



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

**A SZŐLŐ LISZTHARMATBETEGSÉGÉT OKOZÓ
ERYSIPHE NECATOR SCHWEIN. IVAROS
TERMŐTESTEINEK JÁRVÁNYTANI SZEREPE**

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

HOFFMANN PÉTER

GÖDÖLLŐ

2013

Doktori iskola: Növénytudományi Doktori Iskola

Tudományág: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

Vezető: Dr. Helyes Lajos egyetemi tanár
intézetigazgató, az MTA doktora
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Kertészeti Technológiai Intézet

Témavezetők: Dr. Virányi Ferenc egyetemi tanár, az MTA doktora
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Növényvédelmi Intézet

Dr. Füzi István, PhD
fejlesztőmérnök
BASF Hungária Kft.

.....

Dr. Virányi Ferenc
témavezető

.....

Dr. Füzi István
témavezető

.....

Dr. Helyes Lajos
iskolavezető

A MUNKA ELŐZMÉNYEI, KITŪZOTT CÉLOK

Világviszonylatban a szőlő egyik legjelentősebb betegsége a lisztharmat. Magyarországon átlagosan minden második évjáratban számolnunk kell azzal, hogy a betegség járványos méreteket ölt. Annak ellenére, hogy a szőlőlisztharmat leküzdésére teljes növényvédelmi technológiák, többek között hatékony fungicidok állnak rendelkezésre, az ellene való eredményes védekezés számos esetben kudarcba fullad. A sikertelenség mögött minden bizonnyal olyan hiányosságok húzódnak meg, amelyek leküzdésére, úgy tűnik, szükség van újabb és újabb kutatómunkák keretében az *Erysiphe necator* Schwein. biológiájának további tanulmányozására.

Nem véletlen, hogy a lisztharmatgombával kapcsolatosan az elmúlt huszonöt esztendő során nemzetközi és hazai viszonylatban egyaránt számos új ismeret látott napvilágot. Miután PEARSON és GADOURY (1987) elsőként igazolták, hogy tavasszal a kazmotéciumokból kiszabaduló aszkospórák képesek a szőlőt megfertőzni, legfőképpen az ivaros alak tanulmányozása került előtérbe. Ezt követően világszerte számos szőlőtermesztő vidéken tisztázódtak az ivaros és ivartalan áttelelő alak dominanciaviszonyai (GADOURY és PEARSON 1988, STAPLETON *et al.* 1988, MAGAREY *et al.* 1994, CORTESI *et al.* 1997, STEINKELLNER 1998, STEINKELLNER és REDL 1998, GROVE *et al.* 1999, JAILLOUX *et al.* 1999, HALLEEN és HOLZ 2000, YPEMA és GUBLER 2000, RÜGNER *et al.* 2002, GROVE 2004, MILADINOVIC *et al.* 2007).

Hazánkban, e tekintetben FÜZI (1999a, 1999b) dél-dunántúli szőlőültetvényekben, DULA és SCHMIDT (2001) országosan végeztek felméréseket, és megállapították, hogy a lisztharmatgomba elsődlegesen ivaros formában marad fenn, az ivartalan alak áttelelése pedig sporadikus. Mindeközben több tanulmány egybehangzóan alátámasztotta, hogy az ivaros termőtestekből kiszóródó aszkospóráknak tavasszal a fertőzés elindításában, majd pedig a fűrtkár kialakulásában is döntő szerepe van (GADOURY *et al.* 1994, FÜZI 1999b, MAGAREY *et al.* 2000, MOYER *et al.* 2008).

Füzi István már az 1990-es évek eleje óta folyamatosan vizsgálja az *E. necator* járványdinamikáját befolyásoló környezeti tényezőket, az ivaros áttelelő alak szerepét és a betegség elleni fungicides védekezés lehetőségeit. Kutatásaiba először a diplomadolgozatom elkészítésének keretében kapcsolódhattam be a kétezres évek elején. Mivel az akkori közös munkánk során számos további kérdés fogalmazódott

meg, többek között a kórokozó ivaros áttelelő alakjával kapcsolatosan, elsősorban az ő bátorítására fogtam neki ennek a kutatómunkának.

Az előzmények ismeretében az *E. necator* ivaros úton képződő kazmotéciumait, mint elsődleges inokulumforrást állítottuk vizsgálataink középpontjába, és az alábbi célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

1. Az *E. necator* ivaros áttelelő alakjának széleskörű vizsgálata szabadföldi megfigyelésekkel egymást követő évjáratokban, több borvidékre kiterjedően, különböző termőhelyeken és eltérő szőlőfajtákon.
2. Az aszkospórák fertőzőképességének meghatározása ősszel a képződésük évében, ill. tavasszal a különböző helyzetben való áttelelésüket követően.
3. A lombozat lisztharmat-borítottsága, a leveleken képződött és a kéregrészekre mosódott kazmotéciumok mennyisége, valamint a kazmotéciumokból kiszabaduló aszkospórák okozta tünetek közötti kapcsolat feltárása.
4. A primer fertőzés és a fűtök megbetegedése közötti összefüggés tanulmányozása.
5. Fungicidek hatékonyságának értékelése a fűt- és levéllisztharmat, illetve a kazmotéciumképződés gátlása szempontjából, továbbá a fungicides védekezés és a következő évi indulófertőzés közötti kapcsolat vizsgálata.
6. Laboratóriumi módszer kidolgozása a szőlőtőke kéregfelületén telelő ivaros termőtestek mennyiségének felmérésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

SZABADFÖLDI KÍSÉRLETEK

A KISPARCELLÁS KÍSÉRLETI HELYEK JELLEMZŐI ÉS A KÍSÉRLETI KÖRÜLMÉNYEK

Szabadföldi kisparcellás kísérleteinket a Szekszárdi borvidéken állítottuk be. 2005-ben Görögszóban egy 1,4 ha-os Nosztori rizling fajtájú ültetvényben, 2006-ban, 2007-ben és 2008-ban pedig a Szekszárd közelében fekvő Faluhely dűlőben egy Kékfrankosban (0,2 ha) végeztük kísérleteinket.

2005-ben Görögszóban egy háromismétléses, kilenc kezeléssel álló kisparcellás kísérletet állítottunk be (27 parcella). Hasonló elvek alapján, Faluhelyen 2006-ban egy háromismétléses tízkezeléses (30 parcella), 2007-ben egy háromismétléses tizenegy kezeléssel álló (33 parcella), 2008-ban pedig egy négyismétléses tízkezeléses kísérletet (40 parcella) jelöltünk ki. Mind a négy kísérlet mintegy 1 000 m² nagyságú területre terjedt ki, egy-egy parcella átlagosan 15 tőkéből állt.

A kísérletekben az egyik kezelést a lisztharmat szempontjából az egész vegetáció során védelem nélkül hagytuk. A többi parcellákban kezelésként 3 illetve 4 ismétlésben különböző lisztharmat elleni gombaölő szerrel fűrt- és lombvédelemre irányuló sorozatpermetezést alkalmaztunk, illetve meghatározott permetezési program szerint használtuk a készítményeket. A virágzás kezdetétől a zsendülés kezdetéig 2005-ben hat, 2006-ban és 2007-ben öt, 2008-ban pedig hét alkalommal permeteztünk. A készítményeket motoros háti permetezővel, 500 l/ha lémenyiséggel juttattuk ki.

A NAGYPARCELLÁS KÍSÉRLETI HELYEK JELLEMZŐI ÉS A KÍSÉRLETI KÖRÜLMÉNYEK

2004-ben és 2005-ben a Szekszárdi, a Mecsekaljai, a Kunsági és az Egri borvidéken, míg 2006-ban a Szekszárdi és a Mecsekaljai borvidéken állítottunk be szabadföldi nagyparcellás kísérleteket. A 0,1-1,5 hektáros mintateret egységes permetezését előre meghatározott védekezési program szerint a tulajdonosok végezték. A lisztharmat természetes felszaporodásának tanulmányozása céljából a kísérletekben fajtánként 20-50 tőkét jelöltünk ki kezeletlen parcellának. A 3 év során összességében 9 eltérő szőlőfajtában állítottunk be kezelt és kezeletlen mintatereteket.

A kisparcellás kísérletekben a szőlő 4-6 leveles állapotától kezdve feljegyeztük az első lisztharmattünetek megjelenésének időpontját, továbbá meghatároztuk, hogy azok ivaros úton képződött aszkospórák fertőzéséből erednek, vagy pedig micéliumos rügyfertőzés útján jöttek létre. Ezt követően folyamatosan nyomon követtük a lisztharmatfertőzés alakulását permetezetlen és permetezett körülmények között egyaránt. Októberben mintaterenként 30-30 levelet gyűjtöttünk be, színükön meghatároztuk a lisztharmat-borítottságot, a leveleket borítottsági kategóriákba rendeztük. A borítottsági kategóriák figyelembevételével a mintánkénti 30 levélből 15 levelet választottunk ki, amelyeket további feldolgozásig 5-10 °C-on tároltunk.

2008 tavaszán Faluhelyen tüzetesen átvizsgáltuk a 2007-ben beállított kísérlet parcelláit, és az indulófertőzés meghatározása céljából, még az első üzemi permetezés előtt felmértük a levelek fonákján és a bimbós fürtökön a lisztharmat-borítottság mértékét és gyakoriságát. 2009-ben az előző évben beállított kísérlet parcelláiban a tőkerészekhez közel eső fiatal levelek bevonásával ugyanilyen felmérést végeztünk.

A nagyparcellás kísérletekben, szintén a szőlő 4-6 leveles állapotától, rendszeres időközönként vizsgáltuk az ültetvényeket. A felvételezések során mintaterenként 500 levelet vizsgáltunk át, feljegyeztük az első lisztharmattünetek megjelenésének időpontját, és meghatároztuk, hogy a tünetek aszkospórák vagy micéliumos fertőzésből erednek-e. Ezt követően nyomon követtük a lisztharmatfertőzés folyamatát a permetezett és a permetezetlen mintatereken. Októberben parcellánként 50-50 db levelet gyűjtöttünk be, és mesterséges megvilágítás mellett értékeltük a levelek színén kialakult fertőzöttség mértékét. A levélmintákból csökkentett elemszámú (25 db) mintákat képeztünk, amelyeket további feldolgozásig 5-10 °C-on tároltunk.

LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

A SZŐLŐ LOMBOZATÁN KÉPZŐDÖTT KAZMOTÉCIUMOK MENNYISÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

A szabadföldi kis- és nagyparcellás kísérletekből származó levélminták feldolgozását FÜZI (2003) módszerével végeztem. Minden levélből öt meghatározott helyről 11 mm átmérőjű korongokat metszettem ki. A korongokat sztereomikroszkóp alatt 25-35-szörös nagyítással vizsgáltam. A levélkorongok mindkét oldalán megszámláltam a kazmotéciumokat. Az összes megvizsgált levél adataiból mintánkénti átlagot számoltam. A kapott eredményeket egységnyi levélfelületre (db/cm²) számoltam át.

A KAZMOTÉCIUMOK KINYERÉSE A SZŐLŐTÖKÉK KÉRGÉRŐL SZŰRÉSI ELJÁRÁSSAL

2006 januárjában a 2005-ben beállított görögszói kisparcellás kísérlet minden egyes parcellájából kéregmintát gyűjtöttem, külön a kétéves fás részokról, illetve külön a tőkefejről és a kordonkarokról. 2006 júliusában a mintavételezést megismételtem, de csupán az idős tőkerészekről szedtem kérget. A mintákat a feldolgozásig papírzacskóban, száraz körülmények között, szobahőmérsékleten tároltam.

A laboratóriumi feldolgozás során a légszáraz mintákból analitikai mérlegen 10-10 grammnyi kérget mértem ki. A mintákat egyesével főzőpohárban 150 ml csapvízzel felöntve 8 percre ultrahangos (35 kHz-es frekvencia) vízfürdőre helyeztem. A rázatott szuszpenziót a durva részek eltávolítása céljából 1 500 µm résméretű szitán keresztül 500 ml vízzel Erlenmeyer-lombikba mostam át. A lombik tartalmát 800 µm rácsozású 4 rétegű szűrőn keresztül, további 200 ml víz felhasználásával egy másik Erlenmeyer-lombikba öntöttem. A kapott 850 ml szuszpenziót végül egy 55 µm pórusméretű szűrőn engedtem át. A szűrő felületén található kazmotéciumok mennyiségét sztereomikroszkóp alatt, 40-45X-ös nagyításon határoztam meg. A kapott eredményeket db/10 g mértékegységben fejeztem ki.

2007 januárjában a 2006-ban beállított faluhelyi kisparcellás kísérlet parcelláiból szedtem kéregmintákat. Ezúttal a fiatal fás részokról nem gyűjtöttem, csak a tőkefejéről és a kordonkarokról. A lehántott kéregrészeket papírzacskóba tettem, a mintákat a feldolgozásig száraz helyiségben, szobahőmérsékleten tároltam.

Ezt követően a mintákból kiválasztottam ötöt, melyeket a szűrési módszer pontosítása céljából külön vizsgáltam. Az öt mintából egyenként 10 gramm kéregrészt mértem ki, majd azokat főzőpohárban 150 ml csapvízzel 8 percre ultrahangos vízfürdőre helyeztem (frekvencia 35 kHz). A rázatott mintát a vízzel együtt 1 000 ml-es főzőpohárba öntöttem, majd a rázatott főzőpoharat 3x150 ml vízzel átmostam. A kapott (600 ml) szuszpenziót, tölcserbe helyezett 1 500 µm résméretű szitán át egy nagyobb Erlenmeyer-lombikba öntöttem. A további felesleges törmelékek eltávolítására egy 3 rétegű 800 µm rácsozású szűrőt használtam. Végül egy 55 µm pórusméretű szűrőn szakaszonként engedtem át a szuszpenziót, részmintákat képezve. Az egyes szűrések során az öblítéshez 500-500 ml vizet használtam. A részmintákat sztereomikroszkóp alatt vizsgáltam, az 55 µm pórusméretű szűrőn található kazmotéciumok mennyiségét 40-45X-ös nagyításon határoztam meg. A kinyert kazmotéciumok arányának növelése céljából az első szűrés (1 500 µm-es) során fennakadt kéregrészeket újból vízfürdőre helyeztem, és az eljárást az öt kiválasztott minta esetében a fent leírtak szerint nyolc alkalommal megismételtem. A kapott eredmények alapján a kísérletből származó további 25 kéregmintát csupán a szűrési eljárás háromszori alkalmazásával dolgoztam fel.

2009 januárjában a 2008-ban beállított Kékfrankos fajtájú kisparcellás kísérletből szintügy gyűjtöttem kéregrészeket. A tőkefejeokről és a kordonkarokról származó mintákat teljes egészében már a finomított eljárással (háromszori szűréssel) dolgoztam fel.

MESTERSÉGES FERTŐZÉS ASZKOSPÓRÁKKAL

2004-ben és 2005-ben több nagyparcellás kísérletből eltérő időpontokban gyűjtöttünk be kazmotéciumokat tartalmazó mintákat 8 szőlőfajta és 6 termőhely bevonásával. Elsődleges célunk volt, hogy megvizsgáljuk a termőtestekből kiszabaduló aszkospórák fertőzőképességét laboratóriumi körülmények között.

Elsőként 2004. május 6-án végeztünk mesterséges fertőzést, amelyhez a minták Kecskemétről, Chardonnay fajtából származtak. 2004. február 16-án a tőkék felületéről kéregrészeket gyűjtöttünk, majd május 3-án, a mesterséges fertőzés előtt három nappal, az avarszintből szedtünk előző tenyészidőszakból származó levéltörmelékeket. 2004 őszen különböző termőhelyekről és fajtákból két időszakban szedtünk lisztharmattal fertőzött leveleket a lombfal különböző pontjairól. A szeptember 6-a és 8-a között gyűjtött levelek felhasználásával szeptember 30-án, a szeptember 30-a és október 5-e

között szedett mintákkal pedig október 14-én végeztük el a mesterséges fertőzéseket. Egy évvel később, 2005. szeptember 15-én megismételtük a kísérletet az augusztus 31-e és szeptember 14-e között gyűjtött levélmintákkal.

A 2004 tavaszán végzett fertőzéshez egyrészt az avarszintről származó levéltörmelékekből vágunk ki korongokat, majd a rajtuk lévő termőtestek számát meghatároztuk és azokat szűrőpapírkorongokra rögzítettük, másrészt a kéregrészekről, illetve az avartörmelékről leszedett kazmotéciumokat helyeztük rá közvetlenül a szűrőpapírkorongokra. Az őszi fertőzések során minden esetben a tőkékről szedett levelekből kivágott és a szűrőpapírra rögzített korongokkal dolgoztunk.

Az *in vitro* fertőzésekhez növényházban nevelt szőlődugványok 3-5 cm nagyságú fiatal leveleit használtuk. 2004-ben Leányka, 2005-ben Kékfrankos szőlőfajták levelével dolgoztunk. Műanyag Petri-csészék tetejébe és aljába benzimidazol-tartalmú agar táptalaj került. A Petri-csésze aljába tett táptalajra helyeztük rá az előzőleg kétszer desztillált vízzel és egyszer nátrium-hipokloritos oldattal fertőtlenített fiatal leveleket. A fedélben található táptalajra az izolált kazmotéciumokat illetve levélkorongokat tartalmazó szűrőpapírok kerültek. A lefedett Petri-csészéket szobahőmérsékleten 8-14 napig inkubáltuk, és ezt követően megszámláltuk a leveleken képződött lisztharmattelepeket.

METEOROLÓGIAI MEGFIGYELÉSEK

Az eredmények értékeléséhez a Szekszárdi borvidéken beállított kísérleteknél az egykori Tolna Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat meteorológiai állomásának adatait, a Mecsekaljai, a Kunsági és az Egri borvidéken folytatott kísérletek esetében pedig a helyi kutatóintézetek által rögzített időjárási adatokat használtam.

STATISZTIKAI ELEMZÉS

A többismétléses kisparcellás kísérletekben felvételezett adatok feldolgozását az ARM 8.3.2 statisztikai programcsomaggal végeztem el, amelyben az egyes átlagok közötti eltérések kimutatását $p=0,05$ megbízhatósági szinten az LSD-teszt segítségével határoztam meg. Az egyes adatsorok közötti kapcsolatot a Pearson-féle korrelációs együttható (r) megadásával jellemeztem.

EREDMÉNYEK

A LISZTHARMATGOMBA IVAROS ÉS IVARTALAN ÁTTELELŐ ALAKJÁNAK DOMINANCIAVISZONYA

A vizsgálatok éveiben, 2004 és 2009 között az *Erysiphe necator* kazmotéciumai az Egri, a Kunsági, a Mecsekaljai és a Szekszárdi borvidéken, 6 különböző termőhelyen, 11 ültetvényben és 9 szőlőfajtában évről-évre tömegesen képződtek. Valamennyi megfigyelési hely közül egyedülként a sióagárdi Kékfrankos fajtájú ültetvényben a kórokozóval fertőzött zászlós hajtás is megjelent 2004-ben és 2005-ben. Ezzel szemben, borvidéktől, termőhelytől és szőlőfajától függetlenül a 6 év során az aszkospórák fertőzéséből származó tünetek összesen 27 esetben voltak beazonosíthatóak.

Vizsgálataink során 19 esetben sem zászlós hajtásokat, sem pedig aszkospórás fertőzésből származó lisztharmattelepeket nem találtunk. Ilyenkor a betegség tünetei mindig későn, június végén vagy júliusban jelentek meg, minden bizonnyal konídiumos fertőzés eredményeképpen. A kései fertőzést okozó konídiumok az aszkospórás fertőzés felmérésekor nem észlelt, sporadikusan előforduló lisztharmattelepekről fűződhetnek le, vagy a szél útján, más ültetvényekből kerülhettek az adott területre.

A FÜRTKÁR MÉRTÉKÉNEK VISZONYULÁSA AZ ELSŐ TÜNETEK MEGJELENÉSÉNEK IDŐPONTJÁHOZ

Vizsgálatainkban a primer fertőzés tünetei megjelenésének időpontja jelentős mértékben befolyásolta a bogyók fogékony időszakának végére kialakuló fürtkár mértékét. Minél korábban jelentek meg a kórokozó első tünetei, annál nagyobb lisztharmat-borítottság alakult ki a fürtökön. A vizsgált ültetvényekben a szőlő virágzásának, egyúttal a fürtök fogékonyságának kezdete – a tavaszi időjárástól, a fajtától és a termőhelyi adottságoktól függően – május utolsó dekádja és június első fele közé esett. Ez a virágzás kezdeti időpont választóvonalnak tekinthető, mert innentől kezdve lehetséges a bogyók megbetegedése. Azokban az esetekben, amikor a primer fertőzés tünetei már jóval a virágzás kezdete előtt megjelentek, mindig közepesnél erősebb fürtkár jött létre. Ha viszont későbbre tolódott az első tünetek megjelenése a növényfejllettséghez képest, csökkent a fürtök súlyos megbetegedésének mértéke. A

tünetmegjelenés koraisága termőhelytől, szőlőfajától és a fürtök fogékony időszakának időjárásától függetlenül is jelentős hatással volt a fertőzési nyomás alakulására.

A KAZMOTÉCIUMOK TÉRBELI ELHELYEZKEDÉSE ÉS A BELŐLÜK KISZABADULÓ ASZKOSPÓRÁK FERTŐZŐKÉPESSÉGE

2004 tavaszán laboratóriumi körülmények között sikeres mesterséges fertőzést végeztünk mind a tőkék kéregpedéseiben, mind az avarszinten, a levéltörmelékek felületén fennmaradt kazmotéciumok felhasználásával. Szabadföldi kísérleteinkben azt találtuk, hogy a fertőzés elindításában a tőkerészekben telelő kazmotéciumok játszották az elsődleges szerepet, hiszen az aszkospórák okozta tünetek mindig a tőkéhez közel eső, arra szinte ráboruló leveleken jelentek meg.

Arra a kérdésre, hogy az ivaros termőtestekből az aszkospórák képződésüket követően telelés nélkül is képesek-e kiszabadulni és fertőzni, a 2004 és 2005 őszen beállított *in vitro* kísérleteinkben kaptunk választ. Ennek során ugyanis az ősszel, még a lemosódást megelőzően szedett mintákból kiszabaduló aszkospórák is fertőzték a fiatal szőlőleveleket, melynek nyomán azokon lisztharmattelepek fejlődtek ki. További kérdés volt, hogy az aszkospórák kiszóródása milyen mértékben csökkenti a primer inokulum mennyiségét a következő tenyészidőszak kezdetén? Vizsgálatainkból kiderült, hogy 2007 januárjában a kezeletlen mintaterék tőkéin szignifikánsan kevesebb kazmotécium volt található, mint azon permetezett mintaterék tőkéin, amelyeken egyébként azonos szintű levélfertőzöttség alakult ki az előző év októberében. 2009 tavaszán pedig szignifikánsan kevesebb aszkospórából eredő lisztharmattelep jelent meg az előző évben kémiai védelem nélkül hagyott parcellákban, mint például a meptil-dinokappal és a proquinaziddal permetezett mintatereken.

FUNGICIDEK HATÁSA A FÜRT- ÉS LEVÉLLISZTHARMAT FELLÉPÉSÉRE, ILLETVE A KAZMOTÉCIUMOK KÉPZŐDÉSÉRE

A négy éven át végzett kisparcellás kísérletekben jelentősen eltérő fertőzési nyomás mellett hasonlítottuk össze a különféle hatóanyagokat, hatóanyag-kombinációkat. 2005 és 2008 kifejezetten járványos évjárat volt, 2006-ban a fürtök gyakorlatilag teljesen egészségesek maradtak, a lombzat viszont őszre jelentős mértékben megbetegedett, 2007-ben pedig közepes mértékű volt a fürtfertőzés. Az eredmények azt mutatták, hogy az egyes gombaölő szereket indokolt a fürt- és a levéllisztharmat elleni hatásuk alapján külön értékelni. A legtöbb készítmény ugyanis e

tekintetben korántsem volt azonos. Mivel a fungicideket a szőlő virágzásának kezdetétől a zsendülés kezdetéig juttattuk ki, a fűtkár elhárításban a készítmények közvetlen hatékonysága, míg a kései levélfertőzöttség és a kazmotéciumok képződésének gátlásában inkább azok hatástartama játszott elsődleges szerepet.

A kontakt hatóanyagokat önmagukban csak 2008-ban, a legsúlyosabb fertőzési nyomással jellemezhető évjáratban vizsgáltuk. Ilyen körülmények között a kén, a dinokap és a meptil-dinokap önállóan sem a fűtkár, sem pedig az őszi lombfertőzöttség, egyúttal a kazmotéciumok tömeges képződésének elhárítására nem voltak alkalmasak. A triazol-hatóanyagok és a triazolt tartalmazó kombinációk általában közepes hatékonyságúak voltak a fűtlisztharmat ellen. Az őszi lombfertőzöttség elhárításában közülük egyedül a folyékony formulációjú készítményben levő fluquikonazol emelkedett ki, amely a legjelentősebben akadályozta meg a lisztharmatgomba lombozaton való felszaporodását és kazmotéciumainak képződését. A többi triazol azonban ezen a téren igen gyengén szerepelt. A proquinazid sikeresnek mutatkozott a fűrtvédelemben, de négy évjáratból kettőben alig volt hatása az őszi levélfertőzésre és háromban a kazmotéciumok képződésére. A metrafenon hatékonysága fűrtön csak némileg maradt el a proquinazidétól, de a lombvédelem és a termőtestek számának csökkentése terén lényegesen felülmúlta azt. Az összes kísérletbe vont molekula közül következetesen négy éven keresztül egyedül a boszkalid gátolta jelentősen mind a fűrtök, mind a lombozat fertőződését, és egyúttal a kazmotéciumok képződését is.

Külön kell említeni a vizsgálatba vont QoI-fungicidek csoportját. A nagyparcellás kísérletekben alkalmazott növényvédelmi technológia gerincét a piraklostrobin 3-szori kijuttatása jelentette 2004 és 2006 között. A technológia mind a fűtkár elhárításában, mind pedig az őszi lombfertőzöttség és a tömeges kazmotéciumképződés gátlásában megfelelő hatékonyságot biztosított. A piraklostrobin hatékonysága a 2005-ben Görögországban beállított kisparcellás kísérletben még kevéssel fölülmúlta a boszkalidét. A krezoxim-metil hatása némileg elmaradt ezekétől, de a különbség nem volt szignifikáns. Az azoxistrobin – a fűtlisztharmat gátlását leszámítva – a többi paraméter tekintetében már 2005-ben is csak minimális hatékonyságot mutatott. 2006-ban Faluhelyen a kijuttatott QoI-fungicidek mindegyike hatástalan, vagy igen gyenge hatékonyságú volt a lisztharmat őszi levélfertőzésével szemben. Ezt követően laboratóriumi vizsgálatok igazolták az *Erysiphe necator* e készítményekkel szembeni rezisztenciáját (Taksonyi *et al.* 2009). Összességében elmondható, hogy a

széleskörűen alkalmazott QoI-fungicidek, a fűtlisztharmat elleni kiemelkedő hatékonyságuk mellett eredményesen gátolták a kórokozó lombozaton való felszaporodását és ezzel együtt a kazmotéciumok képződését is a rezisztencia kialakulása előtt. Azonban a velük szembeni rezisztencia kialakulásával és elterjedésével gyakorlati felhasználásuk folyamatosan csökkent.

A kísérletekben tesztelt hatóanyagok közül a fűtkár és az ivaros inokulum képződésének együttes elhárítására csupán a boszkalid volt alkalmas.

A LOMBOZAT ŐSZI FERTŐZÖTTségÉNEK JELENTŐSÉGE

Kísérleteinkben a lombozat permetezetlen körülmények között a tenyészidőszak végére szinte minden esetben súlyosan befertőződött, de ez nem függött össze azzal, hogy korábban a fűtökön milyen mértékű lisztharmat-borítottság jött létre. A kémiai védelemben nem részesített parcellákban 2005-ben Görögországban és 2008-ban Faluhelyen súlyos, 2007-ben közepes, 2006-ban pedig csak elenyésző fűtkár alakult ki. Ehhez képest a leveleken a tenyészidőszak végére a vizsgálat minden évében jelentős, 73 és 96% közötti volt a lisztharmat-borítottság.

A lombozaton képződött kazmotéciumok száma és a levélfertőzöttség mértéke között statisztikailag igazolható, pozitív korrelációt tudunk kimutatni. Ez az összefüggés akkor is fennállt, ha termőhelytől, évjáratától és szőlőfajtától függetlenül minden nagyparcellás kísérletből származó adatot elemeztem, és abban az esetben is, amikor egyazon termőhelyről, ugyanabból az ültetvényből és azonos szőlőfajtaról származó minták évjáratonkénti eredményeit vettem össze.

KAZMOTÉCIUMOK KINYERÉSE A SZŐLŐTÖKÉK KÉRGÉRŐL

Vizsgálataim során a kéregminták rázatását meghatározott ideig üzemeltetett ultrahangos vízfürdő használatával végeztem és három különböző pórusméretű szűrőt (1 500, 800 és 55 μm -es) használtam. A 2005-ben beállított kisparcellás kísérletből származó kéregmintákkal (három különböző mintasorozaton) a szűrést még csak egy alkalommal végeztem el. A 2006 januárjában gyűjtött idős kéregrészekről átlagosan 184 db kazmotéciumot sikerült kinyerni, míg a fiatal, kétéves fás részekről 57 darabot 10 grammnyi kéreg tömegére vetítve. A fiatal, kétéves fás részekről begyűjtött mintákban a termőtestek száma valamennyi parcellában kevesebb volt, mint az idős kéregrészekről szedettekben, a mennyiségbeli különbség 2-4,5-szeres volt. A 2006 júliusában vételezett idős kéregrészekben 10 grammonként átlagosan 67,71 db kazmotécium fordult elő.

A következő kísérletsorozatban finomítottam a szűrési eljárást. Ehhez a 2006-ban kijelölt kisparcellás kísérletből 2007 januárjában gyűjtöttem mintákat az idős tökerészek felületéről. Öt kiválasztott mintán nyolcszor végeztem el a szűrési folyamatot, melynek során mintánként átlagosan 2 061 db/10g kazmotéciumot nyertem ki. Mivel a szűrési eljárás háromszori alkalmazásával az összes kinyert kazmotécium mennyiségének több mint 80%-át kivontam, 2007 illetve 2009 januárjában a kéregminták vizsgálatát a háromszori rázatással végzett finomított szűrési eljárás segítségével végeztem el. 2007 januárjában mintánként átlagosan 1 118 db/10g, 2009 januárjában 3 523 db/10g kazmotéciumot nyertem ki a kéregrészekről.

AZ ELŐZŐ ÉVI LISZTHARMAT-FERTŐZÖTTSÉG ÉS A KÉREGRÉSZEKEN ÁTTELELT INOKULUM MENNYISÉGÉNEK HATÁSA A LISZTHARMATGOMBA KÖVETKEZŐ ÉVI INDULÓFERTŐZÉSÉRE

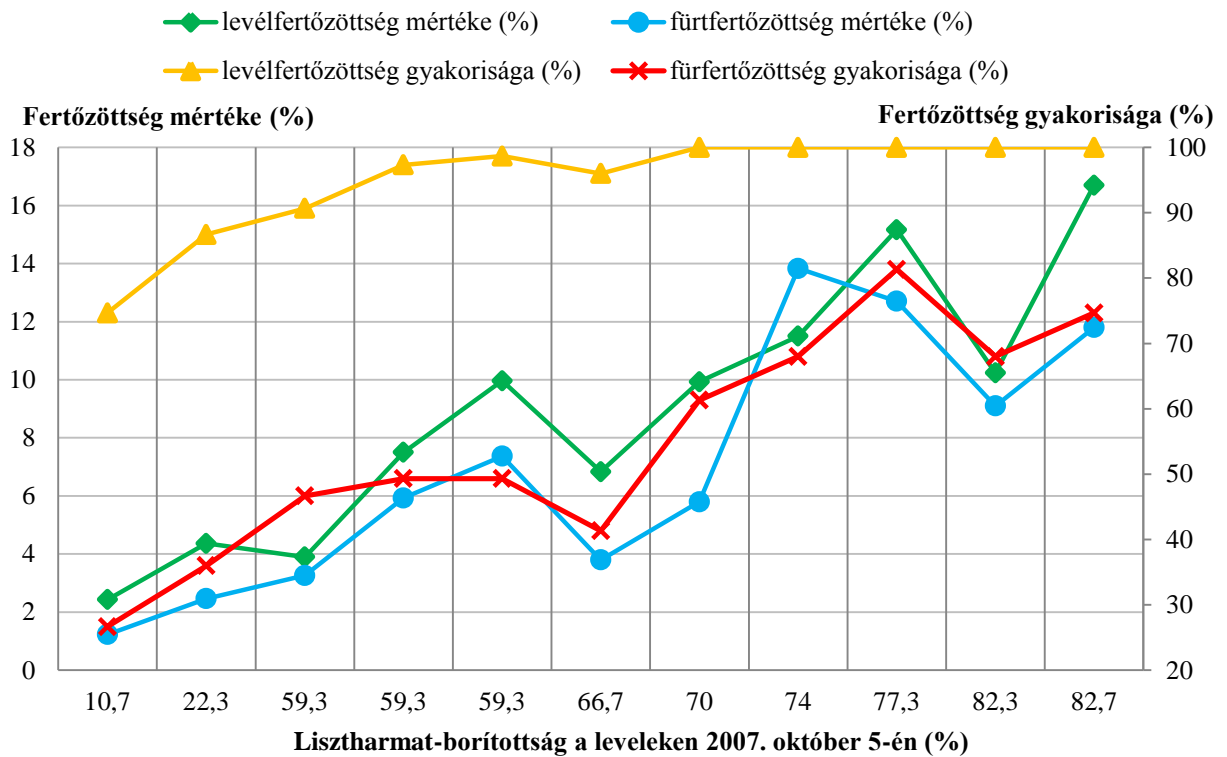
A kisparcellás kísérletsorozat permetezetlen parcelláiban a tenyészidőszak végére minden vizsgált évben jelentős, 73 és 96% közötti lisztharmat-borítottság jött létre, ehhez képest a különböző hatékonyságú fungicidekkel végzett kémiai védekezések nagymértékben differenciálták a lombzat fertőzöttségét. Így a kéregrészekre lemosódott kazmotéciumok mennyiségét olyan viszonyrendszerben vizsgálhattuk, ahol a kezelések következtében az őszi levélfertőzöttség mértéke és ezzel együtt a képződött termőtestek száma jelentette a változó tényezőt, viszont minden egyéb körülmény azonos volt a mintaterekben (fajta, művelésmód, kor, sortávolság, kitéttesség, időjárási körülmények, különös tekintettel a kazmotéciumokat lemosó csapadék mennyiségére). Ezáltal egy-egy kísérleten belül az egyes kezelések között a januárban gyűjtött kéregmintákból kinyert kazmotéciumok számában megmutatkozó eltérések csak abból eredhettek, hogy ősszel is különböző volt a lombzaton képződött inokulummennyiség.

Vizsgálataink alapján statisztikailag igazolható, pozitív korreláció volt kimutatható az őszi lombfertőzöttség, valamint a leveleken képződött és a tökerészekben fennmaradó kazmotéciumok mennyisége között.

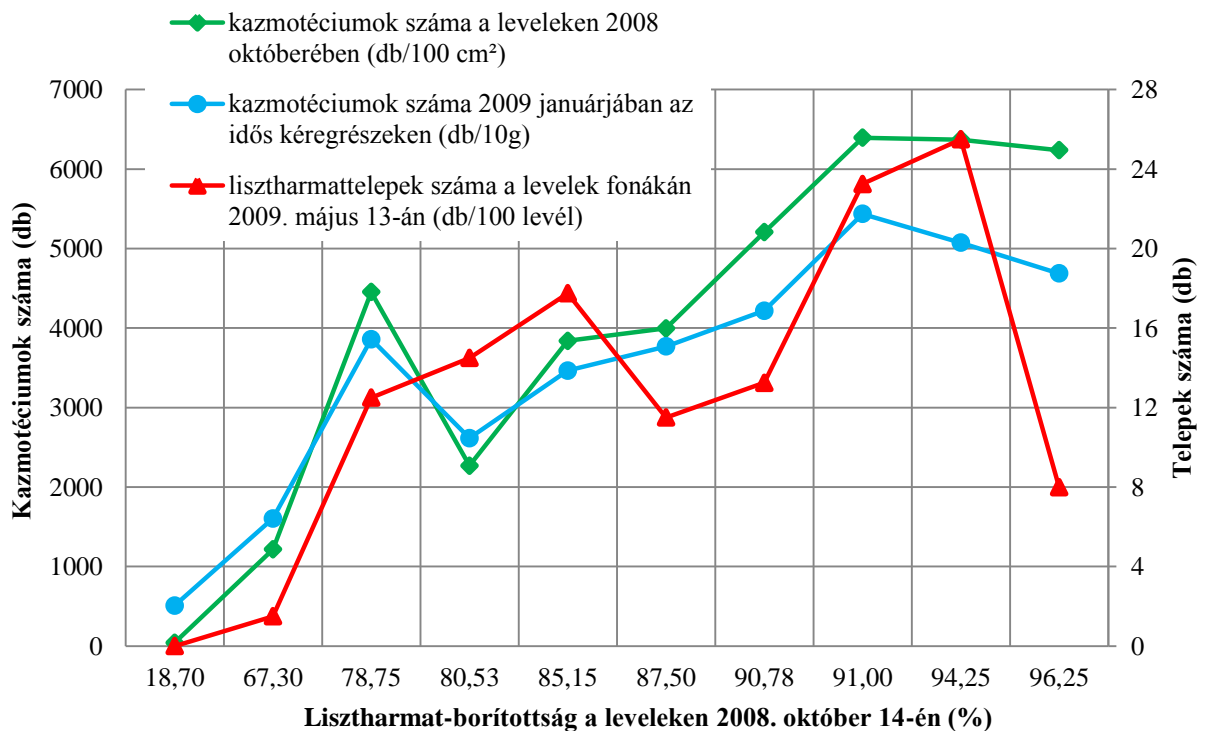
2008 és 2009 tavaszán azt is megvizsgáltuk, hogy az előző évben végzett kémiai védekezés, amely eltérő mértékű levélfertőzöttséget és termőtestmennyiséget eredményezett mind a lombzaton, mind pedig a kéregrészekben, kihat-e a következő évi indulófertőzésre. 2008. május 26-án, közvetlenül a virágzás előtt a bimbós fürtökön és a leveleken megjelenő tünetek előfordulási gyakorisága és egyúttal a lisztharmat-borítottság azokban a parcellákban volt a legjelentősebb, amelyekben az előző év őszen

a tőkék lombozatán erős lisztharmatfertőzés lépett fel. Ezzel szemben az ősszel egészségesebb lombozatú mintaterék tőkéin tavasszal a fürtök és a levelek is kisebb arányban és alacsonyabb mértékben betegedtek meg (1. ábra).

Egy évvel később, 2009 májusában pedig az is beigazolódott, hogy az őszi lombfertőzőtség, valamint a leveleken képződött termőtestek, egyúttal a kéregrészekben telelő kazmotéciumok mennyisége, és tavasszal az aszkospórák fertőzésből eredő lisztharmattelepek száma szervesen összefügg egymással (2. ábra). A lisztharmatfertőzés kiindulópontjai minden valószínűség szerint a szőlőtőke kéregfelületén fennakadt termőtestek voltak. Ugyanis minél több termőtest telelt át a kéregrészekben, annál több tünet jelent meg a tőkéhez közel eső fiatal levelek fonákján.



1. ábra. A fertőzés gyakorisága és mértéke 2008. május 26-án a lombzat előző évi lisztharmat-borítottsága függvényében (2007-08 Faluhely, Kékfrankos, kisparcellás kísérlet)



2. ábra. Az előző évi lisztharmat-fertőzöttség, a lombzaton képződött és a tőkerészekre mosódott kazmotéciumok mennyiségének hatása a következő évi indulófertőzésre (2008-09 Faluhely, Kékfrankos, kisparcellás kísérlet)

1. Magyarországon elsőként vizsgáltuk behatóan az *Erysiphe necator* szőlőtőkék kéregfelületén telelő kazmotéciumait, és közöltünk adatokat azok járványtani jelentőségéről.
2. Bizonyítottuk, hogy magyarországi körülmények között ősszel a lombozaton képződött, tavasszal az avarszinten, a bomlásnak indult levelek felületén, valamint a szőlőtőkék fás kérgén áttelelt kazmotéciumokban található aszkospórák egyaránt fertőzőképesek.
3. Új és hatékony eljárást dolgoztunk ki a kéregrészekben található kazmotéciumok kinyerésére, amellyel pontosan felmérhetjük a ténylegesen áttelelt primer inokulum mennyiségét.
4. Igazoltuk, hogy az őszi lombfertőzöttség, a leveleken képződött, egyúttal a tőke kéregfelületén fennmaradt ivaros termőtestek mennyisége, valamint tavasszal az aszkospórák fertőzésből eredő lisztharmattelepek száma, illetve az indulófertőzés mértéke egymással szorosan összefügg.
5. Megállapítottuk, hogy az első lisztharmattünetek megjelenésének időpontja termőhelytől, évjárártól és szőlőfajtától függetlenül jelentős mértékben befolyásolja a bogyók fogékony időszakának végére kialakuló fűrtkár mértékét.
6. Megállapítottuk, hogy az olyan kémiai védekezés, amely nem képes megakadályozni a kórokozó lombozaton való felszaporodását, egyúttal a kazmotéciumok képződését a tenyészidőszak második felében, növelheti a következő évi primer inokulum mennyiségét, ezzel együtt a járványveszélyt.
7. Megállapítottuk továbbá, hogy az őszi lombfertőzöttség felfutását, ezzel együtt a kazmotéciumok képződését, és az áttelelő primer inokulum mennyiségét hatékonyan mérséklő kémiai védekezés jelentősen csökkenti a következő évi indulófertőzés mértékét.

KÖVETKEZTETÉSEK

A szőlő lisztharmatgombája Magyarországon elsősorban az ivaros szaporodás során keletkező kazmotéciumok segítségével telet át, az ivartalan forma, azaz a rügyekbe húzódó micélium előfordulása sporadikus. Járványtani szempontból az ivaros termőtestekből kiszabaduló aszkospórák szerepe lényegesen nagyobb, mint a micéliummal fertőzött rügyekből előtörő zászlós hajtásoké.

A kazmotéciumok képződése legnagyobb mennyiségben a szőlő lombozatán megy végbe, mértékét elsősorban a levelek lisztharmat-borítottsága határozza meg. A tenyészidőszak második felében a lombozat fertőződése nem függ össze azzal, hogy korábban mekkora fürtkár alakult ki. Éppen ezért tömeges kazmotéciumképződés akkor is bekövetkezhet, ha a fürtök egyáltalán nem betegedtek meg.

A szőlő lombozatán kifejlődött kazmotéciumok már a lemosódást megelőzően fertőzőképes aszkospórákat tartalmaznak. Mivel fungicidvédelem nélkül a kazmotéciumok termelődése jóval előbb kezdődik, és éretté válásuk is előbb fejeződik be, mint permetezett viszonyok között, permetezetlenül hagyott szőlőben az aszkospórák nagyobb eséllyel szóródnak ki még az őszi folyamán.

Tavasszal az avarszinten, a bomlásnak indult levelek felületén és a szőlőtőkék fás kérgén áttelelt kazmotéciumok aszkospórái egyaránt fertőzőképesek. Közülük az indulófertőzés szempontjából sokkal fontosabbak a kéregfelületen áttelelt kazmotéciumok, hiszen ezek közelebb esnek a levelekhez, mint az avarszinten levők. Nem véletlen, hogy az első tünetek a tőkék törzsére szinte rásimuló fiatal levelek fonákján jelennek meg a leggyakrabban.

Az ültetvény korának előrehaladtával, a fás részek megvastagodásával, így felületük növekedésével egyre több kazmotécium képes fennakadni a szőlőtőkén, ezért a lisztharmatjárvány kialakulásának esélye az idősödő ültetvényben nagyobb, mint a telepítést követően.

Az *Erysiphe necator* évközi járványgörbéjének alakulása szempontjából a primer inokulum mennyisége kulcsfontosságú. Tavasszal a primer fertőzés gyakoriságát és az indulófertőzés erejét jelentős mértékben befolyásolja, hogy a szőlőtőkék kéregfelületén mennyi kazmotécium telet át. Kutatásaink során az is bebizonyosodott, hogy az őszi lombfertőzöttség, a leveleken képződött, egyúttal a kéregrészekben fennmaradt ivaros termőtestek mennyisége, és tavasszal az aszkospórák fertőzésből

eredő lisztharmattelepek száma, valamint az indulófertőzés mértéke között egyaránt szoros kapcsolat áll fenn.

Az első tünetek megjelenésének időpontja alapvetően befolyásolja a bogyók fogékony időszakának végéig kialakuló fűrtkár mértékét. A fűrtök súlyos megbetegedésével akkor számolhatunk, ha az első tünetek megjelenése jóval megelőzi a szőlő virágzását. Ha ehhez képest később fejlődnek ki az első lisztharmattelepek, a járványkitörés esélyei fokozatosan csökkennek. A virágzást követően megjelenő első tünetekből közepesnél erősebb fertőzési nyomás általában már nem alakul ki.

A lisztharmatölő készítmények használata kihat a kórokozó kazmotéciumképződésére is. A tenyészidőszak első felében, a fűrtmegnyúlástól a zsendülésig tartó időszakban használt készítmények többsége nem képes hatékonyan meggátolni az ivaros termőtestek képződését, ami a tenyészidőszak második felében megy végbe. Mivel azonban késleltetik a lisztharmatgomba lombozaton való felszaporodását, időben kitolják a kazmotéciumok képződését is. Ezzel egyidejűleg valószínűleg csökkentik az aszkospórák őszi kiszóródásának esélyét. Ennek következtében – a permetezetlen állapothoz viszonyítva – esetenként növekedhet a tavasszal fertőzést okozó aszkospórák száma és egyúttal a járvány kialakulásának esélye.

A munkánk során kidolgozott szűrési eljárást alkalmasnak ítéljük a tőkerészek kéregfelületén található ivaros termőtestek mennyiségének meghatározására. Tekintve, hogy a primer inokulum mennyisége döntően befolyásolja az indulófertőzés mértékét, az első tünetek megjelenésének időpontja pedig a fűrtkár alakulását, a ténylegesen áttelelt inokulummennyiség felméréssel, majd az első lisztharmattelepek megjelenésének és előfordulási gyakoriságának pontos felderítésével valószínűsíthetjük a várható fertőzésveszélyt.

IRODALOMJEGYZÉK

1. CORTESI P., BISIACH M., RICCIOLINI M., GADOURY D. M. (1997): Cleistothecia of *Uncinula necator* – an additional source of inoculum in Italian vineyards. *Plant Disease* 81: 922-926.
2. DULA BNÉ, SCHMIDT Á. (2001): A 2001. évi szőlőlisztharmat-járvány értékelése, védekezési tapasztalatok. In: Integrált termesztés a kertészeti és szántóföldi kultúrákban. 22., Budapest, 43-50.
3. FÜZI I. (1999a): Az *Uncinula necator* (Schw.) Burr. kleisztotéciumos alakjának előfordulása és a kleisztotéciumképződés folyamata a dél-dunántúli szőlőültetvényekben. *Növényvédelem* 35: 137-145.
4. FÜZI I. (1999b): A szőlőlisztharmat kleisztotéciumos alakjának járványtani szerepe a szekszárdi borvidéken. *Növényvédelem* 35: 215-221.
5. FÜZI I. (2003): Környezeti tényezők szerepe az *Uncinula necator* (Schw.) Burr. járványdinamikájában. Doktori értekezés, Keszthely
6. GADOURY D. M., PEARSON R. C., RIEGEL D. G., SEEM R. C., BECKER C. M., PSCHIEDT J. W. (1994): Reduction of powdery mildew and other diseases by over-the-trellis application of lime sulfur to dormant grapevines. *Plant Disease* 78: 83-87.
7. GROVE G. G. (2004): Perennation of *Uncinula necator* in vineyards of Eastern Washington, *Plant-Disease* 88: 242-247.
8. GROVE G., DAVIS G., DUPLAGA B., BOAL R. (1999): Powdery mildew of grape: Perennation of *Uncinula necator* in Eastern Washington. *Phytopathology* 89: S30. Annual Meeting of the American Phytopathological Society. Montreal, Quebec, Canada. Conference Abstract.
9. HALLEEN F., HOLZ G. (2000): Cleistothecia and flag shoots: Sources of primary inoculum for grape powdery mildew in the Western Cape province, South Africa. *South African Journal of Enology and Viticulture* 21: 66-70.
10. JAILLOUX F., WILLOCQUET L., CHAPUIS L., FROIDEFOND G. (1999): Effect of weather factors on the release of ascospores of *Uncinula necator*, the cause of grape powdery mildew, in the Bordeaux region. *Canadian Journal of Botany* 77: 1044–1051.

11. MAGAREY P. A., EMMETT R. W., GADOURY D. M., BIGGINS L. T., CLARKE K., MAGAREY R. D., WACHTEL M. F., MASTERS J., WILKINS B. J. (1994): Cleistothecia are a source of inoculum for *Uncinula necator* in Australian vineyards. 119. In: Proceedings of the 2nd Int. Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew Modelling, Freiburg, Germany
12. MAGAREY P. A., MAGAREY R. D., EMMETT R. W. (2000): Principles for managing the foliage diseases of grapevine with low input of pesticides. IFOAM 2000 - the world grows organic. Proceedings, 6th International Congress on Organic Viticulture, Convention Center, Basel, Switzerland, 25-26 August 2000, 140-148.
13. MILADINOVIC Z., VUKSA P., MILETIC N. (2007): *Uncinula necator* (Schw) Burr: source of inoculum in Podgorica vineyards. Pesticidi i Fitomedicina 22: 131-135.
14. MOYER. M. M., GADOURY D. M., WILCOX W. F., SEEM R. C. (2008): Seasonal release of ascospores by *Erysiphe necator*. Phytopathology 98: S109.
15. PEARSON R. C., GADOURY D. M. (1987): Cleistothecia, the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York. Phytopatology 77: 1509-1514.
16. RÜGNER A., RUMBOLZ J., HUBER B., BLEYER G., GISI U., KASSEMAYER H.-H., GUGGENHEIM R. (2002): Formation of overwintering structures of *Uncinula necator* and colonization of grapevine under field conditions. Plant Pathology 51: 322–330.
17. STAPLETON J. J., GUBLER W. D., FOGLE D., CHELLEMI D., BETTIGA L., LEAVITT G., VERDEGAAL P., SMITH R., KELLEY K. (1988): Relationships among climate, primary inoculum source, dormant and post-emergence control sprays, and grape powdery mildew in California. Phytopathology 78: 1531.
18. STEINKELLNER S. (1998): Overwintering of *Uncinula necator* in Austrian Vineyards. Vitis 37: 193– 194.
19. STEINKELLNER S., REDL H. (1998): Untersuchungen zur Kleistothezientwicklung des Echten Rebenmehltaus unter österreichischen Produktionsbedingungen. Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung 48: 17-24.

20. TAKSONYI P., FÜZI I., KOCSIS L. (2009): A szőlő egyes kórokozóinak QoI-fungicidekkel szembeni rezisztenciájának kialakulása Magyarországon. *Növényvédelem* 45: 361–366.
21. YPEMA H. L., GUBLER W. D. (2000): The distribution of early season grapevine shoots infected by *Uncinula necator* from year to year: a case study in two Californian vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture* 51: 1-6.

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

TUDOMÁNYOS CIKKEK

HOFFMANN P., FÜZI I., VIRÁNYI F. (2007): Az *Erysiphe necator* Schwein. ivaros áttelelő alakjának tanulmányozása laboratóriumi módszerekkel. *Növényvédelem* 43: 2635-272.

HOFFMANN P., VIRÁNYI F. (2007): The occurrence of cleistothecia of *Erysiphe necator* (grapevine powdery mildew) and their epidemiological significance in some vine-growing regions of Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 42: 9-16.

HOFFMANN P., FÜZI I., VIRÁNYI F. (2009): Új eredmények az *Erysiphe necator* Schwein. áttelelő ivaros termőtesteiről. *Növényvédelem* 45: 63-68.

HOFFMANN P., FÜZI I., VIRÁNYI F. (2012): Indirect effect of fungicide treatments on chasmothecia of *Erysiphe necator* Schwein. overwintering on bark of grapevine. *Plant Protection Science* 48: 21-30.

KONFERENCIA KIADVÁNYOK

HOFFMANN P., VIRÁNYI F. (2005): Studies on the cleistothecia of grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*) in some Hungarian vineyards. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, 52: 219.

HOFFMANN P., VIRÁNYI F. (2005): Das Vorkommen und die epidemiologische Bedeutung der Fruchtkörper des Rebenmehltauerregers *Erysiphe necator* Schwein. in Ungarn. 5. Symposium Phytomedizin und Pflanzenschutz im Gartenbau, Wien, 25-26.

- HOFFMANN P. (2003): A szőlőlisztharmat (*Uncinula necator*) vizsgálata a szekszárdi borvidéken. 13. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, Előadások összefoglalói, 35.
- HOFFMANN P., FÜZI I., VIRÁNYI F. (2004): A szőlő lisztharmatgombájának (*Erysiphe necator* Schwein.) járványdinamikája és kleisztotéciumképződése a szekszárdi borvidéken, 2001. és 2003. között. 14. Keszthelyi Növényvédelmi Fórum, Előadások összefoglalói, 21.
- FÜZI I., HOFFMANN P. (2005): A kémiai védekezés újabb lehetőségei a szőlő lisztharmatgomba primer inokulumának csökkentésére. 51. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 47.
- HOFFMANN P., VIRÁNYI F. (2008): Új módszer az *Erysiphe necator* Schwein. áttelelő kleisztotéciumainak mennyiségi felmérésére a szőlő tőkerészein. 54. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 39.