

SZAKDOLGOZAT

Pacza-Németh Julianna

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Kertészmérnök Szak

**A Hárslevelű szőlőfajta vizsgálata klorofill és víztartalom
alapján**

**Belső konzulens: Dr. Bodor-Pesti Péter
Társ témavezető: Dr. Taranyi Dóra Ágnes**

intézete/tanszéke: Szőlészeti és Borászati Intézet, Szőlészeti Tanszék

Készítette: Pacza-Németh Julianna

**Budapest
2025**

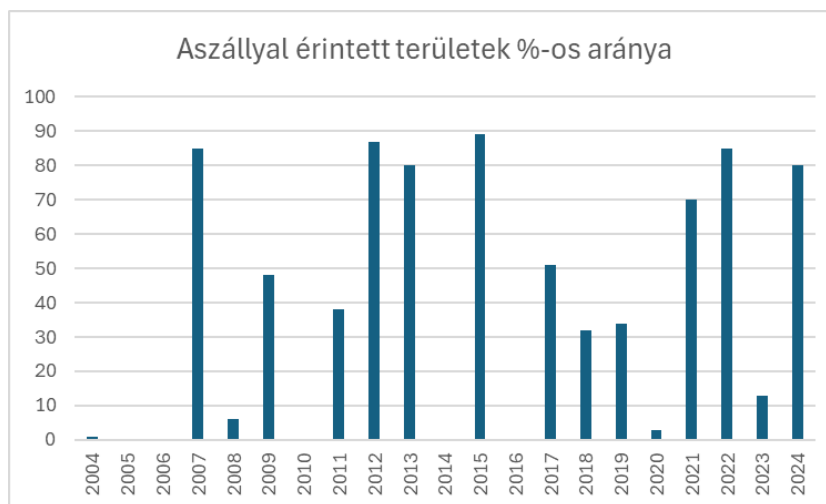
Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzések	2
2.	Szakirodalmi áttekintés	5
2.1.	A szőlő általános jellemzése	5
2.2.	A szőlő lombozata és élettani szerepe.....	5
2.3.	A klorofill szerepe a szőlőben.....	7
2.4.	A klorofill tartalom meghatározásának módszerei	8
2.5.	A szőlő vízigénye és vízháztartása.....	9
2.6.	A szárazságstressz szőlőre gyakorolt hatásai	11
2.7.	A vízállapot meghatározásának módszerei	11
2.8.	A szőlő öntözés módjai, precíziós technikái	12
2.9.	A precíziós szőlőtermesztés távérzékelési módszerei	14
3.	Alkalmazott módszerek	18
3.1.	Hárslevelű szőlőfajta ismertetése.....	18
3.2.	Vizsgálat helyszíne	19
3.3.	A kísérleti módszertan	21
4.	Eredmények és értékelések	23
4/1.	Vízpotenciál adatok	23
4/2.	Klorofill adatok.....	29
5.	Következtetések és javaslatok	36
6.	Összefoglalás.....	38
7.	Irodalomjegyzék.....	40
8.	Ábrajegyzék.....	43
9.	Táblázat jegyzék	43
10.	Mellékletek	46
11.	Hallgatói nyilatkozat	48
12.	Konzulensi nyilatkozat	50

1. Bevezetés és célkitűzések

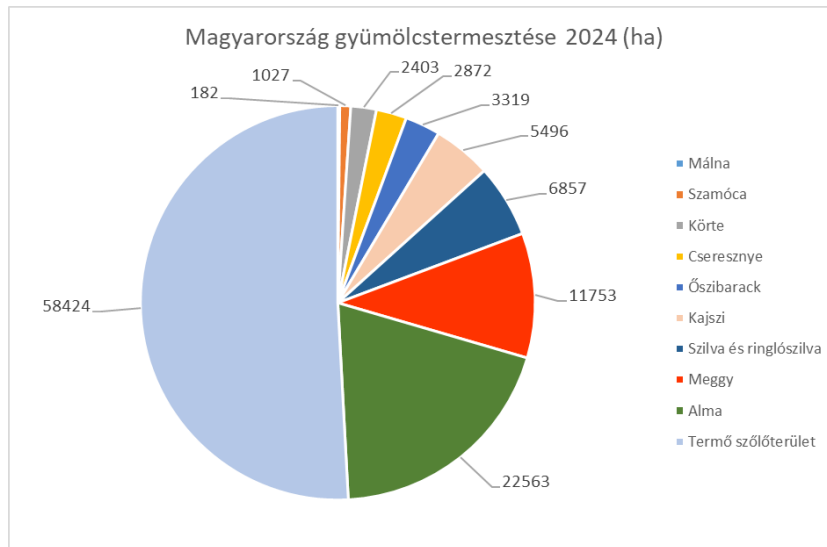
A szőlő az emberiség egyik legrégebbi kultúrnövénye, történelmünk során számtalan formában és számos helyen jelent meg tárgyi, írásos vagy mitikus formában. Ültetvények alakultak, borvidékek jöttek létre, így a szőlő már nem csak táplálékforrás, hanem komoly gazdasági értéké alakult át. Az idők során a termesztők mindig szembesültek kisebb-nagyobb kihívásokkal, melyek közül a legkomolyabb a filoxéravész volt. Az évszázadunkban az erőteljesen változó klíma és az ehhez való alkalmazkodás jelenti az egyik legnagyobb próbatételt. (Sziebig 2022) Az éghajlatváltozás egyik legnyilvánvalóbb következménye a szélsőséges időjárás, erős esőzések, trópusi ciklonok és azt követő aszályok, hóhullámok, melyek gyakorisága és intenzitása növekszik, a rendelkezésre álló vízkészletek pedig csökkennek. (IPCC 2007) Mindez egyre nagyobb teher, mely megoldást kíván a fenntartható növénytermesztés számára. Magyarországon az aszályal sújtott területek aránya az elmúlt 21 évben 7 alkalommal volt nagyobb, mint 70%. Kiemelném a 2007 és 2022 éveket 85%, a 2012 évet 87% és a 2015-öt 89%. (1. ábra)

1. ábra KSH Stadat adattábla - 15.1.1.39. Aszályal érintett területek
(Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0039.html)



Magyarországon a szőlő betakarított termőterülete az elmúlt 20 évben majdnem a felére csökkent, 2004-ben még 98.000 ha 2024-ben már csak 58.000 ha de gyümölcsstermelés szempontjából máig a legnagyobb területen termesztett növényünk. (2. ábra) A gyümölcs 2024-es termés mennyisége összesen 380.000t volt, 6500kg/ha termésátlaggal, míg az elmúlt 10 év átlagtermése körülbelül 7000kg/ha körül alakult.

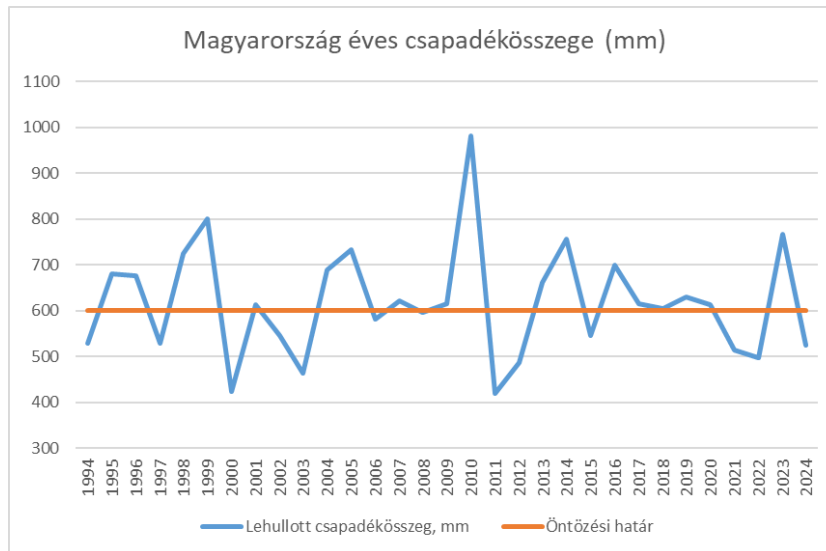
2. ábra Stadat 19.1.1.14. Fontosabb gyümölcsfélék és a szőlő betakarított területe [hektár]
 (Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0014.html)



A szőlő különösen érzékeny a csapadék eloszlására és mennyiségére, mely közvetlen hatással van a termés minőségére és mennyiségére. A vízhiány okozta vízstressz súlyos minőségromlást, illetve termés kiesést okozhat. Az öntözés elengedhetetlenné vált a száraz években, mert közvetlenül képes befolyásolni a minőségi paramétereket (Bényei és mtsai. 1999). Azonban nem szűkíthetjük az aszály megoldását, az öntözésre, fontos az ökológiai szemlélet, mely törekszik a természeti erőforrások felelős felhasználására, a környezeti terhelés csökkentésére a környezetvédelmi szempontokat szem előtt tartva (Gary és mtsai. 2017). A víz, mint az egyik legfontosabb természeti erőforrás, mértékletes és tudatos felhasználását, a precíziós gazdálkodás segíti elő. (Bellvert és mtsai. 2021)

Az elmúlt 31 év csapadékösszeg adatai közül az alábbi ábrán látszik, hogy ebből 13 évben a csapadékösszeg nem érte el a 600 mm-t. Ez a termesztett szőlő öntözés nélküli termesztési lehetőségének a határa. (3. ábra)

3. ábra 15.1.1.37. Magyarország és Budapest időjárásának adatai
(Forrás: Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0037.html)



A digitalizáció és a precíziós technika alkalmazása lehetővé teszi, az arra nyitott termeszőknek, hogy eddig nem látott részletességgel szemléljék ültetvényük állapotát és időben dönthessenek az esetleges beavatkozásokról. A modern technika számtalan formában van már jelen. A munkagépeken műholdas helymeghatározó rendszerek működnek, fedélzeti számítógépek segítik a mezőgazdasági munka különböző folyamatait. Figyelik vetéskor a kihagyásokat, felügyelik a műtrágyák, a növényvédőszeres kijuttatását. Az alkalmazások kiszámolják az adagolást zónák szerint és az ideális keverést is elvégezhetik. A drónok és műholdak figyelik a területek állapotát, a szenzoros időjárás érzékelők meghatározzák a légköri nyomást, páratartalmat, hőmérsékletet, megjósolják a várható esőt, az adatokat szoftveresen elemzik és el is mentik. Az ezekből gyűjtött adatokat további szoftveres elemzésekkel is felhasználhatjuk, a technika fejlődésével egyre több lehetőség akad az adatok kinyerésére, feldolgozására és kiértékelésére.

Ez a kísérlet része egy nagyobb kutatásnak, melynek célja, hogy RGB színindexek alapján, egy egyszerű okostelefonos applikációval a termelő képes legyen minél több adatot megtudni növényei állapotáról. Dolgozatomban azt vizsgálom, hogy a szőlőlevelek mérhető klorofilltartalma és vízpotenciálja indikálja-e a növény vízellátottságának állapotát csepegtető- és altalajöntözés, valamint öntözetlen körülmények között. Célom, hogy az öntözés szükségességét, egyszerű, gyors mérési módszerekkel lehessen meghatározni.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. A szőlő általános jellemzése

A *Vitis vinifera L.* élő kúszó növény, mely a *Vitaceae* család, mintegy tíz nemzetségéből, a *Vitis* nemzetségbe tartozik. Ma, mintegy 15.000 fajtája ismert, melynek körülbelül 5%-át termesztik említésre méltó területen. A *V. vinifera L.* azonban meghódította a kontinensek mérsékeltövi részét és mezőgazdaságilag kiemelkedő kultúrnövényvé vált. (Bényei és mtsai. 1999)

A növény kacsokkal kapaszkodó liánféle, szára ízekre tagolt, lombhullató. Gyökérzete karógyökér, szerepe a növény rögzítése, vízzel és ásványanyagokkal való ellátása. A nemesítés során generatív úton, magról is szaporítják, a gyakorlatban viszont vegetatív úton, oltványok és dugványok készítésével szaporítják. A szőlő szár része kapaszkodó lián, de művelésben egy mesterséges szőlőtőkét alakítanak ki belőle. A tőke kialakításának módja, a művelési rendszer kialakításának alapját képezi. A hajtásszár a tenyészidő végére elfásodik, lombhullás végére vesszőnek nevezzük. Különböző fajtára jellemző ízközöket, szint, kacsozottságot, szőrözöttséget mutat, morfológiai fejlődése során egyértelmű fajtabélyegeket láthatóak rajta. (Bényei és mtsai. 1999)

2.2. A szőlő lombozata és élettani szerepe

A szőlő hajtásrendszerén kialakult lombzat a legfontosabb asszimiláló felület, de a fotoszintézisben a zöldnövényi részek mindegyike részt vesz. A virágzati fürtök hozzájárulhatnak a fotoszintetizációhoz, elősegítik annak egyensúlyát, az ATP-szintézist és a PSII regenerálódását (Sawicki és mtsai. 2017). Ugyanakkor, a kacs és a zöldbogyók által termelt asszimiláták, nem elegendők azok érésének biztosításához. A lombfelület, a fő és hónaljajtások levelei egyaránt biztosítják a növény számára azokat az asszimilátákat, amelyek a termés növekedéséhez és éréséhez szükségesek.

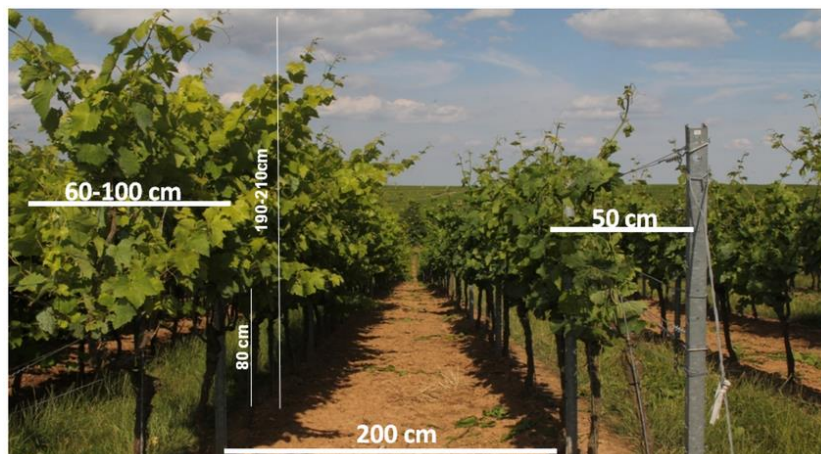
A fotoszintézis a rügyfakadás időszakában indul meg, mely egyben a vegetációs periódus kezdete is a szőlő életciklusában. A fotoszintézis maximumát a bogyó éréskor éri el, majd a vegetáció vége felé haladva, a fotoszintetikus aktivitás folyamatosan csökken. A levelek kibontakozáskor már megindul az asszimiláták képzése, majd 30-40 nap múlva eléri a levelek a maximális fotoszintetizáló teljesítőképességüket, legaktívabban jellemzően a hajtáscsúcstól számítva a hatodik levélemeleten. (Bényei és mtsai. 1999)

Az fotoszintézis termékeinek export és importja szempontjából a levelet fejlettségi mérete szerint osztályozhatjuk. A levélnagyság harmadánál a levél még csak fogyasztó, majd a fél és teljes fejlettségnél - lombozati helyzetétől függően – az önfogyasztáson túl már exportál is a növény további részeibe. Eleinte a lombzat alsó leveleiben intenzív a fotoszintézis, később ez áttevődik a középső és felső levelekre, vegetáció vége felé az alsó levelek fotoszintézise nagymértékben lecsökken. (Bényei és mtsai. 1999)

A lombzat kialakítása határozza meg a növény fényviszonyát, lombzatban kialakult hőmérsékletet, a sor mikroklímáját és a betegségekre való hajlamosságot. Egy tanulmányban kétféle művelési módnál - a VSP (vertical shoot positioning) és SMPH (Semi minimal pruned hedge) kordon - vizsgálták az ültetvény architektúráját és mikroklímáját. (4. ábra) Az SMPH esetében szignifikánsabb LAI (levélfelület-index) és lombkorona térfogatot mértek, fokozott levélnedvesség és magasabb relatív páratartalom volt megfigyelhető, a VSP műveléshez képest. Bár kedvezőbb volt mikroklíma és hőmérséklet a SMPH művelés esetében, ugyanakkor megfigyelhető volt, hogy a gombabetegségek nagyobb százalékban voltak jelen. Ebből következtethetünk arra, hogy a termesztéstechnológiai döntések meghatározó szerepet játszanak a növényvédelemben és a termés minőségében egyaránt. (Kraus és mtsai. 2018)

4. ábra Szőlőtőkék SMPH (bal) és VSP (jobb) kordonos művelésben

(Forrás: https://www.researchgate.net/figure/Left-A-grapevine-row-trained-as-a-semi-minimal-pruned-hedge-SMPH-system-Right-A_fig2_311650592)



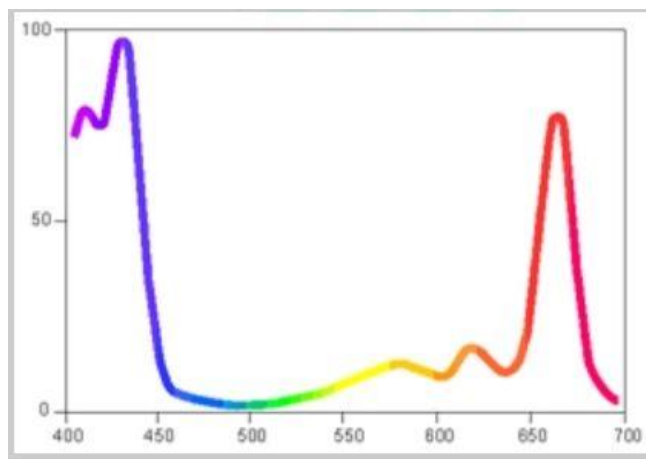
A szőlő vegetációs hőigénye +10 fokos középhőmérséklet, inntől számítjuk a vegetáció megindulását, és tart az őszi +10 fokos középhőmérsékletű napok végéig. A szőlő fajtája évi aktív hőösszeg igénye fajtától függ, a korai érésűek 690-850 °C, kései érésűek számára ennél lényegesen többet, 1350 °C alakul az igény. A szőlő fényigényes növény, a szórt fényt is hasznosítja, de kevés fényben ízkezei megnyúlnak a fürtképződése elszórtabb,

rosszul termékenyülnek virágai és a levelek is elhalhatnak. Napfény-energia kihasználása az aktív fény mennyiségének 1-5%-a. A 20-30 ezer lux fényerősség mellett a legerősebb az asszimilációja, magyar szőlőtermesztő vidékeken az évi összes napfény átlagosan 1800-2000 óra. (Bényei és mtsai. 1999)

2.3. A klorofill szerepe a szőlőben

A növény parenchima szöveteiben találhatóak a zöld színtestek a kloroplasztiszok. Ezek elektronoptikusak, azaz fény felvételére alkalmasak és bennük található a klorofill pigment. A beeső fényt a klorofill abszorbeálja melynek a kék és vörös tartományban erőteljes a színnyelése (5.ábra), ezért a növény színe zöld. (Demes 2018; „Klorofill molekula” 2025)

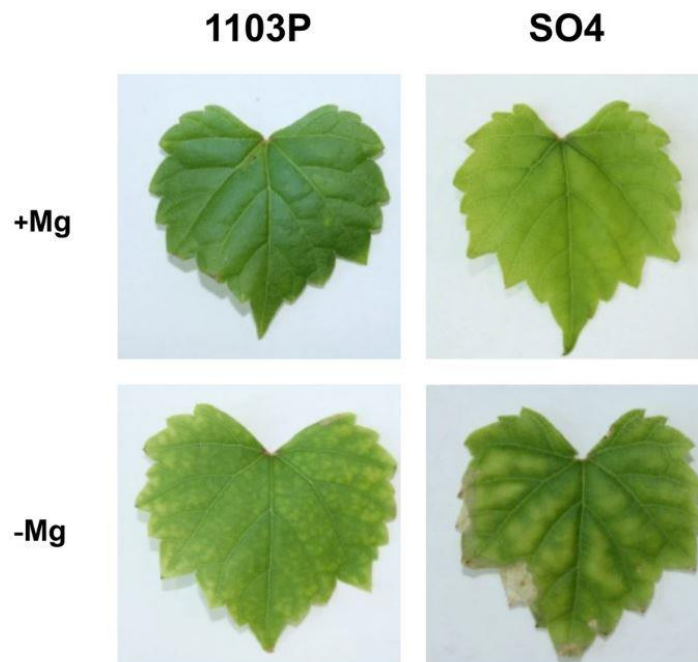
5. ábra A Klorofill molekula színnyelése.
(Forrás: <https://www.vilaglex.hu/Lexikon.htm#Evfor.>)



A Klorofill kémiai szerkezetében a magnéziumion (Mg^{2+}) központi szerepet tölt be: ez alkotja a porfirinmagot, amelyhez a gyűrűs szerkezete kapcsolódik. Ennek következtében a magnézium esszenciális makroelem, amely a klorofill-szintézis kulcsfontosságú komponense. Magnéziumhiány esetén a levelekben jellegzetes érközi sárgulás, barnulás és klorózis figyelhető meg, ami a klorofill-tartalom csökkenésére utal. (6. ábra) A Mg-hiány gátolja a klorofill-bioszintézist, ezáltal csökkenti a fotoszintézis hatékonyságát és rontja a növény víz- és tápanyaghasznosítását. Mivel a magnézium felvételéhez megfelelő talajnedvesség szükséges, a vízhiány nemcsak közvetlenül okoz stresszt a növény számára, hanem közvetve is korlátozza a klorofill-képződést és a fotoszintetikus aktivitást. A hosszantartó aszály szárazságstresszt okoz, ezzel gátolja a tápanyagfelvétel és az asszimiláció egyensúlyát. (Livigni és mtsai. 2019; Zsom 2020)

6. ábra Magnézium-hiány a leveleken

(Forrás: <https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-019-1726-x/figures/1>)



A fotoszintézisben azon zöld növényi részek vesznek részt, melyek klorofillt tartalmaznak. A szőlőlevelek klorofill tartama, friss tömegre nézve 0,1-0,5%. A vegetációs időszak, a rügyfakadással kezdődik, a klorofill tartalma a szőlőnek tenyészidőszak alatt folyamatosan nő, majd körülbelül júniusban tetőzik és a vegetáció vége felé tartva folyamatosan csökken. (Lőrincz és mtsai. 2015) A lombzat belső, árnyékban lévő levelei, az árnyékolás következtében elveszítik klorofill tartamukat, elsárgulnak, így a fotoszintézisben továbbiakban nem vesznek részt. Emellett a klorofill tartalom megváltozása jelzi a betegségeket, hiánytüneteket ezért erős jelzőértékkel bír a szőlőtőkék állapotának meghatározásakor. (Bényei és mtsai. 1999)

2.4. A klorofill tartalom meghatározásának módszerei

A növények klorofill tartalom méréséhez használt módszereket alapvetően két csoportra oszthatjuk, roncsolás mentes és roncsolásos módszerekre. A roncsolásos módszerek (destruktív), laboratóriumi körülmények között zajlik és a mintánkat aprítani kell vagy valamely oldószerrel extraktálni, úgy lehet kivonni a pigmenteket a sejtekből. Majd spektrofotometriai egyenletekkel kiszámítani. (Székely 1971)

A roncsolás mentes (nem destruktív) módszerek lényege, hogy a levelet vagy valamely mintát nem károsítják, a gyors, kézi mérőműszerek pedig *in situ*, azaz helyszíni információt adnak, laboratóriumi körülmények nélkülözésével. Működési elvük, hogy a

leveleken áthaladó fény elnyelését vagy visszaverődését mérik, illetve azok arányát, általában az vörös-infravörös tartományban. Ezen adatokból különböző elemzésre szánt indexeket állíthatnak elő.

SPAD (Soil Plant Analysis Development) műszerek: legelterjedtebb terepi módszer, kézi klorofillmérést tesz lehetővé. A klorofill mérő a levélen áthaladó vörös (650nm) és infravörös (940 nm) fényintenzitás arányából számolja a relatív klorofill tartalmat.

SPAD index képlete: $SPAD \approx \log_{10} (T_{940} / T_{650}) = A_{650} - A_{940}$ (T= fény transzmisszió adott hullámhosszon, A=abszorció értéke) Az index mértéke lineáris függésben van a klorofill koncentrációjával. (Kovács 2023)

CCM (Chlorophyll Content Meter) más a kimenete, mint a SPAD típusú műszereknek, relatív értéket mérnek, de más algoritmus alapján számol. Indexe CCI (Chlorophyll Content Index). Tartománya szélesebb és opcionális adatgyűjtést, számítógépes kiértékeléssel is használhatjuk.

A SPAD és a CCM műszerek tehát relatív optikai indexet adnak, a különböző fajták között kalibráció szükséges. Az eredményeik nem lineárisak, amelynek oka a klorofil nem egyenletes eloszlása. A növény állapotfelmérésére és a stresszhatás becslésére lehet felhasználni a méréseket. (Perry és Blonquist 2014)

A kísérletben használt Apogee MC-100 típusú készülék nem csak relatív indexet használ, hanem abszolút klorofill-koncentrációt mér, amivel lineárisabb értékelést tesz lehetővé.

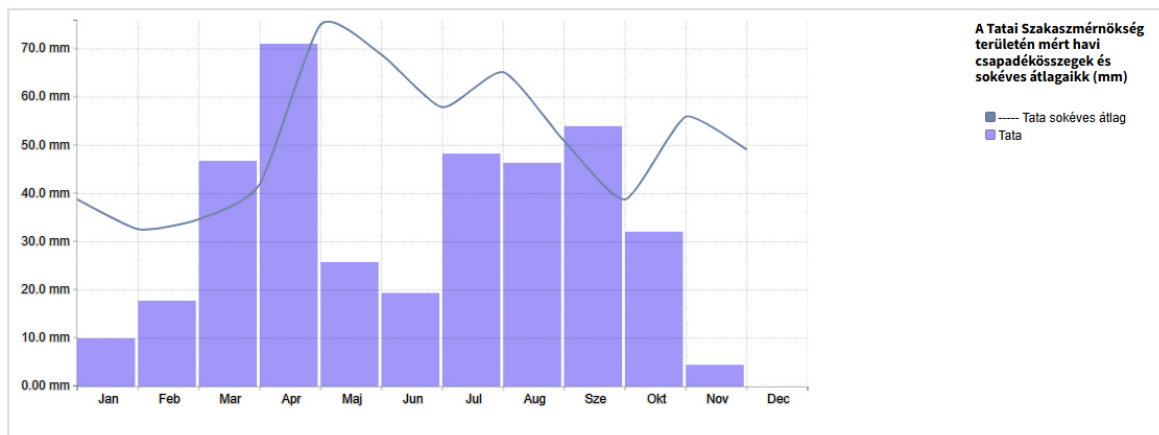
A klorofill tartalomra más típusú mérésekből is lehet következtetni. A klorofill molekulák visszafelé is sugároznak fényt, mely a fluoreszcencia, intenzitása összefügg a fotoszintézissel és a klorofill koncentrációval. Egyéb vegetációs indexek is lehet következtetni a pigment értékekre, például az NDVI jó korrelációt mutat a levél klorofilltartamával, de ide sorolható még több index is, például a MCARI (Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index), MTCI (MERRIS Terrestrial Chlorophyll Index).(rcombeau 2021)

2.5. A szőlő vízigénye és vízháztartása

A szőlő víz igénye 500-600 mm, ahol ezt eléri az évi csapadékmennyiség, ott lehet sikerrel szőlőt termesztani (Bényei és mtsai. 1999). Azonban a klímaváltozással, ez a nagykönyv szerinti javasolt mennyiség lényegesen alul marad, így egyre inkább a biztos termeléshez, az öntözés kiépítése szükséges. Szépen szemlélteti a 7. ábra az éves csapadék helyi (Tata)

alakulását. A 2025 évben a sokéves átlaghoz képest alacsony volt a csapadék mennyisége a legtöbb hónapban, kivéve a március-április és szeptemberi hónapokat. Tehát az év nagyobb részében a szükségesnél jóval kevesebb csapadék érkezett, és az is rendkívül egyenlőtlenül. Bár a csapadék nagyrésze vegetációs időszakban kevésbé mutat negatív átlagot, a május-júniusi időszakban nagyon kevés esett, mely a virágzás és termés kötődés szempontjából nem előnyös. A vegetációs időszakon kívüli hónapokban alig volt csapadék, így a talaj vízkészlete nem tudott feltöltődni. Márciusban a könnyezés kezdetén a szőlő a tartalék tápanyagait használja fel, így fontos, kondíciója megőrzésének és a későbbi hozam szempontjából az egyenletes vízellátás.

7. ábra 2025 évi Tata területén mért havi csapadékösszegek és sokéves átlagai
(Forrás: <http://www.teledan.eu/hu/hidrometeorologiai-es-jegadatok/hidrometeorologia-csapadekdiagramok>)



Egyes szakirodalmak szerint a szőlő közepes vízigényű növény és egy 7-8 éves szőlőtőke már önellátó, mert mélyreható vízkereső gyökerei akár 10 m mélységig is elérnek. (Rakonczás 2014). Ez a szemlélet azon a gyakran megfigyelhető tapasztalaton alapul, például elhagyatott szőlőültetvényeken, hogy a szőlő gyökérrendszere rendkívül fejlett és képes a talaj mélyebb rétegeiből is vízhez jutni, így természetes körülmények között is rendkívül szívós növényként fennmarad, azonban a fennmaradás és a hatékony hozam két teljesen különböző dolog.

Egy modern fiziológiai kutatás (Escalona és mtsai. 2003) rámutat, hogy a hosszú életű ültetvények (akár 20 éves tőkék) is jelentős vízhiányt szenvedhetnek el aszályos években. A tanulmány szerint a vízellátottság csökkenése erősen mérsékli a levelek fotoszintézisét és transzspirációját, a sztóma vezető képessége korlátozódik, ami a termés mennyiségét és minőségét negatívan befolyásolja. A kutatás azt is megállapította, hogy a vízhiány a lombzat különböző zónáit eltérően érinti: a felső levelek fotoszintetikus aktivitása hamarabb csökken, míg az alsó zónákban a transzspiráció alacsonyabb szinten stabilizálódik.

Ez azt jelzi, hogy még a mély gyökérrel rendelkező tőkék esetében sem biztosított az egyenletes vízellátás. Mindezek alapján megállapítható, hogy a hagyományos szárazművelési szemlélet ma már nem minden esetben tartható, különösen a változó éghajlati körülmények között, amikor az egyenlőtlen csapadékeloszlás és az aszályos időszakok gyakorisága nő.

2.6. A szárazságstressz szőlőre gyakorolt hatásai

A szárazságstressz az egyik legjelentősebb abiotikus tényező, a növények komplex válasza a vízhiányra. Jellemző vízhiány esetén létrejövő, biokémiai vagy élettani folyamatok: vízpotenciál csökkenés, sztómák záródása, fotoszintetikus aktivitás csökkenése. A vízhiány következtében a növény mérsékeli a gázcsere nyílások nyitottsági állapotát, mely a turgornyomás csökkenését váltja ki, valamint visszaesik a szén-asszimilációja, mindezek közvetlenül befolyásolják a bor minőségét és a termés hozamot. A stressz hatására csökken a levélfelület, nő a levélhőmérséklet és felborul a növény vízháztartásának egyensúlya, oxidatív folyamatok beindulhatnak. A talaj kiszáradása indukálja a gyökerekben az abszcizinsav (ABS) termelését, mely befolyásolja a növény védekezési mechanizmusát, hatására csökken a transzspiráció, vastagabb viaszréteg; dúsabb levélszőrzet képződik, és fokozott gyökérnövekedést eredményez.

A vízhiány hosszútávon a vegetatív növekedés gátlását okozza: rövid hajtások, kisebb levelek, alacsonyabb bogyótömeg és kisebb fürtök jellemzik a tőkét. A termés beltartalmi értékei is változnak, cukor, fenolos anyagok, sav paraméterei kedvezőtlené is válhatnak a bor minőségére. (Zsigrai 2020)

2.7. A vízállapot meghatározásának módszerei

A növények vízállapot meghatározásához két csoportba sorolhatjuk a lehetőségeinket: direkt (közvetlenül a növényi szövet víztartama) és indirekt (közvetett hatásokból következtetünk) módszerek.

A direkt módszerek közül az egyik gyakran alkalmazott mérőszáma a RWC (Relative Water Content), ez a növényi szövetek hidratációs állapotát vizsgálja. A 3 mintát hasonlít össze, a friss tömeget, száraz tömeget és a telített tömeget. Képlete: $RWC (\%) = \frac{TW - DW}{FW - DW} \times 100$. A százalékos eredmény a turgorállapotra mutat, viszonylag gyors laboratóriumi módszer. Kiszűrhetőek ezzel a módszerrel olyan genotípusok, melyek fokozott vízhiányos állapotban is képesek magas RWC értéket fenntartani. (Mullan és Pietragalla 2012)

Vízpotenciál mérése, a víz energiájának jellemzője, kifejezi a sejtek vízleadási hajlamát. A méréshez használható az ún. nyomáskamra (Scholander pressure chamber), amellyel a hajtás közvetlenül vizsgálva mérhetjük a növény vízpotenciál értékét. A megkapott eredmény a növény vízellátottságáról és a szárazságstressz mértékéről ad információt. A vizsgálat F. Scholander klasszikus kutatásán alapul, ami bemutatja a Scholander-kamra elvét, céljuk az volt, hogy létrehozzanak egy terepi módszert, mely meghatározza a xilémnedv feszültségét, amely közvetlenül jelzi a vízstresszt és jellemezhetővé teszi különböző növények stratégiáját a stresszhatás ellen (Scholander és mtsai. 1965). A kamrák működhetnek inert gázzal (pl: nitrogén) vagy a levegő sűrítésével, pumpás-módszerrel. Más típusú hasonló elven működő mérőműszerek is vannak, például a ZIM (Zimmermann Irrigation Monitoring) szonda, mely roncsolás mentesen és folyamatosan képes mérni a megfigyelt növényben a turgorváltozást. Képes még monitorozni a hőmérsékletet, relatív páratartamot, talajnedvességet, napsugárzást és a talaj hőmérsékletét, egy jeladóhoz kapcsolt eszköz segítségével. (Takács és mtsai. 2021)

Porométerrel meghatározható a növények sztómakonduktanciája, mely a sztómák vízgőzáteresztő képességét fejezi, ami arányos a nyitottságukkal. Az adott növényre jellemző értéket, több mérés átlagából határozzák meg. (Takács és mtsai. 2021)

A vízállapotra következtethetünk, indirekt módszerekkel, mint az infravörös termometria vagy a termográfia, mely technológiák infrakamera, vagy telepített szenzorok segítségével, hőképet alakít ki, melynek színkódolásából következtethetünk a növények vízállapotára. A Crop Water Stress Index (CWSI) egy könnyen alkalmazható index, amit kvantitatív módon alkalmazhatunk a növényi vízstressz mérésére. Normalizált index, értéke 0-1 között van ($CWSI = 1 - E/E_p$, ahol E-tényleges párologtatás, E_p - potenciális párologtatás). Alapelve az hogy aktív transzspirációkor a levélhőmérséklet alacsonyabb, mint a környezeti hőmérséklet, szárazságstressz esetén a sztómák záródnak, így a transzspiráció csökken, így a levélhőmérséklet emelkedik. (Jackson és mtsai. 1981)

2.8. A szőlő öntözés módjai, precíziós technikái

Az öntözés célja a megfelelő hozam elérése, ehhez a szőlőnek 10 tonna terméshez 3000m^3 vízre van szüksége, ami tenyészidőszakban 300mm csapadékot jelent. Többféle öntözési módot használnak, a szőlő öntözése főképp a szárazabb éghajlatú területeken terjedt el, például Kalifornia vagy Izrael, ahol a szőlőtermesztés elképzelhetetlen kiépített öntöző

rendszer nélkül. (Lőrincz és mtsai. 2015) A típusai lehetnek felületi-, mikro- vagy altalajöntözés.

Az esőztető öntözés, egy felületi öntözés, mely a növény egész lombfelületét öntözi. Előnye, hogy lassan érkező víz, nem károsítja a talajt, kedvez a gép munkáknak, illetve a fagyvédelmi munkáknál segítség. Hátrányai, hogy nem víztakarékos, elég nagy teret ad a betegségek elterjedésének, a vízeloszlása sem egységes, magas a párologtatási veszteség.

Csepegtető öntözés, egy mikroöntözési forma közvetlenül a növény tövénél érvényesül, kicsi a vízvesztesége és az öntözővízzel együtt tápoldatozhatjuk a növényt. Lejtős területen is alkalmazható. Hátránya viszont, hogy csak tiszta vízzel lehet használni, mert a cső hamar eldugulhat, vízkövesedése is jellemző.

Az altalaj öntözésnél műanyagcsöveken keresztül mélyebb rétegekbe, közvetlenül a gyökérszintjébe juttatjuk a csapadékot. Hátránya megegyezik a csepegtető öntözésével, a rendszer könnyen eldugulhat és még észre venni is nehezebb a csepegtető öntözéssel szemben. (Terbe és mtsai. 2005)

A száraz éghajlatú területeken, a víz csak korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre, így kifejlesztettek egy módszert a RDI (Regular Deficit Irrigation), a szabályozott deficit öntözést. A víztakarékos öntözési stratégiák egyik legfontosabb formája, a lényege, hogy a vegetáció bizonyos fenológiai fázisaiban a növény teljes vízigényénél kevesebb öntözővíz kerül kijuttatásra, ezáltal enyhe vízstressz jön létre. A módszer célja nem a maximális termésmennyiség elérése, hanem a borminőség javítása a vegetatív növekedés visszafogásával és a generatív folyamatok erősítésével.

A mérsékelt vízhiány hatására csökken a hajtásnövekedés és a bogyó méret, ami nagyobb héjarányt eredményez, ezáltal a bor színintenzitása és fenolos összetétele javulhat. Kutatások szerint a vízstressz fokozza az antocianinszintézisért felelős gének expresszióját, ami a szőlő szín és aromaanyag-tartalmának növekedéséhez vezethet.

Mindemellett az RDI segíthet a vízkészlet racionális felhasználásában, ami különösen fontos a klímaváltozás okozta vízhiányos években. Ugyanakkor túlzott vagy tartós vízstressz negatív hatású lehet: gátolhatja az antocianinok képződését, rossz bogyószíneződést és alacsonyabb szénhidrát tartalmat eredményezhet a fás részekben. Ezért a módszer sikeres alkalmazásához precíz vízszabályozás és fenológiai ismeret szükséges. A gyakorlatban az RDI a szőlő fiziológiai válaszára épül, és jól illeszthető a precíz szőlőtermesztési

rendszerekhez. Összeségében a szabályozott deficit öntözés a fenntartható vízgazdálkodás és a minőségi bortermelés közötti egyensúlyt teremti meg. (Lőrincz és mtsai. 2015)

A vízkészletekre jellemző fokozott hiány világszerte megerősítette az öntözött növények „vízlábnomának” csökkentését. A következő tanulmány átfogó szakirodalmi áttekintést ad a különböző vizsgálatok deficit öntözésével kapcsolatban. (Chaves és mtsai. 2010) Részletesen elemezték a *Vitis vinifera L.* élettani és molekuláris válaszait különböző deficitöntözési stratégiák alkalmazása során. Az eredmények szerint a mérsékelt vízmegvonás elősegíti a növény vízhasznosítási hatékonyságának javulását anélkül, hogy a fotoszintézis teljesítménye jelentősen csökkenne. A szabályozott vízstressz hatására fokozódik a növényben az abszcizinsav (ABA) termelődése, amely a sztómazáródást és a vízvesztés csökkentését irányítja. A különböző fajták eltérő vízhasználati stratégiát mutatnak: az úgynevezett isohidrikus típusok szigorú vízpotenciál-szabályozással reagálnak, míg az anisohidrikus fajták rugalmasabban kezelik a vízhiányt, ezzel fenntartva a fotoszintézist. A kutatás kiemeli, hogy a mérsékelt vízstressz - különösen a bogyófejlődés szakaszában – kedvezően befolyásolja a szemek összetételét, mivel a szőlőszem bogyóhéj/szőlőhús arányát és elősegíti a fenolos anyagok és antocianinok felhalmozódását. Molekuláris szinten a vízhiány aktiválja az aromaanyag-szintézisért felelős géneket, ami magasabb szín intenzitást és komplexebb ízvilágot eredményez.

Összefoglalásként elmondható, hogy a víztakarékos öntözés csak precíziós környezetben, helyspecifikus szenzoradatokra építve, fajtatudatosan alkalmazható hatékonyan.

2.9. A precíziós szőlőtermesztés távérzékelési módszerei

A szakdolgozatomban leírt kísérlet egy nagyobb vizsgálat részét képezi, mely több éve folyik a Mikóczy birtokon, a MATE Szőlészeti és Borászati Intézet és nemzetközi kutatóhelyek részvételével. Klorofill tartalom és a vízpotenciál mérés mellett vegetatív színindexekkel is vizsgálják a precíziós öntözéssel ellátott szőlőkultúrát, így az irodalmi áttekintésnek részét kell képeznie a távérzékelésnek, drón technológiának, hogy teljes képet kaphassunk és túltekintessünk az itt megkapott eredményeken. A távérzékelés a növénytermesztésben egyre fontosabb szerepet tölt be, mivel lehetővé teszi a növényállomány állapotának, tápanyag- és vízellátottságának, valamint a stresszhatások tér- és időbeli nyomon követését anélkül, hogy a növényzet közvetlen mérésére lenne szükség. A módszer alapja, hogy az érzékelők, legyenek akár műholdakon, repülőgépeken, drónokon vagy a talaj

közelében elhelyezve, a növényzet által visszavert elektromágneses sugárzást rögzítik, melyből következtetni lehet a növények fiziológiai állapotára és a fotoszintetikus aktivitásra. (Ammoniaci és mtsai. 2021)

A precíziós mezőgazdaságban a távérzékelés alkalmazása kulcsfontosságú, hiszen a begyűjtött adatok segítségével célzott beavatkozások végezhetőek, így optimalizálható a víz- és tápanyag-felhasználás, valamint csökkenthető a környezeti terhelés. (Verőné 2025) A technológia fejlődésével a műholdas és légi felvételek mellett a drónok és a proximális érzékelők is egyre szélesebb körben használatosak a szőlőültetvények állapotának monitorozásában.

Műholdas távérzékelés az egyik legrégebbi platformja a precíziós mezőgazdaságnak. Nagy területek rendszeres, időbeni követését teszi lehetővé. Az első műholdak, mint a Landsat és a Sentinel sorozat, melyek már az 1970-as évektől multispektrális érzékelőkkel készítettek felvételeket. A Sentinel sorozat nagy előnye, hogy nyílt forráskódú, így adatai szabadon letölthetőek. A műholdas rendszerek előnye, a nagy térbeli lefedettség és az idősoros elemzés lehetősége, ami különösen fontos a klímaváltozás és a hosszú távú vegetációs alakulás nyomon követésében. Hátrányuk, a korlátozott térbeli felbontás (10-30 m/pixel) és az időjárás, mert felhőborítottság esetén jelentősen csökken a felvételek hasznosíthatósága. (Ammoniaci és mtsai. 2021)

A légi, repülőgépes megfigyelés, drónok, pilóta nélküli járművek (UAV) már nagyobb térbeli felbontású felvételeket készít, célzott szezonális megfigyelésekre is lehetőséget ad. A dróntechnológia rohamos fejlődésnek indult, mert viszonylag olcsó, könnyen hozzáférhető és kezelhető, a kameráik, szenzoraik által kinyert adatok, megfelelő szoftveres környezettel könnyen elemezhető. Az adatok segítségével a gazdálkodóknak gyors reagálást tesznek lehetővé. (Labant 2022)

Az elterjedten alkalmazott RGB kamerákon túlmenően, napjainkban egyre szélesebb körben használnak multispektrális, hiperspektrális és hőkamerás szenzorokat is a drón alapú megfigyelési rendszerekben. Ezek az eszközök a látható fénytartományon kívül a közeli infravörös és termális tartományban is rögzítenek információt, ezáltal sokkal részletesebb képet nyújtanak a növényállomány heterogenitásáról, a lombkorona állapotáról, a növények vízellátottságáról és hőmérsékleti különbségeiről. A különböző hullámhosszokon mért visszaverődési értékek feldolgozásával, megfelelő növényindexek segítségével

számszerűsíthető a fotoszintetikus aktivitás, a klorofilltartalom és a vízstressz mértéke is. (Labant 2022)

A távérzékelőkkel, különböző szenzorok által nyert adatokból, visszaverődési értékekből, növényállapot mutatókat, vagyis vegetációs indexeket képezhetünk. Ezek számszerűen fejezik ki a növényzet valamely fiziológiai vagy morfológiai állapotát. Az egyes hullámhossztartományokban (például: vörös, zöld, vagy infravörös) rögzített reflektancia különbségek a növény klorofilltartalmával, vízhasznosításával és fotoszintetikus aktivitásával korrelálnak, így lehetővé teszik a stresszhatások korai felismerését, növényállapot megállapítását. (Ammoniaci és mtsai. 2021)

A legelérhetőbb és egyszerűbb módszerek az RGB alapú indexek, amelyek a látható fénytartományban működnek és hagyományos drónkamerákkal is előállíthatók. Az Excess Green Index (ExG) a zöld színt komponens túlsúlyát méri, elemzi a lombzat nagyságát és sűrűségét. A Visible Atmospherically Resistant Index (VARI) képes korrigálni a megvilágításból és árnyékból adódó eltéréseket, ezzel nagyon hatékony munkát tesz lehetővé, terepi használat során. A Green-Red Vegetation Index (GRVI) zöld és vörös tartománykülönbséget mutatja, szoros összefüggést mutat a klorofill-koncentrációval. Ezek az indexek levélfelület, klorofill intenzitás egyszerű becslését, számítását teszik lehetővé. (Labant 2022; Simon 2022;)

A multispektrális és közeli infravörös (NIR) érzékelők alkalmazása még pontosabb képet nyújt a növényfiziológiai folyamatairól. A legismertebb a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) a vörös és a közeli infravörös sáv reflektanciájának különbségét méri. A növény zöldtömegének, fotoszintetikus aktivitásának egyik legelterjedtebb mutatója egy hasonló mutató a Green NDVI érzékenyebb a klorofill-tartalomra. A Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) az NDVI javított változata, mely a talaj felől érkező visszaverődéseket próbálja kiszűrni ezzel korrigálva az eredményt. (Gila-Rác Dalma 2023)

Az indexek által nyert adatok szoftveres környezetben kerülnek feldolgozásra. Különböző térinformatikai szoftverek, speciális agráradat-feldolgozó platformokon történik, ahol a térképekhez, képekhez kapcsolt statisztikai, matematikai adatelemzések révén, a gazdálkodók adataalapú döntéseket hozhatnak. A LeaflaminaMap egy kiemelkedő fejlesztés, mely a SciLab környezetben futó, nyílt forráskódú képfeldolgozó rendszer. A program képes 29 különböző RGB-alapú növényindex számítására, továbbá statisztikai jellemzők (átlag, szórás, entrópia, energia) meghatározására, amelyek növényi stressz és egészségi állapotát

jellemzik. A kutatás eredményei szerint a szoftver képes megkülönböztetni egészséges és stressz hatása alatt álló leveleket. (Bodor-Pesti és mtsai. 2025)

A növényindexek, tehát lehetővé teszik, hogy a szőlőtermesztők objektív, számszerű adatok alapján kövessék nyomon az ültetvény állapotát. Az NDVI és az RGB színindexek együttes alkalmazása különösen hasznos a vízstressz, klorofill-tartalom és a fotoszintetikus aktivitás térbeli vizsgálatában. A mesterséges intelligencia megjelenésével, valószínűleg ez a tudományág is nagy fejlesztések előtt áll.

3. *Alkalmazott módszerek*

3.1. Hárslevelű szőlőfajta ismertetése

A kísérleti eredményeket Hárslevelű szőlőfajta (8. ábra) vizsgálata adja, ami egy ősi magyar fajta, mely a Tokaji borvidékre volt jellemző, de már több más borvidéken is elterjedt. Főként a fehér minőségi borok előállítására termesztik, gyakran Furminttal együtt. Melyből a fajta származtatható.

Nevét leveleinek hársfára emlékeztető alakjáról és illatáról kapta. Levelei középnyagok, ötszög alakúak, 3-5 karéjúak vállöblük nyitott. Fürtje középnyag vagy nagy vállas, hengeres-kúp alakú, közepesen tömött. Bogyói középnyagok, sárgászöld színűek, napfény hatására aranysárgára színeződnek. A Hárslevelű későn fakad és közép időben ér, közepes termőképességű, de megbízható fajta. Jó cukorfelhalmozó képességgel rendelkezik, ami kiváló alapanyag az aszú borok és a minőségi száraz fehérborok számára.

Környezeti igénye közül kiemelkedik, hogy a melegebb napos fekvésű helyeket kedveli, ugyanakkor érzékeny a vízhiányra és szárazságra, ezért a talajnedvesség megőrzése, a lombfal kezelése és a precíziós vízgazdálkodás kiemelt jelentőségű a termesztésében. (Bényei és Lőrincz 2005)

8. ábra Hárslevelű szőlő

(Forrás: <https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/benyei-ferenc-lorincz-andras-borszolofajtak-csemegeszolo-fajtak-es-alanyok-fajtaismeret-es-hasznalat-2005/?pg=115&layout=s>)



A kísérlet a neszemlyi Mikóczy birtokon, Tata Látó hegyen végeztük el, a borvidék egyik legkiterjedtebb szőlőültetvényei itt helyezkednek el. A terület GPS koordinátái 47.659517, 18.281676. A birtokon precíziós mezőgazdaságot folytatnak, az ültetvény nagyrészt altalaj-mikroöntözéssel látták el. A terület összesen 28 hektár, a törzsültetvényt 2001-2002-ben telepítették, Chardonnay, Sauvignon blanc, Királyleányka, Cabernet sauvignon, Pinot noir, Kékfrankos, Irsai Olivér, Cserszegi fűszeres és Hárslevelű fajtákkal. A megtermelt szőlőt, eladásra kínálják, borkészítés nem folyik az ültetvényen. Az ültetvényen 3x0,87 méteres a térállás, évi 6x permetezés zajlik és 2-3 csonkázás, illetve az alpműveletek, 2x kaszálás, gyomirtás, mulcsolás, tápanyagutánpótlás. Az ültetvény talaja lösz.

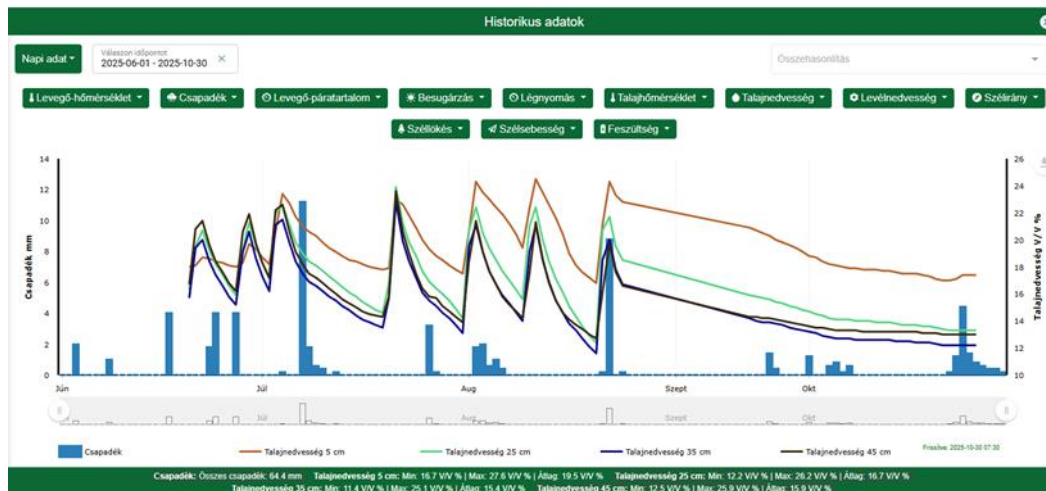
A kísérleti ültetvényrész művelésmódja: 1 szálvessző, 14 rügy, 1m magasan lekötve, plusz 2 rügyes biztosító csap. Alany Teleki 5C, Hárslevelű fajta. (10. ábra)

10. ábra Hárslevelű fajta ültetvény
(Forrás: Saját fotó 2025.06.26)



A kísérlet helyszínéül szolgáló birtokon gyakorlatilag egész nyáron a tenyészidőszak során öntöztek 100mm csapadéknak megfelelő vízmennyiség került kijuttatásra, amit április elején még 15mm-el kiegészítettek. Fontos, hogy milyen a talaj vízkészlete és mivel nem volt téli csapadék (vagy nagyon kevés), sajnos szükséges volt egy fakadás előtti vízpótlás.

11. ábra A Mikóczy birtokon mért csapadék és talajnedvesség adatok
(Forrás: Saját adat, www.pgr.hu)



3.3. A kísérleti módszertan

A szőlőültetvényen 2 időpontban gyűjtöttünk adatokat. Az első mintavételt június 26-án a virágzási időszak végén, a második mintavételt augusztus végén, a szüretet megelőzően. A mérések időpontja két fontos fenológiai stádiumban történt, ahol indokoltak lehetnek a mérések.

Vízellátottság szempontjából 3 csoportban értékeltük a növényeket: altalajöntözés, csepegtető öntözés és öntözetlen, azaz kontroll. A hajtások vízpotenciálját 9 növényen mértünk, PMS úgynevezett „Pump up pressure chamber” készülék segítségével. Ez egy pumpával működő, nagynyomású kamra, előnye, hogy nincs szükség sűrített gázforrásra, mivel a kamrában lévő nyomást a felhasználó pumpálja. A készülék maximum 20 bar nyomásra képes. (12. ábra)

12. ábra „Pump up pressure chamber” készülék
(Forrás: Saját fotó, 2025.06.26)



A levelek vízpotenciálja szorosan összefügg a környezeti tényezőkkel, ha a talajban elérhető víz mennyisége csökken, a növényben levő nyomás növekedik, a levelekből nehezebb a vizet eltávolítani, magasabb nyomásértékek szükségesek hozzá. Az adatok megbízhatósága érdekében a mintavételt dél körül kell végezni, mert ilyenkor a legnagyobbak az értékek. A kiválasztott levelet minimum 20 percre egy fényvisszaverő tasakba zárjuk még a növényen, ami a légzést lelassítja, így az aktuális vízállapotot vizsgálhatjuk. 20 perc után a levelet levágjuk a levélnyéllel együtt. A készülékbe helyezve addig pumpáljuk, míg az első vízcsepp megjelenik a levágott részen, majd az eredményt feljegyezzük.

Klorofillértéket alkalmanként 30 különböző, véletlenszerűen kiválasztott növény levelén mértünk Apogee MC-100 készülék segítségével, a lombzat középső harmadában. Júniusban 15 levelet a dél-keleti oldalról, 15 levelet az észak-nyugati oldalról. Augusztusban vegyesen innen és onnan vettük a mintát. A készülék két hullámhosszon méri a sugárzási átvitelt: vörös - a klorofill elnyeli és infravörös-közeli - a klorofill nem nyeli el. A mérés nem destruktív és közel azonnali, a mérési idő kevesebb, mint 3 szekundum. Mindez lehetővé teszi több levél gyors mérését, és ugyanazon levelek folyamatos ellenőrzését.

4. Eredmények és értékelések

4/1. Vízpotenciál adatok

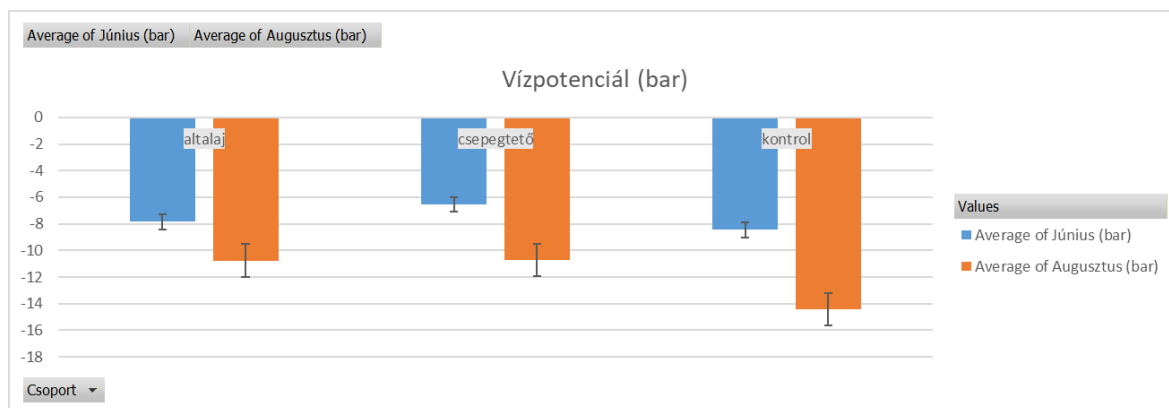
A vízpotenciál mérések eredményei, öntözések szerinti csoportosításban, 2 különböző időpontban való felvételezéssel az 1. mellékletben láthatók, teljes adatsorral. Az átlagos értékek megmutatják a növények vízellátottsági szintjét, ami az öntözetlen növényeken alacsonyabb értéket mutat. Látszik, hogy az augusztusi felvételezéskor a növények vízellátottság szempontjából jóval nagyobb stresszhatásnak voltak kitéve.

Az összes adat vízpotenciálja, öntözésenkénti csoportosításban, leíró statisztikai értékelés szerint erősen változóknak tekinthető (CV 20-30%). (1. táblázat) Ennek elsősorban az az oka, hogy a 2 dátum között nagy a különbség az összes csoportosítást vizsgálva). (13. ábra) Ezért további statisztikai elemzést ebben a csoportosításban nem készítik.

1. táblázat Az összes adat vízpotenciálja, öntözésenkénti csoportosításban, leíró statisztikai értékelés

Csoport	Adatszám	Min (bar)	Max (bar)	Átlag (bar)	Variancia	Szórás	CV
altalaj	14,00	-13,00	-7,50	-10,11	4,17	2,04	-20,20%
csepegtető	14,00	-12,50	-6,00	-9,24	5,51	2,35	-25,41%
kontrol	14,00	-15,10	-7,00	-12,29	9,33	3,06	-24,87%

13. ábra A különböző öntözések, két időpontban mért vízpotenciál átlagértékei (bar)

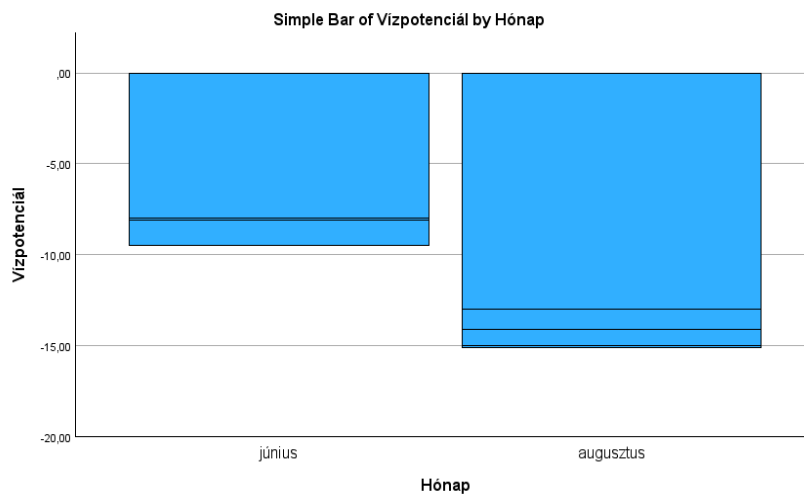


A többi táblázat szerinti csoportosítás esetén az adatsorunk (CV 10-20%) közepesen változóknak tekinthető, ezért ezeket a csoportosításokat tovább vizsgálom statisztikailag. (2. táblázat, 16. ábra)

2. táblázat Vízpotenciál leíró statisztika hónapenkénti bontásban

Dátum	Adatszám	Min (bar)	Max (bar)	Átlag (bar)	Variancia	Szórás	CV
Június	15,00	-9,50	-6,00	-7,61	1,11	1,05	-13,85%
Augusztus	27,00	-15,10	-8,70	-12,18	3,82	1,95	-16,04%

14. ábra A mért vízpotenciál adatok szemléltetése a különböző hónapokban



A kísérlet eredményeinek értékelését a hajtások vízpotenciál adatainak az elemzésével kezdem. Az értékeléshez az adatokat az öntözés szerint sorszámokkal kódolom: 1 – kontroll, 2 – csepegtető, 3 – altalaj. A 2 időpontban való vizsgálat oszlopát pedig: 1 – június, 2 – augusztus kódokkal jelöltem. A értékeléshez az SPSS statisztikai programot használtam. Az elemzést Németh Anikó Adatelemzés statisztikai módszerekkel jegyzete alapján készítettem. (Németh 2018)

A vízpotenciál adatokat hónapok szerinti különbözőségét kétmintás t-próbával fogom elvégezni. Az első lépés a normalitásvizsgálat lesz. A 3. táblázat tartalmazza a Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk-teszt eredményét, mely $p(\text{június})=0,2$, $p(\text{augusztus})=0,099$ és $p(\text{június})=0,490$, $p(\text{augusztus})=0,134$ tehát egyik próba sem szignifikáns, így a vízpotenciál hónapokra bontott adatait normál eloszlásúnak tekintjük, vagyis a próba elvégezhető.

3. táblázat Normalitás vizsgálat hónapok szerinti csoportosításban

Tests of Normality							
Hónap	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Vízpotenciál június	,126	15	,200*	,948	15	,490	
augusztus	,154	27	,099	,942	27	,134	

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

A próba elvégzésének másik feltétele a szórás-homogenitási vizsgálat, amelyet F-próbával lehet ellenőrizni. (4. táblázat) Ennek értéke esetünkben 0,008, ami szignifikáns, így a Welch-

próba eredménye használható, ami $t=9,852$, $p=0,001$, ami szignifikáns, tehát a hipotézisünk, mely szerint van különbség a 2 különböző időpontban mért vízpotenciál értékek között igazolt. (5. táblázat)

4. táblázat A júniusi mellékkísérlet adatainak homogenitásvizsgálata

Homogeneity of Variance Test		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Vízpotenciál	Equal variances assumed	7,898	,008

5. táblázat Kéttényezős t-próba

		Independent Samples Test							
		t-test for Equality of Means							
		t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Vízpotenciál	Equal variances assumed	8,381	40	<,001	<,001	4,57111	,54540	3,46881	5,67341
	Equal variances not assumed	9,852	39,993	<,001	<,001	4,57111	,46397	3,63339	5,50884

Az adatokon összetett kontrollcsoportos (öntözés) különbözőségi vizsgálatot fogok elvégezni, ugyanazon változó alapján (vízpotenciál) varianciaanalízis számítással. A hipotézis: Van-e lényeges különbség a mért adatok között a különböző öntözéseknél? A rendelkezésre álló adatok intervallum típusúak, ennek bizonyítására egy normáeloszlás vizsgálatot kell elvégezni. Az öntözési adatokat nominálisnak vettem, nem tettem sorrendkülönbséget közöttük. Az adatokat részletesebben vizsgálva hónapok szerinti bontásban végeztem el. (6, 7 táblázat)

6. táblázat: Vízpotenciál mérések leíró statisztikája júniusban kezelésenként

Csoport - Június	Adatszám	Min (bar)	Max (bar)	Átlag (bar)	Variancia	Szórás	CV
altalaj	5,00	-8,10	-7,5	-7,84	0,098	0,31304952	-3,99%
csepegtető	5,00	-7,80	-6	-6,54	0,608	0,77974355	-11,92%
kontrol	5,00	-9,50	-7	-8,44	0,818	0,90443352	-10,72%

7. táblázat Vízpotenciál mérések leíró statisztikája augusztusban kezelésenként

Csoport - Augusztus	Adatszám	Min (bar)	Max (bar)	Átlag (bar)	Variancia	Szórás	CV
altalaj	9,00	-13,00	-8,70	-11,38	1,70	1,31	-11,47%
csepegtető	9,00	-12,50	-8,70	-10,73	1,58	1,26	-11,72%
kontrol	9,00	-15,10	-13,20	-14,42	0,38	0,62	-4,27%

Az 8 táblázat tartalmazza a júniusi és a 9. táblázat augusztusi vízpotenciál értékek Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk-teszt eredményét., ami nem szignifikáns, így a vízpotenciál érték változóit normál eloszlásúnak tekintjük, vagyis a próba elvégezhető.

8. táblázat A vízpotenciál adatok júniusi normalitásvizsgálata

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Öntözés	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Vízpotenciál	kontroll	,326	5	,087	,894	5	,375
	csepegtető	,314	5	,121	,794	5	,072
	altalaj	,295	5	,177	,754	5	,032

a. Lilliefors Significance Correction

9. táblázat A vízpotenciál adatok augusztusi normalitásvizsgálata

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Öntözés	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Vízpotenciál	kontroll	,159	9	,200*	,917	9	,370
	csepegtető	,219	9	,200*	,914	9	,346
	altalaj	,191	9	,200*	,918	9	,373

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Az ANOVA vizsgálat első lépése a varianciahomogenitás (Levene-teszt) vizsgálata. A teszt p értékei a 10, 11 táblázatban láthatók, amelyek 0.05 felett vannak, ez azt jelenti, hogy az eredmény nem szignifikáns, tehát a varianciaanalízis értelmezhető.

10. táblázat A júniusi vízpotenciál adatok homogenitásvizsgálata Levene-teszttel

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene	df1	df2	Sig.
		Statistic			
Vízpotenciál	Based on Mean	,930	2	12	,421
	Based on Median	,411	2	12	,672
	Based on Median and with adjusted df	,411	2	8,894	,675
	Based on trimmed mean	,829	2	12	,460

11. táblázat Augusztusi vízpotenciál adatok homogenitásvizsgálata Levene-tesztel

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Vízpotenciál	Based on Mean	1,613	2	24	,220
	Based on Median	1,164	2	24	,329
	Based on Median and with adjusted df	1,164	2	18,663	,334
	Based on trimmed mean	1,625	2	24	,218

A különböző öntözések vízpotenciálra való hatásának varianciaanalízisvizsgálata során a Null hipotézisünk nem igaz, ami szerint nincs az adatok között szignifikáns különbség, mert a p értékek minden esetben kisebbek, mint 0.05. (12, 13 táblázat)

12. táblázat A júniusi vízpotenciál adatok ANOVA vizsgálata

ANOVA					
Vízpotenciál	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,433	2	4,717	9,285	,004
Within Groups	6,096	12	,508		
Total	15,529	14			

13. táblázat Az augusztusi vízpotenciál adatok ANOVA vizsgálata

ANOVA					
Vízpotenciál	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	69,876	2	34,938	28,588	<,001
Within Groups	29,331	24	1,222		
Total	99,207	26			

Részletesebben a Tukey és Scheffe vizsgálat alapján, szignifikáns különbség júniusban a kontroll és a csepegtető öntözés és az altalaj és csepegtető öntözés között van. (14. táblázat)

14. táblázat A júniusi vízpotenciál adatok Tukey és Scheffe vizsgálata

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: Vízpotenciál							
	(I) Öntözés	(J) Öntözés	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	kontroll	csepegtető	-1,90000*	,45078	,003	-3,1026	-,6974
		altalaj	-,60000	,45078	,406	-1,8026	,6026
	csepegtető	kontroll	1,90000*	,45078	,003	,6974	3,1026
		altalaj	1,30000*	,45078	,034	,0974	2,5026
	altalaj	kontroll	,60000	,45078	,406	-,6026	1,8026
		csepegtető	-1,30000*	,45078	,034	-2,5026	-,0974
Scheffe	kontroll	csepegtető	-1,90000*	,45078	,004	-3,1566	-,6434
		altalaj	-,60000	,45078	,438	-1,8566	,6566
	csepegtető	kontroll	1,90000*	,45078	,004	,6434	3,1566
		altalaj	1,30000*	,45078	,042	,0434	2,5566
	altalaj	kontroll	,60000	,45078	,438	-,6566	1,8566
		csepegtető	-1,30000*	,45078	,042	-2,5566	-,0434

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Augusztusban pedig a kontroll és a csepegtető, illetve a kontroll és az altalaj között kimutatható statisztikai különbség., De a különböző öntözések között nincs szignifikáns különbség. (15. táblázat)

15. táblázat Az augusztusi vízpotenciál adatok Tukey és Scheffe vizsgálata

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: Vízpotenciál							
	(I) Öntözés	(J) Öntözés	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	kontroll	csepegtető	-3,68889*	,52114	<,001	-4,9903	-2,3875
		altalaj	-3,04444*	,52114	<,001	-4,3459	-1,7430
	csepegtető	kontroll	3,68889*	,52114	<,001	2,3875	4,9903
		altalaj	,64444	,52114	,444	-,6570	1,9459
	altalaj	kontroll	3,04444*	,52114	<,001	1,7430	4,3459
		csepegtető	-,64444	,52114	,444	-1,9459	,6570
Scheffe	kontroll	csepegtető	-3,68889*	,52114	<,001	-5,0484	-2,3294
		altalaj	-3,04444*	,52114	<,001	-4,4040	-1,6849
	csepegtető	kontroll	3,68889*	,52114	<,001	2,3294	5,0484
		altalaj	,64444	,52114	,477	-,7151	2,0040
	altalaj	kontroll	3,04444*	,52114	<,001	1,6849	4,4040
		csepegtető	-,64444	,52114	,477	-2,0040	,7151

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

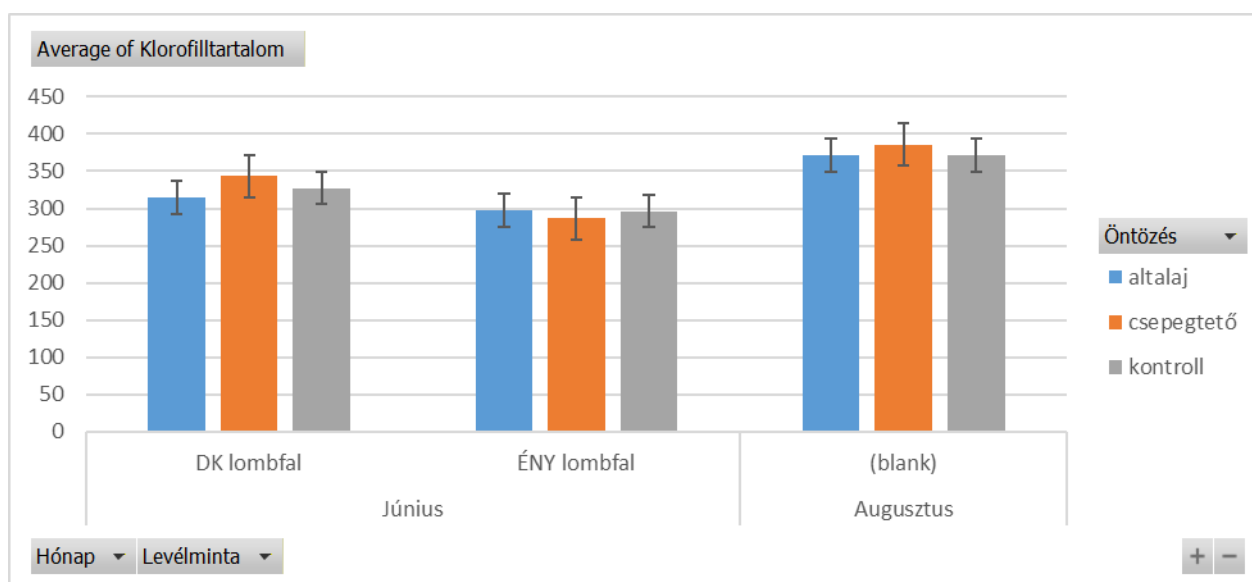
4/2. Klorofill adatok

A klorofill mérések eredményei, öntözések szerinti csoportosításban, 2 különböző időpontban való felvételezéssel a 2. mellékletben láthatók a teljes adatsorra. A júniusi méréseket egy alkísérlettel készítettem el, amelyben a lombzat ÉNY-i és DK-i oldalát külön-külön vizsgáltam. Az átlagos adatok leíró statisztikai értékei a 16. táblázatban, láthatók. A variációs koefficiens értékek szerint az adatok közepesen változékonynak tekinthetők.

16. táblázat A különböző öntözések, és mintavételi helyek, két időpontban mért klorofill tartalmának átlagértékei

Öntözés	Adatszám	Min Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Max Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Átlag Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Var Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Szórás Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	CV
altalaj	60,00	226,00	422,50	338,64	2040,35	45,17	13,34%
csepegtető	60,00	232,50	431,90	350,39	2488,07	49,88	14,24%
kontroll	60,00	215,70	426,90	341,75	2276,68	47,71	13,96%

15. ábra A különböző öntözések, és mintavételi helyek, két időpontban mért klorofill tartalmának átlagértékei



A klorofill vizsgálati eredményeit is kódokkal kell ellátni az értékeléshez, a már előzőleg alkalmazott öntözési és időpont kódok mellett, a mintavétel helyét: 1 – ÉNY, 2 – DK jelöltem. Az adatokon összetett kontrollcsoportos (öntözés) különbözőségi vizsgálatot fogok elvégezni, ugyanazon változó alapján (klorofill) varianciaanalízis számítással. A hipotézis: Van-e lényeges különbség a mért adatok között a különböző öntözéseknél? Az adatokon statisztikai vizsgálata normál eloszlást mutat, és a variancia homogenitás is teljesül. Az 17, 18 táblázat tartalmazza

17. táblázat A klorofill adatok normalitásvizsgálata kezelésenként

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Öntözés	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Klorofilltartalom	kontroll	,118	60	,036	,968	60	,111
	csepegtető	,086	60	,200 [*]	,962	60	,060
	altalaj	,093	60	,200 [*]	,974	60	,233

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

18. táblázat A klorofill adatok kezelésenkénti, homogenitásvizsgálata Levene-teszttel

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Klorofilltartalom	Based on Mean	,238	2	177	,788
	Based on Median	,175	2	177	,840
	Based on Median and with adjusted df	,175	2	174,077	,840
	Based on trimmed mean	,209	2	177	,812

A különböző öntözések klorofillra való hatásának varianciaanalízisvizsgálata során a Null hipotézisünk igaz, ami szerint nincs az adatok között szignifikáns különbség, mert a p értékek nagyobb, mint 0.05. (19. táblázat)

19. táblázat A különböző öntözések klorofillra való hatásának ANOVA vizsgálata

ANOVA					
Klorofilltartalom					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4451,025	2	2225,513	,981	,377
Within Groups	401501,129	177	2268,368		
Total	405952,154	179			

A júniusi és augusztusi teljes adatsor leíró statisztikai értékei a 20. táblázatban, láthatók. A variációs koefficiens értékek szerint az adatok közepesen változékonynak tekinthetők. A minták különbözőségét kétmintás t-próbával fogom elvégezni. Az adatok normál eloszlásúak. (21. táblázat)

20. táblázat A júniusi és augusztusi teljes adatsor leíró statisztikai értékei

Dátum	Adatszám	Min Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Max Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Átlag Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Var Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Szórás Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	CV
Június	90,00	215,70	407,50	310,97	1594,27	39,93	12,84%
Augusztus	90,00	301,70	431,90	376,22	813,93	28,53	7,58%

21. táblázat A júniusi és augusztusi teljes adatsor normalitás vizsgálata

Tests of Normality							
	Hónap	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Klorofilltartalom	Június	,074	90	,200 [*]	,985	90	,383
	Augusztus	,080	90	,200 [*]	,986	90	,439

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

A szóráshomogenitási vizsgálat szignifikáns, így a Welch-próba eredménye használható, ami $t=-12,615$, $p=0,001$, ami szignifikáns, tehát a hipotézisünk, mely szerint van különbség a 2 különböző időpontban mért klorofill értékek között igazolt. (22, 23. táblázat)

22. táblázat A júniusi mellékkísérlet adatainak homogenitásvizsgálata

Homogeneity of Variance Test		
Levene's Test for Equality of Variances		
		Sig.
Klorofilltartalom	Equal variances assumed	,005
		8,245

23. táblázat Kéttényezős t-próba

Independent Samples Test									
t-test for Equality of Means									
		t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Klorofilltartalom	Equal variances assumed	-12,615	178	<,001	<,001	-65,25556	5,17279	-75,46343	-55,04768
	Equal variances not assumed	-12,615	161,086	<,001	<,001	-65,25556	5,17279	-75,47077	-55,04034

A júniusi adatok mellékkísérlete, az ÉNY és DK oldalról vett levélminták elemzése. A hipotézisünk, mely szerint van különbség az az ÉNY és DK oldalról szedett minták klorofill tartalmában. A leíró statisztikában a variációs koefficiens értékek szerint a lombfal adatok közepesen változékonynak (24. táblázat)

24. táblázat ÉNY és DK oldalról vett levélminták leíró statisztikája

Június	Adatszám	Min Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Max Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Átlag Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Var Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Szórás Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	CV
DK lombfal	45,00	226,00	407,50	328,56	1585,18	39,81	12,12%
ÉNY lombfal	45,00	215,70	361,80	293,37	1006,47	31,72	10,81%

A levélminták különbözőségét kétmintás t-próbával fogom elvégezni. Az első lépés a normalitásvizsgálat lesz. A 25. táblázat tartalmazza a Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk-teszt eredményét, mely $p=0,2$ és $p=0,383$, tehát egyik próba sem szignifikáns, így a klorofill érték változóit normál eloszlásúnak tekintjük, vagyis a próba elvégezhető.

25. táblázat A klorofill tartalom normalitásvizsgálata, az ÉNY és DK oldal adataival

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Klorofilltartalom	,074	90	,200 [*]	,985	90	,383

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

A próba elvégzésének másik feltétele a szórás-homogenitási vizsgálat, amelyet F-próbával lehet ellenőrizni. (26. táblázat) Ennek értéke esetünkben 0,300, ami nem szignifikáns, így a t-próba eredménye értelmezhető. A t próba eredménye $t=-4,637$, $p=0,001$, ami szignifikáns, tehát a hipotézisünk, mely szerint van különbség az az ÉNY és DK oldalról szedett minták klorofill tartalmában igazolt. (27. táblázat)

26. táblázat A júniusi mellékkísérlet adatainak homogenitásvizsgálata

Homogeneity of Variance Test			
Levene's Test for Equality of Variances			
		F	Sig.
Klorofilltartalom	Equal variances assumed	1,086	,300

27. táblázat Kéttényezős t-próba

Independent Samples Test									
t-test for Equality of Means									
		t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Klorofilltartalom	Equal variances assumed	-4,637	88	<,001	<,001	-35,18667	7,58895	-50,26811	-20,10522
	Equal variances not assumed	-4,637	83,820	<,001	<,001	-35,18667	7,58895	-50,27860	-20,09473

Az adatsorokat tovább, hónapok szerinti bontásban vizsgálom az öntözések közötti különbségekre. A júniusi és augusztusi adatsorok leíró statisztikai értékei a 28.,29 táblázatban, láthatók. A variációs koefficiens értékek szerint a júniusi adatok közepesen változékonynak tekinthetők, míg az augusztusiak homogének.

28. táblázat Klorofill tartalom júniusi adatok szerint kezelésenként, leíró statisztika

Június	Adatszám	Min Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Max Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Átlag Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Var Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Szórás Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	CV
altalaj	30,00	226,00	352,70	306,22	1102,66	33,21	10,84%
csepegtető	30,00	232,50	383,80	314,94	1695,10	41,17	13,07%
kontroll	30,00	215,70	407,50	311,74	2054,67	45,33	14,54%

29. táblázat Klorofill tartalom augusztusi adatok szerint kezelésenként, leíró statisztika

Augusztus	Adatszám	Min Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Max Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Átlag Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Var Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	Szórás Klorofill ($\mu\text{mol}/\text{m}^2$)	CV
altalaj	30,00	301,70	422,50	371,06	873,58	29,56	7,97%
csepegtető	30,00	320,90	431,90	385,84	766,77	27,69	7,18%
kontroll	30,00	329,30	426,90	371,76	713,67	26,71	7,19%

Az adatsorokon összetett kontrollcsoportos (öntözés) különbözőségi vizsgálatot készítek, ugyanazon változó alapján (klorofill érték) varianciaanalízis számítással. A hipotézis: van-e különbség a mért adatok között a különböző öntözéseknél. A mért klorofill adatok mindkét hónap esetében normál eloszlást mutatnak. (30,31 táblázat)

30. táblázat Júniusi kezelésenkénti adatsor normalitás vizsgálata

Tests of Normality							
	Öntözés	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Klorofilltartalom	kontroll	,126	30	,200 [*]	,967	30	,465
	csepegtető	,107	30	,200 [*]	,960	30	,307
	altalaj	,166	30	,033	,923	30	,033

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

31. táblázat Augusztusi kezelésenkénti adatsor normalitás vizsgálata

Tests of Normality							
	Öntözés	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Klorofilltartalom	kontroll	,114	30	,200 [*]	,964	30	,388
	csepegtető	,107	30	,200 [*]	,970	30	,547
	altalaj	,161	30	,046	,959	30	,296

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

A variancia homogenitás feltételei is mindkét esetben teljesülnek. (32, 33 táblázat)

32. táblázat Júniusi kezelésenkénti adatsor homogenitás vizsgálata, Levene tesztel

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Klorofilltartalom	Based on Mean	2,051	2	87	,135
	Based on Median	1,875	2	87	,159
	Based on Median and with adjusted df	1,875	2	80,605	,160
	Based on trimmed mean	2,183	2	87	,119

33. táblázat Augusztusi kezelésenkénti adatsor homogenitás vizsgálata, Levene tesztel

Tests of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Klorofilltartalom	Based on Mean	,107	2	87	,898
	Based on Median	,023	2	87	,977
	Based on Median and with adjusted df	,023	2	84,292	,977
	Based on trimmed mean	,086	2	87	,918

A különböző öntözések klorofilltartalomra való hatásának vizsgálata során mindkét hónap esetében a Null hipotézisünk igaz, ami szerint nincs az adatok között szignifikáns különbség. (34, 35 táblázat)

34. táblázat Júniusi kezelésenkénti adatsor ANOVA vizsgálata.

ANOVA

Klorofilltartalom

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1169,233	2	584,616	,361	,698
Within Groups	140720,567	87	1617,478		
Total	141889,800	89			

35. táblázat Augusztusi kezelésenkénti adatsor varianciaanalízis vizsgálata

ANOVA

Klorofilltartalom

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4172,880	2	2086,440	2,659	,076
Within Groups	68266,535	87	784,673		
Total	72439,416	89			

5. *Következtetések és javaslatok*

A kísérleti év (2025) szőlőtermesztés szempontjából kihívásokkal teli év volt, az országban az aszályal sújtott területek aránya 80% volt. Meglátszik a magyarországi éves szőlőtermés mennyiségén (6500Kg/ha). A lehullott csapadék mennyisége kevesebb volt az éves átlagnál, és eloszlása is egyenlőtlen volt. Egyrészt a tenyészidőszak kezdete előtt a tartalékolt vízkészletek hiányosak voltak, másrészt a virágzás időszakában komoly hiányról beszélhetünk. A kísérlet helyszínéül szolgáló birtokon gyakorlatilag egész nyáron a tenyészidőszak során öntöztek 100mm csapadéknak megfelelő vízmennyiség került kijuttatásra, amit április elején még 15mm-el kiegészítettek. A vízpotenciál mérések eredményei júniusban még egyik öntözési kezelésnél sem mutattak igazi stressz tüneteket kontroll: -8,44bar, altalaj: -7,84bar, csepegtető: -6,54bar. Az enyhe stressz -10bar és -12bar között értelmezhető. Augusztusban viszont már a kontroll: -14,42bar erős szárazság stresszt (-15bar-tól) mutatott. A két öntözés közül az altalajnál -11,38bar a csepegtetőnél -10,73bar, közepes stressz volt mérhető.

A felvételezett adatok statisztikai elemzését hónapok szerinti bontásban végeztem el, az adatok közepesen változékonynak tekinthetők, normál eloszlásúak, kéttényezős t-próba szerint a két hónap értékei között szignifikáns különbséget tapasztaltam. A hónapokat külön, öntözésenként vizsgálva, varianciaanalízis vizsgálattal a júniusi adatok közül a kontroll és a csepegtető öntözés, illetve a csepegtető és altalaj öntözés adatai között szignifikáns különbség mutatható ki, de a kontroll és az altalaj öntözés között nem találtam különbséget. Ez arra utal, hogy ebben a felvételezési időpontban a csepegtető öntözés hatékonysága bizonyult a legjobbnak. Az augusztusi adatok közül a kontroll és a csepegtető öntözés, illetve a kontroll és altalaj öntözés adatai között szignifikáns különbség mutatható ki, de a különböző öntözött növények közötti értékek nem mutatnak szignifikáns eltérést. Ennek feltételezhetően az az oka, hogy az állomány stresszszintje elérte a közepes értéket, míg a kontroll erős stresszhatás alatt volt. Ezt megerősítik Taranyi Dóra Ágnes doktori értekezésének eredményei a 2023 évben, amelyeket ugyanezen az ültetvényen mért. A 2022-es augusztusi adatai szerint, súlyos vízhiányos állapot volt mérhető a kontroll és az öntözött területeken is. Súlyos aszály esetén a vízpotenciál értékek az öntözött területeken is erős stresszt mutatnak.

A klorofillmérés eredményei az átlagok tekintetében az összes adatgyűjtésnél a legmagasabb értéket a csepegtető öntözésnél mutattak (350,39), az altalaj öntözésnél (338,64)

kisebbs értéket mutatott, mint a kontroll (341,75). Statisztikailag sem tudtam az egyes kezelések között különbséget kimutatni.

A júniusi mellékkísérlet átlagadataiban ÉNY (293,37) és DK (328,56) lombfal jelentős eltérés mutatkozik, köztük szignifikáns különbséget is bizonyítottam. Escalona és mtsa. (2003) tanulmánya is vizsgálta az ültetvény megvilágítottsága szempontjából a klorofill tartalmat, illetve fotoszintetikus aktivitást, és megállapította, hogy az ÉNY-i oldal klorofilltartalma és fotoszintetikus aktivitása is alacsonyabb.

Hónapok szerint vizsgálva az öntözéseket sem találtam szignifikáns eltérést, de a sorrend mindkét hónap esetében: altalaj (306,22; 371,06), kontroll (311,74; 371,76), csepegtető (314,94; 385,84), ami nem várt eredmény, mert feltételeztük, hogy az öntözés növeli a növények levelének klorofill tartalmát. Ezt magyarázhatja a mintavételünk, mely szerint mindkét hónapban vegyesen mintáztuk a lombfalakat.

Más csoportosításban, ha a teljes adatsort hónapok szerint vizsgálom, akkor az átlag értékek június (310,97), augusztus (376,22) jelentős eltérést mutatnak, amit statisztikailag is alátámasztottam. A szőlő klorofill tartalma a tenyészidőszak alatt folyamatosan nő, esetünkben augusztusban tetőzik és a vegetáció vége felé tartva folyamatosan csökken.

A kísérlet tovább gondolásaként érdemes lenne többéves adatokkal dolgozni a szárazságstressz hosszútávú, szőlőtőkékre gyakorolt hatásáról, lombzat és termés tekintetében. Mindezt a tenyészidőszakban való monitorozással, vízpoteenciál- és klorofill tartalom mérés, RGB színelemzés alátámasztani, majd szüretkor a termésmennyiség és minőség, beltartalmi változások vizsgálatával megerősíteni. Mivel a mérési módszerek gyorsak és könnyen ismételtetők, ezért a mintaszám mennyiségét is növelni lehetne. A kapott eredmények további elemzését segíthetné esetleg egyedi tőkék részletesebb vizsgálata, alkalmanként több minta klorofillvizsgálata, jelölt levelek klorofilltartalmának változása a különböző hatásokra.

6. *Összefoglalás*

A szőlő termesztésének története hosszú időkre nyúlik vissza, Magyarországon az éves gyümölcsstermő területek felén állítják elő. Termesztése sokszor kihívásokkal teli, a klímaváltozás, a kiegyenlítetlen éves csapadék mennyisége és eloszlása miatt. A csapadék nemcsak a termés mennyiségét, hanem a minőségét is befolyásolja. A szárazabb területeken egyre inkább az öntözött termesztése válik szükségessé, azonban a megfelelő mennyiségű és minőségű öntözővíz korlátozott rendelkezésre állása, megfontolt vízhasználatot igényel.

A digitalizáció és a precíziós technika alkalmazása lehetővé teszi, az arra nyitott termesztőknek, hogy eddig nem látott részletességgel szemléljék ültetvényük állapotát és időben dönthessenek az esetleges beavatkozásokról. Az összegyűjtött adatokat szoftveres elemzésekkel is felhasználhatjuk, a technika fejlődésével egyre több lehetőség akad az adatok kinyerésére, feldolgozására és kiértékelésére. A dolgozat része egy nagyobb kutatásnak, melynek célja, hogy RGB színindexek alapján, egy egyszerű okostelefonos applikációval a termelő képes legyen minél több adatot megtudni növényei állapotáról. Dolgozatomban azt vizsgálom, hogy a szőlőlevelek mérhető klorofilltartalma és vízpotenciálja indikálja-e a növény vízellátottságának állapotát csepegtető- és altalajöntözés, valamint öntözetlen körülmények között. Célom, hogy az öntözés szükségességét, egyszerű, gyors mérési módszerekkel lehessen meghatározni.

Az irodalmi áttekintésben részletesen leírom a szőlő rendszertani besorolását, morfológiáját, felépítését, termesztésének formáit, lehetőségeit, igényeit. Bemutatom a lombzatát és annak élettani szerepét, a fotoszintézist. Részletesen elemzem a klorofill molekula szerepét, kémiai sajátosságait, aktivitását, meghatározásának módszereit. Ismertetem a növény vízigényét, annak vízháztartását, a szárazságstressz szőlőtökére, termésre gyakorolt hatását, a vízpotenciál mérésének eszközeit. Kitérek a szőlőöntözés módjaira, termesztésének precíziós technikáira, a precíziós termesztés távérzékelési módszereire.

A kísérletet a Mikóczy birtokon, Hárslevelű szőlőfajtán végeztem, „NESZMÉLY oltalom alatt álló” ültetvényen. A dolgozatban részletesen ismertetem mind a helyszínt, mint a termesztéstechnológiát. Az ültetvényen 2 időpontban gyűjtöttem adatokat, 3 vízellátottsági csoportban. Levélklorofill tartalmat vegyesen ÉNY és DK oldalakon, illetve vízpotenciált mértem. A kapott eredményeket átlagadatokkal és SPSS szoftver segítségével, varianciaanalízissel értékeltem.

A 2025 évben Magyarországon 80% volt az aszályal sújtott területek aránya, hiányos vízkészletekkel indult a szezon és a virágzás időszakában kevés csapadék hullott. A kísérlet helyszínéül szolgáló birtokon gyakorlatilag egész nyáron, a tenyészidőszak során öntöztek. A vízpotenciál mérések eredményei szerint júniusban még egyik öntözési kezelésnél sem mutattak igazi stressz tüneteket, augusztusban viszont már a kontroll erős, az öntözött területek közepes stressz tüneteket mutattak. A statisztikai elemzésem szerint, a 2 felvételezési időpont között van szignifikáns eltérés. A júniusi időpontban a csepegtető öntözés bizonyult a leghatékonyabbnak. Az augusztusi adatoknál mindkét öntözés eredménye jobbnak bizonyult a kontrollnál, de köztük jelentős eltérést nem tudtam kimutatni.

A klorofillmérés eredményei közül, a csepegtető öntözés átlaga bizonyult a legjobbnak. Az altalajöntözés átlagértékei alacsonyabbak lettek a kontroll értékeknél. Statisztikailag nem tudtam az egyes kezelések között különbséget kimutatni. A júniusi mellékkísérlet különböző oldali lombfal adataiban jelentős eltérés mutatkozik, köztük szignifikáns különbséget is bizonyítottam. Hónapok szerint vizsgálva az öntözéseket nem találtam szignifikáns eltérést. Más csoportosításban, ha a teljes adatsort hónapok szerint vizsgálom, akkor az átlagértékek jelentősen eltérnek, amit statisztikailag is alátámasztottam. A szőlő klorofill tartalma a tenyészidőszak alatt folyamatosan nő, esetünkben augusztusban tetőzik és a vegetáció vége felé tartva folyamatosan csökken.

A vízpotenciál- és klorofillméréseim eredményeit, a téma kutatásához kapcsolódó értekezésekkel összevetettem, adataim, következtetésem, azok mérési adataiba és eredményeinek feldolgozásába beleillenek. A kísérlet továbbgondolásának lehetőségeiről, a dolgozat végén részletesen beszámolok.

7. Irodalomjegyzék

- Ammoniacci, Marco, Simon-Paolo Kartsiotis, Rita Perria, és Paolo Storchi. 2021. „State of the Art of Monitoring Technologies and Data Processing for Precision Viticulture”. *Agriculture* 11 (3): 201. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030201>.
- Bellvert, J., M. Mata, X. Vallverdú, C. Paris, és J. Marsal. 2021. „Optimizing Precision Irrigation of a Vineyard to Improve Water Use Efficiency and Profitability by Using a Decision-Oriented Vine Water Consumption Model”. *Precision Agriculture* 22 (2): 319–41. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09718-2>.
- Bényei, Ferenc, és András Lőrincz. 2005. „Borszőlőfajták, csemegeszőlő-fajták és alanyok. Fajtaismeret és -használat”. <https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/benyei-ferenc-lorincz-andras-borszolofajtak-csemegeszolo-fajtak-es-alanyok-fajtaismeret-es-hasznalat-2005/?query=h%C3%A1rslevel%C5%B1&pg=74&layout=s>.
- Bényei Ferenc, Lőrinczi András, és Sz. Nagy László. 1999. *Szőlőtermesztés*. Mezőgazda Kiadó.
- Bodor-Pesti, Péter, Dóra Taranyi, Thanh Ba Nguyen, Lien Le Phuong Nguyen, Mai Sao Dam Nguyen, és László Baranyai. 2025. „LeafLaminaMap: Exploring Leaf Color Patterns Using RGB Color Indices”. <https://www.mdpi.com/2624-7402/7/2/39>.
- Chaves, M. M., O. Zarrouk, R. Francisco, és mtsai. 2010. „Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data”. *Annals of Botany* 105 (5): 661–76. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq030>.
- Demes, Gabriella. 2018. „A szőlőlevelek és szerepük a szőlőtermesztésben”. *Agrofórum Online*, október 18. <https://agroforum.hu/szakcikkek/szolo-bor-szakcikkek/szololevelek-es-szerepuk-szolotermesztesben/>.
- Escalona, J M, J Flexas, J Bota, és H Medrano. 2003. „Distribution of Leaf Photosynthesis and Transpiration within Grapevine Canopies under Different Drought Conditions”. *Vitis -Geilweilerhof-*.
- Fülöp, Mihály. 1986. *A császár bora*. Hazafias Népfront Komárom megyei Bizottsága.
- Gary, Christian, Raphaël Metral, Aurelie Metay, és mtsai. 2017. *Towards an Agroecological Viticulture: Advances and Challenges*.
- IPCC. 2007. *Éghajlatváltozás 2007*. Letöltve:2025.08.27. https://www.met.hu/doc/IPCC_jelentes/ipcc_jelentes_2007.pdf.
- Jackson, R. D., Idso, S.B., Reginato, R. J., Pinter P.J.(1981) Canopy Temperature as a Crop Water Stress Indicator, *Water Resources Reseach*, 17(4), 1133-1138 , https://www.researchgate.net/profile/Paul-Pinter/publication/23896969_Canopy_Temperature_as_a_Crop_Water_Stress_Indicator/links/5d544a2f458515304075453b/Canopy-Temperature-as-a-Crop-Water-Stress-Indicator.pdf

- „Klorofill molekula”. 2025. https://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Klorofil_.htm.
- Kovács, István. 2023. „Az agrártudomány mérőműszerei: klorofillmérők”. <https://magyarmezsgye.hu/az-agrartudomany-meromuszerei-klorofillmerok>.
- Kraus, C., T. Pennington, K. Herzog, és mtsai. 2018. „Effects of Canopy Architecture and Microclimate on Grapevine Health in Two Training Systems”. *VITIS - Journal of Grapevine Research*, április 12, 53-60 Pages. 53-60 Pages. <https://doi.org/10.5073/VITIS.2018.57.53-60>.
- Labant, Attila. 2022. „A drónok alkalmazási lehetőségei a növényvédelemben”. In *Digitális Agrárium: Precíziós technológia és tudás a jövőért*, 2022. kiad. MTA PAB.
- Livigni, Sonia, Luigi Lucini, Davide Sega, és mtsai. 2019. „The different tolerance to magnesium deficiency of two grapevine rootstocks relies on the ability to cope with oxidative stress”. *BMC Plant Biology* 19 (1): 148. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1726-x>.
- Lőrincz, András, Gábor Zanathy, és László Sz.Nagy. 2015. *Szőlőtermesztés. Negyedik, átdolgozott kiadás (Budapest, 2015)*. Mezőgazda Kiadó. <https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/lorincz-andrasne-sz-nagy-laszlo-zanathy-gabor-szolo termesztés-negyedik-atdolgozott-kiadás-2015/?pg=5&layout=s>.
- Mullan, Daniel, és Julian Pietragalla. 2012. „Leaf relative water content”. *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping*, (pp. 25-27).
- Németh, Anikó. 2018. „Adatelemzés statisztikai módszerekkel”. Szegedi Tudományegyetem.
- Perry, Chirs, és James Mark Blonquist. 2014. „In situ measurement of leaf chlorophyll concentration: Analysis of the optical/absolute relationship”. *Plant, Cell & Environment*. <https://www.researchgate.net/publication/260838713>. <https://doi.org/10.1111/pce.12324>.
- Rakonczás Nándor. 2014. *Szőlőtermesztés*. Debreceni Egyetemi Kiadó. <https://mek.oszk.hu/15400/15416/>.
- rcombeau. 2021. „Plant Phenotyping Vegetation Indices for Chlorophyll - Blog Hiphen”. *Hiphen*, április 20. <https://www.hiphen-plant.com/vegetation-indices-chlorophyll/>.
- Sawicki, M., B. Courteaux, F. Rabenoelina, és mtsai. 2017. „Leaf vs. inflorescence: differences in photosynthetic activity of grapevine”. *Photosynthetica* 55 (1): 58–68. <https://doi.org/10.1007/s11099-016-0230-x>.
- Scholander, P. F., Edda D. Bradstreet, E. A. Hemmingsen, és H. T. Hammel. 1965. „Sap Pressure in Vascular Plants: Negative Hydrostatic Pressure Can Be Measured in Plants.” *Science* 148 (3668): 339–46. <https://doi.org/10.1126/science.148.3668.339>.
- Simon, Márton. 2022. „A távérzékelés gyakorlati alkalmazása az erdőgazdaságban”. In *Digitális Agrárium: Precíziós technológia és tudás a jövőért*. MTA PAB.
- Székely Ákos. 1971. „Klorofill-mérésck in vivo”. *Az erdő* 106 évf. (12.): 62–66.

Sziebig O. J., és Tóth Z. B., 2022. *A klímaváltozás hatásaiból eredő kihívások*. S.l. Külügyi Műhely Alapítvány. p. 11-29 Letöltve: 2025.08.25
https://kulugyimuhelyalapitvany.hu/wp-content/uploads/2022/09/KulugyiMuhelyAlapitvany_A_klimavaltozas_hatasaibol_eredo_kihivasok.pdf.

Takács Georgina, Gergely István, 2021 Ördög Vince - A búza (*triticum aestivum* L.) vízigénye és a vízhiány hatása a növényre *Acta Agronomica Óváriensis*, 62 (2), 116-140.
https://epa.oszk.hu/03100/03114/00030/pdf/EPA03114_acta_agronomica_ovariensis_2021_2_116-140.pdf

Terbe, István, Hodossi Sándor, és Kovács András. 2005. *Zöldségtermesztés termesztőberendezésekben*. Mezőgazda Kiadó.
<https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/terbe-istvan-hodossi-sandor-kovacs-andras-szerk-zoldsegtermesztes-termesztoberezesekben-2005/?query=%C3%B6nt%C3%B6z%C3%A9si+m%C3%B3d&pg=52&layout=s>.

Taranyi Dóra Ágnes 2025 Az öntözés hatása a szőlő vegetatív és generatív teljesítményére, valamint a termés minőségére
https://tajepiteszet.uni-mate.hu/documents/20123/8053649/Taranyi_Dora_Agnes-tesis.pdf/eea471ee-5917-435c-c769-ca13ff0b670b?t=1746601760759

Gila-Rácz Dalma 2023 Vegetációs indexek *Agrárágazat*, szeptember.
<https://agraragazat.hu/hir/agrar-vegetacio-rgb-klorofilltartalom-mezogazdasag/>.

Verőné Wojtaszek Malgorzata. 2025. *Műholdas távérzékelés a precíziós gazdálkodásban*. Precíziós gazdálkodás a szántóföldi növénytermesztésben. Jövedelmezőség és Termésbiztonság a XXI. században. <https://m2.mtmt.hu/api/publication/36119689>.

Zsigrai György. 2020. „A szárazságstressz legfontosabb szőlőre gyakorolt hatásai, kialakulásának mérséklési lehetőségei”. *Szőlő levél, nyári kiadvány*.

Zsom Eszter. 2020. *A magnézium az elfeledett tápelem*.

8. *Ábrajegyzék*

1. ábra KSH Stadat adattábla - 15.1.1.39. Aszályal érintett területek (Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0039.html).....	2
2. ábra Stadat 19.1.1.14. Fontosabb gyümölcsfélék és a szőlő betakarított területe [hektár] (Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0014.html).....	3
3. ábra 15.1.1.37. Magyarország és Budapest időjárásának adatai (Forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0037.html).....	4
4. ábra Szőlőtőkék SMPH (bal) és VSP (jobb) kordonos művelésben (Forrás: https://www.researchgate.net/figure/Left-A-grapevine-row-trained-as-a-semi-minimal-pruned-hedge-SMPH-system-Right-A_fig2_311650592).....	6
5. ábra A Klorofill molekula színnyelése. (Forrás: https://www.vilaglex.hu/Lexikon.htm#Evfor .)	7
6. ábra Magnézium-hiány a leveleken (Forrás: https://bmcplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-019-1726-x/figures/1).....	8
7. ábra 2025 évi Tata területén mért havi csapadékösszegek és sokéves átlagai (Forrás: http://www.teledan.eu/hu/hidrometeorologiai-es-jegadatok/hidrometeorologia-csapadekdiagramok).....	10
8. ábra Hárslevelű szőlő (Forrás: https://www.szaktars.hu/szaktudas/view/benyei-ferenc-lorincz-andras-borszolofajtak-csemegeszolo-fajtak-es-alanyok-fajtaismeret-es-hasznalat-2005/?pg=115&layout=s)	18
9. ábra Neszmélyi borvidék dűlő térkép	19
10. ábra Hárslevelű fajta ültetvény (Forrás: Saját fotó 2025.06.26)	20
11. ábra A Mikóczy birtokon mért csapadék és talajnedvesség adatok.....	21
12. ábra „Pump up pressure chamber” készülék (Forrás: Saját fotó, 2025.06.26)	21
13. ábra A különböző öntözések, két időpontban mért vízpotenciál átlagértékei (bar)	23
16. ábra A mért vízpotenciál adatok szemléltetése a különböző hónapokban.....	24
14. ábra A különböző öntözések, és mintavételi helyek, két időpontban mért klorofill tartalmának átlagértékei	29

9. *Táblázat jegyzék*

1. táblázat Az összes adat vízpotenciálja, öntözésenkénti csoportosításban, leíró statisztikai értékelés.....	23
---	----

2. táblázat	Vízpotenciál leíró statisztika hónaponkénti bontásban.....	23
3. táblázat	Normalitás vizsgálat hónapok szerinti csoportosításban	24
4. táblázat	A júniusi mellékkísérlet adatainak homogenitásvizsgálata	25
5. táblázat	Kéttényezős t-próba	25
6. táblázat:	Vízpotenciál mérések leíró statisztikája júniusban kezelésként	25
7. táblázat	Vízpotenciál mérések leíró statisztikája augusztusban kezelésként	25
8. táblázat	A vízpotenciál adatok júniusi normalitásvizsgálata	26
9. táblázat	A vízpotenciál adatok augusztusi normalitásvizsgálata	26
10. táblázat	A júniusi vízpotenciál adatok homogenitásvizsgálata Levene-tesztel ..	26
11. táblázat	Augusztusi vízpotenciál adatok homogenitásvizsgálata Levene-tesztel	27
12. táblázat	A júniusi vízpotenciál adatok ANOVA vizsgálata.....	27
13. táblázat	Az augusztusi vízpotenciál adatok ANOVA vizsgálata	27
14. táblázat	A júniusi vízpotenciál adatok Tukey és Scheffe vizsgálata.....	28
15. táblázat	Az augusztusi vízpotenciál adatok Tukey és Scheffe vizsgálata.....	28
16. táblázat	A különböző öntözések, és mintavételi helyek, két időpontban mért klorofill tartalmának átlagértékei	29
17. táblázat	A klorofill adatok normalitásvizsgálata kezelésként	30
18. táblázat	A klorofill adatok kezeléskénti, homogenitásvizsgálata Levene-tesztel	30
19. táblázat	A különböző öntözések klorofillra való hatásának ANOVA vizsgálata	30
20. táblázat	A júniusi és augusztusi teljes adatsor leíró statisztikai értékei	31
21. táblázat	A júniusi és augusztusi teljes adatsor normalitás vizsgálata	31
22. táblázat	A júniusi mellékkísérlet adatainak homogenitásvizsgálata	31
23. táblázat	Kéttényezős t-próba	31
24. táblázat	ÉNY és DK oldalról vett levélminták leíró statisztikája	32
25. táblázat	A klorofill tartalom normalitásvizsgálata, az ÉNY és DK oldal adataival	32
26. táblázat	A júniusi mellékkísérlet adatainak homogenitásvizsgálata	32
27. táblázat	Kéttényezős t-próba	32
28. táblázat	Klorofill tartalom júniusi adatok szerint kezelésként, leíró statisztika	33
29. táblázat	Klorofill tartalom augusztusi adatok szerint kezelésként, leíró statisztika.....	33
30. táblázat	Júniusi kezeléskénti adatsor normalitás vizsgálata	33
31. táblázat	Augusztusi kezeléskénti adatsor normalitás vizsgálata	34

32. táblázat Júniusi kezelésenkénti adatsor homogenitás vizsgálata, Levene tesztel	34
33. táblázat Augusztusi kezelésenkénti adatsor homogenitás vizsgálata, Levene tesztel.....	34
34. táblázat Júniusi kezelésenkénti adatsor ANOVA vizsgálata.	35
35. táblázat Augusztusi kezelésenkénti adatsor varianciaanalízis vizsgálata	35

10. Mellékletek

1. melléklet

Minta	Csoport	Hónap	Csoportkód	Hónapkód	Vízpotenciál (bar)
1	kontrol	Június	1	1	-7
2	kontrol	Június	1	1	-8,5
3	kontrol	Június	1	1	-8,5
4	kontrol	Június	1	1	-8,7
5	kontrol	Június	1	1	-9,5
1	csepegtető	Június	2	1	-6
2	csepegtető	Június	2	1	-6
3	csepegtető	Június	2	1	-6,8
4	csepegtető	Június	2	1	-6,1
5	csepegtető	Június	2	1	-7,8
1	altalaj	Június	3	1	-8,1
2	altalaj	Június	3	1	-8,1
3	altalaj	Június	3	1	-7,5
4	altalaj	Június	3	1	-7,5
5	altalaj	Június	3	1	-8
1	kontrol	Augusztus	1	2	-14,2
2	kontrol	Augusztus	1	2	-13,2
3	kontrol	Augusztus	1	2	-14,7
4	kontrol	Augusztus	1	2	-15,1
5	kontrol	Augusztus	1	2	-14
6	kontrol	Augusztus	1	2	-14,5
7	kontrol	Augusztus	1	2	-15
8	kontrol	Augusztus	1	2	-15
9	kontrol	Augusztus	1	2	-14,1
1	csepegtető	Augusztus	2	2	-11,5
2	csepegtető	Augusztus	2	2	-11,5
3	csepegtető	Augusztus	2	2	-12,5
4	csepegtető	Augusztus	2	2	-10
5	csepegtető	Augusztus	2	2	-11,5
6	csepegtető	Augusztus	2	2	-9
7	csepegtető	Augusztus	2	2	-8,7
8	csepegtető	Augusztus	2	2	-11
9	csepegtető	Augusztus	2	2	-10,9
1	altalaj	Augusztus	3	2	-11
2	altalaj	Augusztus	3	2	-8,7
3	altalaj	Augusztus	3	2	-11
4	altalaj	Augusztus	3	2	-10,7
5	altalaj	Augusztus	3	2	-12,4
6	altalaj	Augusztus	3	2	-11,5
7	altalaj	Augusztus	3	2	-11,3
8	altalaj	Augusztus	3	2	-12,8
9	altalaj	Augusztus	3	2	-13

2. melléklet

Minta	Levélminta	Öntözés	Hónap	Klorofilltartalom	Minta	Levélminta	Öntözés	Hónap	Klorofilltartalom
1	ÉNY lombfal	altalaj	Június	313,7	1	kontroll	Augusztus	376,2	
2	ÉNY lombfal	altalaj	Június	320,9	2	kontroll	Augusztus	381,8	
3	ÉNY lombfal	altalaj	Június	307,1	3	kontroll	Augusztus	336,6	
4	ÉNY lombfal	altalaj	Június	306,2	4	kontroll	Augusztus	355,9	
5	ÉNY lombfal	altalaj	Június	320,1	5	kontroll	Augusztus	389,8	
6	ÉNY lombfal	altalaj	Június	286	6	kontroll	Augusztus	402,3	
7	ÉNY lombfal	altalaj	Június	311,8	7	kontroll	Augusztus	383	
8	ÉNY lombfal	altalaj	Június	293	8	kontroll	Augusztus	396,4	
9	ÉNY lombfal	altalaj	Június	276,5	9	kontroll	Augusztus	357,7	
10	ÉNY lombfal	altalaj	Június	276,5	10	kontroll	Augusztus	368,6	
11	DK lombfal	altalaj	Június	311,8	11	kontroll	Augusztus	355,1	
12	DK lombfal	altalaj	Június	320,9	12	kontroll	Augusztus	360,2	
13	DK lombfal	altalaj	Június	324,7	13	kontroll	Augusztus	333,2	
14	DK lombfal	altalaj	Június	230	14	kontroll	Augusztus	347,5	
15	DK lombfal	altalaj	Június	352,7	15	kontroll	Augusztus	360,2	
16	DK lombfal	altalaj	Június	309,4	16	kontroll	Augusztus	381,2	
17	DK lombfal	altalaj	Június	350,4	17	kontroll	Augusztus	366,7	
18	DK lombfal	altalaj	Június	274,7	18	kontroll	Augusztus	403,2	
19	DK lombfal	altalaj	Június	321,7	19	kontroll	Augusztus	344,6	
20	DK lombfal	altalaj	Június	350,4	20	kontroll	Augusztus	364,6	
21	DK lombfal	altalaj	Június	348,6	21	kontroll	Augusztus	352,1	
22	DK lombfal	altalaj	Június	226	22	kontroll	Augusztus	366,6	
23	DK lombfal	altalaj	Június	348	23	kontroll	Augusztus	335,1	
24	DK lombfal	altalaj	Június	315,1	24	kontroll	Augusztus	384,5	
25	DK lombfal	altalaj	Június	342,1	25	kontroll	Augusztus	329,3	
26	ÉNY lombfal	altalaj	Június	250,6	26	kontroll	Augusztus	355,3	
27	ÉNY lombfal	altalaj	Június	303,1	27	kontroll	Augusztus	400,9	
28	ÉNY lombfal	altalaj	Június	310,2	28	kontroll	Augusztus	412,1	
29	ÉNY lombfal	altalaj	Június	275,3	29	kontroll	Augusztus	426,9	
30	ÉNY lombfal	altalaj	Június	309	30	kontroll	Augusztus	425,3	
1	DK lombfal	kontroll	Június	337,8	1	csepegtető	Augusztus	361,2	
2	DK lombfal	kontroll	Június	363,6	2	csepegtető	Augusztus	392,1	
3	DK lombfal	kontroll	Június	339,6	3	csepegtető	Augusztus	427,9	
4	DK lombfal	kontroll	Június	292,4	4	csepegtető	Augusztus	431,9	
5	DK lombfal	kontroll	Június	327,8	5	csepegtető	Augusztus	383,5	
6	DK lombfal	kontroll	Június	335,6	6	csepegtető	Augusztus	376,9	
7	DK lombfal	kontroll	Június	403,1	7	csepegtető	Augusztus	382,8	
8	DK lombfal	kontroll	Június	341,3	8	csepegtető	Augusztus	397,3	
9	DK lombfal	kontroll	Június	362,3	9	csepegtető	Augusztus	320,9	
10	DK lombfal	kontroll	Június	407,5	10	csepegtető	Augusztus	393,7	
11	ÉNY lombfal	kontroll	Június	273,3	11	csepegtető	Augusztus	337	
12	ÉNY lombfal	kontroll	Június	306,1	12	csepegtető	Augusztus	383,1	
13	ÉNY lombfal	kontroll	Június	301,9	13	csepegtető	Augusztus	345	
14	ÉNY lombfal	kontroll	Június	293,9	14	csepegtető	Augusztus	366,2	
15	ÉNY lombfal	kontroll	Június	338,1	15	csepegtető	Augusztus	384,5	
16	ÉNY lombfal	kontroll	Június	329,9	16	csepegtető	Augusztus	407,5	
17	ÉNY lombfal	kontroll	Június	329,7	17	csepegtető	Augusztus	411,8	
18	ÉNY lombfal	kontroll	Június	322,4	18	csepegtető	Augusztus	387,6	
19	ÉNY lombfal	kontroll	Június	323,2	19	csepegtető	Augusztus	353	
20	ÉNY lombfal	kontroll	Június	292,9	20	csepegtető	Augusztus	387,1	
21	DK lombfal	kontroll	Június	256,7	21	csepegtető	Augusztus	377,5	
22	DK lombfal	kontroll	Június	272,8	22	csepegtető	Augusztus	386,5	
23	DK lombfal	kontroll	Június	260,8	23	csepegtető	Augusztus	422,8	
24	DK lombfal	kontroll	Június	269,1	24	csepegtető	Augusztus	426,6	
25	DK lombfal	kontroll	Június	338,5	25	csepegtető	Augusztus	379,7	
26	ÉNY lombfal	kontroll	Június	215,7	26	csepegtető	Augusztus	358,7	
27	ÉNY lombfal	kontroll	Június	219,7	27	csepegtető	Augusztus	391,4	
28	ÉNY lombfal	kontroll	Június	272,8	28	csepegtető	Augusztus	364	
29	ÉNY lombfal	kontroll	Június	295,5	29	csepegtető	Augusztus	418,1	
30	ÉNY lombfal	kontroll	Június	328,2	30	csepegtető	Augusztus	419	
1	DK lombfal	csepegtető	Június	308,5	1	altalaj	Augusztus	375,9	
2	DK lombfal	csepegtető	Június	356,2	2	altalaj	Augusztus	390,8	
3	DK lombfal	csepegtető	Június	333,1	3	altalaj	Augusztus	365,7	
4	DK lombfal	csepegtető	Június	351,5	4	altalaj	Augusztus	375,9	
5	DK lombfal	csepegtető	Június	292,5	5	altalaj	Augusztus	375,6	
6	DK lombfal	csepegtető	Június	323,6	6	altalaj	Augusztus	347,6	
7	DK lombfal	csepegtető	Június	355,7	7	altalaj	Augusztus	353,7	
8	DK lombfal	csepegtető	Június	336,2	8	altalaj	Augusztus	393,1	
9	DK lombfal	csepegtető	Június	367,4	9	altalaj	Augusztus	380,2	
10	DK lombfal	csepegtető	Június	383,8	10	altalaj	Augusztus	393,6	
11	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	232,5	11	altalaj	Augusztus	376,6	
12	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	309,8	12	altalaj	Augusztus	378,3	
13	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	244	13	altalaj	Augusztus	361,4	
14	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	304,3	14	altalaj	Augusztus	317,7	
15	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	273,2	15	altalaj	Augusztus	345,2	
16	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	293,4	16	altalaj	Augusztus	378,6	
17	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	263,6	17	altalaj	Augusztus	380,9	
18	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	266,3	18	altalaj	Augusztus	390,8	
19	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	269,2	19	altalaj	Augusztus	318,6	
20	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	245,2	20	altalaj	Augusztus	344,9	
21	DK lombfal	csepegtető	Június	338,2	21	altalaj	Augusztus	301,7	
22	DK lombfal	csepegtető	Június	345,2	22	altalaj	Augusztus	372	
23	DK lombfal	csepegtető	Június	347,8	23	altalaj	Augusztus	414,2	
24	DK lombfal	csepegtető	Június	343,9	24	altalaj	Augusztus	349,3	
25	DK lombfal	csepegtető	Június	366,2	25	altalaj	Augusztus	422,2	
26	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	306,3	26	altalaj	Augusztus	422,5	
27	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	329,7	27	altalaj	Augusztus	395	
28	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	361,8	28	altalaj	Augusztus	396,1	
29	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	314,9	29	altalaj	Augusztus	381,7	
30	ÉNY lombfal	csepegtető	Június	284,3	30	altalaj	Augusztus	332	

11. Hallgatói nyilatkozat

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: Pacza-Németh Julianna

A Hallgató Neptun kódja: J2LESU

A dolgozat címe: A Hárslevelű szőlőfajta vizsgálata klorofill és víztartalom alapján

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: Szőlészeti és Borászati Intézet

A konzulens tanszékének a neve: Szőlészeti 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.

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsgabizottság 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 szellemitulajdon-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 november 10.

Pacza Németh Julia

Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS
NYILATKOZAT

PACZA-NÉMETH JULIANNÁ (Neptun azonosító: FLLESU)
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 javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Budapest, 2025 október 29.



Dr. Bodor-Pesti Péter

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

1. Általános adatok

Hallgató neve:	Pacza-Németh Julianna
Neptun-kódja:	j2lesu
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*:	Szakdolgozat készítés
A munka címe:	A Hárslevelű szőlőfajta vizsgálata klorofill és víztartalom alapján

* 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)
Forrás kutatásra, irodalom kutatásra használtam, tört dokumentumok esetén forrás keresésre.	Chatgpt – 5	irodalmi áttekintés

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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

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

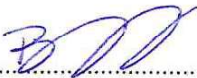
4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

Kelt: Dunaalmás, 2025.10. hó 31. nap



Hallgató aláírása



Konzulens/Témavezető aláírása