	0,002557
felső epidermisz	840	1	838	0,034269	0,85318
sejtfal vastagság	840	1	838	0,389538	0,532712
oszlopos alapszövet	840	1	838	1,27948	0,258319
szivacsos alapszövet	840	1	838	7,680309	0,005706

Megjegyzés: A táblázatban látható „n” az elemszámot jelöli, vagyis, hogy hány mérési adat tartozik az adott csoporthoz. A „D” azt mutatja meg, hogy a minta eloszlása mennyire tér el a normális eloszlástól (ha a D nagy érték, akkor normál eloszlás, ha kicsi, akkor nem normál eloszlású). A p-érték pedig azt jelzi, hogy a minták eltérnek-e az elméleti eloszlástól ($p \geq 0,05$: nem tér el, $p < 0,05$: eltér).

Az alsó epidermisz és a szivacsos alapszövet méréseit egy boxplot ábrán is ábrázoltuk (17. Ábra). A rezisztens és fogékony fajták csoportjának a szórása megegyező volt. A mediánból megállapítható, hogy az alsó epidermisz tekintetében a rezisztens fajtáknak kisebb ez a szövettípusa, viszont a szivacsos parenchima esetében már vastagabb, mint a fogékony fajtáké. Továbbá sokkal több kirívó értéket láthatunk a fogékony fajtáknál.

17. ábra, rezisztens (piros box) és fogékony (kék box) minták boxplot ábrája
(Forrás: saját szerkesztés)



TREVI

6. Eredmények megvitatása és következtetések

6.1. Festést befolyásoló tényezők

A saját kísérletükből, illetve más korábbi kutatásokból kiindulva a festés sikerességét több tényező is befolyásolja. Ilyen a festeni kívánt növényi rész, a festési idő, az oldat koncentrációja, vagy még akár a növényfajta is. Továbbá az sem mindegy, hogy egyféle festéket használunk, vagy keveréket.

Mitra és Loqué a kutatásuk során lúdfű szár keresztmetszeteket festettek meg, többek között toluidinkék festékkel. a művelethez 0,02%-os oldatot használtak és 5 percig hagyták állni ebben az oldatban a mintákat (Mitra és Loqué, 2014).

Egy másik kísérlet során különböző ideig festettek 0,05%-os ruténiumvörös oldattal és 0,1%-os toluidinkék oldattal 10 különböző *Myrtaceae* családba tartozó növény levelét. Az ideális időmennyiségnek az 1 perc ruténiumvörös és 45 másodperc toluidinkék számított, mert így lehetett a levél minden alkotóját látni (Retamales és Scharaschkin, 2014).

A mi esetünkben, a görögdinnye levélkeresztmetszeteknél, a 0,1%-os toluidinkék oldat bizonyult megfelelő koncentrációnak úgy, hogy 4 percig hagytuk a mintákat a festékben. Azonban a kiindulási protokoll szerint, ami kínai datolya (juzuba) levélkeresztmetszetekre volt kalibrálva, 0,01%-os oldat volt megadva, és csak 30 másodpercig kellett volna a mintákat beletenni. Ebből is látszik, ha eltérünk a valamilyen paraméterben az eredeti protokolltól, akkor gyakran ki kell kísérletezni a megfelelő koncentrációt vagy időtartamot a festéshez.

Mindezekből látható, hogy nem létezik egy univerzális festési módszer, sok változótól függ, amit minden egyes alkalomnál figyelembe kell venni, és alkalom adtán nekünk kell kikísérletezni a megfelelő módszert.

6.2. Törökország és Spanyolország éghajlata és a minták morfológiája

A hőstressz és az aszály évről évre jelentős problémát okoz a növénytermesztésben. Azonban a növények próbálnak ellene morfológiai, biokémiai, molekuláris szinten védekezni. Esetünkben a morfológiai változások az érdekesek, melyek elsősorban a vízmegtartásban és felesleges párologtatás megakadályozásában játszanak szerepet. Ilyen tulajdonságok a hosszabb és sűrűbb levélszőrzet, vastag epidermisz és kutikula, kisebb és kevesebb sztóma, vastagabb oszlopos alapszövet és edénnyalábok. Előbbiek a párologtatás csökkentésére és a fény visszaverésére alkalmasak leginkább, addig az utóbbi kettő a víz- és tápanyagszállításáért és azok megtartásáért felelősek (Fang és Xiong, 2015).

Ahogy az eredmények részben említettük, az általunk vizsgált spanyol és török fajtáknak a szöveti felépítése között voltak különbségek. Mind az oszlopos- és szivacsos alapszövet, és a felső epidermisz is vastagabb a török mintátnál. Mint korábban is taglaltuk, ezek a tulajdonságok egy jobb, aszály és magas hőmérséklet által kiváltott stressztűrésre enged következtetni.

Továbbá megnéztük a fajták pontos származási helyüket azért, hogy van-e összefüggés az ottani éghajlati viszonyok és a morfológiai különbségek között, ezért összehasonlítottuk a fontosabb szempontokat. A spanyol minták az ország déli és dél-nyugati régiójából származnak (Castellon de Plana, Andalucia, Valenciana, Castilla-La Mancha, Kanári-szigetek és Katalónia) ezek a területek adatait használtuk Spanyolországból. A török fajták pedig az ország egész területéről érkeztek, így az országos adatokkal dolgoztunk ebben az esetben.

A 11. táblázatban láthatóak az éghajlati adatok. Mindkét ország szinte azonos szélességi körön helyezkednek el (36-42) és mindkét országot nagy felületű víz határolja, így az éghajlat is nagyon hasonló. Mediterrán és kontinentális éghajlat egyvelege tapasztalható. Az összehasonlításból viszont megfigyelhető, hogy a spanyol térségben valamivel mostohább körülmények uralkodnak, ugyanis picivel melegebb a nyári és az éves átlaghőmérséklet is, kevesebb a csapadék, így az aszály és a vízstressz is jelentősebb náluk, mint a törököknél.

Szóval ebből kifolyólag, az általunk végzett kutatás alapján nincs összefüggés a fajták származása és az esetleges jobb abiotikus stresszel szembeni ellenállás között.

11. táblázat, Törökország és Spanyolország éghajlati összehasonlítása

(Forrás: saját szerkesztés, Word Bank Climate Change Knowledge Portal: Turkey & Spain adatok alapján)

Éghajlati tényező	Törökország	Spanyolország
Éves középhőmérséklet	15–18 °C	17–21 °C
Nyári átlaghőmérséklet (július–augusztus)	30–36 °C	33–40 °C
Éves csapadék	450–850 mm	250–600 mm
Nyári csapadék (június–augusztus)	10–40 mm	0–15 mm
Csapadékos napok száma	70–90 nap/év	40–60 nap/év
Átlagos SPEI aszályindex	–0,4 – –0,7	–0,8 – –1,3
Vízstressz-index (2023)	0,47 (közepes–magas)	0,69 (nagyon magas)

6.3. Rezisztencia és a morfológia viszonya

Ahogy az eredmények részben közöltük az alternária törzsekre rezisztens fajtáknál kisebb alsó epidermisz és vastagabb szivacsos parenchima volt tapasztalható. Ezek közül az előbbi a fontos számunkra. De mit is jelenthet ez a gyakorlatban? A vékonyabb alsó epidermisz kisebb sejtméretet és sejt közötti járatokat, valamint kisebb sztómákat vonhat maga után. Erre konkrét mérési eredményünk ugyan nincsen, de logikusan ez következik az adatokból. Az alternária esetében ez azért fontos, mert ez egy endophyta gombafaj, mely a növényi szöveteken belül fertőz, amihez nedves körülmény is szükséges. Maga a fertőzés akkor következik be, mikor a konídiumok által létrehozott csíratömlők áthatolnak a gázcserenyílásokon, vagy kutikulán. Ehhez persze termelhetnek különféle toxinokat vagy enzimeket (lipáz, kutináz), melyek a fertőzést elősegítik (Fernandes et al., 2023). Ebből kifolyólag, ha az epidermisz morfológiai felépítése eleve megnehezíti a fertőzés végbemenetelét, az már egy jó kiindulás a rezisztencia felé, ugyanis a kisebb sejtközötti járatokon és sztómákon keresztül nehezebben fertőzhet a gomba.

Viszont ahhoz, hogy ténylegesen rezisztenciáról beszélhessünk, molekuláris és morfológiai védekezés is szükséges. Utóbbinál több, egymást kiegészítő tulajdonság is kell.

Az esetünkben tapasztalt kisebb epidermisz méretet és az ebből levont következtetéseket összehasonlítottuk egy korábbi kutatással.

Zhan és munkatársai az *Alternaria alternata*-ra rezisztens és fogékony krizantém fajtákat vizsgáltak. A levelek alsó epidermiszének az analízise során arra jutottak, hogy nagyobb trichóma sűrűség, vastagabb kutikula és kisebb gázcserenyílások jellemezték a rezisztens fajtákat (Zahn et al., 2023). Mivel tényleges adatunk nincsen ezekre a paraméterekre a görögdiinnyék esetében, viszont a kisebb alsó epidermiszből lehet következtetni a kisebb sztóma méretre, így fennállhat, hogy ezért rezisztensek a görögdiinnye fajták, viszont ennek bebizonyításához további kísérletre lenne szükség.

TREVISÁN TAMÁS

7. Összefoglalás

Ebben a kutatásban közel 80 fajta görögdinnye fajtából készült levélkeresztmetszet vizsgálat történt. A szükséges minták a Szent István Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Zöldségtermesztés Ágazat egyik fóliasátrában található görögdinnye hajtásból származnak. A begyűjtött levéldarabokból levélkeresztmetszeteket készítettünk, paraffinos beágyazást követően (fixálás, beágyazás, metszés, festés, tárgylemezek lezárása). Majd ezt követően mikroszkópos fényképeket készítettünk a levélkeresztmetszetekről a további mérések érdekében.

A mérések során minden egyes szövetelem nagyságát lemértük. Így született egy nagy adatsorunk, amiben megkaptuk a fajtáknak a levélkeresztmetszet nagyságát, az alsó és felső epidermisz vastagságát, a szivacsos és oszlopos parenchima vastagságát, valamint az epidermisz sejtfalvastagságát is.

A statisztikai elemzések előtt hisztogramon ábrázoltuk a nyers adatokat, ami nem mutatott normál eloszlást, viszont az adatok logtranszformált verziója már igen, így a további statisztikai tesztek a logtranszformált adatokkal csináltuk.

A további statisztikai vizsgálatok érdekében először csoportosítottuk a fajtákat származás szerint, ebből egy török és egy spanyol csoportot kaptunk, mivel ezekből a fajtákból volt a legtöbb (19 spanyol, 25 török). Ezt követően először az adatok normalitását néztük meg egy Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt segítségével, majd ANOVA teszttel a csoportok közti különbséget vizsgáltuk. Az eltéréseket pedig egy boxplot ábrával szemléltettük.

Ugyanez a séma alapján történt a fajták többféle alternátia törzsre (*Alternaria alternata*, *Alternaria abundans*, *Alternaria alboescens*) való rezisztencia alapján való csoportosítása és statisztikai elemzésük. Ebben a csoportosításban 13 rezisztens és 43 fogékony fajtát tudunk megkülönböztetni.

A származás szerinti összehasonlításból azt az eredményt kaptuk, hogy a török fajtáknál vastagabb volt az oszlopos, és a szivacsos alapszövet, valamint a felső epidermisz is. Ezek a tulajdonságok alapvetően egy jobb hőstresszel és aszályal szembeni ellenállást jelent, viszont esetünkben ez nem függ össze a származási területek éghajlati viszonyaival, ugyanis a Spanyolországban szélsőségesebb időjárás uralkodik az említett tényezők tekintetében, mint Törökországban.

A rezisztens és fogékony fajták között is találtunk morfológiai különbséget. A rezisztenseknél vastagabb szivacsos parenchima és vékonyabb alsó epidermiszt mértünk. Utóbbi számít fontosnak, mivel ez a tulajdonság kisebb sejtméretet, kisebb sejtközötti járatokat és kisebb sztómákat sejtet, bár ezekre konkrét adatunk nincs, de logikusan ez következne belőle. Viszont ez egy jó kiindulási alap, hogy valóban összefügg-e a rezisztenciával, ugyanakkor erre további kísérlet lenne szükséges.

Továbbá a minták festése során is sikerült egy megfigyelést tennünk, mégpedig, hogy az eredetileg használni kívánt protokollban szereplő festési idő (30 másodperc) és a toluidinkék oldat (0,01%) koncentrációja nem bizonyult elégnek, mert alulfestett mintákat kaptunk. A megfelelő időtartam 4 perc volt és 0,1%-os oldat.

8. Irodalomjegyzék

1. Alzohairy, S. A., Hammerschmidt, R., & Hausbeck, M. K. (2020). Changes in winter squash fruit exocarp structure associated with age-related resistance to *Phytophthora capsici*. *Phytopathology*, 110(2), 447–455.
2. Andersen, E. J., Ali, S., Byamukama, E., Yen, Y., & Nepal, M. P. (2018). Disease resistance mechanisms in plants. *Genes*, 9(7), 339.
<https://doi.org/10.3390/genes9070339>
3. Ando, K., Hammar, S., & Grumet, R. (2009). Age-related resistance of diverse cucurbit fruit to infection by *Phytophthora capsici*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134(2), 176–182.
4. Alturkistani, H. A., Tashkandi, F. M., & Mohammedsaleh, Z. M. (2015). Histological stains: a literature review and case study. *Global Journal of Health Science*, 8(3), 72.
<https://doi.org/10.5539/gjhs.v8n3p72>
5. Balázs, S. (Szerk.). (1994). Zöldségtermesztők kézikönyve (305–308. o.). Mezőgazda Kiadó.
6. Boege, K., & Marquis, R. J. (2005). Facing herbivory as you grow up: the ontogeny of resistance in plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(8), 441–448.
7. Bond, J., Donaldson, L., Hill, S., & Hitchcock, K. (2008). Safranin fluorescent staining of wood cell walls. *Biotechnic & Histochemistry*, 83(3-4), 161–171.
8. Calonnet, A., Jolivet, J., Vivin, P., & Schnee, S. (2018). Pathogenicity traits correlate with the susceptible *Vitis vinifera* leaf physiology transition in the biotroph fungus *Erysiphe necator*: an adaptation to plant ontogenic resistance. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1808. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01808>
9. Chattopadhyay, S., Ali, K. A., Doss, S. G., Das, N. K., Aggarwal, R. K., Bandopadhyay, T. K., & Bajpai, A. K. (2011). Association of leaf micro-morphological characters with powdery mildew resistance in field-grown mulberry (*Morus* spp.) germplasm. *AoB Plants*, 2011, plr002. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plr002>
10. da Silva, N. R., Florindo, J. B., Gómez, M. C., Rossatto, D. R., Kolb, R. M., & Bruno, O. M. (2015). Plant identification based on leaf midrib cross-section images using fractal descriptors. *PloS One*, 10(6), e0130014.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130014>

11. Damicone, J., & Brandenberger, L. (2020). Watermelon diseases. Oklahoma State University Extension.
12. Eyles, A., Bonello, P., Ganley, R., & Mohammed, C. (2010). Induced resistance to pests and pathogens in trees. *New Phytologist*, 185(4), 893-908.
13. Fang, Y., & Xiong, L. (2015). General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72(4), 673–689. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1768-1>
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). FAOSTAT: Crops and livestock products [Adatakészet]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
15. Fernandes, C., Casadevall, A., & Gonçalves, T. (2023). Mechanisms of *Alternaria* pathogenesis in animals and plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 47(6), fuad061. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuad061>
16. Ge, X., Hetzer, B., Tisch, C., Kortekamp, A., & Nick, P. (2023). Surface wax in the ancestral grapevine *Vitis sylvestris* correlate with partial resistance to Powdery Mildew. *BMC Plant Biology*, 23(1), 304. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04297-8>
17. Ghai, N., Kaur, S., Chahal, G. K., & Gill, R. (2025). Downy mildew induced physiological, biochemical and anatomical changes in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Indian Phytopathology*, 78(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s42360-024-00681-3>
18. Hameed, M., Ashraf, M., Ahmad, M. S. A., & Naz, N. (2010). Structural and functional adaptations in plants for salinity tolerance. In M. R. Khan & I. A. Khan (Eds.), *Plant adaptation and phytoremediation* (pp. 151–170). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9121-3_8
19. Hwang, A., Oh, H., Subramanian, P., Na, Y. W., Cho, S., Kim, S. H., ... & Hahn, B. S. (2024). Evaluation of morphological traits and resistance to anthracnose in watermelon germplasm. *Korean Journal of Plant Resources*, 37(6), 607–616.
20. Kempel, A., Schädler, M., Chrobok, T., Fischer, M., & van Kleunen, M. (2011). Tradeoffs associated with constitutive and induced plant resistance against herbivory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(14), 5685–5689. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018501108>

21. Kovács, A. I. (2024). A görögdinnye fajtaválasztékának és fajtaválasztásának alakulása Magyarországon [Doktori értekezés, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem].
22. Központi Statisztikai Hivatal (KSH). (2017). Dinnyetermesztés Magyarországon [Infografika]. <https://www.ksh.hu/infografika/2018/dinnyetermesztes.pdf>
23. Központi Statisztikai Hivatal (KSH). (2023). A fontosabb zöldségfélék termesztése és felhasználása [Adatkészlet]. https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0024.html
24. Lahlali, R., Laasli, S. E., & Ait Barka, E. (2025). Plant responses to biotic and abiotic stresses: From cellular to morphological changes—Series II. *Agronomy*, 15(1), 229. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010229>
25. Ledóné Dr. Darázi Hajnalka. (2021). Nemesítés és fajtahasználat: Zöldségfajták nemesítése, Görögdinnye és sárgadinnye (EFOP-3.4.3-16-2016-00014). Szegedi Tudományegyetem. https://eta.bibl.u-szeged.hu/5052/13/EFOP343_AP6MGK_olvas%C3%B3lecke_Led%C3%B3n%C3%A9_13_20210217.pdf
26. Ma, G., Bao, S., Zhao, J., Sui, Y., & Wu, X. (2021). Morphological and molecular characterization of *Alternaria* species causing leaf blight on watermelon in China. *Plant Disease*, 105(1), 60–70. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-20-0717-RE>
27. Mitra, P. P., & Loqué, D. (2014). Histochemical staining of *Arabidopsis thaliana* secondary cell wall elements. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, (87), 51381. <https://doi.org/10.3791/51381>
28. Mohammed, F., Arishiya, T. F., & Mohamed, S. (2012). Microtomes and microtome knives. *Annals of Dentistry University of Malaya*, 19(2), 43–50.
29. Niks, R. E., & Rubiales, D. (2002). Potentially durable resistance mechanisms in plants to specialised fungal pathogens. *Euphytica*, 124(2), 201–216.
30. Oduntan, Y. A., Stubbs, C. J., & Robertson, D. J. (2022). High throughput phenotyping of cross-sectional morphology to assess stalk lodging resistance. *Plant Methods*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13007-021-00832-8>
31. Olalekan, K. K., Rafii, M. Y., Salleh, A. M., Mohamed, M. T., Ahmad, K., Misran, A., ... & Usman, M. (2019). Analysis of recurrent parent genome recovery in marker-assisted backcross breeding programme in Watermelon. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 8, 945-955.

32. Pace, M. R. (2019). Optimal preparation of tissue sections for light-microscopic analysis of phloem anatomy. In L. L. Roberts (Ed.), *Phloem: Methods and protocols* (pp. 3–16). Springer New York.
33. Paredes-machado, C., Bogaj, V., BALÁZS, G., & PAPP, D. (2025). *Alternaria* and *Curvularia* leaf spot pathogens show high aggressivity on watermelon, and are emerging pathogens in cucurbit production. *Phytopathologia Mediterranea*, 64(1), 41–55. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-30580
34. Retamales, H. A., & Scharaschkin, T. (2014). A staining protocol for identifying secondary compounds in Myrtaceae. *Applications in Plant Sciences*, 2(10), 1400063. <https://doi.org/10.3732/apps.1400063>
35. Syngenta. (2025). *Görögdinnye fajtakatalógus 2025–26*. Syngenta Vegetables.
36. Szamosi, C. (2010). *Tradicionalis sárga-és görögdinnyék különleges értékei = Special merits of traditional melons and watermelons* [Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem].
37. Wang, Y., Zhang, X., Xu, J., Sun, X., Zhao, X., Li, H., & Su, Y. (2022). The development of microscopic imaging technology and its application in micro-and nanotechnology. *Frontiers in Chemistry*, 10, 931169. <https://doi.org/10.3389/fchem.2022.931169>
38. World Bank. (2024). *Climate Change Knowledge Portal: Turkey & Spain*. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>
39. Xue, D., Wu, W., & Kong, D. (2025). Strategies utilized by plants to defend against *Ralstonia solanacearum*. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1510177. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1510177>
40. Yavas, I., Jamal, M. A., Ul Din, K., Ali, S., Hussain, S., & Farooq, M. (2024). Drought-Induced Changes in Leaf Morphology and Anatomy: Overview, Implications and Perspectives. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(2). <https://doi.org/10.15244/pjoes/175658>
41. Yeung, E. C. (1998). A beginner's guide to the study of plant structure. *Tested Studies for Laboratory Teaching*, 19, 125–141.
42. Zhan, Q., Li, W., Liu, Y., Zhao, S., Chen, S., Fang, W., ... & Guan, Z. (2023). Genetic resources resistant to black spot (*Alternaria alternata*) identified from *Chrysanthemum*-related genera and potential underlying mechanisms. *Ornamental Plant Research*, 4(1). <https://doi.org/10.48130/opr.2024.0016>

43. Zhou, J., Hu, H., Li, X., Zhou, R., & Zhang, H. (2010). Identification of a resource of powdery mildew resistance in *Cucurbita moschata*. *Acta Horticulturae*, 871(871), 141–146. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.871.16>

TREVISÁN TAMÁS

9. Ábrák és táblázatok jegyzéke

9.1. Ábrák

1. ábra, Görögdinnye termőfelületének változása az elmúlt években Magyarországon	6
2. ábra, Görögdinnye termésmennyiségének változása az elmúlt években Magyarországon	6
3. ábra, Görögdinnye termés hozamának változása az elmúlt években Magyarországon	7
4. ábra, 2023-as év görögdinnye természetfelülete országokra lebontva	8
5. ábra, 2023-as év görögdinnye termésmennyisége országokra lebontva	9
6. ábra, forgótárcsás mintaelőkészítő gép	19
7. ábra, beágyazógép	20
8. ábra, kézi vezérlésű mikrotóm	21
9. ábra, festési eszközök	22
10. ábra, Axio Imager A2 mikroszkóp	23
11. ábra, 0,01%-os toluidinkéssel oldattal való festés	25
12. ábra, 0,2%-os toluidinkéssel oldattal való festés	26
13. ábra, 0,1%-os toluidinkéssel oldattal való festés	26
14. ábra, nyers adatok hisztogram ábrája	30
15. ábra, a logtranszformált adatok hisztogram ábrája	31
16. ábra, török és spanyol minták boxplot ábrája	34
17. ábra, rezisztens (piros box) és fogékony (kék box) minták boxplot ábrája	37

9.2. Táblázatok

1. táblázat, 2017-es görögdinnye termésmennyiség természetközvetekre lebontva	7
2. táblázat, Syngenta 2025-ös mag szegény görögdinnye kínálata	10
3. táblázat, Syngenta 2025-ös magvas görögdinnye kínálata	10
4. táblázat, a minták beágyazás előkészítéséhez szükséges protokoll	20
5. táblázat, a minták festéséhez használt protokoll	22
6. táblázat, mérési eredmények (μm -ben)	27
7. táblázat, spanyol és török minták Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt eredménye	32
8. táblázat, spanyol és török minták ANOVA teszt eredménye	33
9. táblázat, rezisztens és fogékony minták Kolmogorov–Smirnov (K–S) teszt eredménye	35
10. táblázat, rezisztens és fogékony minták ANOVA teszt eredménye	36
11. táblázat, Törökország és Spanyolország éghajlati összehasonlítása	40

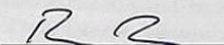
NYILATKOZAT

TREVISÁN TAMÁS (név) (hallgató Neptun azonosítója: F01415)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2025. év 11. hó 03. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat / diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: TREVISÁN TAMÁS
A Hallgató Neptun kódja: F01415
A dolgozat címe: GÖRÖGDINNYE FAGYÁK LEVÉLKERESZTMETSZETEINEK VIZSGÁLATA
A megjelenés éve: 2025.
A konzulens intézetének neve: KERTÉSZETTUDOMÁNYI INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: GYÜMÖLÖSTERMESZÉSI TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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 mindenkor szellemtulajdon-kezelési 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: 2025 év 11 hó 03 nap

Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	TREVISAN TAMÁS
Neptun-kódja:	F01415
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*:	SZAKDOLGOLAT KÉSZÍTÉS
A munka címe:	GREGORINUS FÁBIUS LEVÉLKERESZTÉSEINEK VIZSGÁLATA

* 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)
FORDÍTÁS, HIVATKOZÁSOK SZÁMÁZÁSA, ÖTLETELÉS	CHAT GPT-5	HIVATKOZÁSOK

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.

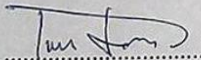
Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....
.....
.....
.....

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. 11. hó 03. nap


.....

Hallgató aláírása


.....

Konzulens/Témavezető aláírása