

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Nagy Attila
Gödöllő
2021



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

A FÜRTFELEZÉS ÉS A LEVÉLRITKÍTÁS HATÁSA A ZWEIGELT
SZŐLŐFAJTA TERMÉSMENNYISÉGÉRE ÉS A FÜRTFONNYADÁSRA,
VALAMINT A MUST KÉMIAI ÖSSZETÉTELÉRE

Nagy Attila
Gödöllő
2021

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Zámboriné dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy és Aromanövények Tanszék

Témavezetők: dr. Bálo Borbála
egyetemi docens, PhD
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Szőlészeti Tanszék

Nyitrai dr. Sárdy Diána Ágnes
egyetemi docens, PhD
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Borászati Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....

A témavezetők jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A Zweigelt szőlőfajta Magyarország egyik legnagyobb felületen termesztett vörösborszőlő fajtája. A Zweigelt esetén egyre gyakrabban jelentkezik a fűrtfonnyadás, mely feltehetően élettani betegség, kiváltó okai még pontosan nem ismertek. A jelenség jelentős termés kiesést és minőségsökkenést okoz, ezért szükség szerű, hogy rendelkezésre álljanak a károsodás mérséklését biztosító eljárások. Mivel kifejezetten a rothadékonny fajták közé tartozik, ezért célszerű az olyan technológiák alkalmazása, mely a két problémát egyszerre képes megoldani.

Hazánkban a fűrtfonnyadást tudományos szinten korábban nem tanulmányozták, noha egyre jelentősebb problémát jelent itthon is. Megelőzés képpen a szakirodalom a fűrtfelezést ajánlja (KÜHRER, 2009; LEICHTFRIED et al., 2010), amit egy további hozamkorlátozó művelettel, a virágzáskori levélritkítással egészítettem ki. Mivel nemzetközi viszonylatban is igen kevés tanulmány foglalkozik a szőlészeti technológiák és a biogén aminok közötti összefüggésekkel, ezért a kísérletem kiterjedt a biogén aminok mennyiségének mérésére is, ugyanis ezek az anyagok humánélettani szempontból nagyon jelentősek. A kísérlet három termőhelyen történt vizsgálatra épült (Dunakeszi, Vác, Erdőkertes), ahol a korábbi gyakorlati tapasztalatok alapján a Zweigelt fajtán eltérő mértékben lépett fel a fűrtfonnyadás. Az ültetvények szerkezeti kialakítása és metszéspólya/terhelése hasonló volt.

Kutatásom során arra kerestem a választ, hogy a Zweigelt szőlő fajta esetén a három ültetvényben:

- Hogyan hatnak az egyes kezelések a termésmennyiségre és -minőségre?
- Hogyan hatnak az egyes kezelések a fűrtfonnyadás gyakoriságára és mértékére?
- Van-e az időjárási tényezőknek szerepük a fűrtfonnyadás megjelenésében?
- Hogyan befolyásolják a tápanyag-viszonyok a fűrtfonnyadást?
- Hogyan változik a biogén aminok mennyisége a fonnyadt bogyókban az egészségesekhez képest?
- Hogyan változik a biogén aminok mennyisége az egyes kezelések hatására?
- Van-e eltérés a helyszínek között a biogén aminok mennyiségét tekintve?
- A fűrtfonnyadásban lehet-e szerepe a fitoplazmának?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérletek helyszínei

A kísérleteket három évben (2014-2016) Dunakeszin, Vácott és Erdőkertesén állítottam be. A talajok összetételét és vízgazdálkodást tekintve jelentősen eltérnek egymástól. Dunakeszin a talaj jó humusz-ellátottságú és gyengén víztartó. A váci ültetvény talaja igen gyenge humusztartalmú, nagy vízraktározó-képességű. Az erdőkertesi talajt az alacsony humusztartalom és a gyenge vízraktározó-képesség jellemzi.

2.2. A kísérleti helyszínek ültetvényszerkezete

Mindhárom helyszínen javított Moser-művelésmódon zajlott a termesztés, *Vitis vinifera L. cv* Zweigelt fajtán (alany: Teleki 5C). Dunakeszin a sorvezetés iránya É-D-i, a sor-és tőtávolság 3 x 1,2 m, a telepítés 1983-ban történt. A váci ültetvény a telepítés évét (1982) és a sorirányt (K-Ny-i) kivéve ugyanezekkel a paraméterekkel rendelkezik. Erdőkertesén az 1986-os telepítésű ültetvény 3 x 1 m tenyészterülettel rendelkezik, a sorvezetés pedig ÉK-DNy-i. A terhelés 4-5 rügy/m² volt.

2.3. A kezelések módja és ideje

Helyszínenként 6 sort választottam ki. Ezekben a sorokban az egységes kondíciójú tőkék kijelölése után a kezeléseket randomizáló program segítségével véletlenszerűen osztottam be: 4-4-4 kontroll, fűrtfelezett, illetve levélritkított tőkét (összesen 72 db vizsgált tőke/ültetvény).

Virágzáskori levélritkítás: a kezelés rövidebbel a virágzás kezdetét követően, a teljes virágzáshoz közeli időpontban (BBCH 65) történt (SABBATINI, 2011), mindhárom területen azonos napon. A kijelölt tőkék fűrttel szembeni, valamint az alatta és felette elhelyezkedő leveleket kézzel, a levéllemez alapi részénél történő lecsípésével eltávolítottam. A levélnyél hajtáson való meghagyásával a hajtás sérülése elkerülhetővé vált (FAZEKAS, 2012).

Fűrtfelezés: ezt a beavatkozást a másik kezeléshez hasonlóan minden ültetvényben ugyanazon a napon végeztem. A felezés akkor történt, amikor a bogyó méret elérte a sörét méretével megegyező nagyságot, de még nem haladta meg a zöldborsóét (BBCH 75) (HAFNER, 2001). A fűrt méretétől függően metszőollóval annak alsó, csúcsi harmadát, esetenként, ha a termés mérete indokolta, felét levágtam (FOX, 2000; PRIOR, 2005; ZANATHY, 2006).

2.4. A szürkerothadás és a fűrtfonnyadás gyakoriságának és mértékének felmérése

Szürkerothadás: felvételezése a szüretet megelőzően, szembecslés alapján történt. A tünetmentes, egészséges fűrt 0 %-os, míg a teljes felületén penészgyeppel borított bogyókat tartalmazó termés 100 %-os értéket kapott. A köztes állapotokat 10 %-os bontásban állapítottam

meg. A gyakoriságot az egészséges és a bármilyen mértékben beteg fürtök arányával határoztam meg. A rothadás mértékét az egyes tőkéken felvételezett összes fürt állapotának átlagolásával kaptam meg.

Fürtfonnyadás: a felvételezés és értékelés módja a szürkerothadásával mindenben megegyezett.

2.5. Vizsgálati módszerek

Hozamvizsgálat és alap analitika: a szüret során termésmennyiséget mértem (kg/m^2). A szüretet megelőző felvételezés során megismertem az adott tőke fürtszámát és termésmennyiségét, ez alapján számoltam a fürt átlagos tömegét. A bogyók átlagtömegét 30 db bogyó/fürt alapján határoztam meg. A mustminták elemzéséhez minden felvételezett tőkéről szedtem egy, az adott tőkét reprezentáló fürtöt. 2016-ban a váci ültetvényben, ahol volt fonnyadt termés is, szintén került feldolgozásra 1-1 darab. A cukortartalmat Brix-mérővel mértem. Ezt követően az értéket Magyar Mustfokba számoltam át (TÖRÖK; 2009). Emellett a pH-értéket pH-mérő műszerrel, a titrálható savtartalmat sav-bázis titrálással vizsgáltam (NaOH, 0,1 M).

Levél- és talajanalízis: a levél- és a talajanalízis a NAIK Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Badacsonyi Kutató Állomásán készült. A mintavétel a protokollnak megfelelően, a szüret idején történt a levelek és a talaj esetében is.

Biogén amin-tartalom meghatározása: az érésmenet vizsgálatához a zsendüléstől kezdve három alkalommal mindegyik helyszínről, valamint a szüret idején a kontroll és a két kezelés tőkéről szedtem mintát. A biogén amin-tartalom HPLC-módszerrel történő meghatározása a Szent István Egyetem Borászati Tanszékén történt (BAUZA et.al., 1995; LETHONEN, 1996; KÁLLAY és NYITRAINÉ SÁRDY, 2003).

A fitoplazma-vizsgálat módszere: a fitoplazma fertőzés és a fürtfonnyadás összefüggésének vizsgálatát szükségesnek tartottam. A molekuláris vizsgálatához a mintavételek 2016-ban (egyetlen fürtfonnyadásos évjárat) augusztusban és októberben történtek. Ehhez 50 tőkéről egyedenként 10 levelet gyűjtöttem. A kimutatás PCR-RFLP módszerrel történt. A PCR-t nested rendszerben, P1/P7 valamint R16F2nR2 univerzális fitoplazma (16S rRNS-t kódoló DNS) indító szakaszokkal végeztük (DENG és HIRUKI, 1991; GUNDERSEN és LEE, 1996; DAIRE et al., 1997; EMBER et al., 2011).

A felhasznált statisztikai módszerek: a statisztikai vizsgálatokat az IBM SPSS v25 szoftver segítségével végeztük. Az ábrákat Excel 2016 programmal készítettem.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. A szürkerothadás gyakoriságának és mértékének alakulása

2014-ben a csapadékos évjárat következtében ez a betegség nagyon súlyosan károsította a vizsgált ültetvényeket. A botritisz tekintetében a területek között szignifikáns különbség adódott, azonban a kedvezőtlen időjárás következtében a kezelések hatása sem a szürkerothadás gyakoriságára, sem a mértékére nem érvényesült. Az Erdőkertesén tapasztalt alacsonyabb rothadási-értékek megerősítik azokat a korábbi megfigyeléseket, hogy a sorközi takarónövényes termesztés a fokozott nitrogénfelvétel következtében segíthet a botritiszfertőzés visszaszorításában. 2015-ben a szárazabb évjáratnak köszönhetően a rothadás gyakorisága és mértéke is visszaesett. Ebben a szezonban a területek között nem találtam szignifikáns eltérést, illetve az egyes kezelések botritisz megelőző hatását sem tapasztaltam. Ez az évjárat gyenge fertőzöttségével is magyarázható. A 2016-os esztendőben ismét kedvező feltételek adódtak a szürkerothadás fellépésének, a botritisz gyakorisága az egyes helyszíneken szignifikánsan eltérő volt. A két kezelés közül az eredményesebbnek a fűrtfelezés bizonyult, 2015-ben és 2016-ban Dunakeszin szignifikáns mértékben csökkentette a fűrtök fertőzöttségét.

3.2. A fűrtfonnyadás gyakoriságának és mértékének alakulása, illetve az évjáratok és a talaj hatása

2014-ben a fűrtfonnyadás hiányát egyedül a kifejezetten csapadékos évjárat (különösen az érési időszak kezdetétől) hatásával tudom magyarázni, a szakirodalom szerint is a száraz időszakok váltják ki ezt a jelenséget. Ennek némiképp ellentmond, hogy 2015-ben a kifejezetten alacsony csapadékmennyiség és a magas nyári hőmérséklet ellenére statisztikailag értékelhetetlen számú fonnyadt fűrttel találkoztam. 2016-ban míg a többi ültetvényben nem, addig Vácott jelentős mértékű fűrtfonnyadást tapasztaltam. Emellett több tőkén is előfordult ezen betegség mellett a szürkerothadás is. Az értékelt tőkéket vizsgálva megállapítottam, hogy egy fűrtön belül csak az egyik betegség jelentkezett, a kettő együtt nem. A fűrtfelezés a fonnyadás gyakoriságát nem, azonban a mértékét csökkentette. Ugyanakkor a levélritkítással nem értem el eredményt. A kifejezetten bőtermő Zweigelt esetén a levélritkítás helyett a fűrtfelezés hatásosabb terméskorlátozó eljárás. Ez magyarázhatja a több szakirodalmi hivatkozásban is említett fűrtfelezés szerepét a fűrtfonnyadás visszaszorításában. Mivel a szürkerothadás gyakorisága fonnyadt fűrtöket nevelő tőkéken kevésbé volt magas, feltételezhető, hogy a fűrtfonnyadással járó tünetek, legalábbis a beltartalmi mutatókkal összefüggőek hamarabb jelentkeznek, mint a botritisz. Ez alapján az is elképzelhető, hogy a magas sav- és alacsony cukortartalom nem kedvez a gombás

megetegedésnek. A két betegség közötti összefüggést vizsgálva elmondható, hogy minél nagyobb volt a fonnyadt fűrtök száma, annál kevesebb rothadt termés volt a területen.

A legtöbb esetben az okok közül a **klimatikus tényezőket**, azon belül is az elhúzódó száraz, meleg időjárást hozzák összefüggésbe a fűrtfonnyadással. 2014-ben, illetve 2015-ben, amikor a középhőmérséklet a legmagasabb volt, nem talákoztam ezzel a betegséggel. Ezzel szemben akkor jelentkezett, amikor ez az érték alacsonyabb volt (2016). Erdeményeim szerint az évi középhőmérséklet alapján nem lehet egyértelmű következtetést levonni arra nézve, hogy az hogyan befolyásolhatja a fűrtfonnyadás megjelenését. 2014-ben a hőségnapok száma alacsony volt, forró nap pedig nem volt. 2015-ben sok hőség- és forró nap fordult elő, fűrtfonnyadás mégsem lépett fel. 2016-ban a hőségnapok száma ismét alacsony volt, forró nap pedig egy sem volt, mégis megjelent a betegség. Ezek alapján arra tudok következtetni, hogy a tenyészedési magas hőmérséklet nem, vagy nem az egyetlen olyan tényező, ami befolyásolhatja a fűrtfonnyadást. Viszont a csapadékmennyiség komoly hatást gyakorolhat a betegségre. 2014-ben túlzott mennyiségű eső zúdult az ültetvényekre, fonnyadás nem jelentkezett. Bár 2015-ben a csapadékátlag alacsony volt, valószínűleg az előző évi mennyiséget a talaj jól elraktározta, így fonnyadás nem jelentkezett. 2016-ban az év első felében és júliusban is elegendő csapadék hullott, mégis talákoztam fűrtfonnyadással. Ezek alapján feltételezem, hogy a csapadékkal szorosabb összefüggést mutat a betegség, mint a hőmérséklettel, valamint az előző évjáratban hullott eső is hozzájárul a betegség megjelenéséhez.

A **talaj** tápanyagviszonyait is fűrtfonnyadást előidéző tényezőként tartják. A talajban mért nitrogén- és káliumtartalom 2016-ban nem tért el Erdőkertes és Vác esetén, utóbbi helyszínen mégis megjelent a fonnyadás. Így eredményeim alapján a talaj káliumtartalma nem játszott szerepet a fűrtfonnyadásban. Ugyanakkor Vácott jelentős mennyiségben mértek nátriumot a talajmintákból Erdőkerteshez, különösen Dunakeszihez képest. Elképzelhető, hogy ez az elem a növényben olyan stresszt okoz, mely a fűrtfonnyadásban manifesztálódik. A másik lényeges megfigyelés, hogy a váci talajban rendkívül magas a mésztartalom. Szintén ebben az ültetvényben a cink és a mangán mennyisége jóval alacsonyabb a másik két ültetvényhez képest.

3.3. Termésmennyiség

2014-ben az ültetvények között nem volt egyértelmű **hozambeli** különbség és szignifikáns eltérést a kezelések között sem találtam. 2015-ben már a terület jelentette a hozamok közötti eltérést, de kezeléshatást nem sikerült kimutatnom. 2016-ban szignifikáns eltérést sem a kezelés, sem az ültetvények közötti különbség nem hozott. Úgy vélem, hogy az olyan bőven termő fajták esetén, amilyen a Zweigelt is, terméskorlátozást kevésbé a zöldmunkákkal, mint inkább a metszéssel beállított terheléssel tudjuk kivitelezni. Mindazonáltal eredményeim azt is megerősítik, hogy ez a

fajta a kifejezetten nagy hozamúak közé tartozik, melynek termésmennyiségét nagyon nehéz a minőségileg is optimális szintre leredukálni.

2014-ben a helyszín volt szignifikáns hatással volt a **fürt- és bogyóátlagtömegre**, a kezelések azonban nem. 2015-ben Dunakeszi esetében a fürtök átlagtömege messze meghaladta a többi évben tapasztaltakat, de a többi területen a fajtaleírásokat meghaladó adatokkal szembesültem. A fürtátlagtömeg esetén a kezelések között szignifikáns eltérést nem találtam, azonban a területek között már igen. A bogyóátlagtömeget tekintve sem a kezelésnek, sem a helyszíneknek nem volt hatása. 2016-ban a fürtök és bogyók tömegét a kezelés és a helyszín csak 1-1 esetben módosította szignifikánsan. Az eredményeim alapján azt a következtetést tudom levonni, hogy a három vizsgálati év során a virágzáskori levélritkítás és a fürtfelezés fürtátlagtömeg-csökkentő hatása a Zweigelt fajtára nem volt számottevő, a különbségek inkább az ültetvények közötti eltérésekből adódtak.

A 2016-os váci **fonnyadt minták bogyó-átlagtömeg adatai** esetén látható, hogy a fonnyadt bogyók átlagos tömege szignifikánsan alacsonyabb az egészségesekéhez képest. A kezelések közül a levélritkítással tudtam a bogyók tömegére hatást gyakorolni: egészségi állapottól függetlenül az ebben a beavatkozásban részesült fürtök bogyói statisztikailag igazolhatóan eltértek a másik két kezelési csoporttól.

3.4. A mustminták cukor-, titrálható savtartalma és pH-értéke

A **cukortartalmat** vizsgálva csapadékos 2014-es évben szignifikáns kezeléshatást nem sikerült kimutatnom, a területek között sem volt eltérés. 2015-ben a kezelések hatása ültetvényen belül ismét nem jelentkezett, eltérések csak az ültetvények között fedezhetőek fel. 2016-ban sem a helyszínek között, sem a kezelések hatására nem jelentkezett szignifikáns eltérés. Eredményeim alapján megkérdőjelezhető, hogy az általam vizsgált terméskorlátozó eljárásokkal elérhető a mustminőség javulása, inkább azokat a tapasztalatokat tudom megerősíteni, amik közömbös (vagy éppen ellentétes) hatást állítanak.

2014-ben a **titrálható savtartalom** tekintetében eltérések az ültetvények között adódtak, de szignifikáns kezeléshatás nem volt. 2015-ben a szignifikáns kezeléshatás egyetlen esetben sem volt. Statisztikailag jelentős eltérés az ültetvények között is csak a dunakeszi és a váci minták fürtfelezettjei között jelentkezett. 2016-ban ismét a helyszínek hatása volt igazolható, szignifikáns kezeléshatás nem volt. Ezek alapján látható, hogy a fürtfelezés savtartalom-csökkentő hatása az eredményeim alapján megkérdőjelezhető.

A **pH-érték** esetén 2014-ben a kezelések között szignifikáns különbséget nem találtam. Ezzel szemben a helyszín szignifikánsan befolyásolta ezt a mutatót. Erdőkereszen szignifikánsan alacsonyabb kémhatású mintákkal szembesültem a másik két helyszínhez képest mindhárom

kezelési csoportban. 2015-ben kezeléshatás ismét nem jelentkezett. Azonban a helyszíneket tekintve már eltérés tapasztalható: az erdőkertesi fűrtfelezett minták szignifikánsan alacsonyabb pH-értékkel rendelkeztek a dunakeszi mintákhoz képest. Ehhez hasonlóan, szintén az Erdőkertesen szedett bogyók értéke volt szignifikánsan alacsonyabb a másik két helyszínhez viszonyítva, amelyek nem részesültek kezelésben. 2016-ban sem a kezelések, sem a helyszínek nem gyakoroltak hatást a pH-értékre. Általánosságban elmondható, hogy a pH-értékre egyik kezeléssel sem tudtam jelentősen hatni, a különbségek legfeljebb az ültetvények között jelentkeztek.

A 2016-os váci **fonnyadtak** esetén szignifikáns volt az eltérés az egészségesek és a betegek között a cukor-, a titrálható savtartalom és a pH-érték esetén: a fűrtfonnyadás hatására alacsonyabb cukormennyiséget és pH-értéket mértem, míg a titrálható savtartalom igen magas volt a tünetet hordozó bogyók mustjában. Az általam is tapasztalt romló értékek alátámasztják a szakirodalomban közölt eredményeket. A fűrtfonnyadást vizsgálva megállapítható, hogy a kezelések nem módosítják a fenti beltartalmi mutatókat.

3.5. A biogén aminok mennyiségének alakulása

A biogén aminok vizsgálata során metilamint és tiramint nem tartalmaztak a minták értékelhető mennyiségben. A kezelés és a helyszín mindhárom évben szignifikánsan befolyásolták a biogén aminok mennyiségét. Azonban a minták szedési ideje nem befolyásolta számottevően a koncentrációjukat, mely megfigyelés szembenáll a korábban közöltekkel. Míg 2014-ben a **helyszínek** kevésbé tértek el egymástól, addig a második évben az ültetvények összehasonlítása esetén fokozottabb különbségek jelennek meg, mely különbségek az utolsó vizsgált évjáratban csúcsosodtak ki.

2014-ben a b-feniletilamin esetén nincs egyértelmű hatása a **kezeléseknek**, az eredmény a helyszíntől függött. Dunakeszin és Erdőkertesen is a fűrtfelezés volt az az eljárás, amivel a hisztamin-koncentráció jelentősen csökkenthető volt. A szerotonin esetén a kezelések hatása ültetvény-függő, illetve a virágzáskori levélritkítás a mennyiségét növelte. 2015-ben a b-feniletilaminból Dunakeszin és Vácott a lelevelezés esetén szignifikánsan magasabb értéket kaptam a másik két kezeléshez képest. Eközben Erdőkertesen ez az amin a kontrolloknál volt a legnagyobb mennyiségben jelen. A szerotonint szignifikánsan növelte Dunakeszin és Vácott a lelevelezés, bár utóbbi helyszínen a fűrtfelezéssel is javítottam az értéken. A hisztaminra egyik ültetvényben sem hatottak a kezelések szignifikánsan. 2016-ban a megelőző évhez képest a kezelések hatása jobban érvényesült. Ismét Dunakeszin és Vácott a b-feniletilamin a levél-eltávolítás következtében szignifikánsan magasabb volt. Dunakeszin a szerotonin a lelevelezés segítségével szignifikánsan növelhető volt, Vácott pedig a kezelés minden esetben szignifikánsan

javított a mennyiségen. A hisztamint csak Dunakeszin befolyásolták a kezelések, ott viszont mindkét beavatkozás szignifikánsan csökkentette az értékét.

Az egyes biogén aminokat **évjáratonként** is összehasonlítottam, ebben az esetben egy helyszínen belül vizsgáltam az egyes kezelések eredményét a három évet összevetve. Megállapítható, hogy évjáráthatás a b-feniletilamin, a kadaverin és a putreszcin kiértékelése során jelentkezett.

3.6. A fitoplazma-vizsgálat eredménye

Kísérletem során az ültetvényeket járva számos esetben talákoztam fitoplazmás tünetekkel. Ez a megfigyelés, illetve a fűrtfonnyadáshoz sokszor hasonló szimptomák vizsgáltam a fonnyadás jeleit mutató tőkét erre a kórokozóra. A kutatási időszak során a fitoplazmára emlékeztető tünetek gyakorlatilag a fűrtök fonnyadása, beszáradása voltak. Emellett mindössze két kijelölt tőkén jelent meg a jellegzetes levélszíneződés. Levélsodródás, rosszul beérett vessző nem fordult elő a vizsgálatba vont példányokon. A fitoplazma-tesztelés eredménye, hogy az 50 darab mintából mindössze 4 volt pozitív, ezen PCR pozitív minták esetében a 16SrXII-A alcsoportba tartozó Stolbur fitoplazmát ('Candidatus Phytoplasma solani') azonosítottuk. Ez a vizsgálat, és az ismert tünetek hiánya alapján megállapítható, hogy a Zweigeltre jellemző fűrtfonnyadás nem tartozik a szőlőt károsító fitoplazmás kórokozók közé.

3.7. A levelek kémiai összetételének alakulása

Eredményeim alapján arra a megállapításra jutottam, hogy a levéllemezben mért tápanyagok tartalmára a kezelések általában nincsenek hatással, viszont a helyszínek, különösen a foszfor, a kálium és a vas esetén szignifikánsan befolyásolják azokat. A cinkre a levelek eltávolítása gyakran kedvezőtlenül hat.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A 2014 és 2016 között három területen (Dunakeszi, Vác, Erdőkertes) zajló szabadföldi kísérletem során a fűrtfelezés és a virágzaskori levélritkítás hatását vizsgáltam a Zweigelt fajta termésmennyiségére és minőségére. Emellett a fűrtfonnyadással kapcsolatos ismereteket is bővítettem: igyekeztem pontosítani, hogy ezzel a betegséggel hogyan függenek össze a hozam, a klimatikus tényezők és a tápanyagellátottság. Megfigyeléseim alapján a következő következtetéseket és javaslatokat teszem:

- Eredményeimnek köszönhetően megállapítást nyert, hogy a fűrtfonnyadás nem jelenik meg minden évjáratban, illetve ültetvényenként is eltér, hogy felbukkan-e, vagy sem. A legtöbb szerző a meleg-száraz időjárással hozza kapcsolatba. Meglátásom szerint a magas csapadékkal

járó években (2014) egyáltalán nem találkozni fonnyadt fürtökkel, ugyanakkor a korábbi esztendőben vízzel jól ellátott talajú ültetvényekben, száraz és meleg évjáratban már felbukkanhatnak tünetes fürtök (2015), de nem jelentős arányban. Ennek megfelelően érdemes lehet az öntözéses termesztést megfontolni.

- A hőmérséklet az eredményeim alapján nem az egyetlen tényező a fürtfonnyadás kiváltásában. Ahogy a középhőmérsékleti adatok és a hőség- és forrónapok száma nem megfelelő indikátor, úgy a csapadékmennyiség, kiváltképpen kiegészülve az előbb felsoroltakkal, hatásos adat lehet, mellyel a betegség összefüggésbe hozható.
- Olyan egyedeken, ahol a fürtfonnyadás megjelenik, egyidejűleg találkozhatunk botrítisztes terméssel is. A fürtön belül viszont nincsenek együttesen olyan bogyók, amik vagy az egyik, vagy a másik tünetet hordozzák. Ezek fényében sejtésem szerint a fonnyadás alacsony az szénhidrát-ellátottsággal magyarázható, így a botrítisz fonnyadt termésen már nem telepszik meg. Emiatt zsendüléstől kezdve, ha a fonnyadás tünetei megjelentek, a rothadás elleni kezelés szükségtelessé is válhat. Ugyanakkor ennek bizonyítása további kutatás témája.
- Sok publikáció látott napvilágot, mely a fürtfonnyadást és egyes tápanyagok (leginkább a kálium és magnézium) hiányát hozza összefüggésbe. Eredményeim alapján 2016-ban a váci fürtfonnyadásos területen a talaj kálium- és magnézium-tartalma nem tért el (és arányuk is optimális volt) a másik két területétől, ahol a betegség nem jelentkezett. Ugyanakkor az ültetvény mésztartalma rendkívül magas, emellett nátriumban is gazdag. Ezzel párhuzamosan a cink- és még inkább mangántartalma elmarad a Dunakeszin és Erdőkertesén vett mintákétól. Ez alapján feltételezem, hogy ezek az elemek összefüggenek a fürtfonnyadással. A jövőben célszerű lenne ilyen irányú kutatást is végezni.
- A kezelések hatása a fürtfonnyadásra 2016-ban Vácott megerősítette a megelőző kísérletem tapasztalatait: a fürtfelezéssel sikerült a betegséget az egyes fürtökön mérsékelni. Ez alapján érdemes megfontolni, hogy olyan ültetvényben, ahol ez a probléma gyakran és nagy felületen szokott megjeleni, a termesztő alkalmazza ezt az eljárást. Ugyanakkor az érintett fürtök számán nem változtat a kezelés. A lelevelezés megfigyeléseim szerint semmilyen pozitív hatással nem rendelkezik a fürtfonnyadás tekintetében.

- A fűrtfonnyadás nem csak a minőségre van negatív hatással, de a termésmennyiségre is. Eredményeim szerint ez a betegség szignifikánsan csökkenti a bogyók tömege mellett a must cukortartalmát és pH-értékét, továbbá növeli a titrálható savtartalmat. Ezek miatt a fonnyadt fűrtök borászati felhasználását nem javaslom.
- A fűrtfonnyadás feltételezések szerint élettani betegség. Erre irányuló kutatások során több patogénre való tesztelés negatív eredményt hozott. Vizsgálatom során megállapítást nyert, hogy ezt a betegséget nem a Stolbur fitoplazma okozza.
- A biogén aminok mennyiségét az általam vizsgált terméskorlátozó eljárások befolyásolhatják. Mindkét kezelés előnye, hogy a b-feniletilamin és a szerotonin arányát jelentősen növelik a mustban, míg a hisztaminét számottevően csökkentik. Mivel a kísérleteim során a fűrtfelezés a putreszcintartalmat több esetben is növelte, javasolható inkább a virágzáskori lelevelezés alkalmazása a biogén aminok pozitív befolyásolására.
- A vizsgálati időszak alatt a leggyakrabban előforduló probléma a szürkerothadás volt. A Zweigelt kifejezetten érzékeny erre a gombás megbetegedésre. Szakirodalmi adatok alapján az általam is vizsgált zöldmunkák (fűrtfelezés és levél-eltávolítás a virágzási időszakban) befolyásolják a fűrt szerkezetét, azok lazábbá válnak, így a botritisz fertőzés gyakorisága és mértéke csökkenthető. Úgy találtam, hogy 2014-ben, ami a tenyészidőszak tekintetében kifejezetten csapadékos évjárat volt, a rothadt termések száma és a penészgyeppel borított bogyók aránya nem csökkenthető sem a fűrtfelezéssel, sem a levélritkítással. A fűrtfelezéssel általában jobb eredményt lehet elérni, de a kezelések hatása szárazabb klíma esetén (2015, 2016) nem mindig érvényesül. A folyamatos sorközi takarónövény-állomány nitrogénelvonó-képessége azonban jelentősen segít a negatív következmények elhárításában. Emiatt olyan fajták esetén, melyek kifejezetten rothadékonnyak, ajánlott lehet a terület gyepesítése.
- Az általam vizsgált két terméskorlátozó eljárás (fűrtfelezés és virágzáskori levélritkítás) egyik évben sem járult hozzá a hozam jelentős csökkentéséhez. Ezek alapján megkérdőjelezhető az a nézet, hogy ezek a beavatkozások segítenek a szüreti mennyiség visszafogásában. Emellett a fűrtök és bogyók átlagtömegére sincsenek komolyabb hatással. Javaslatom szerint az olyan fajták esetén, amilyen a Zweigelt is, célszerű a metszés során beállítani a terhelést.

- A must minősége az általánosan elfogadott nézet szerint fordított arányosságban áll a termésmennyiséggel. Ezért gyakran javasolják a hozam korlátozását a jobb beltartalmi mutatók érdekében. Eredményeim szerint egyik vizsgált beavatkozás sem javít a bogyók cukortartalmán. Ugyanígy nem sikerült javulást elérnem a titrálható savtartalom tekintetében sem. A pH-érték mérése során úgy tapasztaltam, hogy erre a jellemzőre sincs a fenti kezeléseknek hatásuk.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Vizsgálataim szerint az éves középhőmérséklet alakulásával nem magyarázható a fűrtfonnyadás megjelenése. Ugyanígy a hőségnapok és forrónapok száma és a fűrtfonnyadás fellépése között sem találtam összefüggést. A fűrtfonnyadás megjelenésével egyidejűleg az érintett terület talajában a kontrollhoz képest nagyon alacsony mangán-tartalom, és kisebb mennyiségű cink volt mérhető, míg a talajban a nátriumtartalom és a szénsavas mész mennyisége az egészséges területeken mért sokszorosa volt.
2. Vizsgálataim során megállapítottam, hogy a fűrtfonnyadás nem a szürkerothadás következménye, és a fűrtfonnyadás gyakoriságának növekedésével csökken a rothadt termések száma.
3. Kutatásaim alapján kizárható, hogy a fűrtfonnyadást a jelenleg ismert fitoplazma fajok okozzák.
4. A lelevelezés a legtöbb esetben a szerotonin és a b-feniletilamin mennyiségét növeli, míg a putreszcinét és a hisztaminét csökkenti.
5. A fűrtfelezés a b-feniletilamin, az etilamin, a szerotonin és a putreszcin mennyiségét növeli, míg a hisztaminét csökkenti.

6. IRODALOMJEGYZÉK

1. BAUZA, T., BLAISE, A., TEISSEDRE, P.L., MESTRES, J.P., DAUMAS, F., CABANIS, J.C. (1995): Changes in biogenic amines content in musts and wines during the winemaking process. *Scientes des Alimentes*, 15 (6): 559-570.
2. DAIRE X., CLAIR D., REINERT W., BOUDON-PADIEU E. (1997): Detection of grapevine yellows phytoplasmas belonging to elm yellows group and to the Stolbur subgroup by PCR amplification of non-ribosomal DNA. *European Journal of Plant Pathology*, 103 (6): 504-507.
3. DENG, S., HIRUKI, C. (1991): Amplification of 16S rRNA genes from culturable and non-culturable Mollicutes. *Journal of Microbiology Methods*, 14 (1): 53-61.

4. EMBER, I., ACS, Z., MUNYANEZA, J.E., CROSSLIN, J.M., KOLBER, M. (2011): Survey and molecular detection of phytoplasmas associated with potato in Romania and Southern Russia. *European Journal of Plant Pathology*, 130 (3): 367–377.
5. FAZEKAS, I. (2012): Terméskorlátozó fitotechnikai munkák hatása vörösborszőlő-fajtákra, Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, 147.
6. FOX, R. (2000): Auslichtung der Traubenzone. *Rebe und Wein*, 6: 248-251.
7. GUNDERSEN, D.E., LEE, I.M. (1996): Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopatologia Mediterranea*, 35 (3): 144-151
8. HAFNER, P. (2001): Weniger Essigfäule durch Traubenteilen. *Obstbau-Weinbau*, 6: 190-191.
9. KÁLLAY, M., NYITRAINÉ SÁRDY, D. (2003): Tokaji borkülönlegességek biogénamin-tartalmának vizsgálata. *Borászati Füzetek*, 13 (1): 16-20.
10. KÜHRER, E. (2009): Trauben ausdünnen mit dem Vollernter. *Der Winzer*, 65 (6): 19-21.
11. LEICHTFRIED, T., ALTENBURGER, J., BERGER, N., FICKERT, W. (2010): Ausdünnung und Traubenwelke. *Der Winzer*, 66 (6): 14-15.
12. LETHONEN, P. (1996): Determination of amines and amino acids in wine. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47 (2): 127-133.
13. PRIOR, B. (2005): Ertragsreduktion für gesunde Trauben. *Das Deutsche Weinmagazin*, (11): 30-35.
14. SABBATINI, P. (2011): Early leaf removal to improve crop control, cluster morphology and berry quality in vinifera grapes. Michigan Grape & Wine Industry Council 2011 Research Report, 1-6.
15. TÖRÖK, S. (2009): Borászok zsebkönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 275.
16. ZANATHY, G. (2006): Zöldszüret másként. *Agro Napló*, 10 (11-12): 55.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT KÖZLEMÉNYEK

Impakt faktoros folyóiratok:

NAGY, A., NYITRAINÉ SÁRDY, D., LADÁNYI, M., BODOR-PESTI, P., FAZEKAS, I., SOMOGYI, E., BÁLO, B. (2021): Effect of early leaf removal and the characteristics of the vineyards on grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivar ‘Zweigelt’ in different sites. *Mitteilungen Klosterneuburg* (in press)

Nem impakt faktoros, lektorált folyóiratok:

NAGY, A., BÁLO, B., LADÁNYI, M., FAZEKAS, I., KELLNER, N., NAGY, B., NYITRAINÉ SÁRDY, D. (2018): Examination of biogenic amines in grapevine musts originating from vineyards treated with different viticultural practices. *Journal of Wine Research*, DOI: 10.1080/09571264.2018.1465902

FAZEKAS, I., NAGY, A., BÁLO, B. (2018): A lelevelés idejének hatása vörösborszőlő-fajtákra. *Kertgazdaság*. 50:(3) pp. 36-42.

NAGY, A., LADÁNYI, M., ZANATHY, G. (2016): A fűrtfelezés hatása a 'Zweigelt' fűrtfonnyadására két eltérő talajtani adottságú szőlőültetvényben. *Kertgazdaság*. 48:(1) pp. 36-41.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M., BISZTRAY, Gy. D. (2015): Fitotechnikai beavatkozások eredményessége a szürkerothadás mérséklésében. *Borászati Füzetek Külön kiadvány*: pp. 108-110.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M., BISZTRAY, Gy. D. (2015): A fűrtfelezés hatása a fűrtfonnyadás gyakoriságára és mértékére a Zweigelt szőlőfajta esetében Dunakeszin és Vácott. *Borászati Füzetek Külön kiadvány*: pp. 72-74.

NAGY, A., ZANATHY, G. (2014): A szőlőfűrtökön megfigyelhető élettani betegségek, elváltozások, különös tekintettel a fűrtfonnyadásra. *BORÁSZATI FÜZETEK* 21:(3) pp. 8-13.

Konferenciaközlemények:

NAGY, A., LADÁNYI, M., ZANATHY, G. (2015): A fűrtfelezés hatása a szőlő fűrtfonnyadásos betegségére. In: Gál Péter, Novák Róbert, Pánczél Milán, Ripka Géza (szerk.) *Integrált Termesztés Kertészeti és Szántóföldi Kultúrákban (XXXII.)*. 146 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2015.11.25 Budapest: Magyar Növényvédelmi Társaság, 2015. pp. 94-99.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M., NYITRAINÉ SÁRDY, D., BISZTRAY, Gy. D. (2014): Effect of cluster tipping on berry shrivel on two production sites with different terroir characteristic. In: Borbála Bálo, Petra Majer, Gyula Váradí (szerk.) *Xth International Terroir Congress 2014, Proceedings: Xe Congrès International des Terroirs Viticoles 2014 Vol. 1.* 252 p. Konferencia helye, ideje: Tokai, Magyarország, 2014.07.07-2014.07.10. Budapest: Corvinus University of Budapest, 2014. pp. 207-212.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M. (2014): A fűrtfelezés hatása a fűrtfonnyadásra eltérő ökológiai adottságú ültetvényekben. In: Nagy Barbara (szerk.) *56. Georgikon Napok. Évfordulók-trendfordulók: Festetics Imre születésének 250. évfordulója: Kivonat-kötet: Programfüzet, valamint az elhangzó és poszter előadások rövid kivonatainak gyűjteménye*. 160 p. Konferencia

helye, ideje: Keszthely, Magyarország, 2014.10.02-2014.10.03. Keszthely: Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, 2014. pp. 256-265.

Konferencia összefoglalók:

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M., BÁLO, B. (2016): Mennyiséget vagy minőséget? A terméskorlátozás eredménye Zweigelt fajtán. In: Puskás J (szerk.) 8. Szőlő és Klíma Konferencia. Konferencia helye, ideje: Kőszeg, Magyarország, 2016.04.16 p. 18.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M. (2015): A fűrtfonnyadás mértékének és gyakoriságának csökkentése Zweigelt ültetvényekben. In: Horváth József, Haltrich Attila, Molnár János (szerk.) 61. Növényvédelmi Tudományos Napok. 107 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2015.02.17-2015.02.18. Budapest: MAE Növényvédelmi Társaság, p. 94.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M. (2015): Fitotechnikai beavatkozások eredményessége a szürkerothadás mérséklésében. In: Puskás J (szerk.) 7. Szőlő és Klíma Konferencia. Konferencia helye, ideje: Kőszeg, Magyarország, 2015.04.18 Kőszeg: pp. 15-16.

NAGY, A., ZANATHY, G., LADÁNYI, M. (2014): Moderating berry shrivel with cluster tipping on two experimental fields/A fűrtfonnyadás mérséklése fűrtfelezéssel két kísérleti területen. In: Zimmermann Zita, Szabó Gábor (szerk.) Sustainable development in the Carpathian Basin international conference – Book of Abstracts (II. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében; nemzetközi konferencia absztraktkötete). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2014.12.11-2014.12.12. Gödöllő: Szent István Egyetem, 2014. pp. 35-36.