

DIPLOMADOLGOZAT

Lasancz Levente

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Budai Campus

Szőlészeti és Borászati Intézet

Szőlész-borász mérnök mesterképzési szak

**Az RGB alapú digitális képfeldolgozás lehetősége a szőlővessző
tömegének meghatározására területük alapján**

Belső konzulens: Dr. Bodor-Pesti Péter
Docens
intézete/tanszéke: Szőlészeti és Borászati
Intézet
Készítette: Lasancz Levente

Budapest

2024

1. Tartalomjegyzék:

1.	Tartalomjegyzék:.....	1
2.	Bevezetés és célkitűzés:.....	3
3.	Szakirodalom áttekintés:	7
3.1.	A szőlő.....	7
3.1.1.	A szőlő rendszertanának alapjai:.....	7
3.1.2.	A szőlő rendszertani besorolása:	8
3.1.3.	A szőlőtőke részei:	9
3.1.3.1.	Földalatti részek:	9
3.1.3.2.	Föld feletti részek:	10
3.1.4.	A szőlő zöld részei:	13
3.2.	A termőegyensúly megállapítása:	14
3.2.1.	Ravaz index:.....	14
3.2.2.	y/n formula:	15
3.2.3.	Levélfelületi index:	16
3.3.	Precíziós mezőgazdaság:.....	16
3.3.1.	Digitális mezőgazdaság:.....	17
3.3.2.	Digitális vs precíziós mezőgazdaság:.....	17
3.3.3.	Precíziós szőlészet:.....	18
3.4.	Digitális képfeldolgozás:.....	18
3.4.1.	Az emberi látás:.....	19
3.4.2.	A digitális képfeldolgozás kialakulása:.....	20
3.4.3.	Tipikus képfeldolgozási műveletek:.....	21
3.4.4.	Egy képfeldolgozási rendszer elemei:.....	21
3.4.5.	Digitális képfeldolgozás a gyakorlatban:	22
3.4.6.	A digitális képfeldolgozás a mezőgazdaságban:	23
3.4.7.	RGB alapú megfigyelések:.....	25
4.	Anyag és módszertan.....	27
4.1.	Neszmélyi borvidék:	27
4.1.1.	Földrajzi elhelyezkedés:	27
4.1.2.	Klíma:.....	28
4.1.3.	Alapkőzet, talaj, domborzat:	29
4.1.4.	Jellemző szőlőfajták:	29
4.1.5.	Jellemző borok:	30

4.2.	Ültetvény:	30
4.3.	Hárslevelű:	31
4.4.	Eszközök:	31
4.5.	A kísérlet beállítása:	32
5.	Eredmények:	34
5.1.	Mérési eredmények:	34
5.2.	Vesszők tömege:	35
5.3.	Vesszők területe:	36
5.4.	A vesszők 1cm ² -re eső tömege:.....	37
5.5.	Vessző tömeg és terület közötti korreláció:	38
6.	Következtetések és javaslatok:	40
6.1.	Öntözés hatása a vegetációs ciklusra:	40
6.2.	Kísérlet eredményének jelentősége:.....	41
6.3.	Más meghatározási módszerek:.....	43
6.4.	Módszer alkalmazása más területeken:	43
7.	Összefoglalás:	45
8.	Irodalomjegyzék:	47
9.	Táblázatok és ábrák jegyzéke:.....	54
10.	Melléklet:	55

2. Bevezetés és célkitűzés:

A fejlett országok mezőgazdasági szektora, ezen belül a szőlészet, jelenleg nagy válsággal néz szembe, amely sürgős szerkezeti változások bevezetését követeli a növénytermesztés területén. Az ilyen változtatásokra egyedül csak a technológia segítségével lehetünk képesek. A precíziós mezőgazdaság által elfogadott új módszerek összesége az informatikai technológiát alkalmazza a termelés hatékonyságának növelésére. Mivel a szőlő a világon az egyik legnagyobb területen termesztett növényünk, nem kell hangsúlyoznunk mennyire fontos ezen a területen való fejlődés, mind a szőlősgazdák, mind pedig a gazdaság szempontjából.

Az elmúlt évtizedek során számos új technológiát fejlesztettek ki vagy alakítottak át mezőgazdasági használatra. Ezek közé tartoznak az alacsony költségű helymeghatározó rendszerek, mint például a globális helymeghatározó rendszer, proximális mezőgazdasági gépek fedélzetére szerelt biomassza és levélfelület-index érzékelők, geofizikai érzékelők a talaj tulajdonságainak mérésére, valamint olcsó, megbízható eszközök az információk tárolására és cseréjére/megosztására. Kombináltan ezek az új technológiák nagy mennyiségű megfizethető, nagy felbontású információt állítanak elő, és vezettek a finom léptékű vagy helyspecifikus mezőgazdasági gazdálkodás fejlődéséhez, amelyet gyakran precíziós mezőgazdaságnak neveznek (Szabó, 2004).

A precíziós mezőgazdasági technológiák és módszerek fejlesztése, valamint alkalmazása a szőlőtermesztésben (precíziós szőlészet) újabb keletű. Annak ellenére, hogy a precíziós szőlészet viszonylag gyerekcipőben jár, számos precíziós szőlészeti kutatási projekt létezik gyakorlatilag minden jelentős borászati területen a világon, beleértve Franciaországot (Bobillet et al., 2005), Spanyolországot (Arno et al., 2005), az Amerikai Egyesült Államokat (Johnson et al., 2003), Chilét (Ortega et al., 2003), Dél-Afrikát (Strever, 2004) és Ausztráliát, ahol úgy tűnik, hogy a precíziós szőlészet alkalmazása a legfejlettebbnek (Lamb et al., 2004, Bramley és Hamilton, 2004).

A borágazat és a szőlőtermesztés gazdasági jelentősége világszerte előmozdítja a fejlődést, az innovatív módszerek és technológiák alkalmazását a szőlőültetvények ellenőrzésére. A betakarított szőlő mennyisége évről évre változik és a szőlőültetvényen belül is változnak a talajviszonyok, betegségek, kártevők, éghajlat és a szőlőültetvények gazdálkodási gyakorlatai. A hozam- és minőségbecslés jelenlegi gyakorlata romboló, drága, pontatlan és nagyrészt szubjektív. Ezek a tényezők eléggé megnehezítik a kiváló minőségű szőlőtermesztést és

borkészítést. A képelemzés lehetőséget kínál arra, hogy olcsó, roncsolásmentes módszert biztosítson a teljes szőlőültetvényről szóló pontos információk rögzítésével.

Az elmúlt évtizedekben a vörös-zöld-kék (RGB) képelemzés egyre nagyobb jelentőséggel bír a mezőgazdaságban, mivel széles körben bebizonyította, hogy alkalmas eszköz a növények egyes állapotainak felmérésére és ellenőrzésére. Gépi digitális képfeldolgozást használnak a mezőgazdasági és az élelmiszerfeldolgozásban ellenőrzési feladatok automatizálására (Cubero et al., 2011; Lorente et al., 2012). A hibaészlelés vagy a színbecslés mellett más jellemzők, például az alak és méret elemzése olyan jellemzők, amelyekhez a képelemzés objektív és megbízható eszközt nyújt. Ez a technológia lehetővé teszi az olyan feladatok automatizálását, amelyeket a szőlészetben különböző célokra lehet használni.

A szőlészet számos területén már használják ezt a módszert, hogy minél gyorsabb információt tudjanak gyűjteni az adott területről. Ezeknek a munkáknak a nagy része a vegetatív ciklus meghatározott szakaszaira összpontosít, mint például a hiányzó növények kimutatása (Comba et al. 2015), életerő-térképezés (Mathews és Jensen, 2013), fotoszintézis tevékenység mérés (Zarco-Tejada et al., 2013), lombkorona magasságának becslése (Burgos et al., 2015), növényi vízpotenciál mérése (Baluja et al., 2012) és betegségek kimutatása.

A lombkorona jellemzői kapcsolódnak a gyümölcs mikroklímájához, a gyümölcs egészségi állapotához és a szőlő összetételéhez (Smart és Robinson, 1991). A képelemzést alkalmazták szőlőtermesztésben a termés hozam becslésére (Dunn és Martin, 2004) és a korai lombhullás hatásának értékelésére is (Tardaguila et al., 2010, 2011). A számítógépes digitális képfeldolgozásnak megannyi lehetséges alkalmazása van a szőlészetben, mint a gyors és praktikus módszer a lombkorona jellemzőinek megbecsülésére a szabadban.

A szőlészeti területen a vesszők mennyisége (biomasszája) kulcsfontosságú paraméter, amelyek nemcsak hatással vannak a szőlő szerkezetére és a lombkorona sűrűségére, hanem a szőlő és a bor minőségének mutatójaként is számítanak (Roby et al., 2004; Matthews és Nuzzo, 2007). A számítógépes digitális képfeldolgozást gyors és pontos módszerként lehetne használni a szőlővesszők detektálására és a Ravaz-index értékelésére is.

Az új technológiák folyamatos fejlesztése lehetőséget ad a jelenlegi és múltbeli kezelési gyakorlatok becsléseinek és értékelésének pontosítására (Moran et al., 1997; Bellvert et al., 2014). Ezeket a technológiákat egyre nehezebb használni és értelmezni a bonyolult módszertan és az adatok bősége miatt. A kutatási területen az automatizált és könnyen használható modellek létrehozása és fejlesztése nagy jelentőséggel bír. Kihívások merülnek fel annak

biztosítására, hogy a modellek könnyen hozzáférhetőek és felhasználóbarátok legyenek, ezáltal egy olyan azonnali használható módszereket biztosítva, amikkel könnyedén meg lehet határozni a szőlő egészségét és termelékenységét. A korábban említettek befejezése modelleket adhat, amelyek képesek összekapcsolni a szőlőültetvény változékonysági paramétereit, hogy javítsák a megelőző vagy támogató kezelési irányzatok gyorsabb végrehajtását.

A szőlő nemcsak azért érdekes növény, mert a termése gazdaságilag igen jelentős, amelyekből bort lehet készíteni, hanem maga a növény is. A szőlő monokultúras növény, de sok tekintetben különbözik a többi monokultúras növénytől. Tehát ahhoz, hogy sikeresen tartsuk fenn a szőlőültetvényt, a lehető legjobb minőségű szőlőt és ezáltal bort hozunk létre, kritikus fontosságú a szőlő életerő változékonyságának és befolyásoló tényezőinek megértése a vegetatív növekedés, a gyümölcstermesztés és a helyspecifikus szőlőgazdálkodás optimalizálása szempontjából.

A „kiegyensúlyozott” szőlőültetvény megszerzése az egyik leggyakrabban emlegetett téma, amikor a szőlőtermelőket és a szőlészeket kérdezik céljaikról. Amikor azonban tovább kérdezik őket, nem sikerül definiálni pontosan, mi is az a kiegyensúlyozott szőlőültetvény. Egyes művek úgy definiálják, hogy a gyümölcs adott cukortartalom szintjének elérése, attól függően, hogy mi a termesztés célja (Winkler, 1958). Bár ez a meghatározás igen leegyszerűsítve csak a cukor felhalmozódásra tér ki, elegendő információ lehet a kiegyensúlyozott szőlőültetvény meghatározására (vagy a kiegyensúlyozatlan szőlőültetvényére).

A szőlő minősége az új vesszők, szőlőfürtök és tartalék anyagok (például szacharin és keményítő) éves termelésében nyilvánul meg. Ez a termelés közvetlenül összefügg a metszésekor visszamaradt töltettel, azaz a téli metszés során a szőlőben maradt rügyek számával. Vezetési rendszerüktől függetlenül a szőlőben a metszés során visszamaradt töltés közvetlenül összefügg annak vegetatív kifejeződésével és erélyével. A vegetatív kifejezés a szőlő által termelt teljes biomassa, és a gyakorlatban a szőlő metszésének súlya határozza meg kilogrammban kifejezve. Az életerő a szőlő növekedési dinamikájához kapcsolódik, és nagy átmérőjű és hosszúságú vesszők jellemzik, hosszú internódiumokkal és másodlagos hajtásokkal. A gyakorlatban az életerőt egy metszett vessző átlagos tömegeként definiálják, vagyis a vegetatív expresszió értékét osztva a vesszők grammban kifejezett számával (Oliveira et al., 2016).

Az erélymeghatározás rendkívüli jelentőséggel bír a műszaki és tudományos munkákban, mert ez az egyik legfontosabb mutató a szőlő vegetatív egyensúlyának/termésének megítélésében.

Csak kiegyensúlyozott életerővel és jó szénhidrátszinttel lehetséges a virágzatok jó differenciálódása és a fiatal vesszők jó lignifikációs folyamata a szőlőben. (Oliveira et al., 2016).

Az életerő meghatározása tehát rendkívül fontos a szőlészetek számára, mert ez egy alapja a szőlő vegetatív/termelési egyensúlyának értékelésének, ami fontos a jó termőképesség/minőség viszony és a hosszú élettartam eléréséhez.

A szőlő erélye és vegetatív meghatározása nagy érdeklődésre számot tartó paraméterek a szőlőtermesztésben, mivel a teljes irányítási rendszer állapotát jelzik. Hagyományosan ezeket a paramétereket destruktív módszerrel becsülik meg és kapják meg a vesszők levágásával, lemérésével, és végül megkapják a metszett vesszők átlag súlyát. Ezen dolgozat célja, hogy megvizsgálja mennyire integrálható az RGB alapú képelemzés eszköze, a vesszők területének mérésére és azok hogyan korrelálnak a tömeghez viszonyítva. A módszer abból áll, hogy digitális képet készítünk a szőlővesszőkről, és egy szoftvert alkalmazunk ezekre a képekre, hogy megállapítsuk területük nagyságát. Ez a kísérlet három fázisra osztható: az első a minták begyűjtéséből áll azok tömegének meghatározásában és a vesszők digitalizálásából. A második egy digitális képfeldolgozásból áll, amely izolálja a szőlővesszőket és meghatározza a szőlővesszők átlagos területét egy adott mennyiségű vesszőre. A harmadik pedig a kapott adatok elemzése, hogy megállapítsam van-e lineáris kapcsolat a szőlővesszők területe és tömege között.

3. Szakirodalom áttekintés:

3.1.A szőlő

3.1.1.A szőlő rendszertanának alapjai:

A Vitaceae családba tartozó nemzetségek száma eléggé vitatott kérdés. Jelenleg is folynak kutatások a pontos származásukról és besorolásukról. A magyar szerzők állítása szerint a Vitaceae családba 14 nemzetség tartozik (Lőrincz és Zanathy, 2003; Rakonczás, 2014). Más külföldi szerzők pedig arról számolnak be, hogy a Vitaceae egy közepes méretű növény család, amely körülbelül 950 fajhoz tartozik, és 16 élő nemzetet foglal magában, amelyek domináns kúszónövények (Soejima és Wen, 2006).

Lőrincz (2015) arról számol be, hogy a Vitaceae család rendszerezésében változások történtek és a legújabb besorolás a következő:

- Angiosperm – virágos növények
- Eudicots – valódi kétszikűek
- Core eudicots csoport
- Rosids klád
- Vitales rend – szőlősvirágúak

Míg a régebbi besorolás alapján:

- Magnoliophyta törzs – zárvatermők
- Rosophytina altörzs
- Rosopsida osztálya – valódi kétszikűek
- Cariophyllide alosztály
- Saxifraganae főrend
- Vitales rend – szőlősvirágúak

Ezen új besorolás nem változtatott a Vitaceae családkhoz tartozó nemzetségek számán, viszont két nemzetség bekerült (Leea, Dillenia) míg két nemzetség kikerült (Acareosperma, Clematocissus). Ehető termése Vitis-en kívül csak a Ampelocissus, Cissus és a Tetrastigma néhány trópusi tájakon élő fajának van (Lőrincz et al., 2015).

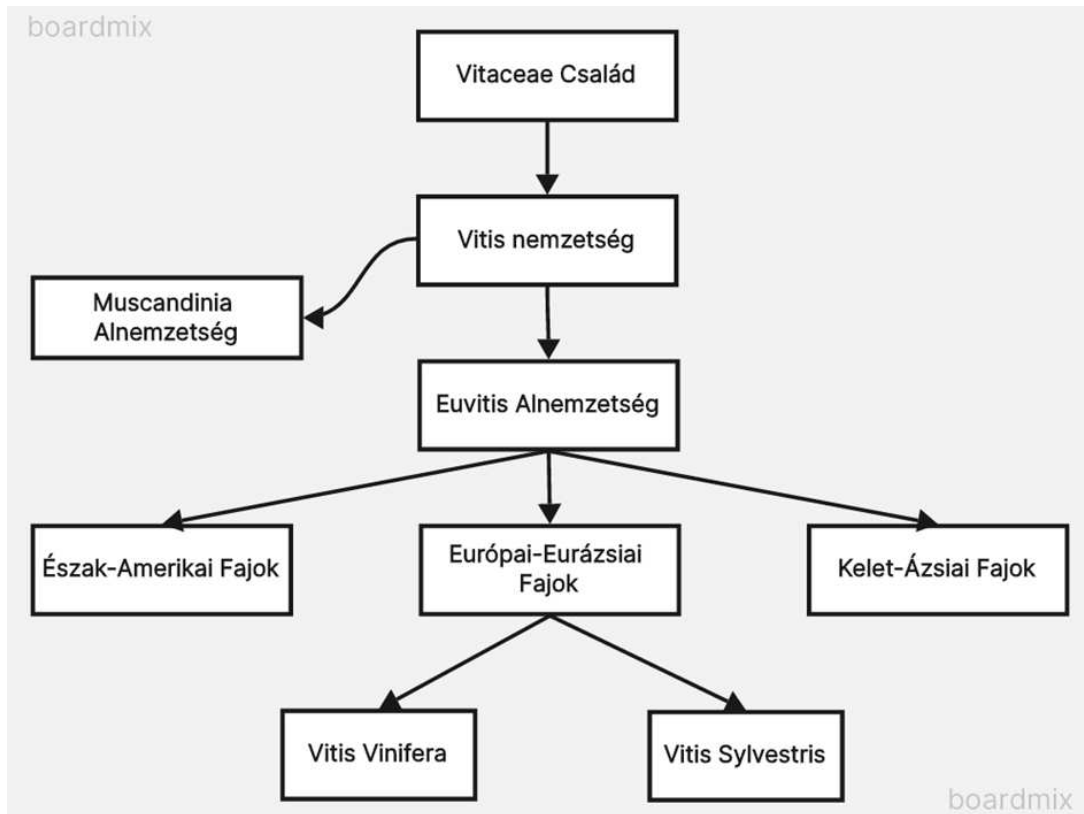
A Vitis (szőlő) nemzetség képviselői a Föld északi féltekén élnek. A Vitis nemzetségen belül további két alnemzetséget, a Muscadiniai és az Euvitis alnemzetséget különítjük el. Az

Amerikai Egyesült Államok déli, szubtrópusi és trópusi vidékein élő *Muscadinia* alnemzetség három fajtája közül kizárólag a *Vitis rotundifolia* termesztési szempontból fontos. A *Muscadinia* fajok morfológiai és termesztési jellemzői jelentősen eltérnek az *Euvtis* nemzetségétől (Lőrincz és Zanathy, 2003).

3.1.2. A szőlő rendszertani besorolása:

Kozma (1967) állítása szerint a *V. vinifera* a *Vitis sylevstris* C. C. Gmel. hímnős virágú változatából alakult ki, miután elkezdték a termesztését, majd a különböző ökológiai, földrajzi, valamint művelésmódokból eredő hatásoknak köszönhetjük a további különféle fajtákat és fajtacsoportokat (Kozma 1991). Akik ezt az elméletet osztják, őket hívjuk monofiletikus elmélet hirdetőinek (Negural 1946; Németh 1967). A másik csoport a polifiletikus-ok, akik nézete szerint a *V. Vinifera* faj nem egységes, hanem öt különböző faj és ezekből jöttek létre a különböző fajták (Andrasovszky 1926).

- Tagozat: Angiospermatophyta (zárvatermők)
- Osztály: Dicotyledonopsia (kétszikűek)
- Rend: Vitales (szőlőalkatúak)
- Család: Vitaceae (szőlőfélék)
- Nemzetség: *Vitis* (szőlő)
- Alnemzetség: *Euvtis*
- Faj: *Vitis sylvestris* C. C. Gmel. (ligeti szőlő) és *Vitis vinifera* L. (kerti szőlő) (Bremer et al. 2009; Rakonczás 2014) (1. ábra).



1. ábra: A Vitis Vinifera rendszertani besorolása.

(Forrás: saját szerkesztés Rakonczás, 2012 alapján)

3.1.3.A szőlőtőke részei:

3.1.3.1. Földalatti részek:

Gyökérrendszer:

A szőlőtő gyökerei többágú struktúrák, amelyek különböző mélységekig nőnek a talajba, és biztonságosan rögzítik a tőkét. A gyökerek vizet és tápanyagokat szívnak fel a talajból, szénhidrátokat tárolnak és a szőlőnövény növekedését szabályozó hormonokat termelnek. A gyökerek általában több ággal rendelkeznek, amelyek további ágakba oszlanak és kisebb oldalgyökereket hoznak létre. A szőlő gyökérzete az elhelyezkedés alapján három különböző zónára osztható. A szőlőmetszéskor használt szár alsó csomója környékén a talpgyökerek fejlődnek ki, a középső részen az oldalgyökerek, míg a felső részen a harmatgyökerek találhatóak. A szőlőtő gyökérrendszere jellemzően 0,9 méteres (3 láb) mélységig terjed a talajban. A különböző szőlőfajták gyökérnövekedési mintázata természetesen különbözik. A Vitis Riparia gyökerei függőlegesebben nőnek, míg a Vitis Rupestris gyökerei inkább

oldalirányúak. A szőlő gyökérzete általában a talaj felső 60-100 centiméteres rétegében helyezkedik el. A legtöbb gyökér általában a 20-40 centiméteres mélységben található. A szőlő gyökérzetének két fő jellemzője az extenzív oldalirányú és mélységi terjeszkedés. A hosszú és mélyen hatoló gyökerek képesek hatékonyan kihasználni a távoli vagy mélyebb talajrétegekben található tápanyagokat és vízforrásokat. Az oldalirányban terjedő gyökerek átlagosan négy méter hosszúak, de előfordulhatnak akár tíz méternél is hosszabbak. A szőlő gyökerei vertikálisan akár hat méteres mélységig is elérhetnek és ideális körülmények között akár harminc méter mélyre is hatolhatnak. Ez a mélyre hatoló gyökérrendszer az evolúciós nyomás hatására alakult ki, ami a szőlő adaptációjának részeként fejlődött ki (Lőrincz et al., 2015).

3.1.3.2. Föld feletti részek:

A különböző korú szárrészek képezik a szőlő fás részeit. Az egyéves, elfásodott, levelét vesztett és elfásodott hajtás a vessző. Csernek nevezzük a két évet megélt, illetve harmadik éves szárat. A három évnél idősebb fás részek fogják alkotni a tőkét (Lőrincz és Barócsi, 2010).

Tőke:

A gyökértörzs a talajszint alatt helyezkedik el, közvetlenül kapcsolódva a gyökérnyakhoz. A gyökértörzs fölött található a tőkenyak, mely összeköti a szőlőtőke föld alatti és föld feletti részeit. Az oltvány szőlő esetében a tőkenyagnál helyezkedik el az oltásforradás helye, mely gyakran gömb alakú megvastagodásként jelenik meg. A törzs a főszár, ágak nélkül. A kordonok a törzs kiterjesztései, amelyek általában vízszintesen nőnek, amiket egy dróton vezetnek. A kordonok egy vagy két irányba is kiterjedhetnek a törzsből, ezeket egyirányúnak vagy kétoldalúnak nevezik. A szőlőtőkén belül a combon vagy a kordonon helyezkedik el a cser és a vessző. Ezek a részek, melyek a szőlőnél a többéves fás részeknek felelnek meg, kulcsfontosságú szerepet töltenek be a tápanyagok szállításában és raktározásában. Minél nagyobb ezeknek az aránya, annál erősebbek és ellenállóbbak lesznek az ebből a részből fejlődő szőlőrészek, és annál hatékonyabban képesek átvészelni a hideg időszakokat. A nagyobb arányú többéves fás részekkel rendelkező szőlőtőkék általában nagyobb terméshozamot produkálnak, ami elsősorban a virágok jobb megtermékenyülésével függ össze. Küllemükben a többéves fás részeket általában sötét elszíneződés és csíkokban leváló kéreg jellemzi (Karl, 1996).

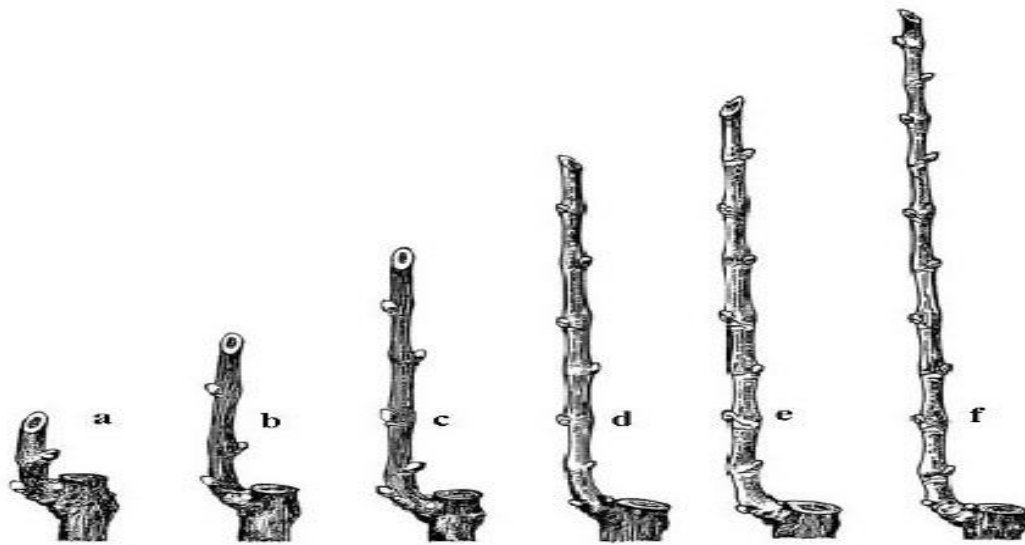
Cser:

A szőlőművelésben a kétéves, vagyis két tenyészidőszakot átélt, harmadik éves szárrészt csernek nevezzük. Ennek során a cserrész lehet eredeti csap vagy szálvessző. Attól függően, hogy a cseren metszett csapot vagy szálvesszőt hagyunk meg, beszélhetünk csercsapról vagy cservesszőről. A gyakorlat azt mutatja, hogy a legtöbb szőlőfajta esetében a cseren maradt vesszők rügyei jobb termést biztosítanak (Lőrincz és Barócsi, 2010).

Vessző:

Az érett hajtás lombhullása után kialakult növényi struktúrát vesszőnek nevezzük. Ezek általában a kétéves cseren vagy annál idősebb fás részen fejlődnek ki. Jellegzetességeik közé tartozik a barnás szín, a szorosan tapadó kéreg és a jól látható rügyek jelenléte. A vesszők vastagsága összefügg a tőkék erősségével, a fajtára jellemző növekedési eréllyel és a tőkén megjelenő hajtások számával. Strukturális felépítésüket nóduszokból (csomók) és internódiumokból (ízköz) alkotják. A nóduszok az egyéves hajtáson rendszeres távolságra elhelyezkedő megvastagodásokat jelentik, míg az internódiumok a nóduszok közötti szakaszok. Az ízközök hosszát pontosan lemérhetjük, de az alsó ízközök hossza mindig rövidebb, így az ízközök hosszát 9-12. csomó között kell mérni. A szártagokat méretük alapján három csoportba soroljuk: rövid (8 cm alatt), közepes (8-12 cm) és hosszú (12 cm felett). Ezek a szártagok kimondottan fajtabélyegként is szolgálnak: például a Piros tramini esetében a szártagok rövidebbek, a Chasselas esetében közepesek, míg a Glória Hungariae esetében hosszúak (Csepregi és Zalai, 1973). Az ízközök hosszát olyan tényezők befolyásolják, mint a vessző eredete, zöldmunkák és metszés kivitelezése, a művelésmód, tőke kondíciója, illetve a víz- és tápanyag-ellátottság. Az ízközök hosszának tulajdonsága meghatározó szerepet tölt be a termesztéstechnológiában is, mert ha minél hosszabbak, akkor szellősebb lombozatot hoznak létre, míg ha minél rövidebbek annál sűrűbbet, ami problémákat vethet fel a kár- és korokozók elleni védekezésben. A vesszők másik fontos mérő tulajdonságuk - amikben ugyan úgy különbséget teszünk - az átmérőjük (vékony 3-6 mm, közepesen vastag 6-10 mm, vastag 10 mm feletti). A borszőlők esetében általánosságban azt figyelhetjük meg, hogy a vesszők vastagsága vékony vagy legfeljebb közepesen vastag, míg a csemegeszőlőknél inkább a vastag szőlővesszők dominálnak (Lőrincz és Barócsi, 2010). A vesszők keresztmetszete hengeres vagy lapos lehet. A hengeres keresztmetszet jellemző az egyenes szárállású fajtákra, míg a lapos inkább a kissé körbe szárállású fajtáknál fordul elő. A nóduszok mérete és fejlettsége változatos lehet. Az egyenes szárállású szőlővesszőkön általában az ízközzel megegyező vastagságúak,

más esetekben azonban kiemelkedően fejlettek és szembetűnőek, ezáltal cikcakkossá teszik a vesszőt (Csepregi és Zalai, 1973).



2. ábra: Különböző hosszúságú termőcsapok.

(Forrás: Kozma, 1991)

Szőlővessző (metszés utáni mérete) neve: (2. ábra)

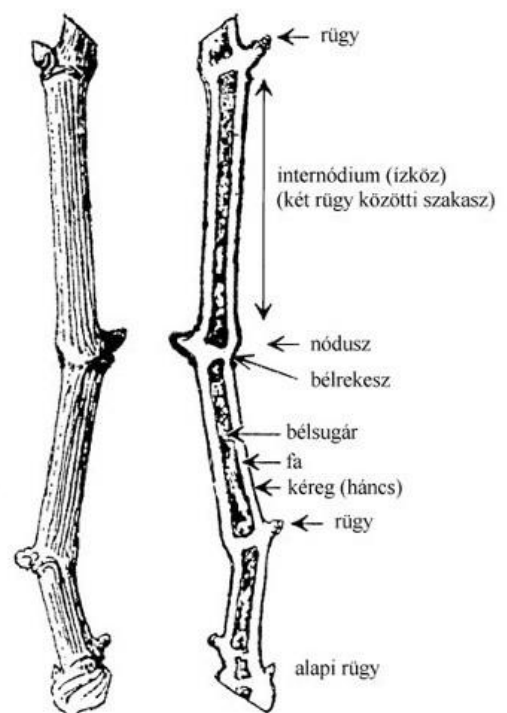
- a-b: rövid csap (1-2 rügy)
- a: ugar csap (2 rügy)
- c-d: hosszú csap (3-5 rügy)
- e: félszálvessző (6-9 rügy)
- f: szálvessző (10-15 rügy)

(Rakonczás, 2014)

A vessző felépítése: (3. ábra)

- kívül rostosan leváló elhalt kéreg
- alatta háncsrész vagy élőkéreg
- beljebb – farész
- közepén – bélszövet – éretten barna
- nóduszoknál – bélrekesz

(Rakonczás, 2014)



3. ábra: A szőlővessző keresztmetszete és részeinek elnevezései.

(Forrás: Kozma, 1991)

3.1.4. A szőlő zöld részei:

Rügyek:

A rügyek erősen összenyomott hajtások, amelyek a levelek axilis (szögletes) részében alakulnak ki. Egy hajtás sok levelet termel az évszak során, mindegyikhez társul egy axilláris rügy. Ezeknek a rügyeknek a szerkezete meglehetősen összetett. Egy részük azonnal növekszik (nyári oldalhajtás), míg más részek megmaradnak, mint az összenyomott, több ágú rendszer, amely alkotja a téli alvó rügyet vagy "szemet." Ez utóbbi szerkezet hordozza a következő szezon termését (Hegedűs et al., 1996).

Hajtások:

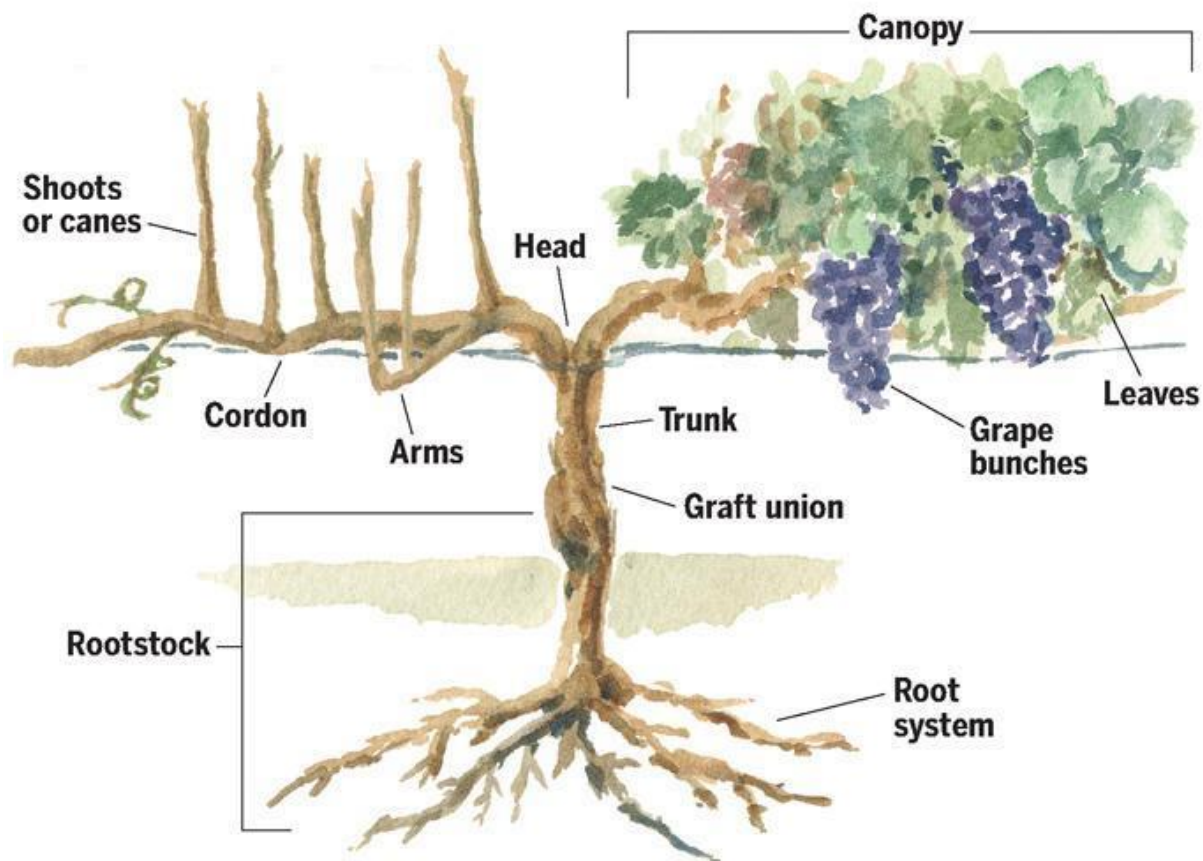
A hajtások, az elsődleges rügyekből fejlődő zöld száruk, a szőlőtőkék elsődleges növekedési struktúrái. A hajtásokon kacsok, levelek, virágfürtök vannak, amelyek gyümölcsökké érnek és a további rügyek rendszerezett szabályos mintázatban helyezkednek el. A hajtás a hajtás végétől nő hosszabbra, ami sosem képez terminális rügyet. Az ágak és hajtások közötti részt internódiumnak nevezzük. A laterálisok a hajtás vagy nyers hajtás oldalágai (Terpó, 1966a).

Levelek:

A szőlőlevelek a fotoszintézis által biztosítják a növények számára a megfelelő tápanyagszintet, illetve a víz és benne oldott tápanyagok szállítását is befolyásolják a párologtatás által, vagyis a transzspirációval. A szőlőnövény levele jellemző a fajtára. Tulajdonságai alapján a termésérésidőszakán kívül is, illetve a fürt megléte nélkül is meghatározható a fajta. A levelek oldalirányban nőnek, három fő részből állnak: levélalapról, levélnyélből és levéllemezből, amelyek a széleiknél fűrészesek. A szőlőlevél megjelenésében világoszöldtől sötétzöldig terjedhet (Hegedűs et al., 1996).

Kacsok:

A szőlő kivételes kúszó és futó növények csoportjába tartozik, melyek speciális szervekkel rendelkeznek a fény felé való kapaszkodáshoz, támasztáshoz és hajtásaik rögzítéséhez. Ezek a növények mozgásrendszer alakítanak ki a kapaszkodásra és kúszásra alkalmas módosult hajtásokkal, azaz kacsokkal. Az ízközön a rüggyel szemben helyezkedik el. A hajtások vagy vesszők támasztásra szolgáló kacsokat, módosult hajtások, vagyis módosult fürtök alakítják ki. Az első három ízközön nem található kacsok, ott fürtök fejlődnek. Ezután következik két kacs, majd egy kacs nélküli ízköz. A hajtáson mindig először fürt fejlődik ki. Ha egy nóduszon már megjelenik kacs, akkor több fürt nem alakul ki utána (Rakonczás, 2014).



4. ábra: A szőlőtőke felépítése.

(Forrás: <https://www.evinyardapp.com/blog/2017/05/30/overview-of-grapevine-structure-and-function/>)

3.2.A termőegyensúly megállapítása:

A szőlő vegetatív szerveinek (hajtások/vesszők/lombozat) és generatív szerveinek (virágfürtök/termésfürtök) között kialakuló egyensúlyi állapotot termőegyensúlynak nevezzük (Barócsi, 2018)

A szőlő termőegyensúly különböző módon mérhető, de a két leggyakoribb a szőlő egyensúly meghatározására szolgáló módszerek közé tartozik a Ravaz index, illetve a levélterület és a termés hozam aránya (Lőrincz és Barócsi, 2010).

3.2.1. Ravaz index:

Ha növeljük a rügy- és fűrterhelést, vele ellentétesen csökken a szőlővesszők mennyisége, hosszúsága, vastagsága, és az ízközők átlaghosszúsága. A két tényező kapcsolatát (viszonyát)

Ravaz – egy francia tudós – figyelte meg, és létre hozta a F/V (fürthozam/vesszőtömeg) formulát, az arány kifejezésére (Kozma, 1993). A Ravaz indexet a betakarításkori gyümölcs hozamok és a szüretet követő metszési súlyok felhasználásával számolják ki, ezt termésterhelésnek is nevezik. Ez a legpraktikusabb módszer a szőlőegyensúly mérésére, és gyakran alkalmazott módszer a szőlőbirtokosok által (Bravdo et al., 1985). A kutatások szerint, a *Vitis vinifera* számára az 5-től 10-ig terjedő Ravaz index optimális a szőlő egyensúlyához meleg éghajlaton. Ez kiegyensúlyozott szőlőtőkét jelent, amelyeken megfelelően érik a gyümölcs (Bravdo et al., 1985, Reynolds et al., 2004). Azt javasolják, hogy a 3-6 közötti tartomány lehet az optimális a kis fűrtös fajtáknál, mint pl. Pinot Noir, vagy jobb mérőszám lehet hűvös éghajlaton (Kliwer és Dokoozlian, 2005).

3.2.2. y/n formula:

Egy szovjet professzor, Merzsanion, Ravaz F/V formuláját tovább fejlesztve létrehozta a világszerte ma is használatos y/n (terméshozam/vesszőhozam) formulát. Az y/n érték számításánál figyelembe kell vennünk az ültetvények kondícióját, kultúrállapotát és rajtuk végrehajtott fitotechnikai műveletek mértékét is. A hányados megállapításakor kaphatunk félre vezető eredményeket, mert a kis termés- és gyenge vesszőhozamú területek értéke megegyezhet a nagy terméshozamú és vesszőhozamú területekével. Ezért fontos az ültetvény minden tulajdonságának figyelembevétele a jól tájékoztató hányados nyeréséhez. Magyarországon ezt az értéket 4-8 közé teszik (pl. 12t/ha termésre 3-1,5t/ha vessző) (Kozma, 1993). Egyes megfogalmazások szerint az ültetvény akkor van termőegyensúlyban, amikor a vesszőtömeg a terméshozam körülbelül 20%-át adja (Smart és Robinson, 1991). Az y/n értéke egyes fajtákra nézve is eltérő lehet. Általában a nagy terméshozamot hozó generatív fajtáknál ez az érték meghaladhatja a 8-10-es értékeket is, míg a nagyobb lombkoronát hozó, kevésbé termékeny vegetatív fajtáknál lehet a 2-3-as értékeket sem éri el. Általánosságban az mondható el, hogy a vegetatív jellegű fajtáknál a 3-6-os érték, míg a generatív jellegű fajtáknál 5-7-es érték elérése az optimális. Ha ezen értékek az optimális felé emelkednek, akkor tőke túlterhelésről beszélhetünk, amik a termés minőségének romlásához és a tőke kondíciójának csökkenéséhez vezethet, ha pedig csökkenek - akkor alul terhelésről - a tőkék ki nem használásáról van szó (Hajdú, 2013).

3.2.3. Levélfelületi index:

Létezik egy harmadik módszer is a termőegyensúly megállapítására, a lombozati terület és a termés aránya, ami kevésbé praktikus a termelők számára, mivel igen időigényes az adatgyűjtése. A lombozati területek minél könnyebb felmérésére folyamatos kísérletek és kutatások folynak a mutató jobb módszertani meghatározására. (Beslic et al., 2010; Oliveira és Santos, 1995). Általános vélemények szerint 1 kg terméshez 1 m² felületre van szükség, így a mutató értékének meg kell, hogy haladjon 1m² / kg-ot. Tehát a levélfelületi index értéke optimálisan 1-3 m² /kg között mozoghat. Túlterhelés esetén az index értéke és vele együtt a termés hozam minősége is csökken, ha pedig alul terhelt, a megnövekedett lombkorona miatt sok levél árnyékba kerülhet, így a levelek térkihasználása nem lesz optimális, ami a termésminőség romlásához vezet (Lőrincz és Barócsi, 2010).

Egy kaliforniai tanulmány szerint a Cabernet Sauvignon nem tudott alacsony eredményt elérni a levélfelületeken, még akkor sem, ha nem öntözik, várható, hogy egyes fajták levélfelülete jóval nagyobb lehet, mint másoknak, részben a természetes vitalitás szintek miatt. A szőlőültetvények tervezése, a szőlőültetvény-kezelés és a termésszint-kezelés azon hasznos stratégiák, amelyek felhasználhatók a szőlőültetvény egyensúlyának javítására, és a döntések meghozatalára ezeknek a szőlőegyensúly-mutatóknak a használatával irányítható (Nuzzo és Matthews, 2006).

3.3. Precíziós mezőgazdaság:

A precíziós mezőgazdasági technológiák és elvek alkalmazása a térbeli és időbeli változékonyság kezelésére alkalmas, amely minden mezőgazdasági termelési aspektussal kapcsolatos, a növénytermelés teljesítményének és környezeti minőségének javítása érdekében. A precíziós mezőgazdaság sikeressége azzal kapcsolatos, hogy mennyire jól alkalmazható a tér-idő kontinuum értékelésére, kezelésére és kiértékelésére a növénytermelés területén. Ez a téma itt használatos a precíziós mezőgazdaság jelenlegi és potenciális képességeinek értékelésére. A precíziós mezőgazdaság technológiára épül. Az adott technológiák integrálásán keresztül jön létre a potenciál, hogy olyan részletességgel értékeljük és kezeljük a változékonyságot, amelyet korábban soha nem lehetett elérni. A precíziós mezőgazdaság agronómiai megvalósíthatósága intuíciós volt, amely nagyrészt a hagyományos kezelési javaslatok alkalmazásán alapult finomabb skálákon, bár új megközelítések jelennek meg (Burnquist és Costa, 2014).

3.3.1. Digitális mezőgazdaság:

Ez az eszközökre utal, amelyek digitálisan gyűjtik, tárolják, elemzik és megosztják az elektronikus adatokat és/vagy információkat a mezőgazdasági értéklánc mentén. Ez a digitális adatok, érzékelők és eszközök bevezetésére és integrálására utal a mezőgazdasági értékláncban. Olyan példákat tudunk ide sorolni, mint a nagy adatok feldolgozása, érzékelőtechnológia, érzékelőhálózatok és az Internet of Things (IoT), távérzékelés, robotika, drónok (UAV). Az adatokat számítógépes látással, gépi tanulással és mesterséges intelligenciával dolgozzák fel.

A jövő mezőgazdasága digitálisan integrált lesz a termelés minden szakaszában, a genetika megértésétől a szállítási logisztikáig. A digitális mezőgazdaság javítja majd a döntéshozatalt a gazdák, mezőgazdasági vállalkozások, döntéshozók és kutatók számára (Francis és Peter, 1999).

3.3.2. Digitális vs precíziós mezőgazdaság:

Digitális mezőgazdaság: néha okos gazdálkodásnak vagy e-gazdálkodásnak is nevezik és magában foglalja (de nem korlátozódik rá) a precíziós mezőgazdaságot. Azonban, ellentétben a precíziós mezőgazdasággal, a digitális mezőgazdaság hatással van az egész agrár-élelmiszer-értékláncre - a gazdasági termelés előtt, alatt és után is.

Precíziós mezőgazdaság: olyan irányítási stratégia, amely időbeli, térbeli és egyedi adatokat gyűjt, feldolgoz és elemez, valamint más információkkal kombinálva támogatja a vezetési döntéseket a becsült változékonyság alapján a mezőgazdasági termelés erőforrások hatékonyabb felhasználásáért, produktivitásért, minőségéért, jövedelmezőségéért és fenntarthatóságáért. A gazdasági technológiák, mint a termés térképezés, GPS vezérlőrendszerek és változó sebességű alkalmazás a precíziós mezőgazdaság és a digitális mezőgazdaság hatáskörébe tartoznak. A digitális technológiák, amelyek részt vesznek az e-kereskedelmi platformokban, az e-kiterjesztési szolgáltatásokban, a raktárcímke-rendszerekben, a blokkláncban (Trindall és Rainbow, 2018).

3.3.3. Precíziós szőlészet:

A szőlőültetvények pontosabb és hatékonyabb kezelése több technológia és adatalapú megközelítés alkalmazásával, mint például a távérzékelés, az IoT, az adatelemzés, a GIS és mások. Fő cél az ültetvény változékonyságának megértése és kezelése finom skálán annak érdekében, hogy javuljon a szőlő minősége és hozama, miközben minimalizálják az erőforrás-bevitelt, és így környezetileg és gazdaságilag is fenntarthatóvá válnak (Lamb et al., 2001).

A technológiai fejlesztések bevezetése a szőlőültetvényben fellépő térbeli és időbeli különbségek értékelésére olyan megközelítési alkalmazásokkal, mint például a vezeték nélküli érzékelőhálózatok, hogy értékeljék a talaj-növény-atmoszféra összefüggéseket. Ezek a közelítő érzékelők közvetlen kapcsolatban lehetnek a talajjal (pl. talajnedvesség/sósság érzékelők), a növény törzsén alapulhatnak (pl. nedvszívó érzékelők, dendrométerek, hangérzékelők), a lombkorona szintjén (azaz lombszélesség és lombnedvesség) vagy környezeti érzékelők (pl. automatikus időjárásállomások). A különböző változók (fizikai, kémiai és biológiai) térbeli változékonyságának monitorozása és kezelése a termelékenységgel kapcsolatban a szőlőültetvényen belül. A precíziós szőlészet célja a termelési rendszer ellenőrzése a különböző területek azonosításával a szőlőültetvényen, és olyan erőforrások biztosításával, amelyek lehetővé teszik ezek külön kezelését. A precíziós szőlészet széles körű eszközök és technológiai megoldások használatát foglalja magában (Fuentes és Gago, 2021).

3.4. Digitális képfeldolgozás:

A digitális képalkotás hatalmas fejlődésen ment keresztül az utóbbi évtizedekben, ezzel új lehetőségeket kínálva megannyi tudományterület számára, köztük az agrártudományban is. Ha csak a digitális fényképezőgépre, mobiltelefonra vagy a digitális TV-re gondolunk, amelyeket mindenki is használ, annak ellenére, hogy nincsenek tisztában a képfeldolgozás részleteivel, holott ezen eszközök már nem működnének képfeldolgozáson alapuló technikák nélkül. A vizsgálatok szubjektív elemeit nagy mértékben redukálják a számítógéppel elvégzett elemzések. Egyre több tudományterületen hasznosítják a számítógépes képfeldolgozás adta lehetőségeket, ezért lehet ma azt kijelenteni, hogy az egyik legyorsabban fejlődő tudományág. A legfontosabb információszerzési módszer az ember számára a látás, így nem meglepő, hogy a számítógépes képfeldolgozás alapjai az emberi látással kapcsolatos szakismereteken, annak mechanizmusán alapul (Berke et al., 2010).

Ahhoz, hogy a vizuális információk értelmezhetőek legyenek a számítógép számára képelemzés során, azokat értelmezhetővé kell tenni, digitalizálni kell, azaz képekből képleírások lesznek. Objektum osztályokat hoz létre azáltal, hogy az alakfelismerés képleírásokkal operál. Általában kétdimenziós objektumokat kell létrehozunk háromdimenziósokból, amelyeknek képpontjait osztályokban kell kiértékelni és ez alapján különböző csoportokba sorolhatjuk. Ehhez szükség van elemzésre, felismerésre és feldolgozásra egyaránt, ezért a számítógépes képfeldolgozás magába foglalja az előző három csoportot (Grósz, 2010).

3.4.1. Az emberi látás:

Mivel az emberi látás alapjául szolgál a digitális képfeldolgozásnak, ezért ismernünk kell a látás részleteit is. A látás az egyik legfontosabb érzékszervünk, amely által az agyunk kb. 90%-a információt szerzi meg a külvilágról, így a színes látás kulcsfontosságú a külvilággal kapcsolatos megértésünkben. Ezáltal a látószervünk szerepe hétköznapi életünkben vitathatatlanul fontos. Azonban ahhoz, hogy a fényt, mint az elektromágneses sugárzás érzékelhető tartományát, műszaki szempontból is megfelelően kezelni tudjuk, szükséges, hogy alaposan megismerkedjünk a színes látás rendszerének alapvető elemeivel, jellemzőivel és működési módjával. Mint fiziológiai folyamat, a látás a szín, a térbeliség, a mozgás, valamint az alak érzékelésének együttese. Az emberi látás spektruma az elektromágneses hullámok olyan tartományát jelenti, amelyet a szemünk érzékelt tud. Ez a tartomány általában körülbelül 380 nm (vörös) kezdődik és körülbelül 780 nm-ig(lila) terjed. A pupillán belépő fénysugarak csak a retinán állnak össze egy éles képpé, mert itt találhatóak az érzékelő receptorok, a pálcikák és a csapocskák, amelyek a szín- és fényérzékelésért felelősek. A retina érzékeny sejtjeiben sugárzási energia hatására fizikai-kémiai folyamatok indulnak be, amelyek információt küldenek az agyhoz ingerületek formájában. Az agyban található különböző területek feldolgozzák az érkező jeleket és összeállítják a látási élményt, ideértve a formákat, a színeket, a mozgást és más jellemzőket. A képérzet kialakulásához számos más érzékszervünk is hozzájárul, illetve az emlékezetünk is, ami segít a hiányzó képrészek pótlásakor (Berke et al., 2010)

Még a digitális képfeldolgozás alkalmazása előtt a szakemberek csak a szemükre tudtak hagyatkozni. Amikor szerették volna meghatározni egy növény morfológiáját, akkor csak az akkoriban használt eszközök segítségével tudták, mint például vonalzó, mérőkörzők és

mikroszkópok. Ezen mérések által kapott adatokat, értékeket tudták összekapcsolni tapasztalataikkal, illetve régebbi képes atlaszok, növény gyűjtemények használatával, amelyeket minden alkalommal próbáltak pontosítani vagy bővíteni. Ezek a munkafolyamatok mind időigényesek, pontatlanok voltak és nagy volt a hibázási lehetőség az emberi munkaerő alkalmazása miatt. Az olyan technológiákkal, mint a digitális képfeldolgozás gyorsabban, egyszerűbben, pontosabban és néha költséghatékonyabban tudunk információkat gyűjteni és elemezni (Rovner és Gyulai, 2007).

3.4.2. A digitális képfeldolgozás kialakulása:

A digitális képfeldolgozás története természetesen a számítógépek és számítástechnika fejlődéséhez igazodott. Az első képfeldolgozáshoz megfelelő teljesítménnyel rendelkező számítógépet az 1950-es években hozták létre, ami nem máshoz kapcsolódik, mint az űrprogramok elindításához a kaliforniai Jet Propulsion Laboratory-ban. 1964-ben az űrből érkező képek feldolgozásához már használtak ehhez hasonló számítógépes technológiát. Ekkoriban ezek a gépek még hatalmas tér- és energia igényekkel rendelkeztek, amiket elektroncsövekkel működtettek. Ezután létrehoztak olyan matematikailag kidolgozott közelítő műveleteket, amik alapjai lehettek a teljes körű látórendszernek és precíz eredményeket produkáltak (Grósz, 2010). Magyarországon gyakorlatilag már a hetvenes évek elején megkezdődtek ezen irányú kutatások, bár azon időszak ezközhiánya miatt ez még csak elméleti síkon folyt. A Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnika és Automatizálás Kutatóintézete (SZTAKI), a Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutatóintézete (KFKI), a Szegedi Műszaki Egyetem és a Budapesti Műszaki Egyetem tanszékein alakultak meg ezek a kutató csoportok, illetve az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság alá tartozó Számítástechnikai Koordinációs Intézetben (SZKI) létrehoztak egy célzottan képfeldolgozási alkalmazásfejlesztéssel foglalkozó műhelyt (Szabó, 2004). A kisméretű számítógépek 80-as években lettek elérhetőek az enyhülő embargó következtében, és így a Sony Co. a MAVICA nevezetű elektronikus állóképrögzítő készülékét 1981-ben forgalomba hozta. Az új technológiával és azok rohamos fejlődésével párhuzamosan magasabb szintre lép a képfeldolgozás is. Ebben az időszakban már hétköznapi emberek számára is elérhető eszközök jelentek meg (Berke et al., 2000b). A 90-es évekre hatalmasat ugrott a képfeldolgozás használata akár az iparban, közösségmédiában vagy magáncélok keretében. A 2000-es évek után szinte az élet minden területén megjelentek ezek az eszközök és azóta elválaszthatatlan részét képezik mindennapjainknak. Mára már a mezőgazdaság területén is egyre nagyobb

hangsúllyal jelennek meg a képfeldolgozással kapcsolatos eszközök, akár itt gondolva az önvezető traktorokra és drónokkal végzett kutatásokra (Berke et al., 2010).

3.4.3. Tipikus képfeldolgozási műveletek:

A képfeldolgozás számos technikát és algoritmust foglal magában. A legjellemzőbb képfeldolgozási műveletek a következők:

- Bináritás: sok képfeldolgozási feladat elvégezhető egy színes kép vagy egy szürkeárnyaltos kép átalakításával binárisra annak érdekében, hogy egyszerűsítsük és felgyorsítsuk a feldolgozást. A színes vagy szürkeárnyaltos kép átalakítása egy bináris képpé - melynek csak két szintje van (fekete és fehér) - binárisoknak nevezhető.
- Elsimítás: egy technika, amelyet arra használnak, hogy elhomályosítsák vagy elsimítsák az objektumok részleteit egy képen.
- Élesség növelése: a képfeldolgozási technikák, amelyekkel az objektumok élei és finom részletei fokozhatók az emberi megtekintéshez, élesség növelési technikáknak nevezhetők.
- Zaj eltávolítása és életlenségcsökkentés: a képekben található zaj mennyisége a zajeltávolító szűrők segítségével csökkenthető a feldolgozás előtt. Az életlenség eltávolítási technikát néha alkalmazhatják, attól függően, hogy milyen típusú zaj vagy életlenség található a képen.
- Élek kinyerése: a képtartalmak elemzése előtt különböző objektumok megtalálása érdekében élek kinyerése történik.
- Szegmentálás: a kép felosztásának folyamata különböző részekre nevezik szegmentálásnak. Az objektumfelismerés és osztályozás szempontjából a szegmentálás előkészítő lépés (Nan Xu, 2021).

3.4.4. Egy képfeldolgozási rendszer elemei:

Egy teljes digitális képfeldolgozási rendszer különféle elemekből áll, mint például képátvitel, tárolás, képfeldolgozás, kijelzők stb. Érzékelőeszközöket használnak a kép rögzítésére. Az érzékelőeszköz érzékeli az objektum által kibocsátott energiát és digitális formába alakítja azt át. Például egy digitális fényképezőgép érzékeli a fény intenzitását és digitális képformába

alakítja azt át. A képfeldolgozási elemeket arra használják, hogy különféle műveleteket hajtsanak végre a digitális képeken. Ehhez hardver- és szoftverkombinációra van szükség. A tárolás egy nagyon fontos része egy képfeldolgozási rendszernek. Egy kép vagy videó fájl mérete nagyon nagy. Például egy 8-bites kép, amelynek 1024 x 1024 képpontja van, 1 megabájt tárhelyet igényel. Ezért tömeges tárolóeszközökre van szükség a képfeldolgozási rendszerekben. A kijelzőeszközök szükségesek a képek megjelenítéséhez, amik lehetnek számítógépes monitorok, mobilképernyők, vetítők a megjelenítéshez vagy nyomtatók. Egy kommunikációs csatorna is elengedhetetlen a képek küldéséhez és fogadásához (Nan Xu, 2021).

3.4.5. Digitális képfeldolgozás a gyakorlatban:

Természettudományokban és környezetvédelemben:

A természettudományok közül a geológia területén igen népszerű a képfeldolgozás használata, mint például geológiai térképek készítése, bányászati tevékenységek nyomon követése, kőzetek elkülönítése, talaj típusának megállapítása, változások detektálása (Grósz, 2010; Czún és Tamás, 2011). Az erdészetben is rengeteg alkalmazási lehetőség van, amikkel meghatározhatunk erdőtársulásokat, nyomon követhetjük az erdőterületek méretét és ellenőrizhetjük a fakitermeléseket, erdőtüzeket és erdőpusztulásokat (Király, 2007).

Az orvostudományban:

Számos orvosi eszköz képfeldolgozást alkalmaz különféle célokra, például képjavításra, kép tömörítésre, objektumfelismerésre stb. Az X-sugárzás (röntgen), számítógépes tomográfia (CT), pozitronemissziós tomográfia (PET), egyszikrás emissziós komputertomográfia (SPECT), nukleáris mágneses rezonancia (NMR) spektroszkópia és ultrahangos vizsgálat néhány olyan népszerű orvosi eszköz, amely a képfeldolgozáson alapul. (Tanács et al., 2007).

Időjárás előrejelzésben:

A képfeldolgozásnak fontos szerepe van az időjárás előrejelzésben, például az eső, jégeső, árvíz előrejelzésében. A meteorológiai radarral széles körben felhőket lehet érzékelni, és ez alapján a rendszerek azonnali csapadékintenzitást jósolnak (Berke et al., 2002; Gonzalez és Woods, 2002).

Fotózással és filmmel:

Retusált és összeállított fotókat széles körben használnak újságokban és magazinokban a képminőség javítása érdekében. A filmekben sok bonyolult jelenetet képfeldolgozási és videószerkesztő eszközökkel hoznak létre. A képfeldolgozás alapján működő módszerekkel próbálják megjósolni a közelgő filmek sikerét (Czúni et al., 2002).

Biztonságban:

A biometrikus azonosító rendszerek magas szintű hitelességet és bizalmasságot biztosítanak. A biometrikus azonosítási technikákat az emberek felismerésére használják, viselkedésük vagy jellemzőik alapján. A különösen nemkívánatos viselkedés riasztásához videó felügyeleti rendszereket alkalmaznak az emberek mozgásának és tevékenységeinek elemzésére. Számos bank és egyéb szervezet használ ilyen képfeldolgozáson alapuló videó felügyeleti rendszereket, hogy felfedjék a nem kívánatos tevékenységeket (Balázsfalvi, 2004; Benedek és Szirányi, 2004).

Az ipari automatizálásban:

Az ipari automatizálásban példátlanul nagy mértékben használják a képfeldolgozást. Az "összeszerelő sorok automatizálása" rendszer érzékeli az alkatrészek helyzetét és orientációját. Csavarmeghajtó robotokat használnak a mozgó csavarok észlelésére. Az alakhibák automatizált ellenőrzése lehetséges a képfeldolgozásnak köszönhetően. A fő célkitűzések az objektumminőség meghatározása és az esetleges termékhibák észlelése. Sok iparágban az alak szerinti termékkategorizálást is automatizálják (Grósz, 2010).

3.4.6. A digitális képfeldolgozás a mezőgazdaságban:

Ahogy más területeken is nélkülözhetetlenné vált a képfeldolgozás, úgy a mezőgazdaság sem kivétel. Manapság már olyan igényeknek kell megfelelnünk, illetve olyan problémákat kell megoldanunk, amik gyors és precíz beavatkozást követelnek. Ezekhez a beavatkozásokhoz minél gyorsabb és pontosabb mérésekre, illetve adatfeldolgozásra van szükségünk, amire a képfeldolgozás technikája megadta a lehetőséget.

A növény növekedésének monitorozása:

Általánosságban elmondható, hogy a számítógépes látástechnológia széles körben alkalmazható a növény növekedésének teljes folyamatában, a növény növekedésének és

fejlődési folyamatának monitorozásában, ha rendellenes állapotokat találunk; segítséget nyújt a probléma mielőbbi megoldásában. A monitorozás folyamatában a fő célpontok a növény leveleinek vastagsága, a gyökérhajtás hossza és a víztartalom, valamint a kapcsolódó adatok részletes rögzítése. Az összegyűjtött adatokat kombinálva átfogó ítéletet hozhatunk a terménytermelésről; a termények képeivel kombinálva ellenőrizhetjük, hogy a termések érettek-e, vagy hiányzik-e belőlük bármikor a tápanyag és a víz (Sandeep et al., 2013).

Betegségek, kártevők és gyomok diagnosztizálása:

A növények egészséges növekedésének biztosítása érdekében, a szükséges tápanyagok időben történő biztosítása mellett, szükséges foglalkozni a növények növekedését befolyásoló betegségekkel, kártevőkkel és gyomokkal is. A mezőgazdaság alacsony kimeneti értéke korábban nagyban kapcsolódott ehhez a munkához. A képfeldolgozás technológiájának megjelenésével és fejlődésével, folyamatosan alkalmazva lett a mezőgazdasági munkában, amely felszabadítja a növényekkel kapcsolatos unalmas statisztikai munkát és jelentősen egyszerűsíti a személyzet munkájának nehézségét. A képfeldolgozáson keresztül a növény növekedésének korai szakaszában lévő problémákat előre meg lehet jósolni, így a személyzet megelőző munkát végezhet. (Nagy, 2004; Berke et al., 2010; Czúni et al., 2002).

Tápanyag állapot monitorozása:

A növény növekedési folyamatában valós idejű képeket lehet összegyűjteni a növény leveleiről és gyökereiről képfeldolgozás technológiával, valamint lehet monitorozni a növény levélméretét és gyökérvastagságát. A monitorozási adatok alapján összehasonlíthatóak a normál állapotú növényekkel kapcsolatos adatok, annak ellenőrzésére, hogy hiányzik-e a növény tápanyag vagy más problémák vannak-e, annak érdekében, hogy időben hatékony helyreállítási tervet dolgozzanak ki, biztosítva a növények normál növekedését elegendő víz és tápanyag biztosításával (Nan Xu, 2021).

Érettség monitorozása:

A böngésző képfeldolgozás és más kapcsolódó elemzési technológiák segítségével a terménygyümölcsök képpontjai nagy területen gyűjthetők össze, és a kapott paraméterek alapján pontosan megállapítható a termény növekedése és érettsége. Ezeknek a technológiáknak a segítségével megállapítható a gyümölcs érettsége és hatékony ellenintézkedések kidolgozása. Például a korábban érő gyümölcsöket idő előtt le lehet szedni,

hogy elkerüljük a romlást és más hanyatlást, ami hozzájárul a gyümölcs helyzetének rendszerezéséhez és a termelési hatékonyság növeléséhez (Nan Xu, 2021).

Növényi színek azonosítása:

A szín az a megjelenési jellemző, amely alapján könnyen minősíthetők a növények minősége. A színjellemzők gyűjtése és elemzése digitális képtechnológia segítségével egy olyan érzékelési mechanizmus, amely megkülönböztetheti, hogy a növények magas minőségűek-e. A kukorica minőségének érzékelését vegyük példaként, a kukoricakeményítő szintelítettségének és érzékenységének elemzése számos képjellemző alapján szolgálhat a kukoricakeményítő édes ízének és finomságának minősítési mércéjéül. Ez alapozza meg a kukorica minőségének rendszerezett és szabványosított ellenőrzésének elméleti alapját (Mahidi et al., 2010).

Digitális képfeldolgozási technológiát széles körben alkalmaznak az agrárium minden területén, ami nagy jelentőséggel bír az agrárszint modernizálásának megvalósításában.

3.4.7. RGB alapú megfigyelések:

A szempontokhoz kapcsolódó adatok kezelésére alkalmas olcsó és automatizált rendszerek fejlesztése nagy ipari érdeklődést vált ki, mivel gyors, objektív és reprodukálható információt tud adni egy adott termék megjelenéséről (Lo Fiego et al., 2007). Ezen okok miatt az elmúlt évtizedekben a vörös-zöld-kék (RGB) képelemzés egyre nagyobb jelentőséggel bír az ipari alkalmazásokban. Valójában az RGB képalkotás lehetővé teszi a kép minden egyes pixelének részletes elemzését, amely információt ad a minta helyi és globális színjellemzőiről egyaránt. Ily módon az RGB képelemzés különösen alkalmas nagyon heterogén mátrixok színekkel kapcsolatos szempontjainak értékelésére, mint a legtöbb élelmiszertermék (Cubero et al., 2011, Prats-Montalbán et al., 2011, Wu and Sun, 2013). Egyes kutatási munkák beszámoltak RGB-képalapú módszerek használatáról élelmiszeripari termékek, például gyümölcsök (López-García et al., 2010), zöldségek külső hibáinak kimutatására (Riquelme et al., 2008) és a hús (Marty-Mahe et al., 2003). A fent említett kutatások mindegyike ambiciózus, esetenként meglehetősen összetett algoritmusokat javasolt a vizsgált élelmiszertermék külső hibáival kapcsolatos jellemzők RGB-képekből történő kinyerésére.

Az RGB alapú képelemzést a mezőgazdaságban különböző célokra alkalmazták, mint például a gyom azonosítása (Hemming és Rath, 2000), a gyom- és terményterképezés (Tillet et al., 2001), a gyomok és a termény megkülönböztetése (Aitkenhead et al., 2003), a gyepp mennyiségi

és szín meghatározása (Karcher és Reardon, 2003), speciálisan változó élettani folyamatok kvantitatív elemzése a levél felületén (Aldea et al., 2006), gyomfelismerés (Ahmad et al., 2006) és magszín meghatározása a kereskedelmi magok tulajdonságainak azonosítására (Dana és Ivo, 2008). Növényi szövettanban az RGB alapú képelemzés a hajtáshossz azonosítására és becslésére (Honda et al., 1997), a másodlagos metabolit meghatározása szőrös gyökértényészetekben (Berzin et al., 1999) és a regenerált növények csoportokba rendezésére korlátozódott. (Mahendra et al., 2004; Prasad és Dutta Gupta, 2008).

4. Anyag és módszertan

A kísérlethez felhasznált szőlővesszőket a Mikóczy szőlőbirtok Látó-hegyen található területéről lettek begyűjtve. A területen öt soronként más-más öntözési technológiát alkalmaztak, így 3 blokkra felosztva a területet. Az első blokkban nem alkalmaztak öntözést így az volt a kontroll, illetve volt egy felszín feletti csepegtető öntözésű és egy felszín alatti altalaj öntözésű blokk. Ezen elnevezések alapján alakítottam ki 3 csoportot, ahol az volt a célom, hogy megvizsgáljam hogyan alkalmazható a RGB alapú digitális képelemzési módszer a szőlővesszők területének megállapítására és azok hogyan korrelálnak a vessző tömegéhez, így megállapítva, hogy a módszer segítheti-e a Ravaz index precíziós meghatározását.

4.1. Neszmélyi borvidék:

4.1.1. Földrajzi elhelyezkedés:

A Neszmélyi borvidék Komárom-Esztergom megyében található, körülbelül 1500 ha-on terül el és 27 települést foglal magába. A borvidék 2 db körzetre osztható, az Ászári és a Neszmélyi körzetre. Ászárhoz tartozik Ászár, Bársonyos, Császár, Csép, Ete, Kerékteleki, Kisbér, Nagyigmánd, Vérteskethely, míg a Neszmélyihez Dunaszentmiklós, Baj, Bajót, Dunaalmás Esztergom, Süttő, Keszölc, Kocs, Lábatlan, Neszmély, Mocsá, Nyergesújfalu, Mogyorósbánya, Szomód, Tát, Tata, Tokod és Vértesszőlő településeknek a szőlőkataszter alapján I. és II. osztályú határrészei.

A szőlőtermesztés egyik jelentős része a Gerecse hegység dél-keleti részén, illetve a Dunára néző északi magaslatain, plató szerű területein terül el, míg másik részben, Vértesalján, a Vértes hegység nyugati és a Bakony északi részein, a Kisalföld és a dombvidék összefutásánál terülnek el (Kozma, 1991). (5. ábra)



5. ábra: A Neszmályi borvidék földrajza.

(Forrás: <https://www.boraszportal.hu/magyarország-borvidekei/neszmelyi-borvidek-1>)

4.1.2. Klíma:

Hazánk egyik legkiegyenlítettebb klímájú vidéke Neszmély, habár a területen érvényesül a kontinentális és az óceáni éghajlat is. A klímát légcirkuláció alakítja ki, mert itt az Atlanti-óceán és a Földközi-tenger befolyása is érvényesül. Az Atlanti-óceán örökös párás levegője, hűvös nyara, enyhe tele és a Földközi tenger még párásabb, nyáron meleg és télen pluszba még enyhébb áramlatai egyformán részt vesznek a vidék klímájának az alakításában, így megvédve azt az erős felmelegedésektől vagy hirtelen lehűlésektől. Az évi napfénytartam meghaladja az 1950-2000 órát és az évi átlag középhőmérséklet 10 C_o körülire tehető. A csapadékatlag közepes, évente nagyjából 550-650 mm csapadék hullik a térségben, viszont a páratartalom aránylag magas. A területen uralkodó szélirányok északi és északnyugati, de egyes részeken a nyugati, délkeleti és keleti szelek is alakítják a légáramlásokat. Az éghajlati tényezőket figyelembe véve a magyarországi átlaghoz képest napsütéses, valamivel melegebb, ami kedvez az illatosabb, aromákban gazdag fehér borok készítésében (Rakonczás, 2012; Kozma, 1991; Lőrincz et al., 2015; Mészáros et al., 2012).

4.1.3. Alapkőzet, talaj, domborzat:

A Neszmélyi borvidék a lankás dombvidékek közé tartozik, melyet eróziós völgyek tagolnak. A legnevesebb szőlőterületeik túlnyomórészt 150-300 m tengerszint feletti magasságban helyezkednek el, a Vértes és Gerecse hegység lejtőin, ahol a napsütéses órák száma magasabb. Egyes domboldalai igen meredeken néznek a Duna felé. A lejtés kitettség szempontjából a délnyugati és a déli fekvés a leggyakoribb, mert ezen területek lankásabb tulajdonságai jobban kedveznek a szőlőtermesztésnek. A meredekebb északi és keleti fekvésű területeket is hasznosítják szőlőtermesztés szempontjából, például Alsóneszmély környékén (Lőrincz et al., 2015; Mészáros et al., 2012).

„A Neszmélyi körzetben alárendelten triász mészkő és dolomit, alsó kréta márga és homokkő, felső eocén tengeri márga, oligocén szárazföldi agyag és kavics, valamint a rajtuk települő pleisztocén lösz-lepel alkotják az alapközeteket” (Mészáros et al., 2012).

A borvidéken az uralkodó talajtípus a löszön kialakult barna erdőtalaj, de megtalálhatóak mészkövön vagy dolomiton kiformalódott rendzina talajok, illetve még a homokkövön, homokon és márgán keletkezett erdőtalajok is. Ezek a talajok lúgos kémhatásúak, amellet gyengén, vagy közepesen humuszosok. A legjobb területein löszös agyag, löszvályog és kőzettörmelékes löszvályog található. Sok helyen megfigyelhető erősen erodálódott talaj, egyes esetenként akár a talajképző kőzetig is (Kozma, 1991; Raonczás, 2012; Lőrincz et al., 2015).

4.1.4. Jellemző szőlőfajták:

A borvidékre mindig jellemző volt a fehérborszőlő termesztése. A filoxéra igen jelentősen megváltoztatta a fajtaösszetételt, de csak kismértékben változtatta meg a termesztett szőlőfajták számát. A filoxéravész előtt a kedvelt fajták a Budai zöld, Piros szlanka, Aprófehér, Zöld szilváni, Dinka-félék, Fehér góhér, Sárfehér, Ezerjő, Mézesfehér, Budai fehér voltak. A borvidéken ekkoriban nem volt nagy jelentősége a vörösborszőlő fajtáknak, de Esztergom környékén számos termelő termesztett Kadarkát és Rácfeketét (Lőrincz et al., 2015)

Manapság a Neszmélyi területeken a kedvelt fajták az Ezerjő, Rizlingszilváni, Olaszrizling, de mellettük más fajtákat is termesztenek, amik tömeg- és minőségi bort adnak, például a Mézesfehér, Kövidinka, Rajnai rizling, Irsai Oliver, Chardonay, Cserszegi fűszeres, Királyleányka, Zöld veltelini. A Császári körzetben az alábbi fajtákat ajánlják: Tramini, Ezerjő, Chardonay, Rizlingszilváni, Olaszrizling, Zöld veltelini, Királyleányka, Szürkebarát. A Tatai

körzetben: Ottonel muskotály, Tramini, Királyleányka, Chardonay, Olaszrizling, Cserszegi fűszeres, Zöld veltelini, Rizlingszilváni (Kozma, 1991; Rakonczás, 2012).

4.1.5. Jellemző borok:

A Neszmélyi borok jellemzői – hasonlóan Pannonhalmához – a nemzetközi piacot követi. A fiatalok által kedvelt könnyen fogyasztható, acéltartajban hűtött erjesztéssel, rendszerint illatos szőlőfajtákból készült borokat részesítik előnyben a térségben. Ezek aránylag könnyen és gyorsabban elkészíthető borok, kisebb költségeket vonzva maguk után. Általában ezen borok nem rendelkeznek nagy potenciállal, komplexitással és nem tükrözik az aromavilág bonyolult rendszerét. Igazából egy üde, finom savtartalmú, karakteres, aromában gazdag, frissítő, az adott pillanatban élvezettel fogyasztható borok. Ezen állításokat Neszmély klímája és talaj viszonyai alátámasztják, emiatt is vannak túlsúlyban a fehér fajták a kékszőlőkkel szemben. Viszont a jövőben előnyére fognak válni jelenlegi klimatikus jellemzői, mert a felmelegedés hatására kevés olyan hely lesz Magyarországon, ahol savasabb karakterű borokat tudnak majd készíteni (Mészáros et al., 2012).

4.2. Ültetvény:

Hárslevelű szőlőfajtán végeztem kísérletem a Mikóczy Szőlőbirtokon található kísérleti ültetvényben. A tőkeművelésmódot alacsony tőkeművelés jellemezte 5 termőalappal kialakítva és rajtuk 2-2 rügyet meghagyva. A sorok kialakításánál 3 méteres sortávolságot hagytak és a tőkét 0.9 méter távolságra telepítették egymástól. Kezelések alapján 3 blokkra oszthatjuk az ültetvényt. Az első blokkban nem alkalmaztak öntözést így az volt a kontroll, illetve volt egy felszín feletti és egy felszín alatti öntözésű blokk. Az alul öntözött blokkban 40-60 cm mélyen alakították ki az öntözést műanyag csövek segítségével, ami így közvetlenül a szőlők gyökérszónájába juttatta az öntözött vizet. A felül öntözött blokk kialakítása pedig csepegtető csövek alkalmazásával történt, amiket az ültetvény tám rendszeréhez rögzítettek, így a szőlőtőkék tövéhez juttatva a vizet.

4.3.Hárslevelű:

A Hárslevelű egy régi magyar fajta. Egyes feltevések szerint természetes megtermékenyülés útján jött létre hazánkban. Rendszertani besorolása szerint: convar. pontica subconvar. blcanica povar. microcarpa subprovar. zemplenica. Tőkéje erős fejlődésű, a Furminthoz hasonló közepes számú, ritka, mereven álló vesszőkkel. Vesszői jellemzően világosbarna színűek, csomónál sötétebbek, egyenesek, vastagok, érdesek, feltűnően barázdáltak és ízközei középhosszúak. Rügyei nagyok, széles alappal és fejlett náduszon ülnek. Levelei általában ép, ritkábban karéjos, kerekded vagy vese alakúak, legtöbbször a hársfa leveléhez hasonlítják. Vállöble közép mély, nyílt, U alakú. Oldalöblei – ha vannak – nyíltak, keskenyek, alapjuk hegyben végződik és maximum 1-3 alakul ki. A levéllemez sima, fűzőld, hullámos, szövete merev, pókhálós és vastag. Erezet zöld. A levélnyél változó hosszúságú, de viszonylag rövid (5-11 cm), barnászöld, hengeres, gyapjas. Virága hímnős. A fürtjei nagyok vagy igen nagyok, hosszúak (csak nem 40 cm), hengeresek vagy kissé vállasak. A fürtkocsány hosszú, vastag, a vastagodás egyenletes és tartós. A fürt jellemzői: 180 g; 155 db bogyó/fürt; hossza 11,5 - 32 cm; szélessége 12 – 18 cm. Bogyói kicsik, gömbölyűek, átlagosan 15x15 mm méretűek, zöldessárga, kissé hamvas, vékony héjú lédús, finom savú és édes. Fontos tulajdonságai termesztési szempontból, hogy aszályos időszakot nem igazán tűri, illetve fagyra érzékeny és rothadásra mérsékelten érzékeny. A lisztharmat nagyon könnyen megragad a szőlőben és gyakran előfordul benne a levélsodródás vírus. A hárslevelűből készített bort igen könnyű megkülönböztetni, mert fajtajelleget és az illata a hársmezre emlékeztet. Több éves érlelésre is alkalmas, így gyakran találkozhatunk fahordós érlelésű társaival (Hajdu, 2013; Csepregi és Zalai, 1973).

4.4.Eszközök:

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni a kísérletben használt programokat és az eszközök (mérleg, fényképezőgép) paramétereit.

Labormérleg-konyhamérleg darabszámláló funkcióval 3000 g:

- Mérehatár: 3000 kg
- Osztásérték: 0.5 g
- Tálca felület mérete: 15.5 x 15.5 cm
- Tápfeszültség: hálózati csatlakozó/ 4db AA elem

A Sony Alpha SLT-A58 főbb jellemzői:

- Képerzékelő: stabilizált, 20,1 Mpixel, APS-C CMOS
- ISO100-16000 érzékenység (ISO25600 MultiFrame zajsűréssel)
- Objektív: A bajonett
- 1,44 millió képpontos, 800×600 pixeles OLED elektronikus kereső
- 15 fókuszpont, ebből három keresztszenzoros
- rekesz- és zársebesség előválasztás, teljes kézi üzemmód
- RAW formátum támogatása
- Auto HDR mód
- LCD: 2,7" 460e szubpixel, dönthető
- 15 pontos automatikus élességállítás

Adatfeldolgozáshoz használt programok:

- GIMP 2.10.36 Released grafikai program
- ImageJ bundled with 64-bit Java 8 program
- Past4.16c program
- Microsoft Excel táblázatkezelő program

4.5.A kísérlet beállítása:

A kísérlet első szakaszában a minták begyűjtése, azok súlyának meghatározása és digitalizálása zajlott.

A minták begyűjtéséhez lemetszettük a szőlőt, és minden vesszőt 4-5 internódium hosszúságúra hagytunk meg a középső szakaszból. A minták februárban kerültek begyűjtésre, kezelésként 10×10 darab vesszőt gyűjtöttünk be, így összesen 10x10 kontrol, 10x10 felső, és 10x10 alsó csoportú mintánk volt. Minden csoport mintáját külön ládában helyeztük el, és a vesszőket 10x10-es kötegekben összekötöttük és felcímkéztük a megkülönböztethetőség érdekében. Ezután minden köteg súlyát lemértük egy egyszerű labormérlegen, ahol grammban kaptuk meg értéküket egytizedes számra kerekítve, amiket egy Excel fájlban vezettünk. A mérések után fehér háttéren digitális képet készítettünk minden kötegről, úgy, hogy a mintába tartozó vesszők ne takarják egymást, így jól elkülöníthetők legyenek. A vesszők mellett egy 30 cm-es méret markert is elhelyeztünk, ami továbbiakban a vesszők területének meghatározásában volt

segítségemre. A képek egy SONY-A58 típusú fényképezőgéppel készültek, minek a paramétereit korábban részletezem.

A kísérlet második szakaszában, az általunk készített digitális képeken felmerülő hibákat (szennyeződés, vesszők egymás takarása) korrigáltam a GIMP 2.10.36 Released nevezetű grafikai program segítségével. Ezután a képek megfelelő állapotban voltak a digitális képelemzésre, ahol a területüket határoztam meg a ImageJ bundled with 64-bit Java 8 program használatával.

Terület mérésének menete:

1. Első lépésben kijelöltem a képen elhelyezett méret markert, majd azt 30 cm-es skálaként rögzítettem a programban. Ezt minden egyes kép elemzésénél megismételtem.
2. Második lépésben az „Image” menü pontban kiválasztottam az „Adjust” „Threshold Color” és beállítottam a „Dark background”, hogy a háttérrel pirossal jelölje ki míg a vesszőket feketével. (1.sz. melléklet)
3. Harmadik lépésként a „Wand (tracking) toll” segítségével a képen jelenlévő összes vessző területét kijelöltem.
4. Majd utolsó lépésben a Ctrl+M lenyomásával megkaptam a mintában összes szereplő (10 db) vessző összegzett területét cm²-ben.
5. A kapott adatokat az Excel fájlban párosítottam a megelőzően meghatározott tömegekhez.

A kísérlet utolsó szakaszában a kapott adatokat elemeztem átlag, szórás és korreláció szempontjából a Past4.16c program alkalmazásával, aminek eredményeit a következő fejezetben ismertetem.

5. Eredmények:

5.1. Mérési eredmények:

A táblázatban a minta csoportok lemért tömegét és a hozzájuk tartozó területek értékét tartalmazza, amiket digitális képelemzés módszer segítségével határoztunk meg

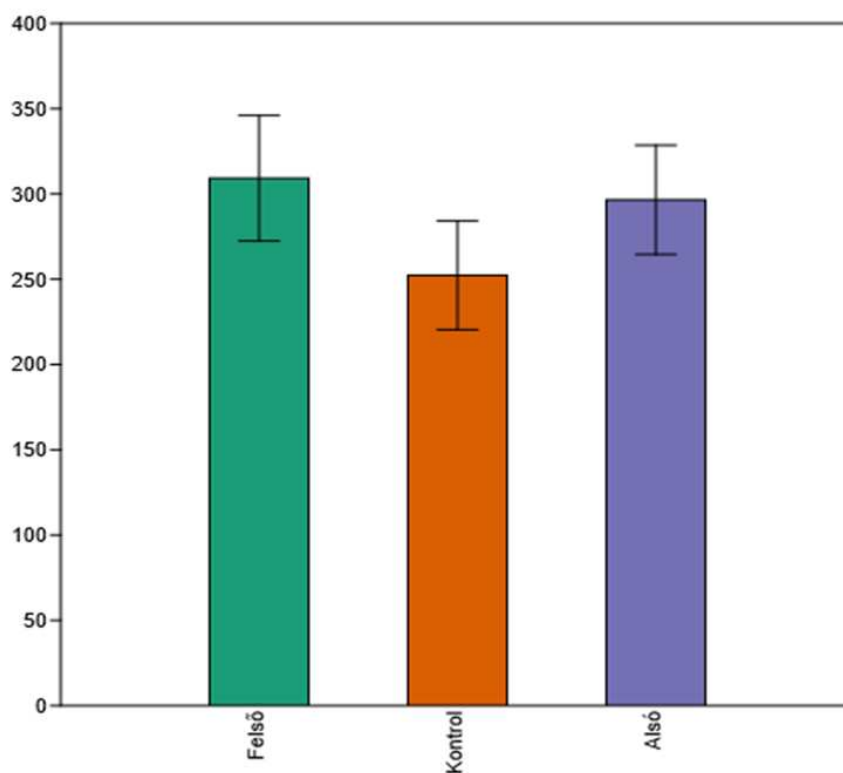
Felső öntözésű		Kontrol		Alsó öntözésű	
Tömeg (g)	Terület (cm ²)	Tömeg (g)	Terület (cm ²)	Tömeg (g)	Terület (cm ²)
282,6	444,732	290	493,808	282,5	503,733
309	494,415	247	438,155	363,5	570,097
303,5	499,861	259,5	478,563	314,5	537,348
282	466,866	293,5	545,383	294,5	505,709
307	496,409	268,5	465,358	308	528,136
260	443,862	245,5	452,742	287	503,673
296	500,608	263	428,121	276,5	482,592
351	559,361	242	442,07	264	449,774
311,5	521,321	232,5	446,685	253	444,668
389	593,419	181,5	358,397	322	505,67

1. táblázat: A szőlővessző minták tömege és hozzájuk tartozó terület.

(Forrás: saját munka)

5.2. Vesszők tömege:

A diagram a vesszők átlag tömegét és szórását szemlélteti a kontrol, az alsó- és felső öntözésű blokkokról gyűjtött minták alapján. A kontrol területről származó legkisebb tömegű minta 181,5 g volt, míg a legnagyobb 293,5 g. Átlagos tömegük 252,3g. Az alsó öntözésű területről gyűjtött minták között a legkisebb tömegű 253 g, a legnagyobb tömegű 363,5 g, és az átlaguk 296,55g volt. Az utolsó csoportnak, felső öntözésű területek, legkisebb tömegű mintája 260 g, legnagyobb 389 g volt, míg az átlag tömeg 309,16 g volt. (6. ábra; 2.sz. melléklet)

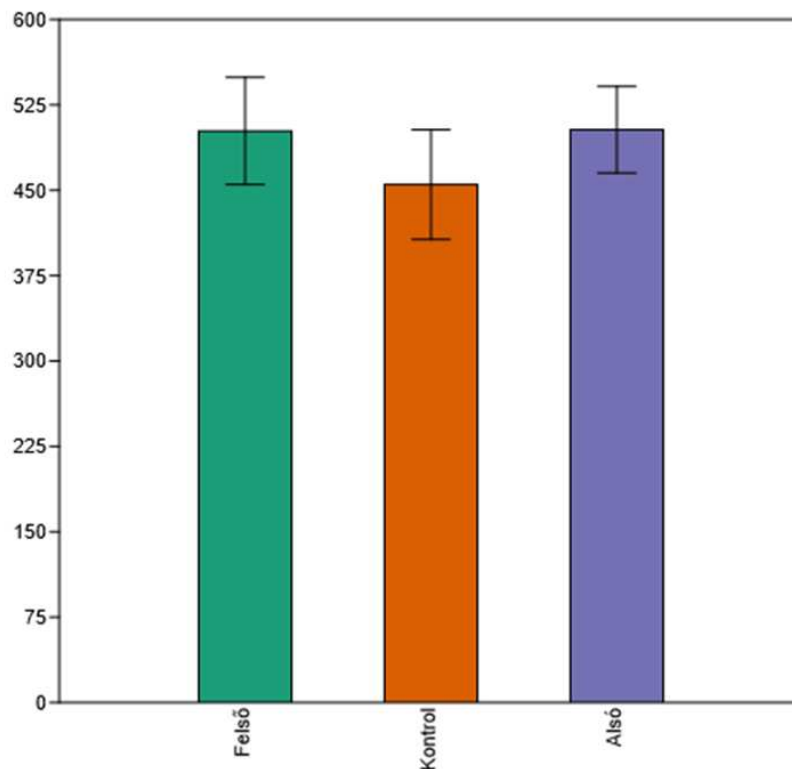


6. ábra: A szőlővessző minták átlag súlya és szórása.

(Forrás: saját munka)

5.3. Vesszők területe:

A következő diagram a 3 csoport mintáinak átlag területét és szórását ábrázolja, amiket a digitális képelemzés módszerével állapítottunk meg. A vizsgálat alapján a kontrol mintákon belül a legkisebb területtel rendelkező $358,397 \text{ cm}^2$, legnagyobb $545,383 \text{ cm}^2$ volt. A kontrol minták átlagos területe $454,928 \text{ cm}^2$. Az alsó öntözésű blokk mintáji közül $444,668 \text{ cm}^2$ volt a legkisebb, $570,097 \text{ cm}^2$ legnagyobb és az átlaga $503,14 \text{ cm}^2$ volt. Felső öntözésű blokk véletlenszerűen össze gyűjtött mintáiból a legkisebb területű $443,862 \text{ cm}^2$, a legnagyobb $593,419 \text{ cm}^2$ volt. Átlaguk $502,085 \text{ cm}^2$. (7. ábra; 3.sz. melléklet)

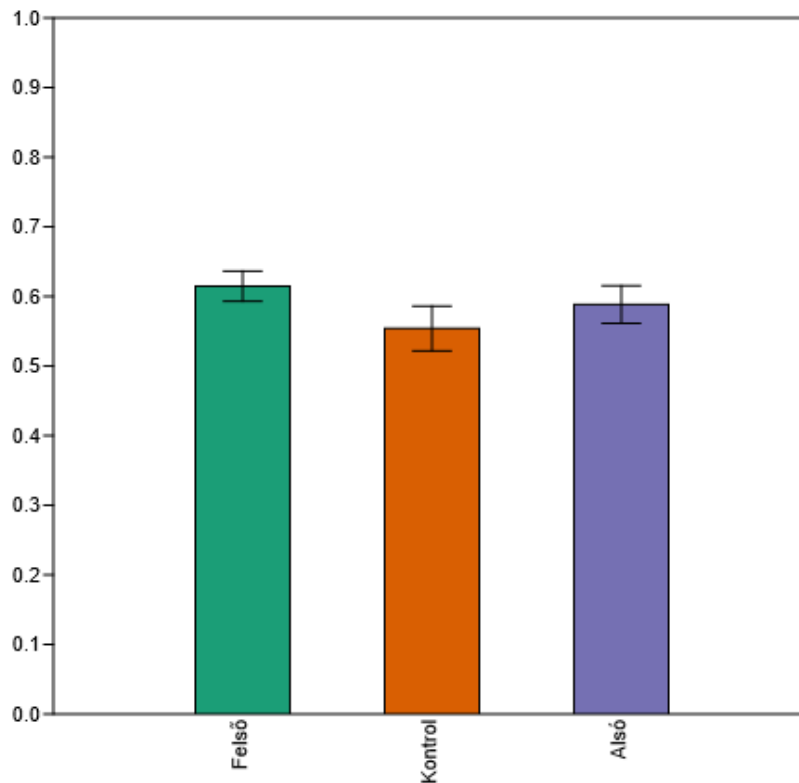


7. ábra: A szőlővessző minták átlag területe és szórása.

(forrás: saját munka)

5.4.A vesszők 1cm²-re eső tömege:

Az alábbi diagram a szőlővesszők 1cm²-re eső tömegét szemlélteti, ahol a kontrol mintáknál a legkisebb érték 0,5064g, a legnagyobb 0,6143g volt és átlagosan 0,5539g esett 1cm² szőlővesszőre. Az alsó öntözésű mintákat vizsgálva 0,5608g volt a legkisebb kapott érték és 0,6376g volt a legnagyobb. Átlagban 0,5885g tartozott 1cm²-re szőlővesszőhöz. Az utolsó csoportban – felső öntözésű mintáknál – a kapott legkisebb tömeg 0,5858g, míg a legnagyobb érték 0,6555g volt. Itt átlagosan 0,6148g-ot állapíthatunk meg szőlővesszők 1cm²-rére. Az összes mintát együtt vizsgálva azt jelenthetjük ki, hogy átlagosan 0,5857g tömeg esik 1cm²-nyi szőlőfelületre. (8. ábra; 4.sz. melléklet)

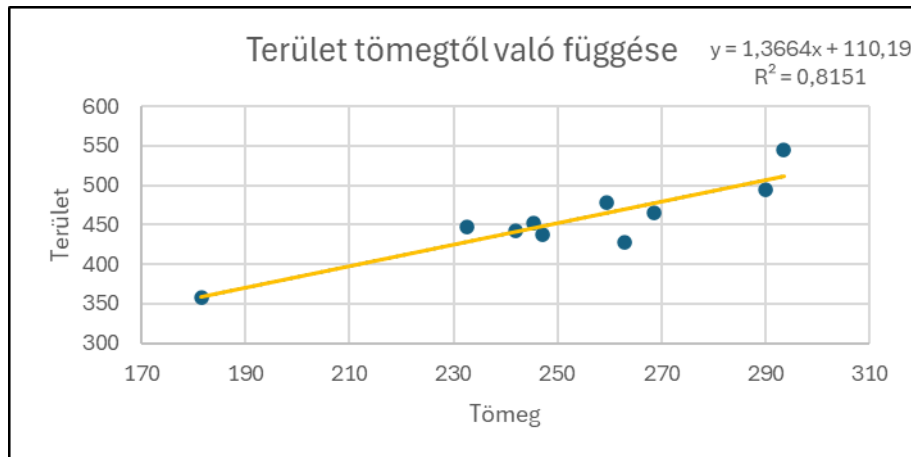


8. ábra: A szőlővessző minták 1cm²-re eső tömegének átlaga és szórása.

(Forrás: saját munka)

5.5. Vessző tömeg és terület közötti korreláció:

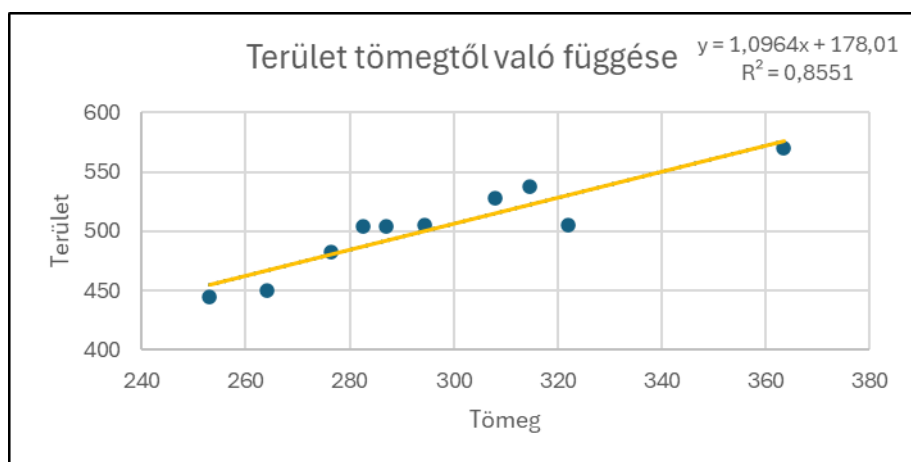
A kontrol csoportnál szórás alapján az mondható, hogy nagyon szigorúan véve egy kis érték kiugró, de nem torzítja a modellt, így a minták megfeleltek a mérésnek. A vesszők tömege és területe között erős korrelációt állapíthatunk meg, ami szignifikáns 0,05-os szignifikanciaszinten ($R=0,90285$, $p=0,00035$). (8. ábra; 5.sz. melléklet)



9. ábra: Kontrol minták területének tömegtől való függése.

(Forrás: saját munka)

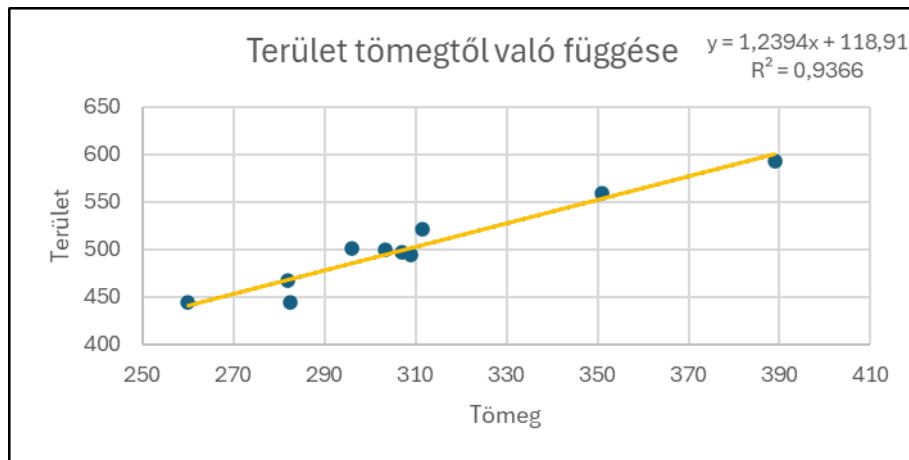
Az alsó öntözésű szőlőnél is csak egy kiugró értéket találatam, de itt sem torzítja a modellt, így arra a megállapításra jutottam, hogy szignifikáns korreláció van a vesszők tömege és területe között ($R=0,92471$, $p=0,00013$). (9. ábra; 6.sz. melléklet)



10. ábra: Alsó öntözésű minták területének tömegtől való függése.

(Forrás: saját munka)

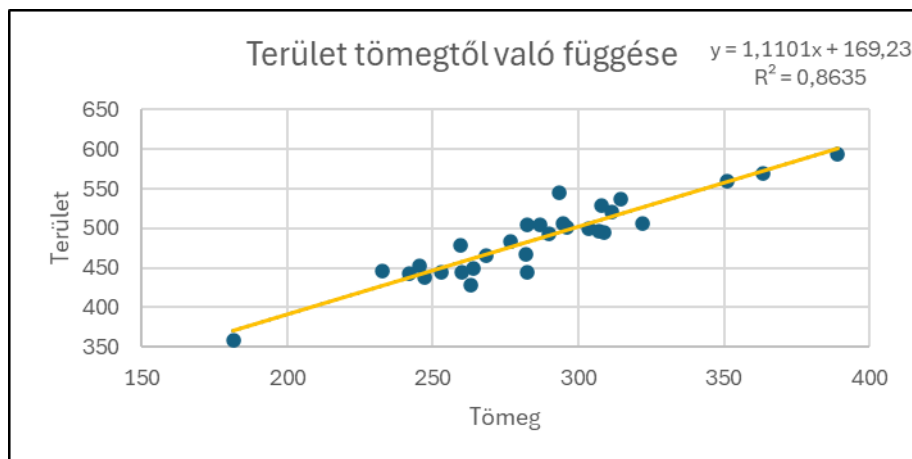
Az utolsó csoportnál, felső öntözésű, sem alakult másképpen az eredmények ($R= 0,96777$, $p= 4,54E-06$). (10. ábra; 7.sz. melléklet)



11. ábra: Felső öntözésű minták területének tömegtől való függése.

(Forrás: saját munka)

Összeségében találunk pár kiugrást a szórás tekintetében, de így is elmondható, hogy az ültetvény minden részében a terület és a vessző tömeg jól korrelál egymással ($R= 0,92924$, $p= 1,25E-13$). (11. ábra; 8.sz. melléklet)



12. ábra: Összes minta területének tömegtől való függése.

(Forrás: saját munka)

6. Következtetések és javaslatok:

6.1. Öntözés hatása a vegetációs ciklusra:

Kísérletemben egy szőlőfajtának a vesszőit vizsgáltam RGB alapú digitális képelemzési módszerrel, hogy meghatározzam a területüket. A minél különbözőbb minták begyűjtésének érdekében, olyan ültetvényről gyűjtöttem be mintáimat, ahol öntözéses kísérlet volt felállítva, ezáltal mintáimat 3 csoportba tudtam sorolni (kontrol, alsó öntözésű és felső öntözésű). Az öntözött területekről származó vessző minták nagyobb tömeget mutattak, mint az öntözetlen területről származó minták. Ez arra adott következtetést, hogy a szőlők öntözése elősegíti a vegetációs tömeg növekedését.

Több tanulmány kimutatta, hogy a szőlőtőke vízháztartásának változásai kritikus fenológiai szakaszokban közvetlen hatással vannak a szőlő összetételére és minőségi jellemzőire, a vegetatív növekedésre, a termésállományra, a lombzat mikroklímájára és a gyümölcs anyagcseréjére folyamataira (Dry és Loveys, 1998; Van Leeuwen and Seguin, 1994; Pellegrino et al., 2005; Ezzhaouani et al., 2007).

Gouveia et al., (2012) kísérletében 3 különböző öntözési kezelést vizsgált a Touriga Nacional (*Vitis Vinifera* L.) fajta szőlőn 2006-tól 2008-ig három éven keresztül. A kísérlet végén arra a megállapításra jutott, hogy a téli metszési tömegek növekedtek a kontrol területéhez képest. Intrigliolo és Castel (2008) is ugyanezt a jelenséget írja le a szőlő vitalitás növekedését magyarázva, hogy az évek alatt a szőlő metszési tömege szignifikáns ($p < 0,05$) növekedést mutatott. Hamman és Dami (2000) kísérletében is, ahol 3 különböző mennyiségű öntözést folytattak, azt figyelték meg, hogy a legnagyobb vesszőtömeget a legintenzívebben öntözött terület mutatta 1,0 kg/tőke értékkel, és ezt követte a közepesen öntözött terület 0,7kg/tőke értékkel majd a kevésbé öntözött 0,5kg/tőke értékkel.

Acevedo-Opazo et al. (2010) pedig arról számol be Cabernet Sauvignon-on végzett öntözéses kísérletében, hogy a bevezetett vízkorlátozás nem volt elegendő a szőlő vegetatív expressziójának befolyásolásához.

Junquera et al. (2012) a vegetatív növekedésben, amit a hajtás tömegének becslésével mért, azt a megállapítást tette, hogy kevésbé volt érzékeny a vízhozam változásaira. A különbségek a vizsgálat harmadik évét követően jelentkeztek. 2003-tól 2006-ig a hajtás tömege fokozatosan csökkent az összes kezelésnél, bár a csökkenés sokkal drámaibb volt a kevésbé öntözött

területeknél. Így az eltérések a kezelések között évek múlásával növekedtek. Csak a legintenzívebben öntözött kezelés tartotta meg a hajtás tömegét, körülbelül 30 g vagy magasabb szinten az egész tanulmányi időszak alatt.

6.2. Kísérlet eredményének jelentősége:

A szakirodalmi feldolgozás alapján is látható, hogy a digitális módszereket már számos területen alkalmazzák a szőlőkultúrákban. Használják vegetációs index (NDVI) meghatározására, termés becslésre, gyomok monitorozására, hiányzó tőkék és területek tápanyag feltérképezésére is. Azonban kevés olyan szakirodalommal találkozhatunk, ahol a vesszőtömegek megállapításával és annak digitalizációjával/automatizálásával foglalkoznának, pedig egyik legmeghatározóbb tényezője a jelen és a jövő szőlőtermesztésének. A termőegyensúly megállapítására kétféle módszer is létezik, amiből az egyik a szőlő lombzatán alapul, míg a másik a szőlővesszőin.

Először is, hogy megértsük a szőlővessző vonatkoztatását ezen a területen tisztában kell lennünk a termőegyensúly fogalmával. Ahogy azt már az előzményekben kifejtettem, a termőegyensúly fogalmát már 1907-ben megfogalmazta Ravaz, miszerint a termőegyensúly jellemezhető az adott év fűrthozamával és az azt követő lemetszett szőlővesszők tömegével. Ezt nevezzük Ravaz-indexnek vagy F/V formulának. Ezt tovább fejlesztve Merzsaninon a negyvenes években, bevezette az y/n vagy termés hozam/vesszőhozam formulát a termőegyensúly állapotának a kifejezésére. Tehát véleményük szerint, a szüreti adatok alapján és a lemetszett szőlővessző tömegének meghatározásával, megállapíthatjuk, hogy szőlősterületeink kiegyensúlyozottak-e (Kozma, 1993).

Ezen módszerekről már tudjuk, hogy sikeresen alkalmazhatóak a szőlőtermesztés területén, viszont ezen eljárások destruktívak, időigényesek, általában költségesek és emberi munkaerő alkalmazása miatt pontatlanok is lehetnek. A digitális módszerek alkalmazására ezért lenne szükség, hogy ezen tényezőket kiküszöböljük, és egy sokkal könnyebb, egyszerűbb módszer alapján megtudjuk határozni ezen indexek értékét.

Méréseimben arra voltam kíváncsi, hogy a szőlővesszők RGB alapú digitális képelemzéssel kiértékelt területe hogyan és miként korrelál a szőlővesszők tömegéhez. A csoportokat külön-külön is, és együttesen is vizsgáltam, amik alapján a következő eredményeket kaptam.

A 3 blokkra osztott szőlőterület mintájainak (kontrol, alsó öntözésű és felső öntözésű) értékelése után arra a megállapításra jutottam, hogy az ültetvény blokkjaiban külön-külön és összeségében is, a vesszőterület és a vesszőtömeg között erős szignifikáns korrelációt mutat. Ezen eredményeket figyelembe véve azt jelenthetjük ki, hogy az RGB (piros, zöld, kék) alapú digitális képelemzés módszer használatával lehetséges a szőlővesszők tömegének megállapítása a területük alapján.

Természetesen figyelembe kell vennünk, hogy ennek a kísérletnek is egy része még a régi destruktív módszereken alapul, a szőlővesszők lemetszése miatt. A kísérlethez úgy mond „mesterséges” környezetet alakítottunk ki, hogy megfelelően tudjuk elemezni a szőlővesszők területét, környezeti befolyásoló tényezők kizárásával.

Kísérletemben minden mintacsoport azt az eredmény mutatta, hogy a vesszőterülete és a tömege jól korrelál egymáshoz (összes minta: $r=0,9292$, $R^2=0,8635$). Kichere et al. (2016) a kézi szegmentálást és az automatikus szegmentálást vizsgálta, ahol hasonló eredményeket kapott az RGB alapú digitális képfeldolgozás során:

Kézi szegmentálás: $r=0,91$, $R^2=0,83$

Automatikus szegmentálás: $r=0,61$, $R^2=0,44$

Azt is megállapította, hogy a becsült vesszőtömeg 230g-al tér el a valós tömegtől automatizált szegmentálás esetén és 120g-al a kézi szegmentálásnál, ami arra utal, hogy egy részletesebb szegmentálás akár átlagosan 50%-al is csökkentheti a becsült és a mért vesszőtömeg közötti különbséget.

Tagarakis et al. (2018) a lézerszkenneres kísérletében két évig vizsgált 1 ültetvényt, ahol hasonlóan ugyanazokra a következtetésekre jutott. Mind a 2010-es, mind a 2011-es évben a lézerszkenneres mérések jelentős kapcsolatot mutattak a metszési tömeggel ($r^{2010}=0,809$, $r^{2011}=0,829$, egyaránt $p<0,001$), valamint a terméshozam és a korai szezoni NDVI között, amely azt mutatja, hogy a lézerszkenneres mérések potenciálisak lehetnek a szőlőtőkék vitalitásának változékonyságának értékelésére a szőlőültetvényeken belül. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a lézerszkennerek nagy ígéretet jelentenek a szőlő teljesítményének térbeli változékonyságának jellemzésére.

6.3. Más meghatározási módszerek:

Számos közvetett és nem invazív módszert vizsgáltak a szőlővessző tömegének jellemzésére közvetlenül a szőlőültetvényekben. A tanulmányok nagy része költséges érzékelő technikákon alapul, például elektromágneses szkennereken, ultrahangos érzékelőkön, lézerszkennereken, infravörös érzékelőkön, (Electronica Fish Sclae) optikai érzékelőkön vagy modellalapú stratégiákon. Ezek közül néhány módszer összefügg a romboló mintavételezéssel és közvetlen mérésekkel. Az elektromágneses és lézerszkennerek közvetlenül 3D pontfelhőket szereznek a jelenetről, azonban nem biztosítanak térfogati és felületi információkat. Más aktív érzékelők közé tartoznak a Time-of-Flight és a strukturált fényérzékelők, amelyek belső környezetekre specializáltak. Ezeknek a típusú érzékelőknek nehézségeik lehetnek a világos megvilágítású vagy nagy távolságú jeleneteknél, amint az gyakran előfordul kinti környezetben. A metszési tömeg, amelyet a szőlőtöke vitalitásának mutatójaként használnak, LiDAR és CV (Computer Vision) technológiákkal is értékelték és térképeztek ki közvetlenül a szőlőskertekben. (Klodt et al., 2015).

6.4. Módszer alkalmazása más területeken:

A vékony és kis tárgyak automatikus szegmentálása az alkalmazott algoritmusokkal nehéz a homogén háttér miatt (Herzog et al., 2014). Az automatikus szegmentálás más lehetséges javításai közé tartozik az RGB képekből származó további információk használata, a növény előtér és háttér közötti jobb megkülönböztetése érdekében. Jelenleg a szegmentálás csak a mélységinformáción alapul. Különösen az előtérben lévő drótok okoznak nehézséget a növényektől való megkülönböztethetőségben. Itt az RGB alkalmazása hasznos további információkat nyújthatnak egy megbízhatóbb elkülönítéshez, figyelembe véve a drótok és a növény részeinek (hajtások, szár) különböző színeloszlását (Kicherer et al., 2016).

Klodt et al. (2015) egy módszert mutat be a levél, szár, szőlő és háttér fenotípusos osztályok szegmentálására RGB képeken, amelyeket standard fogyasztói kamerával készítettek szőlőültetvényekben. A háttér kivonása két kép felvételével történik minden növényről a mélység rekonstrukciójához. A színinformációt továbbá arra használják, hogy megkülönböztessék a leveleket a száraktól és a szőlőtől az előtérben. A bemutatott megközelítés lehetővé teszi a fenotipikus jellemzők, például a 3D levélfelületi területek és a gyümölcs-levél arányok objektív számítását. A módszert sikeresen alkalmazták új tenyésztési vonalak növekedési szokásainak objektív értékelésére.

Nemrégiben egy új megközelítést mutattak be a lombkorona biomassa becslésére és a hiányzó növények detektálására egy UAV platform által szerzett RGB képek segítségével (Di Gennaro és Matese, 2020). Az UAV-ra szerelt RGB érzékelők képesek magas felbontású képeket nyújtani, amelyeket felhasználhatunk digitális felületmodellek készítésére, háromdimenziós rekonstrukciós szoftverekkel, amelyek sztereó látásra vagy szerkezetből származó mozgás algoritmusokra épülnek (Pádua et al., 2017). Ezeket a módszereket használva számos alkalmazás végezhető el, például biomassa monitorozása, térfogat jellemzése (Ballesteros et al., 2015; Matese et al., 2017) és a korai szezonbeli termesztés monitorozása.

A legfrissebb munkák előre léptették a képalkotásnak és a szőlőtöke lombkoronájának jellemzését az RGB képeken (Diago et al., 2016) és más növényeknél a színhelyettesítések és a különböző osztályozási algoritmusok hibrid megközelítéseinek alkalmazásával. Kivéve Nuske et al., (2014) munkáját, a tanulmányok statikus, pontról pontra, kézi képfelvételt tartalmaztak, ami gyakorlati szempontból korlátozás, amikor sok szőlőtökét kell értékelni. Így még mindig vannak gyakorlati korlátok az RGB képalkotás elterjedésében, mint kereskedelmi monitorozási módszer, mint például a kézi és statikus módon történő képfelvétel vagy a színháttér használata (Diago et al., 2016).

A jelenlegi munkákban elért eredmények kimutatják, hogy a fejlesztett RGB kép alapú rendszer képes a kereskedelmi sebességen működve sikeresen meghatározni a lombkorona áteresztőképességét a termőzónában, és hasznos információkat nyújtani a levél- és fűrt-töke területi arányokról a termőzónában vörös fajtákon, amelyeket VSP pergola szerint nevelnek (Diago et al., 2016).

Összeségében azt jelenthetjük ki, hogy az RGB alapú digitális képelemzés fontos eleme a jelen és a jövő precíziós szőlészetének. Már számos területen bizonyosságot tett használatának előnye, így nyugodtan kijelenthetjük, hogy segítségünkre lehet a termőegyensúly meghatározásában is, de ennek teljes automatizálására sokkal több adatra, kísérletre és technikai fejlesztésre van szükségünk.

7. Összefoglalás:

A mezőgazdasági szektorban egyre nagyobb válsági helyzetekkel nézhetünk szembe, mind a jelenben és mind a jövőben, ami természetesen a szőlőtermesztésre is kihatással van. Minden gazdaságnak/birtoknak, kicsinek és nagyoknak, be kell látnia, hogy a jövő szőlőtermesztése elképzelhetetlen változások, innovációk és technológiai fejlesztések nélkül.

Ezen változások még néhány évtizede elképzelhetetlenek voltak számunkra, de mára már ott tartunk, hogy precíziós mezőgazdaságról és precíziós szőlőtermesztésről beszélhetünk. Talán azt mondhatjuk, hogy a mezőgazdaság jobban élen jár ezen a területen, míg a szőlészet számára még ez egy új terület és rengeteg kihívást jelent. A szántóföldi kultúrák esetében számos területen segítségül veszik az informatikai technológiát a termelés hatékonyságának növelésének érdekében. Ezen informatikai technológiák legtöbbször a digitális képelemzési módszereken alapulnak, amik által olyan felvételeket tudnak készíteni, amiből következtetni lehet a területek tápanyag és vízellátottság tulajdonságaira vagy a vegetáció egyes paramétereit tudják vizsgálni kollektíven. Ezen fejlesztések már a szőlőtermesztést is elérték, így számos kísérletet láthatunk ezen technológiák alkalmazására ezen a területen, mint például a betegségek kimutatása, fotoszintézis tevékenységének mérése, vitalitás térképezése, lombkorona magasságának becslése és a terméshozam becslésére is. De ezen kívül még rengeteg kiaknázatlan lehetőség van előttünk, amiben talán a digitális képelemzés módszere lehet segítségünkre.

A digitális képelemzés már az 1950-es években megjelent, és az idő előre haladásával egyre elérhetőbb lett a közemberek számára is, így nem meglepő, hogy a mezőgazdaságban is egyre nagyobb teret hódít magának. Az elmúlt évtizedekben az RGB (vörös-zöld-kék) alapú képelemzés hatalmas fejlődésen ment keresztül, és bebizonyította, hogy biztos helye van a jövő mezőgazdaságában és szőlőtermesztésében. A módszert nagyon könnyen lehet alkalmazni hibaészlelésre vagy színbecslésre, illetve ezek mellett az alak és méret elemzésre, amelyek olyan jellemzők, amiket a képelemzés eszköze objektíven és megbízhatóan tud elemezni. Ez a technológia lehetővé teszi az olyan feladatok automatizálását, amelyeket a szőlészetben különböző célokra lehet használni.

Ezen célok közé tartozik a „kiegyensúlyozott” szőlőültetvény elérése is, amit legkönnyebben a termőegyensúllyal tudunk kifejezni, megállapítani. A termő egyensúly kifejezésére a szőlő vegetációs szervei és generatív szervei között fellépő egyensúlyi állapotot használják. Ezen

érték kifejezésére 2db módszert ismerünk. Az egyik, ahol a szőlő lombozat mennyiségét vetik össze a termés hozammal, míg a másikonál a szőlő vessző hozamát vetik össze a termés hozammal. Mindkét módszer igen destruktív, idő és pénzigényes, de azt mondhatjuk, hogy a vesszőn alapuló termőegyensúly megállapítás jelenleg egyszerűbb és könnyebben kivitelezhető, de még így is fennáll a kockázata a pontatlan eredménynek, mivel emberi munkaerő alkalmazására van szükségünk a mérések elvégzéséhez. Ezek a tényezők eléggé megnehezítik a kiváló minőségű szőlőtermesztést és borkészítést. A RGB alapú digitális képelemzés lehetőséget kínál arra, hogy olcsó, roncsolásmentes módszert biztosítson a teljes szőlőültetvényről szóló pontos információk rögzítésével.

Ezen ismeretek tudatában indultam el dolgozatom elkészítése felé, ahol arra kerestem a választ, hogy az RGB digitális képelemzés módszere alapján lehetséges-e a szőlővesszők területének meghatározása, és azok hogyan vagy miként korrelálnak a szőlővesszők tömegéhez.

A kísérlet felállításban egy területről származó Hárslevelű szőlőfajta vesszőit vizsgáltam, ahol a területen öntözéses kísérlet volt beállítva, ezáltal 3 különböző mintacsoportot tudtam létrehozni, (kontrol, alsó öntözésű és felső öntözésű). Minden csoportban 10 mintát alakítottam ki és minden minta 10 db 4-5 internódium hosszúságú vesszőt tartalmazott. Ez a kísérlet három fázisra osztható: az első a minták begyűjtéséből áll azok tömegének meghatározásában, és a vesszők digitalizálásából. A második egy digitális képfeldolgozásból áll, amely izolálja a szőlővesszőket és meghatározza a szőlővesszők átlagos területét egy adott mennyiségű vesszőre. A harmadik pedig a kapott adatok elemzése, hogy megállapítsam van-e lineáris kapcsolat a szőlővesszők területe és tömege között.

A mérések eredményének értékelése után arra a megállapításra jutottam, hogy az ültetvény blokkjaiban külön-külön és összeségében is, a vesszőterület és a vesszőtömeg között erős szignifikáns korrelációt mutat. Ezen eredményeket figyelembe véve azt jelenthetjük ki, hogy az RGB (piros, zöld, kék) alapú digitális képelemzés módszer használatával lehetséges a szőlővesszők tömegének megállapítása területük alapján.

Figyelembe véve, hogy ezen kísérlet egyes részei még ugyanúgy a destruktív módszeren alapulnak, és egy úgynevezett „mesterséges” környezetben zajlott, nem jelenthetjük ki, hogy az általam használt módszer alkalmazásával természetes környezetben hasonló adatokat kapnánk. Ez a dolgozat arra válaszol, hogy igen is van lehetőség az RGB alapú digitális módszerrel a vesszők területének és ezáltal tömegének meghatározására, ami alapjául szolgálhat a termőegyensúly egy könnyebb és egyszerűbb megállapításának.

8. Irodalomjegyzék:

1. (2002): Digitális Mozgóképhehelyreállító Rendszer Filmarchívumok Számára (DIMORF). In: NJSZT–KÉPAF. – Magyar Képfeldolgozók és Alakfelismerők Országos konferenciája, Összefoglalók, p. 12-13., Domaszék, 2002. január 25–27
2. ACEVEDO-OPAZO C. - ORTEGA-FARIAS S. – FUENTES S. (2010): Effects of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water status on water consumption, vegetative growth and grape quality: An irrigation scheduling application to achieve regulated deficit irrigation. 956-964. In.: *Agricultural Water Management*. Volume 97, Issue 7 939-1098 p.
3. AHMAD I. - MUHAMIN A. - NAEEM ISLAM M. (2006): Real-time specific weed recognition system using histogram analysis. *Proc World Acad Sci Eng Technol* 16:1307–6884 p.
4. AITKENHEAD MJ. - DALGETTY IA. - MULLINS CE. - MC DONALD AJS. – ST. RACHAN N.J.C. (2003): Weed and crop discrimination using image analysis and artificial intelligence methods. 157-171. In.: *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 39, Issue 3. 141-257 p.
5. ALDEA M. - FRANK T.D. - DELUCIA E.H. (2006): A method for quantitative analysis for spatially variable physiological processes across leaf surfaces. *Photosyn Res* 90:161–172 p.
6. ANDRASOVSKY J. (1926): Ampelográfiai tanulmányok, *Ampelológiai Intézet Évkönyve* 8, 107–134 p.
7. ARNO J. - BORDES X. - RIBES-DASI M. - BLANCO R. - ROSELL J.R. - ESTEVE J. (2005): Obtaining grape yield maps and analysis of within field variability in Raimat (Spain). *Proceedings of fifth European Conference on Precision Agriculture*, 899-906p.
8. BALÁZSFALVI G. (2004): Neurális hálók alkalmazása elektronikus beléptető rendszerekben, In: *Képfeldolgozók és Alakfelismerők IV. Konferenciája, Összefoglalók*, p. 7., Miskolctapolca, 2004. január 28–30.
9. BALLESTEROS R. - ORTEGA J. F. - HERNÁNDEZ D. - MORENO M. A. (2015): Characterization of *Vitis vinifera* L. canopy using unmanned aerial vehicle-based remote sensing and photogrammetry techniques. *Am J Enol Viticult.* 66, 120–9 p.
10. BALUJA J. – DIAGO M. P. – BALDA P. – ZORER R. – MEGGIO F. – MORALES F. – TARDAGUILA J. (2012): Assessment of vineyard water status variability by thermal and multispectral imagery using an unmanned aerial vehicle (UAV). *Volume 30*, 511–522 p.
11. BARÓCSI Z. (2018): A fitotechnikai műveletek optimalizálása. Pécsi Tudomány Egyetem, KPVK, Szekszárd. 40 p.
12. BELLVERT J. - ZARCO-TEJADA P. J. – GIRONA J. – FERERES E. (2014): Mapping crop water stress index in a 'Pinot-noir' vineyard: comparing ground measurements with thermal remote sensing imagery from an unmanned aerial vehicle. *Volume 15*, 361–376 p.
13. BENEDEK CS. - SZIRÁNYI T. (2004): Személyek követése a járásminta számítógépes analizésével, In: *Képfeldolgozók és Alakfelismerők IV. Konferenciája, Összefoglalók*, p. 36–40., Miskolctapolca, 2004. január 28–30.
14. BERKE J. - CSETVERIKOV D. - FAZEKAS A. - GÁCSI Z. - SZABÓ J. - SZIRÁNYI T. (2000b): Képfeldolgozás alkalmazásának eredményei Magyarországon, *Összefoglalók*, p. 12. In: *Magyar Informatikusok II. Világtalálkozója: Budapest, 2000. június 5–8.*

15. BERKE J. - HEGEDŰS GY. CS. - KELEMEN D. - SZABÓ J. (2002) Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Veszprémi egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, Pictron Kft., Budapest 218 p
16. BERKE J. - KELEMEN D. - KOZMA–BOGNÁR V. - MAGYAR M. - NAGY T. - SZABÓ J. - TEMESI T. (2010): Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. DIGKEP.7.0, Keszthely: KvarK Számítástechnikai Bt, 104 p.
17. BERZIN I. - MILLS D. - MERCHUK J.C. (1999): A non-destructive method for secondary metabolite determination in hairy root cultures. *J Chem Eng Jpn* 32:229–234 p.
18. BESLIC Z. – TODIC S. – TESIC D. (2010): Validation of non-destructive methodology of grapevine leaf area estimation on cv. Blaufrankisch (*Vitis vinifera* L.). *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 31:22-25 p.
19. BOBILLET W. - DA COSTA J.P. - GERMAIN C. - LAVIALLE O. - GRENIER G. (2003): Row detection in high resolution remote sensing images of vine fields. *Proceeding of the 4th European conference on Precision Agriculture*, Berlin, 81-87p.
20. BRAMLEY R. G. V - HAMILTON R.P. (2004): Understanding variability in winegrape production systems 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research.* 10, 32-45p.
21. BRAVDO B. - HEPNER Y. - LOINGER C. - COHEN S. - TABACMAN H. (1985): Effect of crop level and crop load on growth, yield, must and wine composition and quality of Cabernet sauvignon. *Am J Enol. Vitic.* 36:125-131 p.
22. BREMER B. - BREMER K. – CHASE M. - FAY M. - REVEAL J. - SOLTIS D. - SOLTIS P. - STEVENS P. - ANDERBERG A. A. - MOORE M. - OLMSTEAD R. G. – RUDALL P. J. - SYTSMA K. J. – TANK D. C. - WURDACK K. – XIANG J. Q.-Y. - ZMARZTYŚ. (2009): An update of the Angiosperm Phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. Jour. Linn. Soc.* 161. 105–121 p.
23. BURGOS S. – MOTA M. – NOLL D. – CANNELLE B. (2015): Use of very high-resolution airborne images to analyse 3D canopy architecture of a vineyard *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inform. Sci.* 40, 399 p.
24. BURNQUIST H. L. - COSTA C. C. (2014): Conditioning Factors For Decision-Making Regarding Precision Agriculture Techniques Usage. *International Society Precision Agriculture*, College of Agriculture – ESALQ University of São Paulo Piracicaba, São Paulo, Brazil.
25. COMBA L. – GAY P. – PRIMICERIO J. - RICAUDA A. D. (2015): Vineyard detection from unmanned aerial systems images. *Comput. Electron. Agric.* 114:78-87 p.
26. CUBERO S. – ALEIXOS N. – MOLTÓ E. – GÓMEZ-SANCHIS J. – BLASCO J. (2011): Advances in Machine Vision Applications for Automatic Inspection and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables. *Food Bioprocess Technol* 4. 487–504 p.
27. CZÚNI L. - SZIRÁNYI T. - LICŚÁR A. - HANIS A. - SCHANDA J. - KRÁNICZ B. - FARKAS P. (2002): Digitális Mozgóképfeldolgozó Rendszer Filmarchívumok Számára (DIMORF). In: *NJSZT–KÉPAF. – Magyar Képfeldolgozók és Alakfelismerők Országos konferenciája, Összefoglalók*, p. 12-13., Domaszék, 2002. január 25–27.
28. CSEPREGI P. – ZALAI L. (1973): Szőlőfajtáink. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest. 271 p.

29. DANA W. – IVO W. (2008): Computer image analysis of seed shape and seed color for flax cultivar description. 126-135. In.: *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 61, Issue 2. 79-260 p.
30. DI GENNARO S. F. – MATESE A. (2020): Evaluation of novel precision viticulture tool for canopy biomass estimation and missing plant detection based on 2.5D and 3D approaches using RGB images acquired by UAV platform. Volume 16, article number 91.
31. DIAGO M. P. - REY-CARAMES C. - LE MOIGNE M. – FADAILI E. M. – TARDAGUILA J. – CEROVIC Z. G. (2016): Calibration of non-invasive fluorescence-based sensors for the manual and on-the-go assessment of grapevine vegetative status in the field. *Aust. J. Grape Wine Res.* 22, 438-449 p.
32. DRY P. R. – LOVEYS B. R. (1998): Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying *Aust. J. Grape Wine Res.* 4. 140-148 p.
33. DUNN G. M. – MARTIN - S. R. (2004): Yield prediction from digital image analysis: A technique with potential for vineyard assessments prior to harvest. *Aust. J. Grape Wine Res.* 10:196-198p.
34. EZZHAOUANI A. – VALANCOGNE C. – PIERI P. – AMALAK T. – GAUDILLÈRE J.-P. (2007): Water economy by Italia grapevines under different irrigation treatments in a Mediterranean climate *J. Int. Sci. Vigne Vin.*, 41, 131-140 p.
35. FRANCIS, P. – PETER, N. (1999): Aspects of Precision Agriculture. *Advances in Agronomy* (Elsevier). 1-85.p.
36. FUENTES S. – GAGO J. (2022): Chapter 7 - Modern approaches to precision and digital viticulture. 125-145. In: J. M. COSTA – S. CATARINO - J. M. ESCALONA – P. COMUZZO: *Improving Sustainable Viticulture and Winemaking Practices*. Academic Press, London. 1-508 p.
37. GONZALEZ R. C. - WOODS R. E. (2002): *Digital Image Processing*. Prentice Hall, New Jersey p. 15–45.
38. GOUVEIA J. – LOPES C. M. – PEDROSO V. – MARTINS S. – RODRIGUES P. – ALVES I. (2012): Effect of irrigation on soil water depletion, vegetative growth, yield and berry composition of the grapevine variety Touriga Nacional. *Ciência Téc. Vitiv.* 27, 115-122 p.
39. GRÓSZ G. (2010): *Digitális képfeldolgozás alkalmazása üvegházi és szabadföldi kísérletek kiértékelésénél*. Doktori Disszertáció. Keszthely Pannon Egyetem Állat– és Agrárkörnyezet–tudományi Doktori Iskola, 167 p
40. HAJDÚ E. (2013): *Magyar szőlőfajták*. Mezőgazda kiadó, Budapest. 464 p.
41. HAMMAN R. A. JR. - DAMI I. E. (2000): Effects of Irrigation on Wine Grape Growth and Fruit Quality. In: *Hort Technology*. 162-168 p.
42. HEGEDŰS Á. – KOZMA P. – NÉMETH M. (1966): *A szőlő – Vitis vinifera L. Magyarország kultúrflórája* IV. kötet 1.füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 325 p.
43. HEMMING J. – RATH T. (2000): Computer Vision based Weed Identification under Field Conditions using Controlled Lighting. *Journal Classification System: PA (Precision Agriculture)*. *J Agric Eng Res* 78:233–243 p.
44. HERZOG K. – ROSCHER R. - WIELAND M. - KICHERER A. - LÄBE T. - FÖRSTNER W. - KUHLMANN, H. - TÖPFER R. (2014): Initial steps for high-throughput phenotyping in vineyards. *Vitis* 53, 1–8 p.
45. HONDA H. - TAKIKAWA N. - NOGUCHI H. - HANAI T. - KOBAYASHI T. (1997): Image analysis associated with a fuzzy neural network and estimation of shoot length of regenerated rice callus. In.: *J Ferment Bioeng* 84:342–347 p.

46. INTRIGLIOLO D. S. – CASTEL J. R. (2008): Effects of Irrigation on the Performance of Grapevine cv. Tempranillo in Requena, Spain. In: American Journal of Enology and Viticulture 59:1
47. JOHNSON L. F. - ROCZEN D. E. - YOUKHANA S. K. - NEMANI R. R. - BOSCH D. F. (2003): Mapping vineyard leaf area with multispectral satellite imagery. Computers and Electronics in Agriculture, 38, 33-44p.
48. JUNQUERA P. – LISSARRAGUE R. J. – JIMÉNEZ L. – LINARES R. – BAEZA P. (2012): Long-term effects of different irrigation strategies on yield components, vine vigour, and grape composition in cv. Cabernet-Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). Volume 30, 351–361 p.
49. KARCHER D. E. – RICHARDSON M. D. (2003): Quantifying Turfgrass Color Using Digital Image Analysis. Dep. of Horticulture, Univ. of Arkansas, 308 Plant Sci. Building, Fayetteville. 943-951 p.
50. KARL B. (1966): Szőlősgazdák könyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 277 p.
51. KICHERER A. – KLODT M. – SHARIFZADEH S. – CREMERS D. – TÖPFER R. – HERZOG K. (2016): Automatic image-based determination of pruning mass as a determinant for yield potential in grapevine management and breeding. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12243>
52. KIRÁLY G. (2007): A távérzékelés erdészeti alkalmazása, Doktori (PhD) értekezés, Sopron, 121. p.
53. KLIEWER W. M. – DOKOOZLIAN N. K. (2005): Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. Am. J. Enol. Vitic. 56: 170-181 p.
54. KLODT M. - HERZOG K. - TÖPFER R. – CREMERS D. (2015): Field phenotyping of grapevine growth using dense stereo reconstruction. BMC Bioinformatics. DOI 10.1186/s12859-015-0560-x
55. KOZMA P. (1967): Szőlőtermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 317. p.
56. KOZMA P. (1991): A szőlő és termesztése I. Akadémiai Kiadó, Budapest. 338 p.
57. KOZMA P. (1993): A szőlő és termesztése II. Akadémia Kiadó, Budapest. 399 p.
58. LAMB D. – HALL A. – LOUIS J. (2001): Airborne remote of vines for canopy variability and productivity. Cooperative Research Center for Viticulture National Winw & Grape Industry Centre, Charles Sturt University.
59. LAMB D. W. - WEEDON M. M. - BRAMLEY R. G. V. (2004): Using remote sensing to predict phenolics and colour at harvest in a Cabernet Sauvignon vineyard : Timing observations against vine phenology and optimising image resolution. Australian Journal of Grape and Wine Research. 10, 46-54p.
60. LO FIEGO D. P. – COMELLINI M. – IELO M. C. – ULRICI A. – VOLPELLI L. A. - TASSONE F. – COSTA N. (2016): Preliminary investigation of the use of digital image analysis for raw ham evaluation. Italian Journal of Animal Science. 693-695 p.
61. LÓPEZ-GARCÍA F. – ANDREU-GARCÍA G. – BLASCO J. – ALEIXOS N. - JOSÉ-MIGUEL V. (2010): Automatic detection of skin defects in citrus fruits using a multivariate image analysis approach. 189-197. In: Computers and Electronics in Agriculture, Volume 71, Issue 2. 107-198 p.
62. LORENTE D. – ALEIXOS N. - GÓMEZ-SANCHIS J. – CUBERO S. - GARCÍA-NAVARRETE O. L. – BLASCO J. (2012): Recent advances and applications of hyperspectral imaging for fruit and vegetable quality assessment. Food Bioprocess Tech. 5:1121-1142p.
63. LŐRINCZ A. – BARÓCSI Z. (2010): A szőlő metszése és zöldmunkái. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 306 p.
64. LŐRINCZ A. – SZ. NAGY L. – ZANATHY G. (2015): Szőlőtermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 531 p.

65. LŐRINCZ A. - ZANATHY G. (2003): A fűritkítés hatása a szőlő teljesítményére II. A Szőlészeti Tanszéken az elmúlt évtizedben végzett fűritkítési kísérletek eredményei. *Borászati Füzetek, Kutatás*, 13 (2) 1-10 p.
66. MAHENDRA - PRASAD V. S. S. - DUTTA GUPTA S. (2004): Trichromatic sorting of in vitro regenerated plants of gladiolus using adaptive resonance theory. *Curr Sci* 87:348–353p.
67. MAHIDI A. - MAHMOUD O. - ALIREZA K. - SEYED S. M. (2010): Sorting raisins by Machine Vision System. In: *Modern Applied Science*. 4 (2) p. 49–60.
68. MARTY-MAHE P. – LOISEL P. – BROSSARD D. – ALLEN P. – DAUMAS G. (2003): Vision method tested to predict the lean meat percentage of a pig carcass in relation to the reference dissection method. Teagasc The agricultural and food development Authority, 19Sandymount Ave. Dublin, Ireland.
69. MATESE A. - DI GENNARO S. F. - BERTON A. (2017): Assessment of a canopy height model (CHM) in a vineyard sing UAV-based multispectral imaging. *Int J Remote Sens*. 38(8–10), 2150–60 p.
70. MATHEWS A. J. – JENSEN J. L. R. (2013): Visualizing and Quantifying Vineyard Canopy LAI Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Collected High Density Structure from Motion Point Cloud. Department of Geography, Texas State University-San Marcos, 601 University Drive, San Marcos, TX 78666, USA. 2164-2183 p. <https://doi.org/10.3390/rs5052164>
71. MATTHEWS M. A. – NUZZO V. (2007): Berry size and yield paradigms on grapes and wine quality. *Acta Hort*. 754:423-436.
72. MÉSZÁROS G. - ROHÁLY G. - VARGA I. (2012): Magyarország Híres Borvidékei. Borkultúra Központ.
73. MORAN M. S. – INOUE Y. – BARNES E. M. (1997): Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. 319-340. In.: *Remote Sensing of Environment*. Volume 61, Issue 3. 319-446 p.
74. NAGY S. (2014): A gyomfelvételezési módszerek fejlesztése a precíziós gyomszabályozás tervezéséhez. Nyugat-Magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár. 160 p.
75. NAN XU. (2021): Image Processing Technology in Agriculture. *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1881, The 2nd International Conference on Computing and Data Science (CONF-CDS), Stanford, United States.
76. NEGRUL A.M. (1946): *Ampelography of USSR*. Vol. I. Moscow 420. p.
77. NÉMETH M. (1967): *Ampelográfiai Album 1. Termesztett borszőlőfajták 1.*, Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest
78. NUSKE S. - WILSHUSEN K. - ACHAR S. - YODER L. - NARASIMHAN S. - SINGH S. (2014): Automated visual yield estimation in vineyards. *Journal of Field Robotics*. 31, 837–860 p.
79. NUZZO V. – MATTHEWS M. A. (2006): Response of fruit growth and ripening to crop level in dry-farmed Cabernet sauvignon on four rootstocks. *Am. J. Enol. Vitic*. 57: 314-324 p.
80. OLIVEIRA M. – SANTOS M. (1995): A semi-empirical method to estimate canopy leaf area of vineyards. *Am. J. Enol. Vitic*. 46: 389-391 p.
81. OLIVEIRA P. C. - MOURA J. P. - FERNANDES L. F. - AMARAL E. M. – OLIVEIRA A. A. (2016): A non-destructive method based on digital image processing for calculate the vigor and the vegetative expression of vines. 289-294. In.: *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 124, 354 p.

82. ORTEGA R. - ESSER A. - SANTIBANES O. (2003): Spatial variability of wine grape yield and quality in Chilean vineyards: economic and environmental impacts. Proceedings of the 4th European Conference on Precision Agriculture, Berlin, 499-506p.
83. PÁDUA L. - VANKO J. - HRUŠKA J. - ADÃO T. - SOUSA J. J. - PERES E. (2017): UAS, sensors, and data processing in agroforestry: A review towards practical applications. *Int J Remote Sens.* 38:2349–91 p.
84. PELLEGRINO A. – LEBON E. – SIMONNEAU T. – WERY J. (2005): Towards a simple indicator of water stress in grapevine (*Vitis vinifera* L.) based on the differential sensitivities of vegetative growth components *Aust. J. Grape Wine Res.* 11, 306-315 p.
85. PRASAD V. S. S - DUTTA GUPTA S. (2008): Photometric clustering of regenerated plants of gladiolus by neural networks and its biological validation. 8-17. In: *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 60, Issue 1. 1-112p.
86. PRATS-MONTALBÁN J. M. - DE JUAN A. – FERRER A. (2011): Multivariate image analysis: A review with applications. 1-23. In: R. TAULER: *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, Volume 107.
87. RAKONCZÁS N. (2014): *Szőlőtermesztés*. Debreceni Egyetem Kiadó Debrecen University Press, Debrecen. 195 p.
88. REYNOLDS A. G. – WARDLE D. A. – CLIFF M. A. – KING M. (2004): Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of Seyval and Chancellor. *Am J. Enol. Vitic.* 55: 84-95 p.
89. Riquelme M. T. – Barreiro P. - Ruiz-Altisent M. – Valero C. (2008): Olive classification according to external damage using image analysis. 371-379. In.: *Journal of Food Engineering* Volume 87, Issue 3. 303-446 p.
90. ROBY G. – HARBERTSON J. F. - ADAMS D. A. – MATTHEWS M. A. (2004): Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: Anthocyanins and tannins. *Aust. J. 82 Grape Wine Res.* 10:100-107p.
91. ROVNER I. - GYULAI F. (2007): Computer–Assisted Morphometry: A New Method for Assessing and Distinguishing Morphological Variation in Wild and Domestic Seed Populations. In: *Economic Botany*, 154–172. p.
92. SANDEEP VARMA V. - KANAKA DURGA K. - KESHAVULU K. (2013): Seed image analysis: its applications in seed science research. In: *International Research Journal of Agricultural Sciences*, 1(2) p. 30-36.
93. SMART R. – ROBINSON M. (1991): *Sunlight into the wine. A handbook for winegrape canopy management*. Winetitles, Adelaide.
94. SOEJIMA A., WEN J, (2006): Phylogenetic analysis of the grape family (Vitaceae) based on three chloroplast markers, *American Journal of Botany* 93(2) 278–287 p.
95. STREVER A. (2004): Assessing and managing within-vineyard variability in south Africa with remote sensing- a tool for resaerch and practice, 12th Australian Wine Industry Technical Conference.
96. SZABÓ J. (2004): Szemelvények a hazai képfeldolgozás (h)öskorából. In: *Magyar Elektronika*, 21 (5) 58–61. p.
97. TAGARAKIS A. C – KOUNDOURAS S. – FOUNTAS S. – GEMTOS T. (2018): Evaluation of the use of LIDAR laser scanner to map pruning wood in vineyards and its potential for management zones delineation. *Volume 19*, 334–347 p.

98. TANÁCS A. - NAGY A. - BALASKÓ M. - MÁTÉ E. - KUBA A. (2007): Képpontok hasonlóságán alapuló automatikus regisztrációs módszer orvosi és neutron tomográfiai alkalmazásának tapasztalatai, In: NJSZT–KÉPAF. – Magyar Képfeldolgozók és Alakfelismerők Országos konferenciája, Összefoglalók, p. 25–32., Debrecen, 2007. január 25–27.
99. TARDAGUILA J. - HERRERO-LANGREO A. – BARREIRO P. - VALERO C. - PONI S. - DIAGO M. P. (2011): Using RGB image analysis to assess the impact of early defoliation on the fruit zone. Proceedings of International Symposium GIESCO. Asti-Alba, Italy, 2011
100. TARDAGUILA J. - MARTINEZ DE TODA F. – PONI S. – DIAGO M. P. (2010): Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *Am. J. Enol. Vitic.* 61:372-381p.
101. TERPÓ A. (1966a): A Magyarországon vadon és elvadultan előforduló szőlőfajok határozókulcsa. 15-16. In: HEGEDŰS Á. – KOZMA P. – NÉMETH M. (szerk.): A szőlő – *Vitis vinifera* L. Magyarország kultúrflórája 4(1). Akadémiai Kiadó, Budapest. 325 p.
102. TILLET N. P. - HAGUE T. - MILES S. J. (2001): A field assessment of a potential method for weed and crop mapping geometry. 229-246. In: *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 32, Issue 3. 167-264 p.
103. TRINDALL J. - RAINBOW R. (2018): Cotton Research and Development Corporation, Narrabri, Australia. 14th International Conference on Precision Agriculture, Quebec, Canada.
104. VAN LEEUWEN C. – SEGUIN G. 1994: Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion, 1990) *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 28. 81-110p.
105. WINKLER A. (1958): The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality. *Am. J. Enol Vitic.* 9:10-23p.
106. WU D. – SUN D. W. (2013): Advanced applications of hyperspectral imaging technology for food quality and safety analysis and assessment: A review — Part I: Fundamentals. 1-14. In: *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 19. 1-242 p.
107. ZARCO-TEJADA P. J. - CATALINA A.- GONZÁLEZ M. R. – MARTÍN P. (2013): Relationships between net photosynthesis and steady-state chlorophyll fluorescence retrieved from airborne hyperspectral imagery. 247-258. In.: *Remote Sensing of Environment*. Volume 136, 1-484 p.

9. Táblázatok és ábrák jegyzéke:

Táblázatok:

1. táblázat: A szőlővessző minták tömege és hozzájuk tartozó terület.	34
--	----

Ábrák:

1. ábra: A Vitis Vinifera rendszertani besorolása.	9
2. ábra: Különböző hosszúságú termőcsapok.	12
3. ábra: A szőlővessző keresztmetszete és részeinek elnevezései.	12
4. ábra: A szőlőtőke felépítése.	14
5. ábra: A Neszmályi borvidék földrajza.	28
6. ábra: A szőlővessző minták átlag súlya és szórása.	35
7. ábra: A szőlővessző minták átlag területe és szórása.	36
8. ábra: A szőlővessző minták 1cm ² -re eső tömegének átlaga és szórása.	37
9. ábra: Kontrol minták területének tömegtől való függése.	38
10. ábra: Alsó öntözésű minták területének tömegtől való függése.	38
11. ábra: Felső öntözésű minták területének tömegtől való függése.	39
12. ábra: Összes minta területének tömegtől való függése.	39

10. Melléklet:



1.sz. melléklet: Vesszők területének digitális képelemzése.

(Forrás: Saját munka)

Vesszőtömeg			
	Felső	Kontrol	Alsó
N	10	10	10
Min	260	181,5	253
Max	389	293,5	363,5
Sum	3091,6	2523	2965,5
Mean	309,16	252,3	296,55
Std. error	11,64293	10,0734	10,12929
Variance	1355,578	1014,733	1026,025
Stand. dev	36,81818	31,85488	32,03162
Median	305,25	253,25	290,75
25 prcntil	282,45	239,625	273,375
75 prcntil	321,375	273,875	316,375
Mode	NA	NA	NA
Skewness	1,17474	-1,009075	0,824333
Kurtosis	1,67189	2,079029	0,9598986
Geom. mean	307,3022	250,3172	295,0487
Coeff. var	11,9091	12,62579	10,80142

2.sz. melléklet: A vessző minták tömegének tulajdonságai.

(Forrás: saját munka)

Terület			
	Felső	Kontrol	Alsó
N	10	10	10
Min	443,862	358,397	444,668
Max	593,419	545,383	570,097
Sum	5020,854	4549,282	5031,4
Mean	502,0854	454,9282	503,14
Std. error	14,91096	15,24518	12,00971
Variance	2223,367	2324,155	1442,332
Stand. dev	47,15259	48,20949	37,97805
Median	498,135	449,7135	504,7015
25 prcntil	461,3325	435,6465	474,3875
75 prcntil	530,831	482,3742	530,439
Mode	NA	NA	NA
Skewness	0,6975474	-0,1400301	-0,01193639
Kurtosis	0,2674171	2,004776	0,05004605
Geom. mean	500,1469	452,5732	501,8429
Coeff. var	9,391348	10,59717	7,548207

3.sz. melléklet: A vessző minták területi tulajdonságaik.

(Forrás: saját munka)

1cm ² -re eső tömeg			
	Felső	Kontrol	Alsó
N	10	10	10
Min	0,5858	0,5064	0,5608
Max	0,6555	0,6143	0,6376
Sum	6,1476	5,5393	5,8848
Mean	0,61476	0,55393	0,58848
Std. error	0,006852	0,0101792	0,0085389
Variance	0,00047	0,0010362	0,0007291
Stand. dev	0,021669	0,0321893	0,0270022
Median	0,6128	0,54485	0,5828
25 prcntil	0,59595	0,533775	0,5696
75 prcntil	0,629475	0,579575	0,59945
Mode	NA	NA	NA
Skewness	0,485675	0,492619	1,354662
Kurtosis	-0,29522	-0,015759	0,664006
Geom. mean	0,614419	0,5530987	0,5879398
Coeff. var	3,524854	5,811078	4,588468

4.sz. melléklet: A szőlővessző minták 1cm²-re jutó tömegi tulajdonságai.

(Forrás: saját munka)

Felső öntözésű		
	Vesszőtömeg	Terület
Vesszőtömeg		4,54E-06
Terület	0,96777	

5.sz. melléklet: Felső öntözésű minták szignifikancia szintje terület és tömeg vonatkozásban.

(Forrás: saját munka)

Kontrol		
	Vesszőtömeg	Terület
Vesszőtömeg		0,00035
Terület	0,90285	

6.sz. melléklet: Kontrol minták szignifikancia szintje terület és tömeg vonatkozásban.

(Forrás: saját munka)

Alsó öntözésű		
	Vesszőtömeg	Terület
Vesszőtömeg		0,00013
Terület	0,92471	

7.sz. melléklet: Alsó öntözésű minták szignifikancia szintje terület és tömeg vonatkozásban.

(Forrás: saját munka)

Összes		
	Vesszőtömeg	Terület
Vesszőtömeg		1,25E-13
Terület	0,92924	

8.sz. melléklet: Összes minta szignifikancia szintje terület és tömeg vonatkozásban.

(Forrás: saját munka)

Köszönetnyilvánítás:

Köszönetemet szeretném kifejezni konzulensemnek Dr. Bodor-Pesti Péternek, aki szakmai útmutatásával és kritikai észrevételeivel segítette és támogatta diplomadolgozatom megírását.

NYILATKOZAT

diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Lasancz Levente
A Hallgató Neptun kódja:	IY21LS
A dolgozat címe:	Az RGB alapú digitális képfeldolgozás lehetősége a szülővessző tömegének meghatározására területük alapján
A megjelenés éve:	2024
A konzulens intézetének neve:	Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem
A konzulens tanszékének a neve:	Szőlészeti és Borászati Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

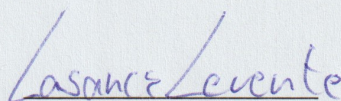
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-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 eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest év 2024 hó április nap 21.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Lasancz Levente (Neptun azonosítója: IY21LS) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2024. év április hó 18. nap



Dr. Bodor-Pesti Péter
egyetemi docens
MATE SzBI, Szőlészeti Tanszék

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.