

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
SZŐLÉSZETI TANSZÉK



A szőlő (*Vitis vinifera* L.) teljesítményének és a bor minőségének alakulása a '*Candidatus*
Phytoplasma solani' okozta Bois noir betegség hatására

Czigány Bence

Szőlész-borász mérnök

Konzulens: Ember Ibolya, tudományos segédmunkatárs

Dr. Bodor Péter, adjunktus

Budapest, 2015.01.07.

Tartalom

1. Bevezetés	5
2. Célkitűzés.....	6
3. Irodalmi áttekintés	7
3.1. A Szőlősárgaság járványtana.....	7
A Szőlősárgaság betegségek elterjedés.....	7
A Bois noir betegség leírása.....	7
A Bois noir betegség járványtana	8
A Bois noir betegség tünetei	9
A Bois noir betegség elleni védekezés.....	10
3.2. A fitoplazma növényre gyakorolt hatása.....	11
A vegetatív növekedésre gyakorolt hatás.....	11
A generatív növekedésre gyakorolt hatás	13
3.3. A szőlő életciklusa, fotoszintézis.....	14
Vegetatív fázis	14
Generatív fázis.....	15
Fotoszintézis.....	17
3.4. A termés és bor beltartalma és a Chardonnay fajta jellemzése	18
A termés beltartalmának kialakulása	18
A bor beltartalmának kialakulása	19
A Chardonnay szőlőfajta jellemzése.....	19
4. Anyag és módszer.....	20
4.1. Kísérlet helye.....	20
4.2. Tünetfelvételezés	21
4.3. Vegetatív teljesítmény felvételezése.....	21
4.3.1. Vessző	21
Vesszőtömeg	21

Vesszőbeérés mértéke.....	21
4.3.2. Levél.....	22
Levélfelület.....	22
Levél friss és száraz tömege.....	22
4.4. Generatív teljesítmény felvételezése.....	23
Pártasapka- és bogyószám meghatározása.....	23
Fürttömegek meghatározása.....	23
4.5. Mikrovinifikáció	24
4.6. Must- és boranalitika.....	25
4.6.1. Mustanalitika (egyedi mérésekre kijelölt tőkék)	25
4.6.2. Mustanalitika (2013-ban szüretelt mikrovinifikációs tételek).....	26
4.6.3. Boranalitika.....	26
4.7. A borok érzékszervi vizsgálata, profilanalízis.....	26
4.8. Az adatok statisztikai elemzése	27
5. Eredmények.....	27
5.1. Tünetfelvételezés	27
5.2. Vegetatív teljesítmény jellemzése	28
5.2.1. Vessző	28
Vesszőtömeg	28
Vesszőbeérés	29
5.2.2. Levél.....	30
Levélfelület.....	30
Levél friss és száraz tömege.....	31
5.3. Generatív teljesítmény jellemzése	32
Pártasapka- és bogyószám.....	32
Fürttömegek.....	32
5.4. Must- és boranalitika.....	33

5.4.1. Mustanalitika (egyedi mérésekre kijelölt tőkék)	33
5.4.2. Mustanalitika (2013-ban szüretelt mikrovinifikációs tételek)	33
5.4.3. Boranalitika.....	34
5.5. A borok érzékszervi vizsgálata, profilanalízis	36
6. Megvitatás	38
7. Összefoglalás.....	43
8. Köszönetnyilvánítás.....	44
9. Irodalomjegyzék	45

1. Bevezetés

A fitoplazmás megbetegedések világszerte számos termesztésben fontos növényfajon okoznak jelentős károkat, így a szőlőn jelenlévő sárgaság típusú betegségek (Grapevine Yellows - GY) is. A szőlőtermesztés kitüntetett világgazdasági jelentőséggel bír, mivel a szőlő az egyik jelentős területen termesztett kultúrnövényünk. A fitoplazma okozta Szőlősárgaság betegség számottevő termésvesztést idéz elő a világ számos szőlőtermesztő országában, Európában, így hazánk szőlőültetvényeiben is.

Az egyik sárgaságot okozó legfontosabb kórokozó a '*Candidatus Phytoplasma solani*', amely a Feketevevesszőjúságnak (Bois noir - BN) nevezett betegséget okozza. A fitoplazma fertőzéskor a növény szállítószöveiben folyó tápanyagszállítás akadályozott. A fotoszintézis által termelődött cukrok korlátozott transzlokációja összeadódva más sérült fiziológiai funkciókkal együttesen okozzák a növényen megjelenő súlyos tüneteket (Musetti, 2010). A számos tanulmányban vizsgált élettani változások ellenére a tünetek kialakulásának konkrét molekuláris-biológiai és növényélettani háttere csak kevésbé ismert.

A betegség leírása óta számos kísérlet irányult a betegség járványtani tulajdonságainak vizsgálatára és a fitoplazma szőlőre kifejtett hatásainak pontos feltérképezésére, azonban a károkozás mértékének részletes leírása még nem teljesült hiánytalanul.

A BN betegség Magyarországon is elterjedt és jelenlétével számottevő károkat okoz, azonban ennek mértékét még nem számszerűsítették. Jelenlegi ismereteink szerint a termésvesztésre csak közvetett hatással van a kórokozó. Kártékony hatását a növény vegetatív részeiben fejti ki és ennek következtében csökken a termés mennyisége és romlik a minősége.

Dolgozatomban a BN fertőzött szőlőnővény termésében és később a borban a fitoplazma okozta változásokat szeretném felmérni. A kártétel mértékét szőlészeti mérésekkel alátámasztani, valamint a vegetatív részek fertőzésre adott válaszaival összefüggésbe hozni. A szőlő BN fertőzésre adott reakcióinak értelmezéséhez saját méréseim eredményeimet vetem össze számos külföldi és hazai kutatással. Vizsgálataimat az egri Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet egyik Feketevevesszőjúság betegségben szenvedő Chardonnay ültetvényében végeztem el, ahol a fitoplazma-fertőzöttség mértéke lehetővé tette a kísérletek beállítását.

Kísérleteim alapját a szőlő évi biológiai ciklusán belül a vegetatív fázis állomásain megjelenő tünetek vizsgálata képezi, a BN betegség hatására bekövetkező levélfelület változás és az egyenetlen vesszőbeérés okozta elfagyás feltérképezése. A fertőzött és tünetmentes növények borai közti különbségek érzékszervi megítéléséhez elengedhetetlen a generatív részek

betegségekre adott válaszainak megértése. Így ezek vizsgálatát is kiemelten fontosnak tartom. Végül az érzékszervi vizsgálattal utalnék a fogyasztásra szánt termék minőségére, a fertőzött ültetvények fenntarthatóságára.

2. Célkitűzés

A BN betegség miatti tőkeleromlásnak és a vegetatív részekben bekövetkezett változásoknak vizsgálata hozzá segíthet a termés kiesést és a bor minőségének romlását előidéző okok feltárásához, valamint a szőlő fertőzésre adott válaszainak megértéséhez. Ezért az alábbi főbb célokat tűztem ki:

- A Bois noir betegség hatására tapasztalható vegetatív leromlás mértékének felvételezése Chardonnay szőlőfajta ültetvényében, az Egri borvidéken.
- A különböző tünetmegjelenések lehetséges okainak megvitatása.
- A fertőzött tőkék termésének mennyiségi mutatóinak számszerűsítése.
- A fertőzött tőkék terméséből készült borok analitikai vizsgálata és a fogyasztók általi megítélésének feltérképezése.

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A Szőlősárgaság járványtana

A Szőlősárgaság betegségek elterjedés

A fitoplazmák okozta Szőlősárgaság betegségek (Grapevine Yellow - GY) Európa minden fontos szőlőtermesztő országában jelen vannak (Franciaország, Olaszország, Spanyolország, Németország, stb.) és jelentős termésvesztést és minőség romlást okoznak (Maixner, 2011). Ezen sárgaság-típusú betegségeket az 1960-as években fedezték fel Franciaországban (Caudwell, 1961), de a kórokozót csak később tudták azonosítani és osztályozni (Daire *et al.*, 1993). Európában főleg két fitoplazmás betegség kártételéről beszélhetünk, amely betegségek tünetei nagyon hasonlóak, azonban kórokozójuk, vektoruk és azok biológiája is különböző. E betegségek az Aranyszínű sárgaság (Flavescence dorée – FD) és a Fekete vesszőjűség (Bois noir – BN; Stolbur). Magyarországon a GY betegséget először a '70-es években találták meg szőlőn, ekkor a kórokozót még nem tudták azonosítani. A hazai szőlőültetvények fitoplazma-fertőzöttségének felmérése 1997-ben indult meg, a tünetek felvételezése után molekulárisan is bizonyították a Bois noir és kórokozójának jelenlétét Magyarország minden borvidékén (Szendrey *et al.*, 1997; Kölber *et al.*, 1998). A Chardonnay fajta fertőzött egyedeiből - amin a kísérleteinket végezzük - minden megyében találtak fertőzött egyedeket és ez a fajta mutatta a legtipikusabb tüneteket (Kölber *et al.*, 1998). Irodalmi adatok szerint a nemzetközi fajták közül ez a leginkább fogékony a BN betegségre (Maixner, 2006).

A Bois noir betegség leírása

A fitoplazmák Gram-pozitív, sejtfal nélküli baktériumok, melynek magállományát háromrétegű citoplazma membrán veszi körül (Ploai, 1973; Florance és Cameron, 1978; Waters és Hunt, 1980). Rendszertani besorolásuk szerint baktériumok/ *Firmicutes* törzs/ *Mollicutes* osztály/ *Acholeplasmatales* rend/ *Acholeplasmataceae* család/ *Candidatus Phytoplasma* nemzetségbe tartozó sejtparaziták (International Committee on Systematic Bacteriology Subcommittee on the Taxonomy of Mollicutes, 1993). Egyedi biológiájuk miatt a növényi szállítószövetekben és a vektorok sejtjeiben maradnak csak életben és szaporodnak (Christensen *et al.*, 2005). Az anyagcseretermékekben gazdag életkörülmények hozzájárultak számos gén elvesztéséhez (Sugio és Hogenhout, 2012). Csökkent méretű genommal (530-1350kB) az egyik legkisebb önállóan replikálódó baktériumok közé tartozó szervezetek

(Marcone *et al.*, 1999). Ebből adódóan obligát sejtparaziták, sejten kívüli önálló életre nem képesek (Hogenhout *et al.*, 2008).

A Feketeveesszőjűség betegséget (Bois noir, BN) a '*Candidatus Phytoplasma solani*' (Quaglino *et al.*, 2013) okozza. A '*Ca. P. solani*' 2013-as fajszerű leírása előtt a kórokozó - a régebbi, de még gyakran használt - 16S riboszómális alegységet kódoló DNS szekvencia csoportosítás alapján, a 16SrXII-A csoportba tartozik, és Stolbur fitoplazma néven is gyakran említik (Lee *et al.*, 1998).

A '*Ca. P. solani*' fő vad rezervoárnövényei az apró szulák (*Convolvulus arvensis*), a nagy csalán (*Urtica dioica*) és a felfutó sövényeszulák (*Calystegia sepium*) (Fos *et al.*, 1992; Langer és Maixner, 2004; Bressan *et al.*, 2007), de számos más vad és kultúrnövényen is előfordul (Viczián *et al.*, 1998). Szőlőn a betegség legfőbb és bizonyított vektora a *Hyalesthes obsoletus* (sárgalábú recéskabóca) (Maixner, 1994; Sforza *et al.*, 1998) és a *Reptalus panzeri* (Cvrkovic *et al.*, 2013). Mindkét vektor a Hemiptera rend Cixiidae családjába tartozó, polifág táplálkozási kabóca. E kabócák tápnövény köre széles, főként gyomnövények, azonban alkalomszerűen a szőlőt is szívogatják (Maixner, 1995).

A Bois noir betegség járványtana

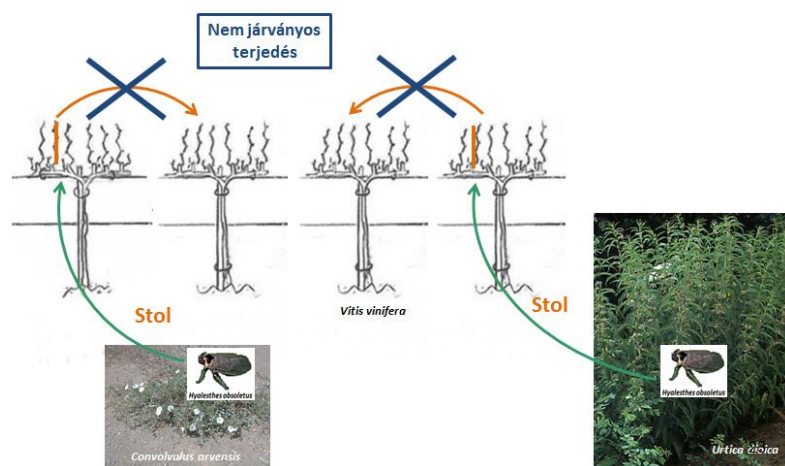
Európában és Magyarországon is két fitoplazmás betegség okoz károkat: a karantén státuszú Flavescence dorée és a Bois noir (Maixner, 2011; 2012; Belli *et al.*, 2010; Kölber *et al.*, 1998; Kriston *et al.*, 2013). Epidemiológiai szempontból a BN nem okoz akkora károkat, mint a FD, mivel terjedése nem járványos. Ennek oka főként a betegségek vektorainak biológiájában kereshető. A BN vektor sárgalábú recéskabóca - az FD vektor amerikai szőlőkabócával (*Scaphoideus titanus*) ellentétben - nem táplálkozik a szőlőn, azt csak alkalomszerűen látogatja és fertőzi. Szőlőről szőlőre a betegséget csak nagyon ritkán viszi át, ezért az állományban lévő fertőzött tőkék nem jelentenek fertőzési forrást (Weintraub és Beanland, 2006; Belli *et al.*, 2010). A betegség kiindulópontját a fitoplazma rezervoár gyomnövények képezik az ültetvényben vagy annak környezetében. A fő inokulum források az apró szulák és a nagy csalán, amelyek a sárgalábú recéskabóca biológiai ciklusának helyszínei is (Alma *et al.*, 1987; Maixner *et al.*, 1995; Sforza *et al.*, 1999) (1. ábra). Ezeken a rezervoár növényeken, csak úgy, mint a szőlőn, gyakran láthatók a sárgaság tipikus tüneteit.

A fitoplazmasejtek a növény fejlett rostacsöveiben lokalizálódnak, ahonnan vektor fajok szűrő-szívó szájszervükkel a táplálkozásuk során felveszik. A floémből felvett kórokozó a kabócák szöveteiben szaporodik, majd elterjed az egész testében (Alma *et al.*, 1997). E folyamat 2-3 hét lappangási idő alatt megy végbe és a hőmérséklettel szoros összefüggésben

áll. A fertőzött rovar perzisztensen megtartja a kórokozót és élete végéig fertőzőképes marad (Hogenhout *et al.*, 2008).

A BN betegség nagyobb távolságokra való terjedésben fontos szerepe van a szaporítóanyagnak, mivel a fitoplazmák átvihetők szemzéssel és oltással (Szirmai, 1956). Továbbá terjed növényi floémet parazitáló aranka (*Cuscuta* sp.) és szádorgó (*Orobanche* sp.) fajokkal is. A BN mechanikai úton nem terjed, metszéssel vagy zöldmunkákkal az ember nem képes tovább vinni a betegséget (Szirmai, 1956).

Bois noir/Stolbur betegség terjedése



1. ábra: Bois noir betegség terjedése, Ember I.(Maixner *et al.*, 1995 és Sforza *et al.*, 1998 nyomán)

A Bois noir betegség tünetei

A Bois noir sárgaságtípusú betegséget okoz, mely legmeghatározóbb tünetei a leveleken jelentkeznek, de előidéz elváltozásokat a bogyón (fürtön) és a vesszőn is (1. kép). Mivel más kórokozók is mutatnak hasonló, a BN-al összetéveszthető tüneteket (pl.: levélsodródás vírusok, amerikai bivalykabóca szívogatása és peterakása) így a betegség azonosításához tünetegyüttest kell vizsgálni. A BN-ra jellemző látható tünetek ellenére, a kórokozó azonosítása molekuláris vizsgálattal történik biztosan.

A betegség kezdeti tünete a levelek klorózisa és háromszög alakú, fonák irányú sodródása (2. kép). Az elszíneződés fehér fajtákon sárgulás, vörösborszőlőt adó fajtáknál vörösödés. Az idősebb leveleken a klorózist nekrosis követi, ami végül korai levélhulláshoz vezethet. A fertőzött hajtásokon az ízközök rövidülnek és erőteljesen cikk-cakk alakban nőnek. A hajtások beérése nem, vagy egyenetlenül megy végbe, így a beteg növényeken zöld vesszőket láthatunk (4. kép). A fásodás hiányában a hajtások végei jellegzetesen, pásztorbot szerűen lecsüngenek. Az éretlen vesszők télen elfagynak és fekete színűvé válnak. Fürtök a zsendülés

alatt - vízhiányos tünetre emlékeztetve - fonnyadnak, esetleg elszáradnak (3. kép). Az adott vegetációban fertőzötté vált tőkék általában a következő évben mutatnak tüneteket, így egy ültetvény fertőzöttségéről pontos adat nem adható. A betegségre jellemző tünetek mellett általános kondícióromlásból eredő elváltozásokat is észlelhetünk a beteg tőkéken. Ilyenek például a késői rügyfakadás, madárkás fürtök, kevés fürtszám és azok rosszul kötődöttsége, bár ezek a fertőzésből adódó megjelenése eddig még nem bizonyított.



1. kép: Fitoplazmával fertőzött tőke, Chardonnay fajtán (Fotó: Ember)



2. kép: Fitoplazma által okozott levélsodródás Chardonnay fajtán (Fotó: Ember)



3. kép: Fitoplazma által okozott fürtfonnyadás Chardonnay fajtán (Fotó: Ember)



4. kép: Fitoplazma által okozott egyenetlen vesszőbeérés Chardonnay fajtán (Fotó: Ember)

A Bois noir betegség elleni védekezés

A szőlőn előforduló fitoplazmás betegségek ellen jelenleg nem létezik hatásos vegyszeres kezelés. Legfontosabb a megelőzés, ami több elemből áll: rezervoár gyomok eltávolítása, gyérítése, vektorok elleni védekezés, egészséges szaporítóanyag használata, valamint a tőkék jó kondícióban tartása. A patogénmentes szaporítóanyag jelentősége kiemelkedő. Fitoplazma

mentesítésre kidolgozott módszer az oltványok, vagy a nemes és az alany meleg vizes áztatása (Caudwell *et al.*, 1990). A kezelés során a jól beérett vesszők 45 percig 50°C-os vízben történő áztatása kezdeti védelmet jelent a BN, FD és további kórokozók (gombás betegségek, Agrobaktérium) és kártevők (*S. titanus* kabócák kéreg alá rakott petéi és az atkák) ellen (EPPO/OEPP, PM10/18 (1), 2012). Fitoplazmamentes szaporítóanyagot *in vitro* hajtáscsúcs-tenyészettel is elő lehet állítani (Sears és Klomparens, 1989). A Bois noir ültetvényben való terjedését és az új fertőzéseket nehéz kontrollálni, ami a vektor(ok) táplálkozási szokásaiból és biológiájából adódik. A vektoroknak, főként a *H. obsoletus*-nak a szőlő nem tápnövénye, azt csak alkalmanként látogatja, így a lomb rovarölő szerrel történő permetezése nem gyéríti a rovar populációt. Az ültetvény gyommentesen tartásával (főleg a kétszikű növények) az inokulum forrás rezervoárok száma, ezáltal a fertőzések száma is jelentősen csökkenthető (Maixner, 2011). Ha a művelésnél sorköztakaró növényzetet alkalmazunk, azt vetett fűfélékkel és ne a természetes flóra felszaporításával tegyük. A fertőzött tőkék erőteljes visszametszésével, a tünetes részek levágásával javulás érhető el, de ezzel a módszerrel a kórokozót tartósan nem tudjuk eltávolítani a növényből (Borgo és Angelini, 2002). A fertőzött növények spontán vagy indukáltan tünetmentessé válhatnak és meggyógyulhatnak. Ez az úgynevezett „recovery” jelenség (Osler *et al.*, 1993). BN fertőzött tőkék gyógyításra rezisztenciafokozókkal vegyszeres kísérletek folytak és folynak, amely kezelések eredményei biztatóak (Romanazzi *et al.*, 2013). A gyógyulási folyamat előidézéséhez a kereskedelmi forgalomban kapható kondíciójavító szereket használtak. Több éves benztotiadiazol és glutation+oligoszacharid tartalmú készítményekkel való kezelés után a BN fertőzött tőkét a betegségből tartós gyógyulást mutattak (Romanazzi *et al.*, 2013). A kezeléstől gyógyult növények vegetatív és generatív teljesítményének vizsgált paraméterei nem különböztek az egészséges növényektől. A rezisztenciafokozók alkalmazásának nincsenek bizonyítottan káros hatásai a növényekre, ezért a jövőben ez egy korszerű védekezési stratégiát jelenthet a betegség ellen (Romanazzi *et al.*, 2013).

3.2. A fitoplazma növényre gyakorolt hatása

A vegetatív növekedésre gyakorolt hatás

Az egyes szőlőfajták BN-ra való fogékonyága eltérő lehet (pl. erősen fogékony fajta a Chardonnay és Rajnai rizling, mérsékelten fogékony a Pinot noir és Sangiovese) (Bellomo *et*

al., 2007; Kuzmanovic *et al.*, 2008; Romanazzi és Murolo, 2008). A betegségre való fogékonyságot az alany is befolyásolhatja (Romanazzi és Murolo, 2008).

A fitoplazmák életciklusa és szaporodása a működő szállítószövetben zajlik és legfontosabb hatásukat a rostacső funkcióira fejtik ki. Számos tanulmányban bizonyították, hogy fertőzéskor, a növény floémtranszportjának akadályozása történik (Musetti *et al.*, 2010). A fitoplazmák növényen belüli mozgása a rostapórusokon keresztül valósul meg, iránya többnyire a floémnedvvel megegyezően, az erősen fotoszintetizáló szervektől az asszimilátát felhasználó szervek felé történik (Kuske és Kirkpatrick, 1992). Télen a kórokozó visszahúzódik a gyökerekbe, majd tavasszal ismét a föld feletti részekbe vándorol. Rostacsővekben történő felszaporodásuk után erős kallóz felhalmozódás és gyenge floém működés tapasztalható (Douglas, 1993; Schlag és Gal, 1996). Feltételezhetően a fitoplazmasejtek és a kallóz, együttesen akadályozzák a floémnedv áramlását (Musetti *et al.*, 2011). A közelmúltban megjelent tanulmányokban a fertőzés hatására bekövetkező számos gén expressziójának változásról számoltak be. Többek között, a kallóz szintézisben résztvevő gének fokozott működését mutatták ki beteg és gyógyult tőkékben (Hren *et al.*, 2009; Musetti *et al.*, 2011). Fitoplazma fertőzéskor -véltetően a floém diszfunkcióból adódó fiziológiai folyamatok sérülése miatt- csökken a fotoszintézis, károsodik a keringés és a gyökér-respiráció, megváltozik a másodlagos anyagcsere és felborul a hormonegyensúly. Ezek együttesen okozzák a növényen megjelenő tüneteket (McCoy, 1979; Lepka *et al.*, 1999; Maust *et al.*, 2003; Choi *et al.*, 2004).

Más növényfajok fitoplazmás egyedeinek vizsgálata során bizonyították, hogy a fertőzött, de még tüneteket nem mutató levelek fotoszintetikus aktivitása is jelentősen visszaesik (Bertamini *et al.*, 2002). Továbbá a fertőzés előrehaladtával, a sárgulás következtében, ennek mértéke még tovább csökken. Guthrie és munkatársai (2001) pedig megfigyelték, hogy a fitoplazmás tünetek megjelenése után a növények sztomái folyamatosan zárva voltak és a levelek elkezdtek túlmelegedni.

A tőkék vegetatív részinek legintenzívebb növekedése az ültetés és a termőre fordulás között, a 2-6. életévében van. A tőkék kora is hatással lehet a fertőzésre, mivel a fiatal tőkék kedvezőbb táplálkozási feltételeket biztosítanak a rovaroknak, feltehetőleg a BN-al fertőzött kabóca fajok egyedeiknek is (Maixner és Reinert, 1997). Feltételezik azt is, hogy a kísérletünkben is szereplő Chardonnay szőlőfajta vonzóbb a BN vektor, *H. obsoletus* számára mint más szőlőfajták és ez hatással lehet a betegség előfordulásának mértékére is (Cousin és Boudon-Padieu, 2002; Zahavi *et al.*, 2013). A fiatal növényekben -valószínűleg a tőkék kisebb mérete miatt- könnyebben alakul ki szisztemikus fertőzés (Maixner, 2006). Egy új

telepítésű ültetvény életében, ha a szaporítóanyag eleve fertőzött volt, már az első, de legkésőbb a telepítéstől számított második évben megjelennek a tünetek (Reinert és Maixner, 1998).

Fitoplazmával fertőzött szőlőnövények esetében több szerző számolt be a már említett spontán végbemenő gyógyulási folyamatról („recovery”). Még nem tudják biztosan milyen folyamatok állnak a gyógyulás hátterében. Számos vizsgálat kimutatta, hogy a tünetmentessé válást elősegíti, ha a szőlőnövényt abiotikus stressznek teszik ki, mint például a növény gyökeres kiszedése, majd azonnali áttelepítése (Romanazzi *et al.*, 2013). A fertőzött tőkék méretének csökkentésével, azaz erős visszametszésével, csökkenthető a fitoplazmasejtszám a növényben (Stark-Urnau és Kast, 2008). Azonban a spontán gyógyuláson átesett tőkék növekedési erélye, kondíciója nem áll vissza azonnal: kifejezetten egyes növekedési paraméterek esetében, mint a vesszőtömeg, vesszőátmérő és hossz, tapasztalták ennek elhúzódó helyreállítását (Zahavi *et al.*, 2013).

BN előfordulásának mértéke egy ültetvényben dinamikus egyensúlyt tart fent, amelyet befolyásolnak a fertőzött tőkék száma, a tünetmentessé válás és az újbóli tünetesség. A teljes gyógyulás fajtafüggő lehet, amit nem a környezeti tényezők által keltett „fertőzési nyomás” határoz meg. Ha befertőződés esélyének mértékét alacsonyan tartjuk, az ültetvény egy kevésbé fogékony fajtánál elméletben gyógyulni kezd. A gyakorlatban ezt bizonyítani nem lehet, hiszen nehéz különbséget tenni az újonnan fertőződött és újra tünetessé vált tőkék között (Maixner, 2006). Kimutatták, hogy azok a fertőzött Chardonnay tőkék, amelyeket áttelepítettek egy rovar-biztos növényházba, 6 évig a kísérlet alatt tünetmentes maradt (Osler *et al.*, 1993).

A generatív növekedésre gyakorolt hatás

A szőlő vegetatív teljesítménye meghatározza a termés minőségét és mennyiségét. A zöld részek károsodásából következik a generatív szervek (virág, fürt) romlása is. Fertőzött vagy egészséges tőkék termésének mennyisége függ az előző évi növekedéstől a minősége pedig az az évi vegetációtól. Zahavi és munkatársai (2013) kutatásukban foglalkoztak az ültetvények fenntarthatóságával és a borászati termékek minőségével. Azonban fontos megjegyezni, hogy ebben a tanulmányban a kísérletek a betegségből kigyógyult és beteg egyedek termésének összehasonlítására irányultak, nem pedig a betegség okozta tünetek leírására. Morone és munkatársai (2007) is vizsgáltak hasonló paramétereket négy szőlő fajtánál. Megállapították, hogy a fürtök száma magasabb volt a gyógyult tőkéken, mint a tüneteseken. Zahavi és munkatársai (2013) a BN gyógyult tőkéken észlelték, hogy egy évvel a tünetek elhagyása

után, jelentősen nagyobb a fürtszám és a teljes hozam, mint a beteg tőkéken. Két évvel a tünetek elhagyása után a Cabernet sauvignon tőkék hozama nem különbözik az egészséges tőkétől. Továbbá megvizsgálták, a gyógyult tőkék alacsony növekedési erélyének hatását a termés minőségére, de Brix és pH-ban nem találtak szignifikáns különbséget.

3.3. A szőlő életciklusa, fotoszintézis

Vegetatív fázis

A szőlőtőke éves biológiai ciklusa a biológiai 0 foktól (+10 °C) kezdődik. A könnyezés jelzi a talajhőmérséklet és ezzel együtt a turgornyomás emelkedését. Ilyenkor a tőkérészek, köztük a rügyek is telítődnek vízzel. Ez utóbbi láthatóan duzzadni kezd és benne a hajtáskezdemény sejtjei elkezdnek osztódni. A rügyfakadás idejét befolyásolja az előző évi rügydifferenciálódás. A tőkekondíció nem csak a fakadás idejét, de mértékét is befolyásolja. A gyökernövekedés a rügyfakadás idejében éri el egyik maximumát, ilyenkor a tápanyagszállítás erősen lefelé irányul.

Egészséges tőke hajtásnövekedését az ökológiai tényezők határozzák meg döntően. Az évi hajtásnövekedés rügyfakadástól a vesszők beérésének kezdetéig tart. Ezt több környezeti feltétel befolyásolja pl. hőmérséklet (optimuma: 28-30 °C), hosszú nappalos, intenzív fényű megvilágítás, páratartalom és a talaj nedvesség és tápanyagtartalma (nitrogén-N, foszfor-P, kálium-K). Rügyfakadástól a hajtás-, és bogyónövekedés végéig a tőkében raktározott tartaléktápanyagok jelentős részét felhasználja, emellé intenzív N felvétel is párosul.

Technológiai tényezők is hatnak a növekedés intenzitására. Tőkék metszéséből adódóan is változhat a hajtások növekedése. A metszés utáni csapok és szálvesszők hossza és azok elhelyezkedése befolyásolja a kifakadt rügyek hajtásainak és internódiumainak hosszát. A Moser-kordont (a dolgozatomban vizsgált ültevény művelésmódja) rögzítés nélküli szálvesszők és rövidcsapok jellemzik. Egy függőleges szálvesszőnél a csúcsdominancia erőteljesen megnyilvánul, a csúcsi rész hajtásai jóval hosszabbak, mint az alapi részhez közeleiek.

A levelek növekedése a hajtásnövekedéssel párhuzamosan halad, intenzitását szintén szigmoid görbével lehet jellemezni. A levelek a hajtásnövekedés befejeztével akár 1-3 héttel tovább is növekednek. Általánosságban elmondható, hogy június, július hónapokban a legintenzívebb és augusztusban áll le teljesen a hajtásnövekedés.

Hajtásbeérés a hajtásnövekedés lassulásával kezdődik. A hajtások növekedésének lassulásával ellentétben a gyökérzet második növekedési maximumát nyár végén, ősz elején éri el. A hajtások fásodása hosszanti irányban az alapi részen kezdődik és a csúcsi rész felé halad. A vesszők beérése nem megy végbe teljesen, a csúcsi rész sosem fásodik el, ez csonkázatlan vesszőn szembetűnőbb. A vesszőérés közepén a levélnyel elkezd egy leválasztó sejtréteget kialakítani, a levéllemez a fajtára jellemző színt vesz fel, majd lehullik. Az éretlen zöld vesszők az első fagyok alkalmával elhalnak, és fekete, szürkésbarna színűvé válnak. A hajtásérés nagyon összetett folyamat. Szöveti, fiziológiai és biokémiai változások, összehangolt működése idézi elő. Látható változás, hogy a hajtások a fajtára jellemző színt veszik fel. Ezt a parakambium által leválasztott sejtrétegek elhalása (holt kéreg) okozza. A parakambium megjelenésétől (augusztus-szeptember) a kambium is befejezi működését, kialakul a fa-bél arány, a bél kezdetben fehéredik, majd ősszel barnul, a xilém és a floém sejteiben megkezdődik a keményítő és cukrok felhalmozódása. A hajtások és a kocsány elfásodásától a lombhullásig tartó időszakot csökkenő tápanyagfelvétel és felhasználás illetve nagyfokú szénhidrát raktározás jellemzi. Lombszíneződéskor a vesszőkben, szemben a cukorral, keményítő található legnagyobb mértékben (keményítőmaximum). December közepéig az arányuk fokozatosan változik, és a cukor javára fordul (cukormaximum). Ettől a ponttól a cukrok kezdenek keményítővé alakulni (keményítő- kismaximum), amíg meg nem indul a rügyfakadás és fel nem használja azokat a töke. A keményítő és cukrok egymásba alakulása enzimes folyamat, az összes szénhidrát veszteség nélkül történik (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999).

Generatív fázis

A szőlő generatív részei (virág, fürt) teljes kifejlődéséhez kb. 1,5 év szükséges. A folyamat az előző évi rügydifferenciálódás során kialakuló virágkezdeményekkel kezdődik majd a teljes bogyóéréssel zárul.

1. szakasz: virágzatkezdemény és termőrügyek kialakulása. Virágzás táján a termőrügyben képződik egy merisztematikus dudor, mely később virágkezdeménnyé alakul. Ez augusztus végére befejeződik és a rügy mélynyugalmi állapotba kerül. A rügykezdemények termőrügygé válását befolyásolja a szőlőfajta, tökekondíció, a hajtás fejlettsége és a környezeti tényezők. A tökekondíciótól függ a növény hormonháztartása. A gibberellin gyakorolja az elsődleges indukciót, hogy megjelenjen a merisztematikus dudor. A citokinin a másodlagos indukciót, hogy a dudorból ne kacs vagy hajtáskezdemény, hanem virágkezdemény alakuljon ki. Fontos, hogy a hormonok a megfelelő időben és a megfelelő

menyiségben legyenek jelen. A differenciálódást nagyfokú sárgaság akár korábban le is állíthatja. Az erős hajtásnövekedés is csökkenti a termőrügyek virágkezdeményeinek kialakulását (Kozma, 2000; Bényei *et al.*,1999).

2. szakasz: *virágzat növekedése*. A következő év rügyfakadáskori időjárása döntően befolyásolja a virágzatok növekedését. A rügyek termékenysége már előző évben eldőlt, de a bimbók végleges számára kihat a vegetáció eleji időjárás és táplálkozási viszonyok. A virágzat növekedése nincs szoros kapcsolatban a hajtás növekedésével. Ahhoz a középérés növekedésű hajtások a legmegfelelőbbek (Kozma, 2000; Bényei *et al.*,1999).

3. szakasz: *virágzás és termés kötődés*. Ez az időszak a virágnyíláskezdetétől a bogyó kötődéséig tart. A folyamat ültetvény, tőke, sőt még fűt szinten sem zajlik le egyszerre. Az időjárás mellett, a tőkekondíció az, ami legjobban befolyásolja ennek a menetét. A pollen tömlőhajtási százaléka függ a hosszától fejlettségétől, tartaléktápanyagaitól, fiziológiai aktivitásától. Csírázási közegnek fontos, hogy megfelelő kémiai összetétele, pH-ja és hőmérséklete legyen. Ez a közeg a szekrétum csepp. Kialakulásához külső és belső okok egyaránt gátolhatják, ezáltal befolyásolva a megtermékenyülést is. A bortermostzőlőnek kettős megtermékenyülése van. A pollentömlőn át az embriózsákba jut a tömlőt növesztett pollen. A csíra tartalma ezután kiömlik az egyik szinergidába és megtermékenyített sejtekből embrió és endospermium fejlődik. A megtermékenyülés zavarai miatt rendellenes fejlődési forma a parthenokarpia alakul ki. Ekkor a magkezdemény megtermékenyülése nélkül indul növekedésnek, benne magot nem találunk. Nem hullik le a virág, de a bogyó apró méretű marad. Megtermékenyült virágok is maradhatnak kisméretűek, tápanyaghiány következtében. A pollen egészséges volt, a megtermékenyülés végbement, de a tápanyagok hiányos beáramlása miatt, a mag és vele a bogyó nem növekszik. Ha a virágzáskor nem áramlik megfelelő mennyiségű cukor a termőbe, a virághullás mértéke nagy lehet. A tőke (főként a levelek) rossz cukorasszimilációja okolható (Kozma, 2000; Bényei *et al.*,1999).

4. szakasz: *a bogyó növekedése és érése*. A meg nem termékenyült virágok lehullnak, ez idő alatt normálisan kettős megtermékenyüléssel képződött bogyók magja és a perikarpium (bogyóhús) lassú növekedésnek indul. Ezt követi a bogyó gyors növekedése, ami az edénynyalábok és a placenta körül a legintenzívebb. A bogyóknak Kialakul a fajtára jellemző formájuk. Fajtától függően, általában nyár végén leáll a növekedés, a maghéj vizet ad le ezért a mag veszít tömegéből. Végül megkezdődik az érés, amikor a bogyó ismét elkezd növekedni, majd egyre lassulva a fiziológiai érettséggel ér véget. Ekkor már sejtosztódás nem történik, csupán a meglévők nyúlnak meg. A 4. szakasz folyamatai genetikai tulajdonságoktól, bogyó magjainak számától, termesztéstechnológiától, de különösen a növekedésserkentő anyagok

beáramlásától függ. A növekedési szakaszban auxin, gibberellin és citokinin nagy mennyiségben mérhető, az érés idejére viszont ezek alig kimutathatók. Az érés folyamán az abszcizinsavtartalom növekszik meg. Az abszcizinsav mértéke felelős az érés idejéért. Magas koncentrációnál gyorsan, alacsony koncentrációnál lassan megy végbe. Növekedési hormonok a virágzás után legnagyobb mennyiségben a külső szervektől (levél) áramolnak a bogyóba, az intenzív bogyónövekedés kezdetétől a nagy részét a mag termeli. Bogyóban lévő magok száma meghatározza annak a méretét. Több mag nagyobb bogyót így több termést jelent. Fontos a jó víz és tápanyag ellátottság. Az érés kezdetén kb. 10 napig egy nagyon intenzív cukorbeáramlás észlelhető a bogyóba. Ennek nagy részét (75-80%) a fás részekben raktározott szénhidrátok, kisebb részét (15-20%) a zöld részek asszimilátái okozzák. A 10-12 nap elteltével ez a folyamat lelassul, az eddigi napi cukornövekedés közel ötödére csökken, amit már a fotoszintézis alatt termelt szénhidrátok biztosítanak (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999).

Fotoszintézis

A szőlő (C3-as növény) fotoszintézise során a levegő szén-dioxidját megkötve szerves anyagokat állít elő. Ezek az anyagok építik fel szervezetét, meghatározzák a termés minőségét és ezek raktározódnak el télire. Minden zöld növényi rész (levél, hajtásszár, virágzat, zöldbogyó), ami klorofillt tartalmaz képes a fotoszintézisre. A levélen kívül a többi szerv jelentéktelen, a saját szénhidrát felhasználásának csak egy kis részét állítja elő. A folyamat a zöld növényi sejtek kloroplasztisaiban megy végbe. A CO₂ a sztomákon keresztül jut a növénybe. A sztomák zártsága befolyásolja a fotoszintézis mértékét. Záródásukat okozhatja az abszcizinsav sejtekben való felhalmozódása. Energia felhasználásával többnyire szénhidrátok (szacharóz, glükóz, fruktóz), szerves savak (almasav, borkősav, stb.) és aminosavak keletkeznek. Rügyfakadással indul, majd júliusban a bogyók fejlődésénél maximalizálódik és ettől kezdve fokozatosan csökken a fotoszintézis. Intenzitásának csökkenése az alsó levelekben kezdődik, amelyek eltávolítása ebben az időszakban már nincs jelentős hatással a szénhidrát termelésre. A fotoszintézis szempontjából fontos a levelek megvilágítottsága. Az árnyékban lévő leveleken keresztül asszimilált CO₂ nagyobb része almasavba és nem cukrokba épül be. A nappal megtermelt szénhidrátok éjszaka szállítódnak el a floémában. A legnagyobb felvevők kezdetben a hajtáscsúcs, majd virágzást követően a bogyók lesznek, továbbá nagy mennyiségben áramlik fotoszintetikus termék a gyengén fejlett, fotoszintézisre nem vagy csak kismértékben képes hajtások felé. A fiatal bogyók az általuk felhasznált szerves anyagok 20-50%-át állítják elő. Később ez az arány csökken, a bogyó

sztómáin keletkező pararéteggel egy időben fokozatosan elhalnak a kloroplasztok is (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999).

3.4. A termés és bor beltartalma és a Chardonnay fajta jellemzése

A termés beltartalmának kialakulása

A bogyók számára a beáramló **cukrokat** a klorofilltartalmú zöld részek (levél, fiatal bogyó) biztosítják. A szénhidrátok szacharóz formájában vándorolnak a bogyó felé, ahol hidrolizálódik, majd glükóz és fruktóz formában halmozódik fel. Az érés végére arányuk 1:1. A növény a légzéshez fruktózt használ fel, ez alakítja ki a két monoszacharid végső arányát (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999; Eperjesi *et al.*, 1998).

Savak a fotoszintetikusán aktív szerveken kívül a fiatal gyökerekben is képződnek és áramolhatnak a termésbe. A bogyóban felhalmozódó savak képződési helye vitatott (Deloire, 2010). Borkősav, almasav és citromsav, amelyek legnagyobb koncentrációban vannak jelen a bogyóban. Az időjárási tényezők erősen hatnak a savtartalomra. Erős napsugárzás hatására a szabad savak oxidálódhatnak (ellégzés), sok csapadék hatására pedig a koncentrációjuk hígul. Almasav esetén kimutatták, hogy érés közben szacharózzá alakul. Az ebből származó cukormennyiség akár 5%-al is növelheti a cukorkoncentrációt (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999; Eperjesi *et al.*, 1998).

A bor minőségére nagy hatással van a **fenolos anyagok** alakulása. Fenolos anyagok közé tartoznak a színanyagok, fehérfajtáknál: flavonok, kékszőlő fajtáknál: antocianinok és a tanninok (cserzőanyagok). A szőlőben az előbb említett színanyagokon kívül a fiatal bogyóban több is előfordul (klorofill, xantofill, karotin), de ezek az érés végére kis mennyiségben lesznek jelen. A tannintartalom felelős a borban érezhető keserű, összehúzó ízért. A katechin és izomerjei adják ezt az érzetet. Kötődéstől fokozatosan áramlanak a bogyóba, zsendüléskor maximalizálódnak, majd az érés során koncentrációjuk csökken. A fenolos anyagok szőlő magjában és a kocsányban vannak jelen nagyobb mennyiségben (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999; Eperjesi *et al.*, 1998).

Több mint 300 vegyület felelős a borok ízéért, ezek közül kiemelkedő jelentőségűek az **aromaanyagok** (terpének, aldehidek, magasabb rendű alkoholok, stb.), amelyek viszonylag kis mennyiségben vannak jelen a bogyóban. (Kozma, 2000; Bényei *et al.*, 1999; Eperjesi *et al.*, 1998).

A bor beltartalmának kialakulása

A mustban lévő cukrokból erjedés során **alkohol** keletkezik. Legnagyobb mennyiségben etil-alkohol, de mellette metil-alkohol, magasabb rendű és egyéb alkoholok is képződnek. Az erjedés után a borban maradt **cukrokat** glükóz és fruktóz adja. A nagyon magas cukortartalmú mustok kivételével, az erjedés végére a borokban általában az érzékszervi határ alatti, 1-5 g/l maradék cukor van (Eperjesi *et al.*, 1998).

A borban legnagyobb mennyiségben előforduló szerves savak a **borkősav, almasav, tejsav**, citromsav, borostyánkősav és ecetsav. A borban mérhető borkősav és almasav a szőlőből származik, a tejsav pedig az erjedés folyamán alakul ki (Eperjesi *et al.*, 1998).

A bor **polifenoljai** a szőlőből származnak, erjedés és a borkezelések hatására koncentrációjuk csökken. Ezek okozzák a borban érezhető keserű ízhatást, és ezek felelősek a must és bor barnulásáért (Eperjesi *et al.*, 1998).

A borok **extrakttartalmát** számos vegyület együttes jelenléte adja: szénhidrátok, magasabb rendű alkoholok, glicerin, szerves savak, ásványi anyagok, nitrogéntartalmú vegyületek, pektin és poliszacharidok, stb. Az extrakttartalom nagyban hozzájárul a borok élvezeti megítéléséhez (Eperjesi *et al.*, 1998).

A fehérborok **színét** 420 nm hullámhosszon mért abszorbanciaértékkel tudjuk objektíven jellemezni. 420 nm-en a barna színű polifenolokat vizsgáljuk (Eperjesi *et al.*, 1998).

A Chardonnay szőlőfajta jellemzése

Ampelográfia. A Chardonnay fajta fél-mereven álló, közepes vastagságú, egyenes, közepes ízközű hajtásokat nevel. Beérés után ezek barnássárga színűek. Levelei közép-nagyok, szélessége és hosszúsága 1:1 arányú, kereknek mondható, 3-5 karéjos. „U” alakú vállöblét levélér határolja, ami fontos fajtahatározója. Oldalöblei közepesek, levélszéle fűrészes-csipkés. A levéllemez vékony, erős, színe fűzöld. Fürtjei kicsik, hengeresek, általában középtömött vagy laza szerkezetű. A fürtjeinek átlagtömege 90-100 g, bogyói kicsik, gömbölyűek, kb. 1,6 g tömegűek (Csepregi és Zilai, 1988).

Termesztési érték. Korán fakad, virágzik és zsendül. Fajtára jellemző még a közepes termőképesség és a kiváló minőség. Szárazságra kevésbé érzékeny, fagyűrése közepes, betegségekre viszont érzékeny. Szeptember elején, közepén érik (Bényei és Lőrincz, 2005).

Bor. A Chardonnay bora fajtajelleges, finom zamatú, kemény karakterű. Fajtajellegét egy, a fajtára jellemző demascenon nevű keton alakítja, melynek rózsára emlékeztető aromája van. Az élénk savaihoz magas cukormentes extrakttartalom párosul. Általában érlett, teltebb, száraz borokat készítenek belőle (Csepregi és Zilai, 1988; Csepregi és Zilai, 1955).

4. Anyag és módszer

4.1. Kísérlet helye

A kísérleteinket, a Károly Róbert Főiskola, Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetében (KRF SZBKI), Egerben, 'Candidatus Phytoplasma solani'-val fertőzött Chardonnay ültetvényében állítottuk be és ezeken a kijelölt tőkéken végeztük méréseinket. Az ültetvényt 1993-ban telepítették. Kőlyuk-tetőnek nevezett területen található a 0,6 hektáros, Chardonnay tábla. A 3x1,2 térállású tőkék sorvezetése dél-nyugati, a támrendszer fa vég- és közbensőoszlopokból, egy kartartó huzalból (130 cm) és két pár hajtástartó huzalból (40-40 cm) áll. A művelésmód Moser-kordon.

A kísérletet véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A területen 6 sort jelöltünk ki, ahol 25-25 tőkéből álló 3 blokkot különítettünk el (2. ábra). Blokkonként 5 tünetmentes (TM) és 5 BN-al fertőzött (F) növényt, összesen 15-15 TM és F tőkét jelöltünk ki az egyenkénti tőkevizsgálatokhoz.

1. sor	2. sor	4. sor	5. sor	8. sor	9. sor
				3. blokk 56 % BN fertőzött	
1. blokk 70 % BN fertőzött					
		2. blokk 66 % BN fertőzött			

2. ábra: Blokkok elrendezése és BN fertőzöttsége a kísérleti, Chardonnay ültetvényben

Talaj. Az Egri borvidék a Bükk-hegység déli részén terül el. Talaját meghatározzák a vulkáni eredetű kőzeteken képződött rétegek. Ezen kívül, a Nagy-Eged-hegytől távolabbi területek, mészkövön illetve dolomiton kialakult barna erdőtalajjal rendelkeznek. Ezek adják zömében, a Kutatóintézet közel 117 hektáros területének talajtípusát.

Éghajlat, időjárás. A Borvidék éghajlatát tekintve, alapvetően száraznak és melegnek mondható. A Bükk-hegység védi a szőlőterületeket az északról érkező hideg, nedves légtömegektől. A kísérleteink első évének (2012) időjárása szőlészeti szempontból kiválónak mondható, egyenletes csapadékeloszlás, aszályos augusztussal és kevés csapadékkal, viszont sok napsütéssel rendelkező ősszel zárult az érés.

2013-ban az elhúzódó telet egy hirtelen felmelegedés követte, a rügys egyöntetűen és gyorsan fakadtak, a csapadékos és meleg május illetve június, kedvező volt az intenzív hajtásnövekedésnek. A meleg nyárvégi, őszi eleji hónapok pozitívan befolyásolták a

termésérést. Ez a felmelegedés télen is tartott. A téli hónapok átlaghőmérsékletei közül csak a januári ment le 0 °C alá, ezért egy nagyon enyhe télről beszélhetünk.

Az 2014-es év a sok nyári esőzéssel és nagyon párás időjárással kedvezett a gombás megbetegedéseknek. Ez a tényező a rothadásra fogékony, Chardonnay fajta szüreti időpontjára is hatott.

4.2. Tünetfelvételezés

A tünet felvételezési vizsgálatokat 2012-es és 2013-as évjáratban is augusztusban végeztük, mivel a fertőzött szőlő ekkor mutatja a legtipikusabb tüneteket. Az ültetvényben felmértük a betegség által okozott tünetek mértékét, amelyet a tünetek súlyosságában és a tünettípusok előfordulásban határoztuk meg. A betegség súlyosságát ötös skálán osztályoztuk, egyes (+) a tüneteket alig mutató, ötös (++++), az erőteljesen leromlott, a betegség minden tünetét mutató tőkék voltak. A kipusztult tőkék helyét „X”-el jelöltük. Mivel számos más vírusos, gombás betegség illetve kártevő is okozhat fitoplazmához hasonló tüneteket, hogy ezeket kizárjuk, fontos volt a növények körültekintő szemrevételezése. A felvételezés során megállapítottuk a levelek sárgulását illetve azok sodródását, a vesszők fásodásának mértékét, a bogyók kötődését és a fürtök száradását, majd ezeket összegezve osztályoztuk a növényt. A kórokozó tőkében való egyenetlen eloszlása miatt, előfordult, hogy csak a tőke egy része mutatott tüneteket, amelynél a tünetes hajtások számát szintén feljegyeztük.

4.3. Vegetatív teljesítmény felvételezése

4.3.1. Vessző

Vesszőtömeg

Két éven keresztül vizsgáltuk a vesszőtömeg változását a tünetes és tünetmentes növények között. A februárban 30-30 F és TM tőkéről lemetezett vesszőket összekötöttük, majd egy függőmérleggel megmértük a tömegét.

Vesszőbeérés mértéke

A vesszők morfológiai vizsgálat során, 2013 és 2014 februárjában, a metszést követően vizsgáltuk a BN által okozott, egyenetlen vesszőbeérés miatti elfagyás mértékét 12-12 fertőzött (F) és tünetmentes (TM) tőkén. A mérés során a megmetszett tőkék vesszőit

megszámoltuk és feljegyeztük a jól beérett illetve a feketeszínű, elfagyott vesszők számát. A tünetmentes tőkét kontrollként vizsgáltuk.

4.3.2. Levél

Levélfelület

A BN fertőzött tőkék levelei jellegzetesen besodródnak, ami következtében a sodródott levélfelület megvilágíttasága kedvezőtlené válik. A beteg levelek sodródásból adódó levélfelület-csökkenés számszerűsítéséhez, évjáratonként 10-10 tünetes (sodródott) és tünetmentes levelet méretskála (1 négyzet= 1cm^2) mellett állványról lefotóztunk (5. kép). A tünetes leveleket először sodródott, majd üveglap alá helyezve, kiterített állapotban fényképeztük (6. kép). A levelek felületét ImageTool (UTHSCSA, 3.0 verzió) program segítségével számoltuk ki. A sodródott és a kiterített-sodródott levélfelületeket egymással illetve tünetmentes levelek felületével összevetettük (Fotók: Ember).



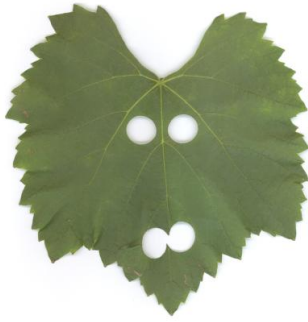
5. kép: Levélfelület-mérés: fertőzött levél



6. kép: Levélfelület-mérés: fertőzött kiterített levél

Levél friss és száraz tömege

Levelek friss és száraz tömegét 20-20 tünetmentes (7. kép) és fertőzött (8. kép) mintán vizsgáltuk, 2013 és 2014 szeptemberében, a 8-12. levélemeletről szedett mintákon. Egy korongvágó segítségével 4 darab 1 cm átmérőjű kört vágunk ki a levél középső és csúcsi karéjából. Ezeket előzőleg tetejükön kilyukasztott Eppendorf-csövekbe helyeztük és analitikai mérleggel lemértük a tömegüket. Később ezeket szárítószekrénybe tettük és kiszárítottuk majd ismét lemértük a tömegüket. Az előzőleg üresen lemért cső tömegét levonva, megkaptuk az adott levél 4 levélkorongjára vonatkoztatott friss és száraz tömegét, amit cm^2 -re vonatkoztatva is kiszámoltuk.



7. kép: Száraz és friss tömeg méréséhez használt tünetmentes levél (Fotók: Ember)



8. kép: Száraz és friss tömeg méréséhez használt fertőzött levél

4.4. Generatív teljesítmény felvételezése

Pártasapka- és bogyószám meghatározása

Virágzás előtt, május elején a vizsgálatra kijelölt tőkék, megjelölt virágzataira, összesen 40 tüllzsákot helyeztünk ki (9. kép) a pártasapka- és a későbbi bogyószám meghatározásához. A zsák felfogta a virágzás közben lelködő pártasapkákat, így a virágzást követően számukat pontosan meg tudtuk határozni (10. kép). Ezt az értéket összehasonlítottuk a szeptemberben leszüretelt fürt bogyószámával.



9. kép: A fürtre kihelyezett tüllzsák (Fotók: Ember)



10. kép: Kötődött fürt a tüllzsák levétele után

Fürttömegek meghatározása

A BN betegség fürttömegekre gyakorolt hatásának számszerűsítése céljából, fertőzött és tünetmentes tőkék terméseit egyedenként leszüreteltük és elkülönítettük (11. kép). A 15-15 tőkéről származó fürtöknek analitikai mérleggel lemértük a fürttömegét, a 100 bogyótömegét és a kocsánytömegét, továbbá a tőkénkénti fürtszámot is feljegyeztük. Ezekből az adatokból tőkénkénti összes fürttömeget és fürtátlagtömeget számoltunk.



11. kép: Tünetmentes (bal) és fertőzött (jobb) hajtásról származó fürtök (Fotó: Ember)

4.5. Mikrovinifikáció

A szüreti időpontok mind a két évjáratban (2013-ban és 2014-ben) szeptember 18-ra estek. 2013-ban a szüret a termés megfelelő érettségében történt meg. A 2014-es év nagyon csapadékos időjárása azonban kényszerszüretet eredményezett. Tartva a rothadás túlzott mértékű elterjedésétől, az előzőévhez képest eltérő sav-cukor arány mellett kellett leszednünk a fertőzött és tünetmentes tőkék termését. Mikrovinifikáció során kis tételben a KRF SZBKI munkatársai az Intézetben állítottak elő borokat azok vizsgálata céljából. 2013-ban a kísérleti borok 3-3 ismételtsben tünetmentes tőkék (TM) és fertőzött tőkék (F) teljes terméséből készültek. Továbbá 1 borászati ismételtsben tünetes vesszők tünetes fürtjeiből, azaz válogatott-fertőzött fürtökből (VF) is készült bor. A 2014-es rossz évjárat miatt, kontroll bor (K), 1 ismételtsben, csak 2013-ban készült, ami véletlenszerűen szedett, fertőzött és tünetmentes tőkék fürtjeit egyaránt tartalmazta (1. táblázat). A válogatott-fertőzött bor kivételével (20 kg), a többi tételhez 2 láda (40 kg) szőlőt szüreteltünk le.

<i>Kód</i>	<i>Szüretelt fürtök egészségi állapota</i>
K	Kontroll, véletlenszerű növényekről szüretelt összes termés
TM1	Tünetmentes növényekről szüretelt összes termés
TM2	Tünetmentes növényekről szüretelt összes termés
TM3	Tünetmentes növényekről szüretelt összes termés
F1	Fertőzött növényről szüretelt összes termés
F2	Fertőzött növényről szüretelt összes termés
F3	Fertőzött növényről szüretelt összes termés
VF	Válogatott fürt, tünetes hajtásról szüretelt tünetes fürtök

1. táblázat: A mikrovinifikációhoz gyűjtött termés

Az 1. táblázatban összefoglalt rövidítéseket az anyag és módszer, illetve az eredmények további tárgyalásában használom.

2013. A fűrtök gyors bogyózása-zúzása (12. kép) után a cefre egy 20 ml/hl Sterisol alapkénezést és 1 g/hl pektinbontó készítményt kapott. Préselés (13. kép) után kisméretű acéltartályokban, 5 °C-on, 48 óráig volt ülepítve (14. kép). Fejtés után a mustot fajélesztővel (Uvaferm PDM) beoltották és az egri Kutatóintézet pincéjében 10 literes üvegballonokban, 12 °C-on erjesztették. Az erjedés előrehaladtával 3 dózisban, komplex tápsót adagoltak hozzá. A szárazra kierjedt tételekben 30 mg/l szabad kénessav szintet állítottak be, majd egy bentonitos derítésen esett át (Ca-Na Gries). Erről lefejtve, a borok szabad kénessav szintjét 40 mg/l-re állították be és azokat februárban lepalackozták.



12. kép: A szőlő feldolgozásához használt bogyózó-zúzó
(Fotók: Ember)



13. kép: A szőlő feldolgozásához használt prések



14. kép: Mustülepítés hűtőköpenyes acéltartályokban

2014. Ebben az évben szüretelt termés feldolgozása és az erjesztés a 2013. évvel megegyezően zajlott. A borok készre kezelése folyamatban van.

4.6. Must- és boranalitika

4.6.1. Mustanalitika (egyedi mérésekre kijelölt tőkék)

A BN fertőzött Chardonnay ültetvényben, 3 blokkban, blokkonként 5-5 fertőzött és tünetmentes tőkét jelöltünk ki, összesen 15-15 darabot. 2014-ben, ezen növények termésain mértük a BN betegség hatására létrejövő termésminőség változásokat: a titrálható savtartalmat, a pH-t és a °Brix-et.

Titrálható savtartalom

A mustok savasságát, ismert töménységű lúgoldattal való közömbösítéssel határozzuk meg. Ezt az értéket borkósavra vonatkoztatjuk (Kállay, 2010). Pipettával Erlenmeyer-lombikba 10 cm³ mustot mértünk, hozzáadtunk 4 csepp brómtimolkék-indikátort, majd kék átcsapásig bürettából nátrium-hidroxidot (0,1N) adagoltunk hozzá. Az elhasznált nátrium-hidroxid mennyisége megegyezik a mustban lévő szabad és félig kötött savak mennyiségével.

pH

A titrálható savtartalom csak a must szabad és félig kötött savainak mennyiségét adja meg és nem azok erősségét. A pH érték, azaz a hidrogénion-koncentráció negatív logaritmus függ a savak mennyiségétől és azok erősségétől is (Kállay, 2010). A mustok savanyúságát Thermo Orion 3 Star típusú készülékkel állapítottuk meg. A mustot főzőpohárba töltöttük, belehelyeztük a pH mérő elektródáját majd leolvastuk az értéket a készülékről.

°Brix

A °Brix az érték megadja, hogy 100 g mustban hány gramm cukor van. Atago Pocket Pal-1 refraktométerrel végeztük a méréseinket. A mustot a készülékre cseppentettük majd leolvastuk értékét.

4.6.2. Mustanalitika (2013-ban szüretelt mikrovinifikációs tételek)

A 2013-ban szüretelt termés az egri Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben lett feldolgozva és itt került beállításra a mikrovinifikáció. Az erjesztés előtt, a minták paramétereit az ottani laboratóriumban mérték meg.

A titrálható savtartalom és a pH érték az általunk használt módszerekkel került számszerűsítésre, a cukortartalmat viszont titrálással állapították meg.

4.6.3. Boranalitika

A 2013-as borok analitikai vizsgálatát a Borászati Tanszék munkatársai végezték. A borok 10 paramétere került mérésre: alkohol, titrálható savtartalom, pH, borkősav, almasav, citromsav, összes extrakttartalom, cukor, összes polifenol és szín.

4.7. A borok érzékszervi vizsgálata, profilanalízis

A borok élvezeti megítélését analitikai módszerekkel nem lehet mérni. Az élvezeti értékét fogyasztói szempontból érzékszervi bírálattal lehet értékelni. A bírálat során az illat-, és zamatanyagok minőségét, tartósságát illetve azok intenzitását össze tudjuk vetni - jelen esetben - a fertőzött és a tünetmentes borok között. A mikrovinifikációs tételeket profilanalízissel, a megadott paraméterek alapján, 1-10-es skálán, 11 bíráló értékelte, amely vizsgálat átlagértékeit később pókhálódiaagramra helyeztünk. A bor megjelenésénél először a tisztaságot, majd a színét bíráltuk. Egy szépen kezelt, ülepített, szűrt bornak tisztaságát áttetsző, tükrös jelzőkkel illetjük, de ha zavarosságot tapasztalunk, akkor opálos, fátyolos

borról beszélünk. A fehérborok színét a sárga különböző árnyalataival fejezzük ki. A zöldessárgától egészen a borostyán sárgáig. A színárnyalat mellett beszélnünk kell színerősségről, ami lehet élénk, intenzív, de akár tompa és fakó is. A bor illatában fontos szempont az intenzitása. Ezzel a gyümölcsök, fűszerek vagy éppen a virágok illatának érzékelhetőségét fejeztük ki. Az illat és íz minőségi jellemzésére három, a Chardonnay-ra jellemző kategóriát adtunk meg: citrusok, mérsékelt égövi gyümölcsök vagy trópusi gyümölcsök. Az illatban felfedezhető aromák általában az ízben is érezhetőek. Kóstolás után az íz intenzitást, lenyelése után az íz hosszúságot érezzük. Ezek megállapításán kívül foglalkoznunk kell a kóstolás alatt érzékelt savassággal, keserűséggel, teltséggel vagy esetleg idegen ízérzettel. Egy bor összbenyomását a fent említett paraméterek együttes jelenléte és minősége alakítja ki. Ha egy komponens például alkohol, savtartalom vagy a teltséget okozó extraktartalom túl magas vagy túl alacsony mértékben van jelen, a borharmónia felborul.

4.8. Az adatok statisztikai elemzése

Az eredmények kiértékeléséhez IBM SPSS Statistics, 20 verzió (USA) (<http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss>) statisztikai programot használtuk. Az adatokat, átlag-, és szórásszámításnak, valamint egyváltozós varianciaanalízisnek vetettük alá.

5. Eredmények

5.1. Tünetfelvételezés

A tünet-felvételezés eredményei a 2. táblázatban láthatók. Mind a három blokkban a tünetes tőkék a tünetmentessel szemben többségben voltak. A tünetek erőssége a fertőzött tőkéken nagyon változó volt, ami a kórokozó növényen belüli eltérő koncentrációjából és eloszlásából adódott. A blokkok fertőzöttségi rátája 70% (1. blokk), 66% (2. blokk) és 56% (3. blokk) volt (3. táblázat).

1 blokk				2 blokk				3 blokk			
1. sor		2. sor		4. sor		5. sor		8. sor		9. sor	
Tőke	Tünet erőssége	Tőke	Tünet erőssége	Tőke	Tünet erőssége	Tőke	Tünet erőssége	Tőke	Tünet erőssége	Tőke	Tünet erőssége
		25	++++			48	++	1	TM	1	TM
26	TM	26	++			49	+++++	2	++	2	TM
27	TM	27	X			50	++	3	++	3	++

28	TM	28	+	51	++	51	TM	4	TM	4	+
29	TM	29	+	52	TM	52	+	5	+++	5	++
30	+	30	+	53	++++	53	++	6	X	6	TM
31	++	31	+++	54	+++	54	++	7	+	7	++++
32	+	32	TM	55	+++	55	TM	8	TM	8	+
33	TM	33	X	56	TM	56	TM ?	9	TM ?	9	TM
34	++	34	X	57	TM	57	+	10	++	10	TM
35	+++	35	TM	58	+++	58	+++	11	++	11	TM
36	+	36	TM	59	+	59	++	12	+++++	12	+++
37	++	37	+++	60	+	60	TM	13	++	13	++
38	X	38	+	61	+++	61	+++	14	TM	14	++
39	+	39	TM	62	+++	62	TM	15	TM	15	+
40	++	40	+ ?	63	TM	63	++	16		16	TM
41	++	41	++	64	X	64	+	17	++	17	++
42	+	42	+++	65	TM	65	++	18	TM	18	++
43	+	43	+++	66	TM	66	+	19	TM	19	+
44	++	44	TM	67	TM	67	X	20	TM	20	++
45	+	45	TM	68	+++	68	TM	21	TM	21	TM
46	+	46	TM ?	69	+	69	+++	22	+++	22	++
47	+	47	+	70	TM	70	+++	23	++	23	TM
48	+	48	+	71	++	71	+			24	TM
49	+	49	TM	72	+	72	+++				
50	++	50	++	73	+	73	TM				
51	TM	51	TM	74	TM	74	TM				
52	++++	52	TM	75	+++	75	TM				
53	+++			76	+++						
54	+			77	+++						

2. táblázat: Az ültevény fitoplazma tünetfelvételezésének eredménye (2012)

Blokk	TM	+	++	+++	++++	+++++	Tünetes tőkék
1	30%	36%	19%	11%	4%	0%	70%
2	34%	19%	17%	26%	2%	2%	66%
3	44%	11%	33%	7%	2%	2%	56%
Átlag	36%	23%	23%	15%	3%	1%	64%

3. táblázat: A fitoplazma tünetek súlyosságának és a tünetes tőkék blokkonkénti százalékos megoszlása

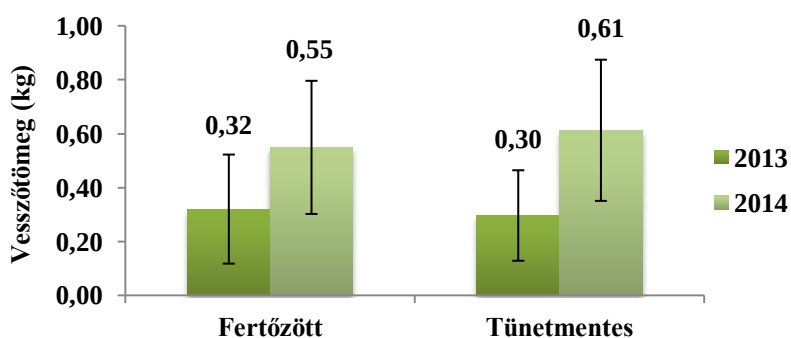
5.2. Vegetatív teljesítmény jellemzése

5.2.1. Vessző

Vesszőtömeg

A 2013-as mérésekkor a 2012-es, a 2014-es mérések alkalmával pedig a 2013-as év vegetáció vesszőit dolgoztuk fel. A vesszőtömegek mérése során az eredményekben szignifikáns

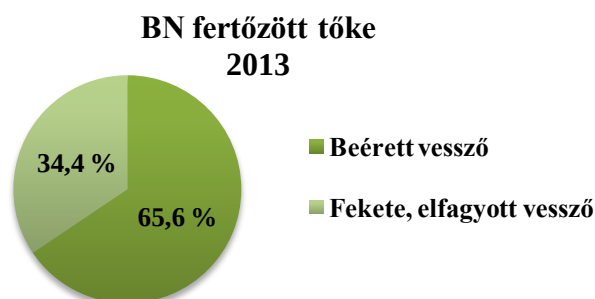
eltérést egyik évben sem kaptunk, azonban az évjárathatás szembetűnő volt (3. ábra). 2013-ban a fertőzött tőkék vesszőtömegének átlaga 0,32 kg, míg a tünetmentes tőkéké 0,30 kg volt. 2014-ben mért adatok arányaikban hasonlóan alakultak, a fertőzött tőkéken átlagban 0,55 kg, a tünetmentes tőkéken 0,61 kg-ot mértünk. A két évjárat vesszőtömegei közötti különbség majdnem kétszeres volt, mind a tünetes mind tünetmentes tőkék vesszőtömegei hasonlóan emelkedtek.



3. ábra: Vesszőtömeg mérésének eredménye (2013, 2014)

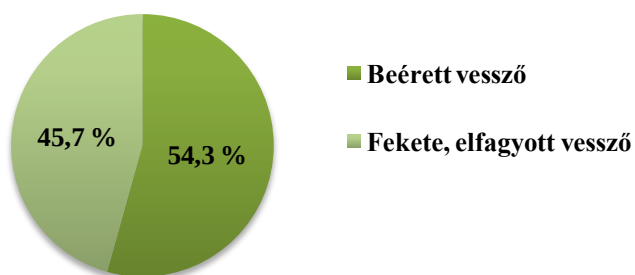
Vesszőbeérés

A vesszők beérésének mértékét a fagyási tüneteket mutató vesszők számából állapítottuk meg (4. és 5. ábra). Tünetmentes tőkék fajtára jellemzően, fiziológiailag beérett vesszőin, fagyás nyoma csak csekély mértékben (2013-ban: 2,5%; 2014-ben: 5,0%) volt tapasztalható. A fertőzött tőkék viszont fagyásból adódó, nagymértékű vesszőfeketedést mutattak. A 2013. februári méréseink során, a vizsgált - több mint 150 - tünetes tőkéről szedett vesszők 65,6 %-a érett be és 34,4 %-a fagyott el. Ezen vesszők nagy része teljesen elfagyott, néhánynak az alapi rügye épp maradt. 2014-ben a vesszők nem fagytak el teljesen, csak részleges fagykárt szenvedtek, a vesszők külső sejtjai sérültek. Azonban a részleges fagyást szenvedett vesszők száma az előző évihez képest magasabb volt (45,7 %) (5. ábra).



4. ábra: BN fertőzött tőkék beérett és elfagyott vesszőinek aránya (2013)

BN fertőzött tőkék 2014

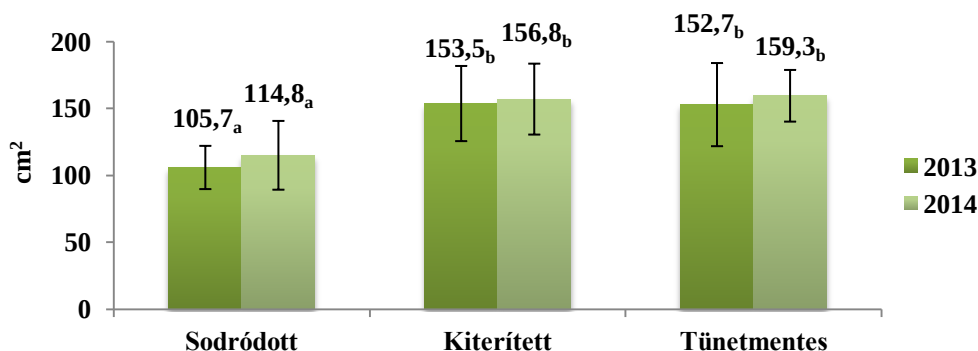


5. ábra: BN fertőzött tőkék beérett és elfagyott vesszőinek aránya (2014)

5.2.2. Levél

Levélfelület

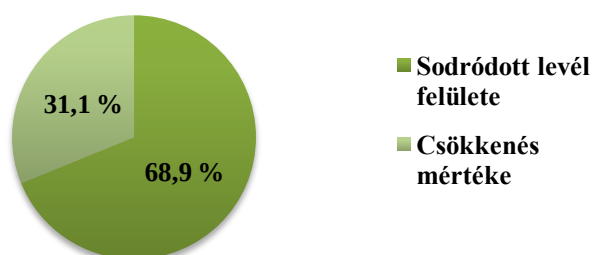
A sodródott levelek felülete szignifikánsan eltért a sodródott levelek kiterített felületétől és a tünetmentes levelek felületétől. Ez az eltérés mindkét évben megfigyelhető volt. Azonban a kiterített-sodródott és a tünetmentes levelek között szignifikáns különbség nem volt (6. ábra). 2013-ban a sodródott levelek átlagfelülete $105,7 \text{ cm}^2$, a kiterített-sodródottaké $153,5 \text{ cm}^2$, míg az egészséges leveleké $152,7 \text{ cm}^2$ volt. Az eredmények 2014-ben is hasonlóan alakultak: $114,8 \text{ cm}^2$ (sodródott), $156,8 \text{ cm}^2$ (kiterített-sodródott) és $159,3 \text{ cm}^2$ (tünetmentes). A tünetes leveleken a sodródás miatt bekövetkező levélfelület csökkenés: 2013-ban 31,1 %, 2014-ben 26,8 % volt (7. és 8. ábra).



6. ábra: A BN fertőzött és egészséges levelek átlagfelülete (2013, 2014)

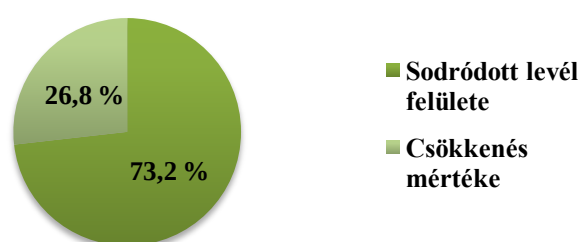
$p < 0,05$; alsó indexben szereplő a, b jelölések az egymástól szignifikánsan eltérő mintákat jelzik

2013 levélfelület



7. ábra: A BN tünetes levelek levélfelület csökkenése (2013)

2014 levélfelület

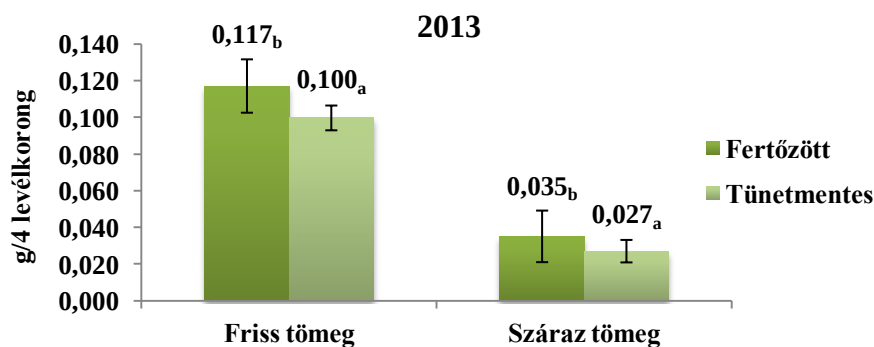


8. ábra: A BN tünetes levelek levélfelület csökkenése (2014)

Levél friss és száraz tömege

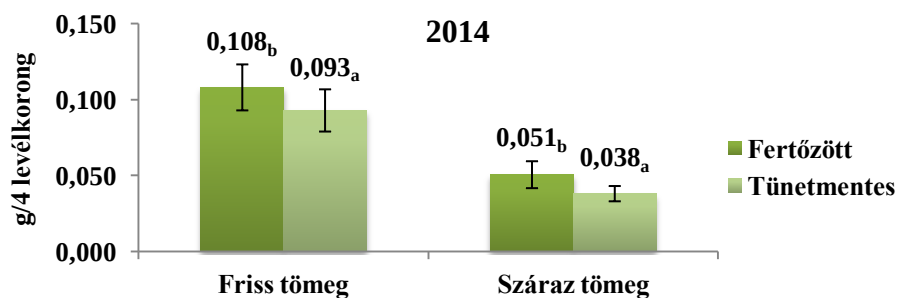
A tünetes és tünetmentes levelek között mind friss és száraz tömegben szignifikáns eltérést tapasztaltunk (9. és 10. ábra). A fertőzött leveleknek a 4 levélkorongra vonatkoztatott száraz és friss tömege magasabb volt mindkét évben. 2013-ban fertőzött és tünetmentes levelek friss tömege 0,017 g-al, míg 2014-ben 0,014 g-al tért el. Száraz tömegükben 2013-ban 0,008 g, 2014-ben 0,013 g különbséget találtunk a fertőzött levelek javára.

A két év átlagában, a fentiekben mért átlag levélfelületre vonatkoztatva a tünetmentes leveleknél 4,79 g/levél friss tömeget és 1,62 g/levél száraz tömeg számítottunk ki. Ezek az adatok a fertőzött leveleknél, az előbbi sorrendet követve 5,57 és 2,12 g/levél volt.



9. ábra: A BN tünetes és tünetmentes levelek 4 levélkorongra vonatkoztatott friss és száraz tömege (2013)

$p < 0,05$; alsó indexben szereplő a, b jelölések az egymástól szignifikánsan eltérő mintákat jelzik



10. ábra: A BN tünetes és tünetmentes levelek 4 levélkorongra vonatkoztatott friss és száraz tömege (2014)
 $p < 0,05$; alsó indexben szereplő a, b jelölések az egymástól szignifikánsan eltérő mintákat jelzik

5.3. Generatív teljesítmény jellemzése

Pártasapka- és bogyószám

A fejlődött virágok és az abból kötődött bogyók számában a fertőzött és tünetmentes növényeknél szignifikáns különbség nem volt tapasztalható. A mért értékeket a 4. táblázatban foglaltuk össze.

Év	Tünet	Pártasapka szám/fürt db	Bogyószám/fürt db	A termékenyülés mértéke
2013	Fertőzött	253	56	22%
	Tünetmentes	288	81	28%
2014	Fertőzött	184	78	43%
	Tünetmentes	145	67	46%

4. táblázat: A BN fertőzött és egészséges növényeken mért pártasapka és bogyószám (2013, 2014)

Fürttömegek

A fertőzött tőkék a tünetmentessel szemben minden vizsgált paraméterben szignifikáns csökkenést mutattak (5. táblázat). A tőkénkénti termés (azaz az összes fürttömeg) a fertőzötnél 0,83 kg, míg a tünetmentes növényeknél 2,74 kg volt, ami 70%-os csökkenést jelent. A fürt átlagtömeg fertőzötnél: 58 g, tünetmentesnél: 116,2 g volt. Az összes fürtszám a fertőzött tőkénél 14 db volt, ami a tünetmentes esetében 28 db volt. A 100 bogyótömeg 27%-al volt kevesebb a fertőzött növényeknél (121,58 g) a tünetmenteshez viszonyítva (167,48 g).

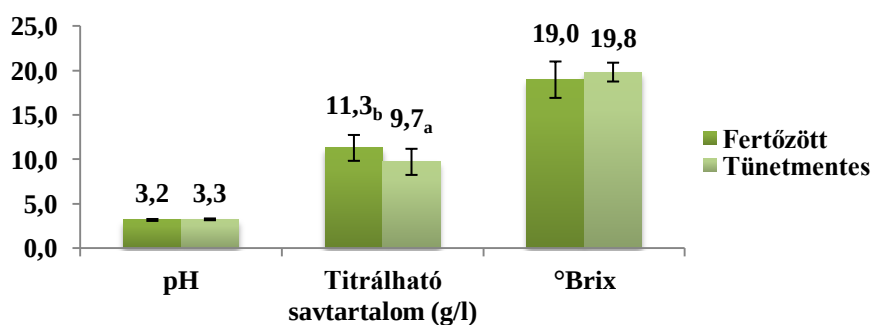
Tünet	Fürt össztömeg (kg)	Fürt átlagtömeg (g)	Összes fürtszám db	100 bogyótömeg (g)
Fertőzött	0,83	57,99	14	121,58
Tünetmentes	2,74	116,20	28	167,48

5. táblázat: A BN fertőzött és tünetmentes tőkék termés mennyiségi adatai (2014)

5.4. Must- és boranalitika

5.4.1. Mustanalitika (egyedi mérésekre kijelölt tőkék)

A 2014-es szüreti mérések során 15-15 tünetes és tünetmentes tőke mustjának a pH és a °Brix átlagértékeiben nem, azonban a titrálható savtartalomban szignifikáns különbséget találtunk (11. ábra). A titrálható savtartalom tünetmentes tőkéknél is magas 9,7 g/l-es értéket adott, ami a fertőzötteknél még magasabb 11,3 g/l volt. A savtartalombeli különbségek a mért pH értékekben is megmutatkoztak. Annak ellenére, hogy a °Brix értékekben statisztikai különbség nem volt kimutatható, a tünetmentes tőkék cukortartalma enyhén magasabb értéket mutatott (TM: 19,8; F: 19).



11. ábra: Az egyedi mérésekre kijelölt tőkék mustanalitikai vizsgálata (2014)

$p < 0,05$; alsó indexben szereplő a, b jelölések az egymástól szignifikánsan eltérő mintákat jelzik

5.4.2. Mustanalitika (2013-ban szüretelt mikrovinifikációs tételek)

2013-ban a kísérleti bor készítéséhez szüretelt termés mustjainak analitikai vizsgálatát az egri Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet laborjában végezték (6. táblázat). A rendelkezésünkre bocsátott eredmények alapján a fertőzött és tünetmentes tőkék közötti különbség jelentős volt. A titrálható savtartalom tünetmentes tőkékről (TM) szüretelt termésnél 7,9 g/l, a kontrollnál (K) 9,5 g/l, fertőzött tőkéknél (F) 9,2 g/l és a válogatott, csak tünetes fürtök (VF) esetében 9,8 g/l. A savtartalom változását a pH értékek is jól tükrözték (TM: pH 3,18; K: pH3,16; F: pH3,13; VF: pH3,05). A cukortartalom is hasonlóképpen alakult, tünetmentesnél 226 g/l, kontrollnál 217 g/l, fertőzötnél 202 g/l és válogatott-fertőzötnél 178 g/l.

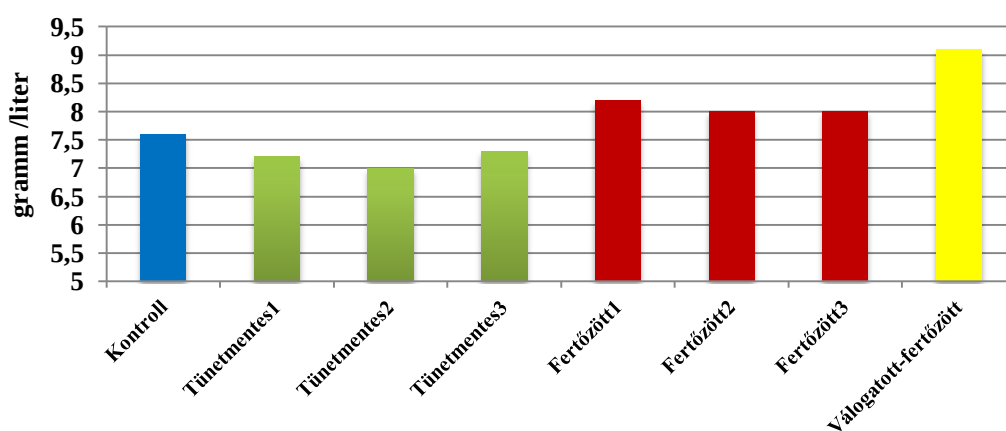
Tünet	Titrálható savtartalom (g/l)	pH	Cukor (g/l)
Kontroll	9,5	3,16	217
Tünetmentes	7,9	3,18	226
Fertőzött	9,2	3,13	202
Válogatott-fertőzött	9,8	3,05	178

6. táblázat: A 2013-ban szüretelt mikrovinifikációs tételek mustanalitikai vizsgálata (2013)

5.4.3. Boranalitika

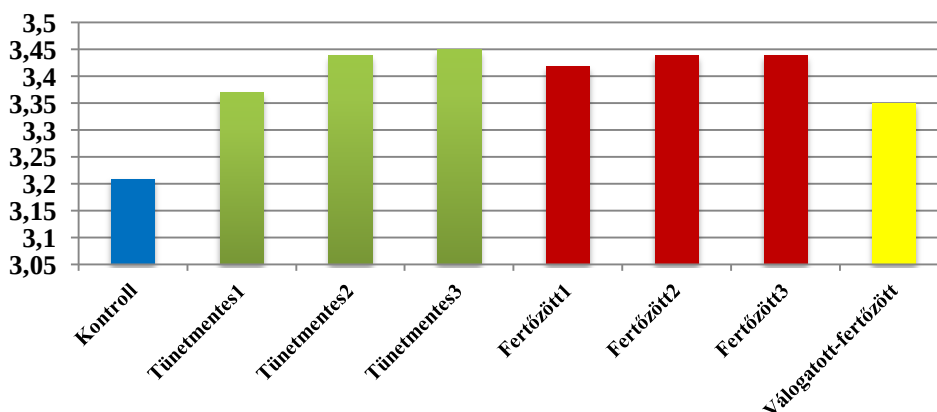
A 2013-as borok laboratóriumi vizsgálatának értékei a mustanalitikához hasonló tendenciát mutattak. A három borászati ismétlésben készült fertőzött és tünetmentes tőkék terméséből származó borok átlagban és egyenként is eltértek egymástól. A válogatott fertőzött termés boránál mért értékek, szinte minden esetben a legalacsonyabbak lettek (12. ábra és 7. táblázat).

A fertőzött tőkék terméséből készült bor **titrálható savtartalma** 8-8,2 g/l között alakult, szemben a tünetmentes alacsonyabb, 7-7,3 g/l értékével. A kontroll a fertőzött és a tünetmentes között 7,6 g/l-el áll, a válogatott-fertőzött pedig az összes felett 9,1 g/l értékkel (9. ábra és 7. táblázat).



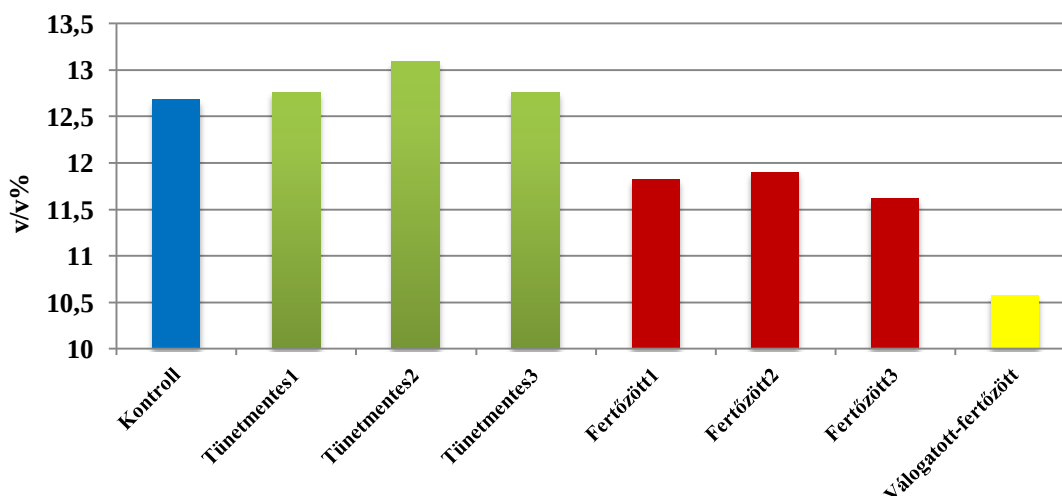
12. ábra: A 2013-as borok titrálható savtartalma

A **pH** értékekben a fertőzött és a tünetmentes borok között jelentős eltérés nem tapasztalható (13. ábra és 7. táblázat). A fertőzött tétel három ismétlésének átlaga pH 3,43 a tünetmentesnek pH 3,42. A kontroll az elvárttal ellentétben kilóg a 3,21-es pH értékével. A válogatott fertőzött pedig az átlagok alatt, pH 3,35 lett.



13. ábra: A 2013-as borok pH értéke

A borok **alkoholtartalma**, a mustok cukortartalmából várhatóan alakult. Fertőzötteknek 11,62-11,9 v/v%, a tünetmenteseké 12,76-13,09 v/v%, a kontroll bornak 12,68 v/v% és a válogatott-fertőzöttnek 10,58 v/v% lett (14. ábra és 7. táblázat).



14. ábra: A 2013-as borok alkoholtartalma

A savak eloszlása, nevezetesen a **borkősav**, az **almasav** és **tejsav** tartalom a fertőzöttséget jól tükrözve oszlottak meg. A fertőzött borok átlagértékei borkősavban 3,21 g/l, az almasavban 0,27 g/l és tejsavban 0,11 g/l. Tünetmentes tőkékről szedett szőlő borának savtartalma az előző sorrendet követve 2,70 g/l, 2,55 g/l, 0,08 g/l. Jól látszik, hogy mindegyik savérték a fertőzöthöz képest csökkent. A válogatott-fertőzött termés bora tünetmenteshez és a fertőzöthöz képest is jóval magasabb értékeket mutatott (4,1 g/l borkősav, 2,87 g/l almasav és 0,27 g/l tejsav). A kontroll bor adatai a várhoz képest eltérően alakultak. 2,66 g/l borkősav, 2,93 g/l almasav, és 0,04 g/l tejsav volt kimutatható (7. táblázat).

Az **összes extrakttartalom** fertőzöttnél 22,8 g/l, tünetmentesnél 20,3 g/l, a kontrollbornál a kettő közötti értéket 21,6 g/l-t kaptunk, míg a válogatott-fertőzöttnél a fertőzöthöz hasonló, 22,7 g/l-es értéket kaptunk (7. táblázat).

A borok maradék **cukortartalma** változatosan alakult. A kontrollé 2,6 g/l, tünetmentes borok cukortartalma 2,3-2,5 g/l között, a fertőzötté 3,3-4,4 g/l között és a válogatott-fertőzötté 3 g/l lett (7. táblázat).

Az **összes polifenol** tartalom kontrollnál 201 mg/l, a tünetmentes borok átlagértéke 222 mg/l, a fertőzöttek átlagértéke 254 mg/l és a válogatott-fertőzött 282 mg/l-el zárja a sort (7. táblázat).

A borok **szín**vizsgálatakor a tünetmentes boroknál átlagban 0,058 értéket, kontrollnál 0,07-et, fertőzöttnél átlagban 0,09-et, míg a válogatott-fertőzöttnél a legmagasabb 0,099 értéket kaptunk (7. táblázat).

Minta	Titrlható savtartalom (g/l)	pH	Borkósav (g/l)	Almasav (g/l)	Tejsav (g/l)	Alkohol (v/v%)	Összes extrakt (g/l)	Cukor (g/l)	Összes polifenol (mg/l)	Szín (420 nm)
K	7,6	3,21	2,66	2,93	0,04	12,68	21,6	2,6	201	0,070
TM1	7,2	3,37	2,7	2,56	0,04	12,76	20,3	2,5	228	0,056
TM2	7	3,44	2,62	2,49	0,09	13,09	20,3	2,3	218	0,062
TM3	7,3	3,45	2,77	2,61	0,12	12,76	20,3	2,3	221	0,056
F1	8,2	3,42	3,24	2,76	0,09	11,82	25,5	4,4	240	0,089
F2	8	3,44	3,21	2,8	0,06	11,9	21,6	3,3	227	0,089
F3	8	3,44	3,18	2,69	0,18	11,62	21,4	3,4	296	0,092
VF	9,1	3,35	4,1	2,87	0,27	10,58	22,7	3	282	0,099

7. táblázat: A 2013-as borok analitikai vizsgálata

5.5. A borok érzékszervi vizsgálata, profilanalízis

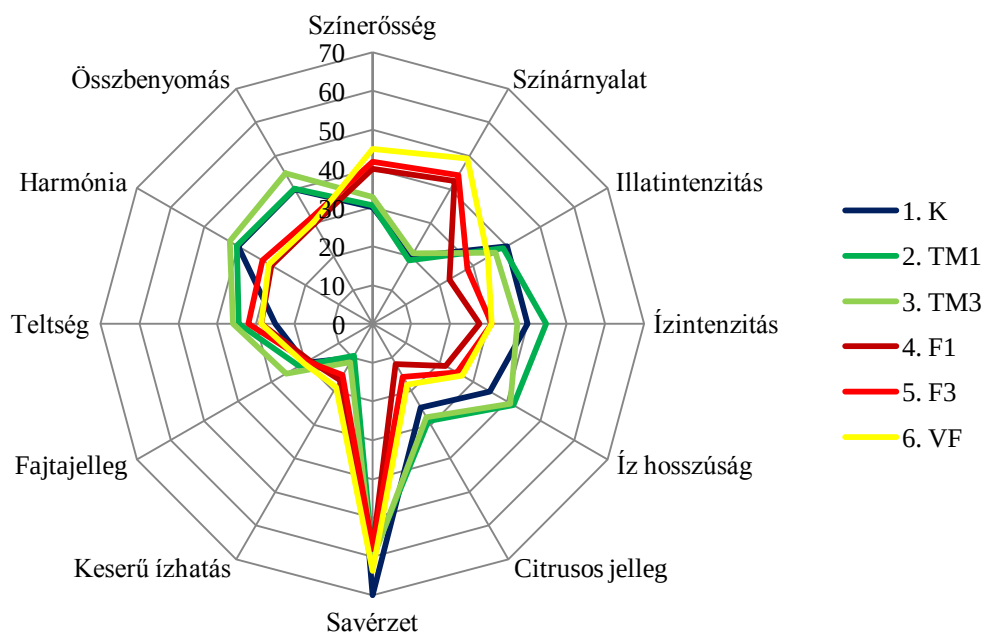
A 2013-as évjárat borainak érzékszervi vizsgálata során figyelembe vett szempontok és a profilanalízis eredményei az alábbi pókhálódigramon láthatók (15. ábra). A három ismétlésben készült TM és F borok egyike sem volt kiugró, ezért a bírálatra 2-2, a legazonosabb tételt választottunk ki. Összesen hat tétel került kóstolásra: 2 TM, 2 F, 1 K és 1 VF (1. táblázat).

A TM borok színe világossárga, illata kellemes, könnyed, citrusos jegyeket hordozott. Ízének tartóssága és intenzitása közepesnek volt mondható. A TM borok harmóniája, így az összbenyomása is közepes értéket kapott, a bírálók viszont kiemelték a kemény savérzetet.

A F borok színe mélyebb tónusú volt a TM borokhoz képest, színe 'pink'-be fordult (15. kép). Mind illat, mind íz intenzitása visszafogott volt, a gyümölcsös aromák viszont illatában érezhetők voltak, de ízében nem voltak felfedezhetők. Savérzete az F mintáknak is magas volt, viszont emellé párosult egy keserű ízhatás. Az összbenyomás alacsony értékét az ízek rövidege és intenzitásának visszafogottsága adta, és az előbb említett kellemetlen keserűség és savasság.

A kontroll bor (K) színében, illatában és ízében közelített a TM borokhoz, bár savérzete ennek volt a legmagasabb. A borharmóniát és az összbenyomást kissé a közepes érték alá helyezték el a bírálók.

A VF bor a F-nél is mélyebb, 'pink'-es színt öltött. A VF tétel illat intenzitása viszonylag magas értéket kapott. Az F boroknál tapasztalt gyümölcsösségben viszont elmaradt azoktól. Ízben viszont az F tételekkel egybevágott. A nagy savérzet és a keserű íz ennél a tételnél befolyásolta legjobban a bor élvezeti értékét, ezért összbenyomásban ezt érezték a bírálók a leggyengébbnek.



15. ábra: 2013-as borok érzékszervi vizsgálata



15. kép: Az érzékszervi bírálaton kóstolt tételsor

6. Megvitatás

Kísérletünk célja, hogy meghatározzuk a Bois noir betegség hatására milyen mértékű vegetatív és generatív leromlás tapasztalható a Chardonnay szőlőfajta ültetvényeiben az Egri borvidéken. Továbbá milyen hatása van a fertőzésnek a beteg növények terméséből készült borok érzékszervi és analitikai mutatóira (8. táblázat).

<i>Elvégzett vizsgálatok</i>		<i>BN fertőzés hatása</i>
<i>Vegetatív mérések</i>		
Tünetfelvételezés		a fertőzött tőkék aránya nem változott
Vesszőtömeg		nem változott
Elfagyás mértéke		jelentősen megnőtt
Levélfelület		csökkent
Levél száraztömege		nőtt
<i>Generatív mérések</i>		
Pártasapka- és bogyószám		nem változott
Tőkénkénti összes fürttömeg		csökkent
Fürt átlagtömeg		csökkent
100 bogyótömeg		csökkent
<i>Must-, boranalitika és érzékszervi vizsgálat</i>		
Mustanalitika: °Brix		csökkent
Titrálható savtartalom		emelkedett
pH		csökkent
Boranalitika: Alkoholtartalom		csökkent
Titrálható savtartalom		emelkedett
pH		csökkent
Érzékszervi vizsgálat		a borok minősége romlott

8. táblázat: A BN fertőzés hatásainak összefoglalása

Egerben, a Kőlyuk-tetőn elhelyezkedő, 21 soros, 0,6 ha-os Chardonnay táblán, tünetek alapján, vizuálisan megállapított BN fertőzöttsége mind a három kijelölt blokkban 60% körüli volt. A beteg növények többségénél az + és a ++ súlyosságú tünet fordult elő leggyakrabban. A két év tünet-felvételezése során fertőzött és a tünetmentes tőkék aránya illetve a fertőzésmértéke számottevően nem változott.

Santi és munkatársai 2013-ban a szőlőlevelek fotoszintetikus aktivitásának változásáról és a cukrok képződésének zavaráról számoltak be BN fertőzés hatására. Szintén a fitoplazma fertőzés hatására bekövetkező szénhidrát csökkenésről és szállítódási zavarokról írt tanulmányt Lepka és munkatársai (1999) madagaszkári rózsameténg, alma és szőlő növények esetében. Fitoplazma fertőzéskor a fotoszintézisben kulcsszerepet játszó enzimek (RuBisCO) aktivitása jelentősen visszaesik és a klorofill (a, b) és karotinoid mennyisége számottevően csökken (Bertamini *et al.*, 2002). A fenti szerzők által leírt, fitoplazma okozta károsodások összekapcsolódnak az általunk vizsgált vegetatív részekben bekövetkező változásokkal, mint a fertőzés miatti egyenetlen fásodás és a levelek morfológiai elváltozásai.

A 2013-as mérések során a 2012-es vegetáció, 2014-ben pedig a 2013-as év vesszőit dolgoztuk fel. A metszéskor mért vesszőtömegben fertőzött és tünetmentes növények között nem alakult ki szignifikáns különbség. Azonban a 2012-es évhez képest a vesszőtömegek mért értékei a 2013-as vegetációban megduplázódtak a fertőzött és tünetmentes növényeknél egyaránt. Ez feltételezhetően a két év közötti eltérő időjárásnak köszönhető. 2013-ban a rügyfakadás viszonylag későn, de gyorsan lezajlott, ezt követte egy csapadékos május, június, ami nagyon kedvező volt az intenzív hajtásnövekedésnek. A kísérletünkben a tünetmentes tőkék vesszőin a fagyás nyomai alig, azonban a fertőzött tőkéken nagymértékű, elfagyásból adódó vesszőfeketedést találtunk, kifejezetten a 2012/2013-as telet követően. Az elfagyás a beteg növényeken az egyenetlen vesszőbeérés következménye, amely zölden maradt hajtásokat a tünetek felvételezéskor már tapasztaltunk. A hajtások beérése élettani változásokkal kapcsolatos. A hajtások hossznövekedését a parásodásig tartó másodlagos megvastagodás követi, bél elhalása és a keményítő felhalmozódás, amit a pararéteg kialakulás és bélbarnulás zár. A keményítő-felhalmozódás a xilémbe és a floémbe július végén, augusztus elején kezdődik. A parakambium és a parásodás kezdete pedig augusztus-szeptemberre tehető (Kozma, 2000). A vesszők elfagyása egy ültetvényben (az extrém hideg időjárástól eltekintve) általában a rossz beérésnek köszönhető. A hajtások egy része már a fajtára jellemző vesszőszínt sem veszik fel. Amely lehetséges oka, hogy a növény nem képes parakambiumot termelni. Vesszőérésnél, keményítő raktározása történik, az elfagyás ennek a folyamatnak a sérülése folytán is bekövetkezik. A vontatott fotoszintézis következtében, nem vagy kevesebb szénhidrát képződik, vagy a szénhidrát-sav arány felborul (Kozma, 2000). Ez az állítás a vizsgálatunk során, a fertőzött növények termésében mért magasabb savértékekben is igazolódott. A tünetmentes, fertőzött és válogatott-fertőzött termés mikrovínifikációhoz szüretelt tételek cukortartalmában, évjárástól függően, 33-48 g/l különbségeket mértünk, savtartalomban pedig az egészségeshez viszonyítva 1,9-2,2 g/l növekedést állapítottunk meg.

Az egyenetlenül beérett vesszők elfagyása nagy problémát okozhat a következő évi metszésnél. A vizsgált fertőzött tőkék esetében két év átlagában 40 %-os volt az elfagyás. Emiatt az évről-évre történő tökekialakítás nehézkes lehet. A metszés során előfordulhat, hogy fattyúvesszőből kialakított termőrészeket kell meghagyni, melyekből bizonyítottan kevesebb fűrt fejlődik.

A fertőzéskor a növényi szállítószövetben kallóz halmozódik fel, amely a floém pórusainak elzáródását okozza és az asszimilátumok elvándorlása gátoltá válik (Musetti, 2010; Santi *et al.*, 2013). A fertőzött levelek egészségesnél nagyobb friss és száraz tömege az asszimilátumok rendellenes felhalmozódására utal. Ez összefügghet a fertőzött egyedeknél tapasztalt egyenetlen vesszőbeéréssel. Mivel a levélből a tápanyag beáramlás egészen a lombhullásig tart, így a beéréshez szükséges szénhidrátok a levélben maradnak és nem nő a vesszők keményítőtartalma, ezért azok már enyhébb teleken is elfagyhatnak. Mivel a fertőzött és tünetmentes levelek víztartalmában nem volt különbség, sőt, a fertőzött leveleknek a víztartalma magasabb volt, ezért feltételezhető, hogy a xilémekben zajló transzportfolyamatokban nincs fennakadás.

A levelekben zajló fitoplazma okozta folyamatok vizsgálatára Bertamini (2002) tanulmányában leírtakkal megegyező tüneti stádiumban lévő sodródott és sárgult leveleket vizsgáltunk. A betegség hatására a levelek fonák irányban, háromszög alakban sodródnak. A tünetek kifejeződésének mértékét a hajtásban lévő kórokozók koncentrációja befolyásolja. A levelek sodródásával korlátozódik a napsugaraknak közvetlen kitett, megfelelő fotoszintézisre képes hajtásonkénti levélfelület. A méréseink során a tünetes levelek felülete 31 %-al csökkent a sodródás miatt. A nagyobb fényintenzitás fokozza a fotoszintézist, amely során 80 %-ban cukrok és 20 %-ban szerves savak illetve aminosavak keletkeznek. Ez az arány az árnyékban lévő leveleknél eltolódik a savak irányába. Továbbá napfényben inkább borkósav, míg árnyékban inkább almasav keletkezik (Kozma, 2000). A levelek, míg el nem érik teljes méretük 30 %-át a szerves anyagokat csak importálják, ezt követően termelnek annyit, hogy egyéb szerveket is tápláljanak. Méréseink alapján a tünetes-kiterített és az egészséges levelek felülete között különbség nem volt tapasztalható. Így feltételezhető, hogy a 12. levélemeleten (ahonnan a mintát vettük) elhelyezkedő levelek felületnagyságára nem volt hatással a fertőzés. Valószínűleg a kórokozó ekkor még nem volt jelen olyan koncentrációban, hogy a fiatal levelek növekedését károsítsa.

A BN betegség generatív teljesítményre kifejtett hatásairól Zahavi és munkatársai (2013) számoltak be Chardonnay és Cabernet sauvignon fajtákon. A méréseik során mindekét fajta esetében a növekedési teljesítményben 10-40 %, termésmennyiségben több mint 60 %-os

termésvesztéséről számoltak be. A generatív teljesítmény jellemzésének egyik módja a pártasapkák és az abból kötődött bogyók számának meghatározása. Amely vizsgálat során a fertőzött és az egészséges növények virágzatai között számottevő különbséget nem tudtunk megállapítani. Ezzel szemben a további generatív jellemzőkben a tünetmentes tőkék terméséhez képest a fertőzött tőkék tőkénkénti termésmennyisége, fürt átlagtömege, tőkénkénti fürtszáma és 100 bogyótömege jelentős csökkenést mutatott. A fertőzött és az egészséges növények átlagos hozama közötti különbség 1,9 kg, ami 70%-os termés csökkenést jelentett a 2014-es évjáratban. Ezek az eredmények teljes mértékben összhangban vannak a 2012-ben és 2013-ban mért adatokkal (Ember *et al.*, 2014).

A 2013 és 2014 évek időjárása jelentős különbségeket mutatott, amely hatással volt a termés minőségi paramétereire és a szüreti időpontokra is. 2013-as év jó időjárásának köszönhetően a kísérleti tételeket technológiai érettségben szüreteltük. A 2013-as évjáratban a fertőzés hatásai mérhetőek voltak a must és boranalitikai vizsgálatok során, illetve kifejezettebben jelentkeztek az érzékszervi bírálaton is. A 2014-ben az erősen csapadékos időjárás miatt a szőlőt korán, magas sav- és alacsony cukortartalomnál szüreteltük, tartva a nagyobb mértékű termésrothadástól. A 2014-es évjárat borai még nem készültek el, ezért az eredmények megvitatásában 2013-as évjáratra összpontosítunk.

A fertőzött tőkék csökkent fotoszintézise és az asszimiláták vontatott vándorlása miatt a válogatott-fertőzött fürtök mustja cukortartalmában 48 g/l-el elmaradt a tünetmentes fürtök mustjaitól. A bogyók szerves savtartalma a bogyónövekedése során dinamikusan változik. A borkósav és az almasav adja a bogyó savtartalmának 90 %-át. E két sav bioszintézisének helye (bogyó, levél) vitatott. A borkósav koncentrációjának növekedése erős összefüggésben van a vegetatív növekedéssel. Képződése a fiatal levelekben és fürtökben intenzív, zsendüléstől a szőlőéréséig a bogyók borkósav tartalma nem változik, a koncentráció csökkenés normál esetben a bogyóméret növekedéséből adódik (Deloire, 2010). Az almasav felhalmozódása szintén a vegetatív növekedés során fokozott, bogyónkénti mennyisége az érés során csökken. Az almasav csökkenése elsősorban az érés során a bogyólégzésből, kisebb mértékben pedig a bogyónövekedésből adódik (Deloire, 2010). Vizsgálataink során a fertőzött és válogatott-fertőzött fürtök titrálható savtartalma szignifikánsan magasabb volt, mint a tünetmentes fürtöké. A fertőzött növények 100 bogyótömege 27 %-al volt kevesebb a tünetmentesétől. A fent leírtak alapján a bogyóméter csökkenése magyarázhatja a fertőzött fürtökben a magasabb savkoncentrációt.

A bor- és mustanalitika fő paraméterei egybevágnak egymással. A mustból származó cukrok erjedése után keletkező alkoholtartalom tükrözi a fertőzésnek betudható kevesebb

cukortartalmat. Azaz a kevesebb cukorból, kevesebb alkohol keletkezett. A borok 5 g/l cukor alá, szárazra kiejedtek, bár a fertőzött és válogatott-fertőzött borok erjedése vontatottabban volt. A bor titrálható savtartalma a musthoz képest az erjedés során természetesen csökkent. Ennek ellenére a fertőzött tételek, különösen a válogatott-fertőzött tétel még így is jóval magasabb savtartalommal bírt a tünetmentes tőkék borainál. A szerves savak megoszlásában nem találtunk különbséget fertőzött és tünetmentes borok között. Érdekességgé említanénk, hogy a kontroll minta almasav:borkősav aránya megfordult, az almasav javára. A fertőzött boroknak magasabb volt az extrakttartalma, polifenoltartalma és az ezzel összefüggő abszorbanciája. Ezek növekedése a fertőzött fürtök fonnyadásával, száradásával magyarázható, a fürt vízvesztése miatt a beltartalmi anyagok koncentrálnak. A 420 nm-en vizsgált abszorbancia a fertőzött boroknál magasabb értéket adott a tünetmenteshez képest. A barna színváltozás polifenoloknak, illetve egyéb fenolos vegyületek oxidációjának köszönhető. A fertőzött és válogatott-fertőzött borok szín mélyülésének mértéke a kénezés hatására sem csökkent, illetve nem javult.

A borok érzékszervi vizsgálata során tapasztaltak összhangban voltak a bor analitikai méréseivel. A bírálat során szemmel látható volt a fertőzött borok mélyebb, 'pink'-es színtónusa. Az utóbbi évjáratokban, Balaton környékéről származó fehérborok pinkesedéséről számoltak be (Kállay és Kerényi, 2011). Amit a kávéssavak oxidációja során keletkező vegyület és a katechin reakciója okoz (Lutter *et al*, 2007). A fertőzött borok illatukban visszafogottak voltak. Az illat visszafogottsága tükröződik a bor ízében is. Egy kemény savtartalmú, vékony testű, olykor keserű ízhatású bor származik a fertőzött tőkék terméséből. A keserűség szintén a fenolos vegyületekből származtatható, a magasabb savérzet pedig az aromaszegénység és a teltség hiánya miatt tette a bort diszharmonikussá. A tünetmentes borok íze a fertőzöthöz képest jóval összetettebb volt. Színe világosabb, tetszetősebb. Illatában és ízében citrusos jegyek voltak felfedezhetők. A mérsékelt savérzet és a teltség összhangban volt egymással, így fogyasztóbarátabbá tette azt. A kontroll bor a bírálaton a tünetmentes tételekhez tendált. A válogatott-fertőzött bor már-már ihatatlan kategóriába volt sorolható a kimagasló keserűsége miatt. Fontos megemlíteni, hogy a borok minőségét a szőlő minősége határozza meg. Tehát, az érzékszervi vizsgálat során, a fertőzött tételeknél tapasztalt negatív fogyasztói megítélés és a borokban felfedezhető hibák a gyenge minőségű szőlőnek köszönhető.

Összegzésként elmondhatjuk, hogy a Bois noir betegség az Egri borvidéken, Chardonnay fajtán előidézett tünetegyüttese jelentős romlást idéz elő a szőlőtőkék kondíciójában. A beteg növények vegetatív és generatív teljesítménye visszaesik, amelynek mértékét vizsgálataink

során meghatároztuk. A termés mennyiségi csökkenése mellett a szőlő és az abból készült bor beltartalmi értékeinek negatív változását mérési adatokkal alátámasztottuk. A munkánk során elvégzett szőlészeti és alapanalitikai mérések eredményeiből levont következtetések jó alapot képezhetnek a fertőzés pontos hatásainak feltárásához.

7. Összefoglalás

Dolgozatomban leírt kísérleteket két éven át 2013-ban és 2014-ben végeztük Egerben. A KRF Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet területén található '*Candidatus* Phytoplasma solani'-val fertőzött Chardonnay ültetvény. A '*Ca. P. solani*' okozza a Fekete vesszőjűségnek (Bois noir – BN) nevezett betegséget.

Kísérleteim során számszerűsítettük a BN betegség hatását a vegetatív és generatív növényi részekben. Továbbá analitikai és érzékszervi módszerrel jellemeztük a fertőzött és tünetmentes növények terméséből nyert mustok és az abból készült borok közötti különbséget.

A tőke vegetatív részeinek vizsgálata során mértük a vesszők beérésének és a tél során bekövetkező elfagyásnak mértékét, illetve a levelek betegségre adott morfológiai változásait. Megállapítottuk, hogy a tüneteket (levélsodródás és sárgulás, egyenetlen vesszőbeérés, fürtszáradás) mutató tőkék vesszőin nagymértékű elfagyás történt. A 2013-as évjáratban, a fertőzött tőkék összes vesszőjének közel 35 %-a, 2014-ben pedig több mint 45 %-a fagyott el. A levelek vizsgálatánál eredményeink által is igazolódott az ott megtermelt fotoszintetikus termékek elszállítódásának gátlása (Musetti, 2010; Santi *et al.*, 2013). Mértük a levelek friss és száraz tömegét, amely során az egészségeshez képest, a fertőzött levelek magasabb friss és száraz tömeg alakulását állapítottuk meg. Továbbá vizsgáltuk a fitoplazma fertőzés egyik legtipikusabb tünetének, a levél háromszög alakú sodródásának mértékét. A sodródott levél felülete a sodródott levél kiterített formájához és az egészséges levélhez képest a két év átlagában 29 %-al csökkent.

A generatív részek felvételezésénél a kötődés mértékének vizsgálatához a pártasapkák és a szüretkori bogyók száma került meghatározásra. Ennél a mérésnél a fertőzött és tünetmentes tőkék között szignifikáns különbséget nem találtunk, viszont az évjárathatás szembetűnő volt. A termés mennyiségi változásainak számszerűsítéséhez mértünk fürtátlagtömeget, 100 bogyótömeget, átlag fürtszámot és tőkénkénti fürt össztömeget fertőzött és tünetmentes tőkéken. Fertőzött tőkék termése szignifikánsan alacsonyabb volt a tünetmentesekhez képest tőkénkénti fürtössztömegben 70 %-os, fürtszámban 50 %-os csökkenést tapasztaltunk.

A kis tételű, kísérleti borok készítéséhez a fertőzött és tünetmentes tőkék termése a KRF SZBKI munkatársai által került feldolgozásra. A must- és boranalitikai eredmények egymáshoz hasonló tendenciát mutattak. A mikrovinifikációhoz felhasznált, fertőzött egyedek termése magasabb titrálható savtartalmat mutatott, illetve számottevő volt a fertőzött tételek csökkent cukortartalma a tünetmentesekhez képest. A borok érzékszervi vizsgálata során érzékelhető volt a fertőzött borok 'pink'-be átforduló színváltozása. Ízükből tapasztalható volt a magasabb sav és keserű ízérzet a tünetmentes borokhoz képest, továbbá gyümölcsösségben is elmaradtak azoktól.

A két év méréseit összegezve elmondhatjuk, hogy a BN betegség szőlőnövényen okozott elváltozásai megnehezítik a fertőzött ültetvény fenntartását. Problémát okoz az évről-évre megismétlődő metszésnél, valamint a termés mennyiséget, minőséget és az abból készült bor érzékszervi megítélését is negatívan befolyásolja.

A Flavescence dorée, 2013-as magyarországi megjelenésével még nagyobb figyelem irányult a fitoplazmás megbetegedésekre, így a Bois noir betegségre is. Jelenleg is folynak kísérletek a BN fertőzött ültetvények vegyszeres kezelésére, biztató eredményekkel, de napjainkban csak a betegség megelőzésével lehet kártételét elfogadható szintre csökkenteni. Ezért kiemelten fontos a patogénmentes szaporítóanyag használata, ami kezdeti védelmet biztosít az ültetvényekben, továbbá azok gyommentesen tartása megelőzheti a későbbi befertőződést.

8. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani Prof. Bisztray György Dénesnek, a Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Szőlészeti Tanszékének vezetőjének, hogy biztosította a kísérleteimhez szükséges feltételeket. Konzulenseimnek, Ember Ibolyának és Dr. Bodor Péternek, akik segítettek a kísérletek beállításában, elvégzésében és a dolgozatom elkészítése során hasznos tanácsokkal láttak el. Köszönettel tartozom a Szőlészeti és a Borászati Tanszék munkatársainak a mintákon elvégzett laboratóriumi vizsgálatokért és az érzékszervi bírálaton nyújtott segítségükért. Továbbá meg szeretném köszönni Dr. Zsófi Zsoltának, a KRF Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetének igazgatójának, illetve munkatársainak, hogy segítségünkre voltak a szüret lebonyolításában és a borok elkészítésében.

9. Irodalomjegyzék

- ALMA, A., ARNO, C., ARZONE, A., VIDANO, C. (1987): New biological reports on auchenorrhyncha in vineyards. Proceedings of the 6th Auchenorrhyncha Meeting. 7-11. September. 1987. Torino, Italy. p. 509-516.
- BELLI, G., BIANCO, P., CONTI, M. (2010): Grapevine yellows in Italy: past, present and future. Journal of Plant Pathology. 92. (2): 303-326.
- BELLOMO, C., CARRARO, L., ERMACORA, P., PAVAN, F., OSLER, R., FRAUSIN, C. GOVERNATORI, G. (2007): Recovery phenomena in grapevines affected by grapevine yellows in Friuli Venezia Giulia. Bulletin of Insectology. 60, 235-236.
- BÉNYEI, F. ÉS LŐRINCZ, A. (2005): Borszőlőfajták, csemegeszőlő-fajták és alanyok, Fajtaismeret-és használat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- BÉNYEI, F., LŐRINCZ, A., SZ. NAGY, L. (1999): Szőlőtermesztés. Budapest, Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- BERTAMINI, M., NEDUNCHEZHIAN, F., TOMASI, F., GRANDO, S. (2002): Phytoplasma [Stolbur-subgroup (Bois Noir-BN)] infection inhibits photosynthetic pigments, ribulose -1.5-bisphosphate carboxylase and photosynthetic activities in field grown grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay) leaves. Physiological and Molecular Plant Pathology. 61, 357-366. doi: 10.1006/pmpp.2003.0449.
- BORGIO M. AND ANGELINI, E. (2002): Diffusion of grapevine Flavescence dorée in Italy and influence of varieties, agronomic techniques and propagation material. Proceedings Giornate Fitopatologiche. 1, 35-49.
- BRESSAN, A., TURATA, R., MAIXNER, M., SPIAZZI, S., BOUDON.PADIEU, E., GIROLAMI, V. (2007): Vector activity of *Hyalesthes obsoletus* living on nettles and transmitting a stolbur phytoplasma to grapevines: a case study. Annals of Applied Biology. 150. (3): 331-339.
- CAUDWELL, A. (1961): Etude sur la maladie du Bois noir de la vigne: ses rapports avec la Flavescence dorée. Annales Epiphyties. 12. (3): 241-262.
- CHOI, Y. H.; TAPIAS, E. C.; KIM, H. K.; LEFEBER, A. W. M.; ERKELENS, C.; VERHOEVEN, J. T. J.; BRZIN, J.; ZEL, J.; VERPOORTE, R. (2004): Metabolic discrimination of *Catharanthus roseus* leaves infected by phytoplasma using ¹H NMR spectroscopy and multivariate data analysis. Plant Physiology. 135. 2398-2410.

- CHRISTENSEN, N. M., AXELSEN, K. B., NICOLAISEN, M., SCHULZ, A. (2005): Phytoplasmas and their interaction with hosts. Trends in Plant Science. 10. 526-535.
- COUSIN, M. T. AND BOUDON-PADIEU, E. (2002): Phytoplasmas et phytoplasmoses: vecteurs, methods de lutte et theme de recherch . Cahier d'Etudes et de Recherche Francophones. 11, 115-126.
- CVRKOVIĆ, T., JOVIĆ, J., MITROVIĆ, M., KRSTIĆ, O., TOŠEVSKI, I. (2013): Experimental and molecular evidence of *Reptalus panzeri* as a natural vector of bois noir. Plant pathology. 63. (1): 42-53.
- CSEPREGI, P. ÉS ZILAI, J. (1955): Sz l fajt ink, Ampelogr fia. Mez gazda Kiadó. Budapest.
- CSEPREGI, P. ÉS ZILAI, J. (1988): Sz l fajta ismeret  s haszn lat. Budapest, Mez gazda Kiadó. Budapest.
- DAIRE, X., CLAIR, D., LAURRUE, J., BOUDON-PADIEU, E., ALMA, A., ARZONE, A., CARRARO, L., OSLER, R., REFATTI, E., GRANATA, G., CREDI, R., TANNE, E., PEARSON, R., CAUDWELL, A. (1993): Occurence of diverse MLO sin tissues of grapevine affected by grapevine yellows in different countries. Vitis. 32, 247-248.
- DELOIRE, A. (2010): Grapevine berry morphology and composition: A review. Wineland Magazine, Technical Year Book, 12/2010:104-119.
- DOUGLAS, S. M. (1993): Cytology, histology and histochemistry of MLO infection in tree fruits. 253-279. p. In: A.R. Biggs (ed): Handbook of Cytology, Histology and Histochemistry of Fruit Tree Diseases, CRC Press, Florida.
- EMBER, I., BODOR, P., P JER, E., B L , B., ZS FI, ZS., FAZEKAS, I., PALKOVICS, L., HUNTER, K., BISZTRAY, GY. D. (2014): A fitoplazma ('*Candidatus* Phytoplasma solani') okozta Sz l s rgas g betegség hatása a *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay generatív teljes tm ny re. Kertgazdas g, 46. (4): 17-26.
- EPERJESI, I., KÁLLAY, M., MAGYAR, I. (1998): Bor szat. 4. kiad s, Mez gazda Kiadó. Budapest.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION PHYTOSANITARY TREATMENTS PM 10/18(1) (2012): Hot water treatment of grapevine to control Grapevine flavescence dore  phytoplasma Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 42. (3): 490-492.
- FLORANCE, E. R. AND CAMERON, H. R. (1978): Three dimensional structure and morphology of mycoplasma-like bodies associated with albino disease of *Prunus avium*. Phytopathology. 68, 75-80.

- FOS, A., DANET, J. L., ZREIK, L., GARNIER, M., BOVE J. M. (1992): Use of monoclonal antibody to detect the stolbur mycoplasma like organism in plants and insects and to indentify a vektor in France. *Plant Disease*. 76. (11): 1092-1096.
- GUTHRIE, J. N., WALSH, K. B., SCOTT, P. T., RASMUSSEN, T. S. (2001): The phytopathology of Australian papaya dieback: a proposed role for the phytoplasma. *Physiology and Molecular Plant Pathology*. 58, 23-30.
- HOGENHOUT, S. A., OSHIMA, K., AMMAR, E.-D., KAKIZAWA, S., KINGDOM, H. N., NAMBA, S. (2008): Phytoplasmas: bacteria that manipulate plants and insects. *Molecular Plant Pathology*. 9. (4): 403-423.
- HREN, M.; NIKOLIC, P.; ROTTER, A.; BLEJEC, A.; TERRIER, N.; RAVNIKAR, M.; DERMASTIA, M.; GRUDEN, K. (2009): Bois noir phytoplasma induces significant reprogramming of the leaf transcriptome in the field grown grapevine. *BMC Genomics*, 10, 460.
- IBM SPSS Statistics 20 verzió (USA), <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss>
- INTERNATIONAL COMMITTEE ON SYSTEMATIC BACTERIOLOGY; SUBCOMMITTEE ON THE TAXONOMY OF MOLICUTES. (1993): Minutes of the Interim Meetings. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 43. (2): 394-397.
- KÁLLAY, M., (2010): Borászati kémia, Borászat 2., Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- KÁLLAY, M. ÉS KERÉNYI, Z. (2011): Borok kis koncentrációjú szerves savai. *Magyar kémikusok lapja*, LXVI (11): 338-341
- KOZMA, P., (2000): A szőlő és termesztése I., A szőlőtermesztés történeti, biológiai és ökológiai alapjai. 2., átdolgozott kiadás. Akadémia Kiadó. Budapest.
- KÖLBER, M., TÓKÉS, G., LÁZÁR, J., SZENDREY, LNÉ. (1998): Új betegség a szőlőn, Magyarországon: a fitoplazma okozta szőlő sárgaság. *Gyakorlati agrofórum*. 9. (1): 19-22.
- KRISTON, É., KRIZBAI, L., SZABÓ, G., BUJDOSÓ, B., OROSZ, SZ., DANCSEHÁZY, ZS., SZŐNYEGI, S., MELIKA, G. (2013): A szőlő aranyszínű sárgaság (Grapevine Flavescence dorée FD) megjelenése Magyarországon. *Növényvédelem*. 49. (10): 433-438.
- KUSKE, C. R. AND KIRKPATRICK, B. C. (1992): Phylogenetic relationships between the western aster yellows a mycoplasma-like organism and other prokaryotes established by 16S rRNA gene sequence. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 42, 226-233.
- KUZMANOVIC, S., MARTINI, M., ERMACORA, P., FERRINI, F., STAROVIC, M., TOSIC, M., CARRARO, L., OSLER, R. (2008): Incidence and molecular characterization of Flavescence dorée and stolbur phytoplasmas in grapevine cultivars from different viticultural areas of Serbia. *Vitis*. 47, 105-111.

- LANGER, M. AND MAIXNER, M. (2004): Molecular characterisation of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolbur-group based on RFLP-analysis of non-ribosomal DNA. *Vitis*. 43, 191-200.
- LEE, I-M., GUNDERSEN-RINDAL, D. E., DAVIS, R. E., BARTOSZYK, I. M. (1998): Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Bacteriology*, 48. (4): 1153-1169.
- LEPKA, P., STITT, M., MOLL, E., SEEMÜLLER, E. (1999): Effect of phytoplasma infection on concentration and translocation of carbohydrates and amino acids in periwinkle and tobacco. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 55, 59-68.
- LUTTER, M., CLARK, A. C., PRENZLER, P. D., SCOLLARY, G. R., (2007) Oxidation of caffeic acid in a wine-like medium: Production of dihydroxybenzaldehyde and its subsequent reactions with (+)-catechin. *Food Chemistry*. 105, 968–975.
- MAIXNER, M. (1994): Transmission of German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) by the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (*Auchenorrhyncha: Cixiidae*). *Vitis*, 33, 103-104.
- MAIXNER, M. (2006): Temporal behaviour of grapevines infected by type II of Vergilbungskrankheit (Bois noir). Extended Abstracts 15th Meeting of ICVG, Stellenbosch, South Africa, 223-224.
- MAIXNER, M. (2011): Recent advances in Bois noir research. 2nd BN Workshop Abstract book, 2011. Castelbrando, Italy. pp. 17-32.
- MAIXNER, M. AND REINERT, W. (1997): Spatio-temporal analysis of the distribution of grapevine yellows in Germany. Extended abstracts 12th Meeting ICVG, Lisbon, Portugal, pp. 75-76.
- MAIXNER, M., AHRENS, U., SEEMÜLLER, E. (1995): Detection of the German grapevine yellows (Vergilbungskrankheit) MLO in grapevine, alternative hosts and vector by a specific PCR procedure. *European Journal of Plant Pathology*. 101. (3): 241-250.
- MARCONE, C., NEIMARK, H., RAGOZZINO, A., LAUER, U., SEEMÜLLER, E. (1999): Chromosome sizes of phytoplasmas composing major phylogenetic groups and subgroups. *Phytopathology*. 89. (9): 805-810.
- MAUST, B.E., ESPADAS, F., TALAVERA, C., AGUILAR, M., SANTAMARÍA, J.M., OROPEZA, C. (2003): Changes in carbohydrate metabolism in coconut palms infected with the lethal yellowing phytoplasma. *Phytopathology*. 93, 976-981.
- MCCOY, R. E. (1979): Mycoplasmas and Yellows Disease, *The Mycoplasmas*, Vol. 3. Academic Press, New York, 229.

- MORONE, C., BOVERI, M., GIOSU, S., GOTTA, P., ROSSI, V., SCAPIN, I., MARZACH, C. (2007): Epidemiology of Flavescence Dorée in vineyards in Northwestern Italy. *Phytopathology*. 97, 1422-1427.
- MUSETTI, R. (2010): Biochemical Changes in Plants Infected by Phytoplasmas. In: Weintraub, P. and Jones, P. (eds) *Phytoplasmas* CABI International, MPG Books group, UK pp. 132-148.
- MUSETTI, R., DE MARCO, F., FARHAN, H., POLIZZOTTO, R., SANTI, S., ERMACORA, P. OSLER, R. (2011): Phloem-specific protein expression patterns in apple and grapevine during phytoplasma infection and recovery. *Bulletin of Insectology* 64 (Supplement), S211-S212.
- OSLER, R., CARRARO, L., LOI, N., REFATTI, E. (1993): Symptom expression and disease occurrence of a yellows disease of grapevine in northeastern Italy. *Plant Disease*. 77, 496-498.
- PLOAIE, P. G. (1973): Rickettsia-like bodies associated with plant cells. *Revue Roumaine de Virologie*. 10, 319-320.
- QUAGLINO, F., ZHAO, Y., CASATI, P., BULGARI, D., BIANCO, P. A., WEI, W., DAVIS R. E. (2013): '*Candidatus* Phytoplasma solani', a novel taxon associated with stolbur- and bois noir- related diseases of plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 63. (8): 2879-2894.
- REINERT, W. AND MAIXNER, M., (1998): Hot water treatment as a curative measure for phytoplasma-infected propagation material (in German). *Viticultural and Enological Sciences*. 53, 107-113.
- ROMANAZZI, G. AND MUROLO, S. (2008): Partial uprooting and pulling to induce recovery in Bois noir infected grapevines. *Journal of Phytopathology*. 156, 47-750.
- ROMANAZZI, G., MUROLO, S., FELIZIANI, E. (2013): Effects of an Innovative Strategy to Contain Grapevine Bois Noir: Field Treatment with Resistance Inducers. *Phytopathology*. 103. (8): 785-791.
- SANTI, S., DE MARCO, F., POLIZZOTTO, R., GRISAN, S., MUSETTI, R. (2013): Recovery from stolbur disease in grapevine involves changes in sugar transport and metabolism. *Frontiers in Plant Science*. 4, 171.
- SCHLAG, M.G. AND GAL, M. (1996): The nacreous sieve-element wall in healthy and in MLO-infected apple trees. *Journal of Plant Science*. 157, 80-91.

- SEARS, B. B. AND KLOMPARENS, K. L. (1989): Leaf tip cultures of the evening primrose allow stable, aseptic culture of mycoplasma-like organism. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 11, 343-348.
- SFORZA, R., BOURGOIN, T., WILSON, S. W., BOUDON-PADIEU, E. (1999): Field observations, laboratory rearing and descriptions of immatures of the planthopper *Hyalesthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae). *European Journal of Entomology*. 96. (4): 409-418.
- SFORZA, R., CLAIR, D., DAIRE, X., LARRUE, J., BOUDON-PADIEU, E. (1998): The role of *Hyalesthes obsoletus* (Hemiptera: Cixiidae) in the occurrence of bois noir of grapevine in France. *Journal of Phytopathology*. 101. (11-12): 549-556.
- STARK-URNAU, M. AND KAST, W. (2008): Schwarzholzproblematik: Maßnahmen und Risiken. *Der Deutsche Weinbau*. 15, 22-23.
- SUGIO, A. AND HOGENHOUT, S. A. (2012) The genome biology of phytoplasma: modulators of plants and insects. *Current Opinion in Microbiology*. 15, 247-254.
- SZENDREY, LÉNÉ, R. DAVIS, KÖLBER, M., LÁZÁR, J., TÓKÉS, G., ELEKES, A., KRIZBAI, L. (1997): Fitoplazma fertőzés okozta szőlő sárgaság (Grapevine yellows) Magyarországon. *Növényvédelmi Tudományos Napok '97'*, Budapest. 29.
- SZIRMAI, J. (1956): Új vírusbetegség hazánkban. *Agrártudomány*. 8, 351-353.
- VICZIÁN, O., SÜLE, S., GÁBORJÁNYI, R. (1998): A sztolbur fitoplazma természetes gazdanövényei Magyarországon. *Növényvédelem*. 34. (11): 617-620.
- WATERS, H. AND HUNT, P. (1980): The in vivo three-dimensional form of a plant mycoplasma-like organism by the analysis of serial ultrathin sections. *Journal of Genetics and Microbiology*. 116, 111.
- WEINTRAUB, P.G., BEANLAND, L. (2006): Insect vectors of phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*. 51. (1): 91-111.
- ZAHAVI, T., SHARON, R., SAPIR, G., MAWASSI, M., DAFNY-YELIN, M., NAOR, V. (2013): The long-term effect of Stolbur phytoplasma on grapevines in the Golan Heights. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 19, 277-284.