



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

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

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

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>1.</b>	<b>BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....</b>	<b>7</b>
2.1	AZ <i>ERYSIPHE NECATOR</i> JELENTŐSÉGE .....	7
2.2	A KÓROKOZÓ SZÁRMAZÁSA, ELTERJEDÉSE .....	8
2.3	A KÓROKOZÓ ÉS IVAROS TERMŐTESTÉNEK TUDOMÁNYOS ELNEVEZÉSE .....	9
2.4	AZ <i>ERYSIPHE NECATOR</i> BIOLÓGIÁJA.....	10
2.4.1	A kórokozó gazdanövényköre.....	10
2.4.2	Genetikai változékonyság az <i>Erysiphe necator</i> populációjában .....	10
2.4.3	A kórokozó áttelelésének módjai, az ivaros és ivartalan alak előfordulása.....	12
2.4.4	A kazmotéciumok felrepedése és az aszkospórák szóródása .....	15
2.4.5	Az aszkospórák csírázása és az általuk okozott primer fertőzés tüneteinek megjelenése.....	17
2.4.6	A kórokozó fejlődése és terjedése a primer fertőzést követően.....	18
2.4.7	A kazmotéciumok képződése és annak környezeti feltételei .....	19
2.4.8	A kazmotéciumok lemosódása és telelése.....	21
2.4.9	A primer inokulum járványdinamikai jelentősége .....	23
2.5	FUNGICIDEK HATÁSA A KAZMOTÉCIUMOK KÉPZŐDÉSÉRE .....	25
2.6	A FUNGICIDEK KAZMOTÉCIUMOKRA GYAKOROLT KÖZVETLEN HATÁSA .....	25
2.7	A FUNGICIDREZISZTENCIA .....	26
2.8	A SZŐLŐSZEMEK FEJLŐDÉSI ÁLLAPOTTÓL FÜGGŐ REZISZTENCIÁJA .....	27
2.9	<i>IN VITRO</i> MESTERSÉGES FERTŐZÉSI KÍSÉRLETEK ASZKOSPÓRÁKKAL.....	29
2.10	KAZMOTÉCIUMOK KINYERÉSE A SZŐLŐTŐKÉK KÉRGÉRŐL.....	31
<b>3.</b>	<b>ANYAG ÉS MÓDSZER .....</b>	<b>33</b>
3.1	SZABADFÖLDI KISPARCELLÁS KÍSÉRLETEK .....	33
3.1.1	A kísérleti helyek jellemzői és a kísérleti körülmények.....	33
3.1.2	A primer fertőzés felmérése.....	37
3.1.3	A másodlagos fertőzés felmérése .....	38
3.2	SZABADFÖLDI NAGYPARCELLÁS KÍSÉRLETEK.....	39
3.2.1	A kísérleti helyek jellemzői és a kísérletbeállítás körülményei.....	39
3.2.2	A szabadföldi nagyparcellás kísérletek értékelési módja.....	39
3.3	LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK .....	42
3.3.1	A szőlő lombozatán képződött kazmotéciumok mennyiségének meghatározása.....	42
3.3.2	A kazmotéciumok kinyerése a szőlőtőkék kérgéről.....	43
3.3.2.1	Szűrési eljárás .....	43
3.3.2.2	Finomított szűrési eljárás .....	43
3.3.3	Mesterséges fertőzés aszkospórákkal.....	44

3.4	METEOROLÓGIAI ADATOK.....	48
3.5	STATISZTIKAI ELEMZÉS.....	48
<b>4.</b>	<b>EREDMÉNYEK .....</b>	<b>49</b>
4.1	A SZŐLŐLISZTHARMAT FELLÉPÉSE AZ EGYES ÉVJÁRATOKBAN 2004 ÉS 2009 KÖZÖTT.....	49
4.2	A LISZTHARMATGOMBA IVAROS ÉS IVARTALAN ÁTTELEŐ ALAKJÁNAK DOMINANCIAVISZONYA A VIZSGÁLT ÜLTETVÉNYEKBE.....	56
4.3	A FÜRTKÁR MÉRTÉKÉNEK VISZONYULÁSA AZ ELSŐ TÜNETEK MEGJELENÉSÉNEK IDŐPONTJÁHOZ.....	58
4.4	<i>IN VITRO</i> MESTERSÉGES FERTŐZÉSI KÍSÉRLETEK ASZKOSPÓRÁKKAL.....	59
4.5	A FUNGICIDEK LISZTHARMAT ELLENI HATÁSA A KISPARCELLÁS KÍSÉRLETEKBEN .....	63
4.6	AZ ŐSZI LOMBFERTŐZÖTTSG ÉS A LEVELEKEN KÉPZŐDÖTT KAZMOTÉCIUMOK MENNYISÉGE .....	70
	KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS.....	
4.7	KAZMOTÉCIUMOK KINYERÉSE A SZŐLŐTŐKÉK KÉRGÉRŐL SZŰRÉSI ELJÁRÁSSAL.....	76
4.8	AZ ELŐZŐ ÉVI LISZTHARMAT-FERTŐZÖTTSG ÉS A KÉREGRÉSZEKEN ÁTTELELT INOKULUM .....	
	MENNYISÉGÉNEK HATÁSA A LISZTHARMATGOMBA KÖVETKEZŐ ÉVI INDULÓFERTŐZÉSÉRE .....	79
<b>5.</b>	<b>MEGVITATÁS .....</b>	<b>83</b>
5.1	A LISZTHARMATGOMBA IVAROS ÉS IVARTALAN ÁTTELEŐ ALAKJÁNAK DOMINANCIAVISZONYA .....	83
5.2	A PRIMER FERTŐZÉS KORASÁGÁNAK HATÁSA A FÜRTKÁR MÉRTÉKÉRE .....	84
5.3	A KAZMOTÉCIUMOK TÉRBELI ELHELYEZKEDÉSE ÉS A BELŐLÜK KISZABADULÓ ASZKOSPÓRÁK FERTŐZŐKÉPESSEGE ....	85
5.4	FUNGICIDEK HATÁSA A FÜRT- ÉS LEVÉLLISZTHARMAT FELLÉPÉSÉRE, ILLETVE A KAZMOTÉCIUMOK KÉPZŐDÉSÉRE .....	87
5.5	A LOMBOZAT ŐSZI FERTŐZÖTTSGÉNEK JELENTŐSÉGE .....	89
5.6	KAZMOTÉCIUMOK KINYERÉSE A SZŐLŐTŐKÉK KÉREGFELÜLETÉRŐL .....	90
5.7	AZ ELŐZŐ ÉVI LISZTHARMAT-FERTŐZÖTTSG ÉS A KÉREGRÉSZEKEN ÁTTELELT INOKULUM MENNYISÉGÉNEK HATÁSA A LISZTHARMATGOMBA KÖVETKEZŐ ÉVI INDULÓFERTŐZÉSÉRE .....	91
5.8	A SZŐLŐ FÁS RÉSZEINEK KORA ÉS A KÉRGEN FÖLHALMOZÓDÓ KAZMOTÉCIUMOK MENNYISÉGÉNEK VISZONYA .....	93
5.9	ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK .....	95
<b>6.</b>	<b>KÖVETKEZTETÉSEK.....</b>	<b>97</b>
	<b>ÖSSZEFOGLALÁS.....</b>	<b>99</b>
	<b>SUMMARY .....</b>	<b>101</b>
	<b>MELLÉKLETEK .....</b>	<b>103</b>
M.1	IRODALOMJEGYZÉK.....	103
	<b>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....</b>	<b>115</b>

## 1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

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 a szőlő lisztharmatgombája (*Erysiphe necator* Schwein.) biológiájának további tanulmányozására.

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 és mtsai 1988, MAGAREY és mtsai 1994, CORTESI és mtsai 1997, STEINKELLNER 1998, STEINKELLNER és REDL 1998, GROVE és mtsai 1999, JAILLOUX és mtsai 1999, HALLEEN és HOLZ 2000, YPEMA és GUBLER 2000, RÜGNER és mtsai 2002, GROVE 2004, MILADINOVIC és mtsai 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 alakulásában is döntő szerepe van. Abban az esetben, ha a tenyészidőszak kezdetén – még mielőtt a tényleges fertőzés bekövetkezne – valamely külső hatás következtében csökken a fertőzőképes aszkospórák mennyisége, a fűrtök kisebb mértékben betegednek meg (GADOURY és mtsai 1994, FÜZI 1999b, MAGAREY és mtsai 2000, MOYER és mtsai 2008b).

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 diplomadolgozat 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 kapcsolatban, elindítottuk a jelen disszertációban bemutatásra kerülő kutatómunkát, amelyhez az alábbi célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

- 1) Az *E. necator* ivaros áttelelő alakjának széleskörű vizsgálata
  - a) szabadföldi megfigyelésekkel egymást követő évjáratokban, több borvidékre kiterjedően, különböző termőhelyeken és eltérő szőlőfajtákon,
  - b) az aszkospórák fertőzőképességének meghatározásával, ősszel a képződésük évében, ill. tavasszal a különböző helyzetben való áttelelésüket követően,
  - c) a lombzat liztharmat-borítottsága, a leveleken képződött és a kéregrészekre mosódott kazmotéciumok mennyisége, valamint a kazmotéciumokból kiszabaduló aszkospórák okozta tünetek közötti kapcsolat feltárásával,
  - d) a primer fertőzés és a fűtök megbetegedése közötti összefüggés tanulmányozásával.
- 2) Fungicidek hatékonyságának értékelése a fűt- és levélliztharmat, illetve a kazmotéciumképződés gátlása szempontjából, továbbá a fungicides védekezés és a következő évi indulófertőzés közötti kapcsolat vizsgálata szabadföldi kisparcellás kísérletek beállításával.
- 3) Laboratóriumi módszer kidolgozása a szőlőtöke kéregfelületén telelő ivaros termőtestek mennyiségének felmérésére.

## 2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 Az *Erysiphe necator* jelentősége

---

Nemzetközi viszonylatban kétségkívül a szőlőlisztharmat az egyik legfontosabb szőlőbetegség, mely gyakran okoz jelentős gazdasági veszteséget (SALL 1980, JAILLOUX és mtsai 1999). A Kaliforniai szőlőtermesztők többet költenek a lisztharmat elhárítására, mint az összes egyéb károsító elleni védekezésre együttesen (LYBBERT és GUBLER 2008).

A hazai szőlőültetvényekben az 1990-es évektől kezdődően a járványos gombabetegségek (peronoszpóra, lisztharmat, szürkerothadás) közül egyértelműen a lisztharmat okozta a legtöbb problémát. 1990 és 2006 között a Szekszárdi borvidéken, 1993 és 2009 között az Egri borvidéken 13 évjáratban alakult ki közepes vagy annál erősebb fertőzési nyomás (FÜZI és HOLB 2007, DULA 2010). DULA és FÜZI (2010) arról számoltak be, hogy a lisztharmat hazánkban a legjelentősebb szőlőbetegség, mely kivétel nélkül minden évben károsít, és az évjáratok 50%-ában súlyos járvánnyal fenyeget.

Az ektoparazita biotróf *Erysiphe necator* a szőlő bármely zöld részét (lombozat, hajtás, virágzat, fűrt) fertőzheti (BIOLETTI 1907). A kórokozó kizárólag a gazdanövény élő szövetéből képes felvenni a tápanyagot, súlyos fertőzés esetén a teljes lombfelület megsemmisülhet. Több egymást követő évjáratban fellépő erős járvány a szőlőtőkét nagyon legyengítheti, amely a télállóság csökkenése miatt ki is pusztulhat. A szőlő lisztharmatgombája akár 100%-os termésveszteséget is képes előidézni (CSORBA és BEREND 1965, LEHOCZKY 1968).

A termésen megtelepedő lisztharmat kedvezőtlenül befolyásolja a bor minőségét (OUGH és BERG 1979). Már 1-5%-os fűrtfertőzöttség hatása is megállapítható érzékszervi vizsgálattal, illetve mérhető a must és a bor összetételében (STUMMER és mtsai 2005). A lisztharmat-fertőzöttség növekedésével emelkedik a termés savtartalma, csökken a metszéskor keletkező venyige tömege, és a szőlővesszők télállósága (POOL és mtsai 1984).

## 2.2 A kórokozó származása, elterjedése

---

Az *Erysiphe necator* Észak-Amerikából származik (VIALA 1885). A *Vitis*-fajokon előforduló kórokozót a tengerentúlon Schweinitz írta le 1834-ben *Uncinula necator* néven (SÁROSPATAKI 1993). Az 1845-ben behurcolt kórokozót Európában először egy Tucker nevű kertész jegyezte le a Temze folyó torkolatánál (BIOLETTI 1907). Kontinensünkön elsőként Berkeley tanulmányozta, és írta le *Oidium tuckeri* néven, 1847-ben (CSORBA és BEREND 1965).

Észak-Amerikában a lisztharmatgomba ivaros alakját írták le, Európában pedig a konídiumos alakot. Az európai megjelenést követően 47 évvel, 1892-ben Franciaországban találták meg először az ivaros formát, s megállapították, hogy a két gomba (*Uncinula necator* és *Oidium tuckeri*) egyazon fajnak tekinthető (COUDERC 1893).

A szőlőlisztharmat rendkívüli gyorsasággal terjedt el Európa-szerte. A gyors terjedés oka valószínűleg az volt, hogy a kórokozó kontinensünkön kevésbé ellenálló szőlőket talált, az amerikai fajták ugyanis alig fogékonyak vagy sokkal ellenállóbbak vele szemben. A szőlőlisztharmat angliai – 1845-ös – megtelepedése után 1847-ben már Franciaországban és Belgiumban, 1850-ben Olaszországban, Spanyolországban és Svájcban okozott jelentős károkat. A betegség leggyorsabban Európa déli, mediterrán övezetében terjedt (BIOLETTI 1907, CSORBA és BEREND 1965). A kórokozót 1866-ban már Ausztráliában is regisztrálták (WICKS és MAGAREY 1985).

A kórokozó hazánkba a XIX. század derekán kerülhetett, első ízben üvegházban észlelték 1853-ban (MOESZ 1923). A betegség terjedésének folyamata kezdetben nálunk mérsékeltebb volt, az első komolyabb fertőzéseket csak a századforduló vége felé jegyezték fel (FOLK 1993), 1893-ban Kecskemét környékén okozott jelentős károkat (SÁROSPATAKI 1993). Ezt követően a szőlőlisztharmat jelentősége évről-évre növekedett. Erős fertőzések az 1960-as, 1970-es években csak egyes térségekben alakultak ki (Balaton környéke, Gyöngyös), másutt csak kifejezetten járványos években igényelt fokozott figyelmet (SZEPESSY 1975). A szőlőlisztharmat-fertőzések országszerte az 1980-as évektől váltak rendszeressé (DULA 2001), és a betegség 1983-tól a szőlőültetvények elsősorú növényvédelmi problémájává vált (KAPTÁS és MAKÓ 1993, SÁROSPATAKI 1995, FÜZI 1999b).



### 2.3 A kórokozó és ivaros termőtestének tudományos elnevezése

---

A szőlő lisztharmatgombájának korábbi elnevezése, az *Uncinula necator* (Schwein.) Burrill az elmúlt évek rendszertani kutatásainak eredményeképpen megváltozott. A kórokozó új tudományos neve: *Erysiphe necator* Schwein. Több egymástól függetlenül zajló kutatás eredménye tette indokolttá a névváltoztatást, amelyek felülírták a lisztharmatgombák ivaros termőtestek alapján végzett rendszertani besorolását (BRAUN 1987). Anamorf alakjaik pásztázó elektronmikroszkóppal végzett behatóbb tanulmányozása során COOK és munkatársai (1997) többek között olyan mintázatokot fedeztek fel az ivartalan spórák felszínén, amelyek lehetővé tették a lisztharmatnemzetségeknek a korábbi rendszertani tagolástól merőben eltérő csoportosítását. Kutatásaik alapján az *Erysiphe*-, a *Microsphaera*- és az *Uncinula*-fajok nagy hasonlóságot mutattak. A morfológiai vizsgálatok mellett SAENZ és TAYLOR (1999) molekuláris filogenetikai vizsgálatai szintűgy az előbb említett három nemzetség közeli rokonságát támasztották alá. Ennek eredményeképpen a valós rokonsági kapcsolatokat tükröző rendszerezésben a *Microsphaera* és az *Uncinula* lisztharmatgomba-nemzetségek fajait az *Erysiphe*-fajok közé sorolták (BRAUN és TAKAMATSU 2000).

Az *E. necator* ivaros termőtesteire a szakirodalom egyre gyakrabban használja a kazmotécium elnevezést, a korábbi kleisztotécium kifejezés helyett. BRAUN és munkatársai (2002) megállapították, hogy a termőtest belsejében az aszkuszok nem rendezetlenül helyezkednek el, hanem a peritéciumokra jellemző ún. himéniumon jönnek létre. A peritéciumokkal ellentétben a kazmotéciumok fala egy elvékonyodott területen reped fel az aszkospórák szóródását megelőzően.

A legújabb kutatási eredményeket követve dolgozatomban az *Erysiphe necator* fajnevet, és a gomba ivaros termőtestének megnevezésére a kazmotécium kifejezést használom.

## 2.4 Az *Erysiphe necator* biológiája

---

### 2.4.1 A kórokozó gazdanövényköre

---

Az 1800-as évek első évtizedeiben még szükségtelen volt védekezni a szőlő lisztharmatgombája ellen, Észak-Amerikában ellenálló *Vitis*-fajokból származó fajtákat termesztettek, Európában pedig ismeretlen volt a betegség. A kórokozó 1845-ös behurcolását követően gyorsan terjedt a szőlőskertekben, hiszen a gomba a sokkal fogékonyabb *Vitis vinifera* L. fajjal találkozott (CSORBA és BEREND 1965).

A szőlőfélék családjához (*Vitaceae*) tartozó tíz szőlőnemzetségből a *Vitis* nemzetség, és elsősorban a *V. vinifera* L. fajták a legfontosabb gazdanövényei a szőlőt fertőző lisztharmatgombának. A legtöbb termesztett szőlőfajta éppen az eurázsiai eredetű *V. vinifera* fajhoz tartozik (LŐRINCZ 1999). Fogékonyság szempontjából kivételnek tekinthető az ellenálló Kismis vatkana, melyben HOFFMANN és munkatársai (2008) rezisztenciáért felelős gént azonosítottak.

Más *Vitis* nemzetségek, mint például a *V. labrusca* vagy a *V. riparia* nagyobb ellenállóságot mutatnak a kórokozóval szemben (BULIT és LAFON 1978).

### 2.4.2 Genetikai változékonyság az *Erysiphe necator* populációjában

---

Molekuláris biológiai vizsgálatok azt mutatták, hogy adott populáción belül a kórokozó genetikailag nagy változékonyságot mutat. DÉLYE és munkatársai (1997) Indiában gyűjtött mintákat vetettek össze európai izolátumokkal. Az elvégzett RAPD analízis alapján három fő genetikai csoportba sorolták az izolátumokat.

Más felmérések szerint Európában az *Erysiphe necator* populáció ugyanazon a gazdanövényen (*Vitis vinifera*) két csoportra különíthető el (A és B) (DÉLYE és mtsai 1997, MIAZZI és mtsai 2003, NUÑEZ és mtsai 2006). Molekuláris biológiai módszerekkel végzett vizsgálatok Ausztráliában is két genetikai csoportot állapítottak meg (EVANS és mtsai 1997).

DÉLYE és munkatársai (1997) vizsgálataik alapján azt feltételezték, hogy a két genetikai csoport biológiájában a különbséget az ivaros és az ivartalan szaporodás jelenti. Eredményeik szerint az egyik csoportra (legyen „A”) a gazdanövény rügyeiben való telelés és tavasszal a zászlós hajtások megjelenése a jellemző. Más vizsgálatok is igazolták, hogy az „A” izolátumok és az ivartalan szaporodás között szoros kapcsolat

van (DÉLYE és CORIO-COSTET 1998, MIAZZI és mtsai 2003). Ez az egyértelmű összefüggés azonban nem áll fenn a „B” csoport esetében, hiszen az „A” mellett a „B” csoport is képes a rügyekbe húzódo micéliummal telelni (CORTESI és mtsai 2005, NUÑEZ és mtsai 2006, WILLOCQUET és mtsai 2007, MONTARRY és mtsai 2009). PÉROS és munkatársai (2005) arról is beszámoltak, hogy az általuk vizsgált „A” izolátumok minden esetben pozitív párosodási típusúak voltak, míg a „B” izolátumok pozitív és negatív párosodási típusúak is lehettek, így az „A” kizárólag ivartalan, a „B” viszont ivaros és ivartalan úton egyaránt képes szaporodni.

A két csoport közötti különbséget laboratóriumi körülmények között a megbetegítő képesség alapján is vizsgálták. PÉROS és munkatársai (2006) szerint „A” fertőzőképessége és az általa képzett liztharmattelepek átmérője is kisebb, mint „B”-é. WILLOCQUET és munkatársai (2007) vizsgálataiban „A” patogenitása ugyan kisebbnek bizonyult, de – az előző kutatással ellentétben – jellemző volt rá a rövidebb lappangási idő, az erőteljesebb sporulációs képesség, illetve az általa képzett liztharmattelepek átmérője is nagyobb volt, mint „B” esetében. Hasonlóképpen MONTARRY és munkatársai (2008) is azt találták, hogy a „B” csoport megbetegítő képessége és csírázása erőteljesebb volt, de „A” tünetei korábban megjelentek és a nagyobb méretű telepeken szignifikánsan több konídium képződött.

A két eltérő genetikai csoport térbeli előfordulását számos kutató vizsgálta. Eredményeikből kitűnt, hogy „A” és „B” izolátumok térbeli eloszlása heterogén, nem mutatott semmilyen törvényszerűséget (CORTESI és mtsai 2005, AMRANI és CORIO-COSTET 2006, BOUSCAUT és CORIO-COSTET 2007, WILLOCQUET és mtsai 2007).

MONTARRY és munkatársai (2009) Dél-Franciaországban a korábbi kutatásokhoz képest nagyobb kiterjedésű területen elemezték a két csoport tér- és időbeli előfordulását. Harminckettő termő szőlőültetvényre kiterjedő vizsgálat során zászlos hajtásokról több mint 650 izolátumot gyűjtöttek. Megállapították, hogy néhány ültetvényben kizárólag az „A” illetve a „B”, a legtöbb termőhelyen viszont mindkét genetikai csoport előfordult. A térbeli eloszlásban itt sem mutatkozott törvényszerűség, az egymáshoz közel eső ültetvényekben az izolátumok közötti eloszlás gyakran nagyon eltérő volt. Azonban a vizsgált adatok egy része azt mutatta, hogy a tengerszint feletti magasság változásával módosult a genetikai csoportok előfordulási gyakorisága. A

legmagasabban fekvő termőhelyeken csak a „B”, közepes magasságban mindkettő, a legalacsonyabb fekvésű ültetvényekben csupán az „A” volt kimutatható.

MONTARRY és munkatársai (2008) három termőhelyről öt különböző időpontban gyűjtöttek mintákat a virágzás kezdetétől egészen a szüretig. A genetikai elemzésekből kiderült, hogy az idő előrehaladtával drasztikusan csökkent az „A” csoport előfordulása, és a zsendüléstől már csak a „B” izolátum volt fellelhető az ültetvényekben. Ebből arra a következtetésre jutottak, hogy a két genetikailag eltérő csoport előfordulása időben elkülönülést mutat. Korábbi tanulmányok is megállapították, hogy a vegetáció elején az „A”, míg a végén a „B” izolátum a domináns (DÉLYE és CORIO-COSTET 1998, MIAZZI és mtsai 2003). Ennek alapján pedig feltételezhető, hogy a vegetáció második felében zajló ivaros szaporodásban csupán a „B” genetikai csoport vesz részt (MONTARRY és mtsai 2008).

### 2.4.3 A kórokozó áttelelésének módjai, az ivaros és ivartalan alak előfordulása

---

A *Erysiphe necator* áttelelése kétféleképpen lehetséges: rügyekbe húzódozó micéliummal és kazmotéciumok segítségével. A micéliumos telelési forma ivartalan folyamat eredményeképpen jön létre, kazmotéciumok viszont csak akkor képződnek, ha a különböző párosodási típusba tartozó kompatibilis hifák találkoznak, tehát létrejön az aszkogámia, azaz az ivaros szaporodás. Micéliumos telelési forma esetén a kórfolyamatot tavasszal ljkkonídiumok indítják el, amelyek a beteg rügyekből előtört ún. zászlós hajtásokon képződnek. Ha pedig a kórokozó az ivaros termőtestek segítségével marad fenn, a belőlük kiszabaduló aszkospórák képezik a primer inokulum forrását (BULIT és LAFON 1978, PEARSON és GÄRTEL 1985, PEARSON és GADOURY 1987, GADOURY és PEARSON 1991).

A lisztharmatgomba európai megjelenését követően feltételezhetően évtizedekig csak ivartalan módon volt képes szaporodni, ugyanis a gomba ivaros termőtesteit majd 50 évvel később találták meg először a kontinensen (COUDERC 1893, BULIT és LAFON 1978). A szőlő lisztharmatgombája teleomorf és anamorf alakjának időbeli elkülönülésére jó példa Ausztrália, ahol a kórokozó 1866-os leírása után az ivaros termőtesteket csupán 1984-ben azonosították az ország délkeleti részének szőlőtermő vidékein (WICKS és mtsai 1985). Japánban még ennél is később, az ezredfordulót követően találták meg első ízben a teleomorf alakot (NOMURA és mtsai 2003). Mivel

az *E. necator* heterotalliás faj (SMITH 1970), GADOURY és PEARSON (1991) szerint az egyik párosodási típus hiánya lehet az oka annak, hogy a kórokozó megjelenését követően huzamosabb ideig nincs jelentősége az ivaros alaknak.

Tulajdonképpen világszerte hosszú évtizedekig a gomba ivartalan alakja számított az elfogadott telelési formának, hiszen VAN DER SPUY és MATHEE (1977) Dél-Afrikában, SALL és WYRSINSKI (1982) Kaliforniában valamint PEARSON és GÄRTEL (1985) Németországban végzett kutatásai egyaránt alátámasztották, hogy az *E. necator* rügyekbe húzódó micéliummal képes fennmaradni. A kórokozó teleléséről kialakult tudományos vélekedést az sem befolyásolta, hogy az ivaros termőtestek jelenlétét korábban többen is leírták (BIOLETTI 1907, YOSSIFOVITCH 1923, SEELIGER 1939, WILHELM 1950, 1964, WELTZIEN, H. C. és WELTZIEN, M. 1962). BIOLETTI (1907) monográfiájában le is jegyzi, hogy az áttelelt termőtestekből kiszabaduló spórák tavasszal megfertőzhetik a fiatal szőlőhajtásokat. Az aszkospórákkal végzett mesterséges fertőzések azonban minden esetben sikertelennek bizonyultak (YOSSIFOVITCH 1923, AUREL 1974).

Egészen az 1980-as évekig nem volt tisztázott, hogy az ivaros alaknak milyen szerepe van a kórokozó áttelelésében (BULIT és LAFON 1978). Az igazi áttörés e téren PEARSON és GADOURY (1987) munkájával kezdődött. New York Állam szőlőültetvényeiben végzett több éves vizsgálataik során egyszerűen nyomát sem lették a gomba ivartalan áttelelési formájának. Ezzel szemben áttelelt ivaros termőtestekből kinyert aszkospórák segítségével sikeresen fertőztek fiatal szőlőleveleket, melyeken a lisztharmatgombára jellemző telepek jöttek létre, igazolva, hogy a rügyben telelő micélium hiányában a kórokozó fennmaradásért és a következő évi járvány elindításáért a kazmotéciumokban kifejlődő aszkospórák a felelősek. Kutatásaikat követve sorra jelentek meg azok a nemzetközi tanulmányok, melyek az *E. necator* ivaros termőtesteit mint áttelelő képletet és primer inokulumforrást állították a vizsgálatok középpontjába. Napjainkra világossá vált, hogy világviszonylatban a kórokozó áttelelésében az ivaros alak tekinthető dominánsnak (GADOURY és PEARSON 1988, STAPLETON és mtsai 1988, MAGAREY és mtsai 1994, CORTESI és mtsai 1997, STEINKELLNER 1998, STEINKELLNER és REDL 1998, GROVE és mtsai 1999, JAILLOUX és mtsai 1999, HALLEEN és HOLZ 2000, GROVE 2004, MILADINOVIC és mtsai 2007). Ugyanakkor szükséges megjegyezni, hogy az elmúlt években olyan kutatási eredmények is napvilágot láttak, melyek egy-egy földrajzi helyen az ivartalan telelési forma elsődlegességét támasztották alá, mint például YPEMA és GUBLER (2000)

Kaliforniában, RÜGNER és munkatársainak (2002) Dél-Németországban végzett vizsgálatait.

Magyarországon a lisztharmatgomba telelésének lehetséges módjait kutatva ISTVÁNFFY (1906) leírta, hogy a kórokozó képes a rügyekbe húzódó micéliummal fennmaradni, majd néhány évvel később, 1908-ban Erdélyben a gomba ivaros termőtesteire is rábukkant (ISTVÁNFFY 1908). Az 1900-as évek első évtizedeiben több szerző is tárgyalta az *E. necator* termőtesteit (MOESZ 1912, MOLNÁR 1914, BARRA 1941). Ennek ellenére a század második felétől az az általános nézet terjedt el, hogy a kórokozó fennmaradásában az ivaros alaknak nincsen szerepe, az áttelelésért a szőlő rügyeibe húzódó micélium a felelős (LEHOCZKY 1968, 1973, UBRIZSY 1968, SZEPESSY 1977, FOLK 1993).

Hazai tanulmányok az 1990-es évek elejétől hívták fel a figyelmet az ivaros alak egyre gyakoribb előfordulására (LEHOCZKY és mtsai 1991, KAPTÁS és mtsai 1992, MAKÓ és KAPTÁS 1993, DULA és KAPTÁS 1995). LEHOCZKY és munkatársai (1991) Magyarországon elsőként végeztek sikeres mesterséges fertőzési kísérleteket szabadban átteleltetett termőtestekből származó aszkospórákkal. MAKÓ és KAPTÁS (1993) több termőhelyen és fajtán észlelték az ivaros termőtestek tömeges előfordulását az Egri és a Dél-Balatonai borvidéken, egyúttal arról számoltak be, hogy a korábbi évjáratokban tapasztaltakhoz képest a lisztharmatgomba fellépése és terjedése szokatlan, ami utalt az aszkospóra okozta primer fertőzések jelenlétére. DULA és KAPTÁS (1995) szintúgy hangsúlyozták a lisztharmatgomba járványdinamikájában fellelhető ellentmondásokat, de az ivaros termőtestek jelenléte ellenére a micéliumos alakban történő telelést tartották elsődlegesnek. SZENDREY és DULA (1999) az Egri borvidéken évről évre találtak ivaros termőtesteket, és tanulmányukban már azt hangsúlyozták, hogy hazánkban mindkét telelési alakkal számolni kell. A kórokozó ivaros és ivartalan áttelelő alakjának dominanciaviszonyait tekintve FÜZI (1999a, 1999b) Dél-Dunántúlon végzett felméréseiben az ivaros alak előfordulását jóval gyakoribbnak találta. A szerző kiterjedt vizsgálataival igazolta, hogy az ivaros termőtestek kulcsfontosságú szerepet töltenek be a kórokozó járványdinamikájában (FÜZI 2001, 2003). Az ezredfordulót követően elvégzett országos felvételezés elsődleges áttelelő alakként már a kazmotéciumot nevezte meg (DULA és SCHMIDT 2001).

#### 2.4.4 A kazmotéciumok felrepedése és az aszkospórák szóródása

---

GADOURY és PEARSON (1990a) vizsgálatai szerint a kazmotéciumok felrepedése és az aszkospórák szóródása két folyamat eredményeként következik be: (i) a telelés folyamán fokozatosan csökken a kazmotécium falának szilárdsága, a legkülső sejtrétegekben morfológiai változás megy végbe, a sejtek oldalirányban behorpadnak, majd az általuk határolt üregek bezárulnak, és a felnyílás helyén a termőtest fala egészen elvékonyodik, (ii) ezzel egyidejűleg tavaszig fokozatosan csökken a termőtest vízpotenciálja, aminek eredményeképpen az ép termőtestek belseje és a környezet között jelentős nyomáskülönbség alakul ki. Ennek kiegyenlítődése akkor következik be, amikor nedvesség hatására víz áramlik a termőtestbe, amely attól megduzzad, majd felreped, egyúttal az aszkuszok és az aszkospórák is vizet vesznek fel. A kazmotéciumok felrepedését elősegíti, ha a tél folyamán és kora tavasszal időszakonként kiszáradnak, majd átnedvesednek (JAILLOUX és mtsai 1998). Faluk a váltakozóan nedves és száraz körülmények hatására vékonyodik el, amely megkönnyíti az érett aszkospórák kiszóródását (GADOURY és PEARSON 1990a).

A szabad víz jelenléte kulcsfontosságú szerepet tölt be a kazmotéciumok felrepedésében és az aszkospórák kiáramlásában (YOSSIFOVITCH 1923, DIEHL és HEINTZ 1987, GADOURY és PEARSON 1990a, JAILLOUX és mtsai 1998). A laboratóriumban száraz körülmények között inkubált termőtestek nem repedtek fel (DIEHL és HEINTZ 1987). Szabadföldi kísérleteiben PEARSON és GADOURY (1987) azt találta, hogy az aszkospóraszóródás akkor következik be, amikor legalább 2,5 mm eső esik. Újabb vizsgálatok arról számoltak be, hogy az aszkospórák zöme ugyan a 2 mm-t meghaladó csapadék hatására szóródik, de ennél kisebb mennyiség után is csapdázta aszkospórákat, sőt – csapadék hiányában – például páralecsapódás okozta, legalább 3,5 óráig tartó levélnedvesség is kiválthat spóraszóródást (ROSSI és mtsai 2010).

A hőmérséklet hatását tekintve JAILLOUX és munkatársai (1998) a legintenzívebb spóraszóródást 20 °C-on mérték, mindemellett a 15 és 30 °C közötti tartományban a kiszóródott aszkospórák mennyisége nem mutatott szignifikáns eltérést. GADOURY és PEARSON (1990b) 8 °C alatt jelentős csökkenést tapasztalt, 4-5 °C-on a kazmotéciumok nagyon kis hányada repedt csak fel (DIEHL és HEINTZ 1987, GADOURY és PEARSON 1990a).

A rövid ideig tartó (2 óra) mesterséges UV sugárzás nem, a hosszabb ideig tartó (5 óra) negatívan befolyásolta a kazmotéciumok felrepedését (DIEHL és HEINTZ 1987).

Az aszkospóraszóródás tavasszal a szőlő rügyfakadása és virágzása közötti időszakra tehető. PEARSON és GADOURY (1987) a legtöbb aszkospórát a rügyfakadást követő 6 hét során számolta meg a Burkhard típusú spóracsapda fogólapjain. A szóródás intenzitását és eloszlását a csapadékviszonyok határozták meg. GADOURY és PEARSON (1990a) úgy találták, hogy az eső kezdetétől számított 6-8 órán belül fogta a csapda a legtöbb aszkospórát. A FÜZI és HOLB (2007) üzemeltette spóracsapda hasonlóképpen mutatta az ivaros spórák jelenlétét. Az első aszkospórák már a rügyfakadás előtt megjelentek és a szóródás egészen a szőlőbogyók borsónyi állapotáig tartott, s a hajtásnövekedés kezdetétől a virágzás kezdetéig volt a legintenzívebb. MOYER és munkatársai (2008a) arra hívták fel a figyelmet, hogy az ivaros inokulum jelentős része már a rügyfakadást megelőzően kiszóródhat, melynek következtében a vegetációban jelentősen csökkennek a kórokozó fertőzési esélyei.

Az aszkospórák szóródása azonban nem csupán a tavaszi időszakban következhet be. New York államban végzett vizsgálatok szerint ősszel a kazmotéciumok fiziológiailag érettek, de áttelelés nélkül aligha képesek kiszórni aszkospóráikat (PEARSON és GADOURY 1987, GADOURY és PEARSON 1990a). Ugyanakkor PEARSON és GADOURY (1987) már ősszel is kimutattak néhány aszkospórát a szőlőültetvények légtéréből. GEE és munkatársai (2000) Dél-Ausztráliában végzett kísérleteikben azt találták, hogy a kazmotéciumokból áttelelés nélkül, már a képződésüket követő időszakban is szóródhatnak ki aszkospórák. ROSSI és munkatársai (2010) 2005 és 2009 között Olaszországban vizsgálták az aszkospórák szóródását a kazmotéciumok lemosódásának kezdetétől egészen a következő év júniusáig. Előzőleg nagy számban begyűjtött kazmotéciumokat lemetszett tőkerészekre helyeztek, majd ezeket természetes körülmények között tartották. Föléjük mintegy három centiméter távolságra szilikonnal bevont fogólapocskákat szereltek. Eredményeik azt mutatták, hogy az aszkospórák mintegy 19-74%-a már a lombhullást megelőzően, ősszel kiszóródott, kevesebb, mint 2%-uk pedig a lombhullástól a rügyfakadásig terjedő időszakban.



## 2.4.5 Az aszkospórák csírázása és az általuk okozott primer fertőzés tüneteinek megjelenése

---

Az aszkospórák csírázása és a csíratömlő képződése szabad víz jelenlétében, illetve ennek hiányában egyaránt végbemegy. Cseppfolyós víz nélkül a magas páratartalom kedvezően hat a folyamatra. 54%-os relatív páratartalomnál csupán a spórák 15%-a képes kicsírázni és appresszóriumot képezni (GADOURY és PEARSON 1988).

20-25 °C-on az aszkospórák 4 óra alatt kicsíráznak, 12 óra elteltével appresszóriumot növesztenek (GADOURY és PEARSON 1990b). A csírázás 15 és 25 °C között a legintenzívebb, 10 °C alatt nagyon alacsony százalékban megy végbe (JAILLOUX és mtsai 1998). GADOURY és PEARSON (1990b) vizsgálataiban 5 °C-on az aszkospórák kevesebb mint 30%-a, 31 °C-on kevesebb mint 5%-a csírázott ki. E két szélsőértéken a spóra már nem képzett appresszóriumot és nem fertőzte meg a gazdanövényt. Az aszkospórák általi fertőzéshez minimum 10 °C-os hőmérsékletre volt szükség.

A primer inokulum és a kedvező környezeti feltételek megléte mellett a fogékony gazdanövény jelenléte határozza meg az elsődleges fertőzés tüneteinek kialakulását. Az aszkospórák a 4-5 cm átmérőjű fiatal szőlőleveleket már képesek megbetegíteni (DULA és FÜZI 2010). Ha későn indul be a kórfolyamat, előfordulhat, hogy az aszkospórák fertőzés tüneteit a fürtökön is megtaláljuk (FÜZI 2003). A primer fertőzést követően az első lisztharmattelepek az ültetvényben elszórtan, a fiatal hajtások tökerészekhez közel eső leveleinek fonákján jelennek meg (PEARSON és GADOURY 1987, GROVE 2004). Kezdetben a tünetek a levél színén elmosódott szélű klorotikus foltokként jelentkeznek, egyúttal a levelek fonákján néhány mm átmérőjű, konídiumokat képző micéliumtelepek válnak láthatóvá. A primer fertőzés tüneteinek megjelenésére a hőmérséklettől függően 6-16 nap lappangási idő után lehet számítani (DULA és FÜZI 2010). PEARSON és GADOURY (1987) laboratóriumi körülmények között az aszkospórával végzett fertőzést követő hatodik napon figyelték meg a lisztharmatgomba sporulálását.

#### 2.4.6 A kórokozó fejlődése és terjedése a primer fertőzést követően

---

A primer fertőzésből eredő gombatelepek megjelenésével kezdetét veszi az intenzív konídiumképződés szakasza (FÜZI 2003).

Ha a környezeti feltételek megfelelőek, a kórokozó sporulációs ciklusa kb. tíz nap. A fogékony gazdanövényre került konídiumok 12 órán belül kicsíráznak, 24 óra múlva a hausztóriumok a sejt közötti járatokba hatolnak, 48 órán belül pedig megkezdődik a másodlagos hifafejlődés. Az ötödik napra megjelennek a konídiumtartók, a hetedik napra képződnek a konídiumláncok és a tizedik naptól már az új konídiumok fűződnek le (DULA 2001). A lappangási idő hosszúságát a hőmérsékleti viszonyok nagymértékben befolyásolják. SZEJDAMETOV szerint a fertőzés és a tünet megjelenése között optimális hőmérsékleten (20-25 °C) mindössze 4 nap telik el (*cit. SURJÁN 1974*). Ennél alacsonyabb hőmérsékleten az inkubáció időtartama fokozatosan növekszik. A lappangási idő hosszát befolyásolja továbbá, hogy egységnyi növényfelületre a fertőzés során hány konídium kerül. A spórák számának növekedésével csökken a lappangási idő. Ezért laboratóriumi vizsgálatokban a konídiumok sokaságát tartalmazó szuszpenzióval végzett inokuláció nem feltétlenül modellezi a valóságot, hiszen a természetben jóval valószínűbb az egyes spórák által okozott fertőzés (GADOURY és mtsai 2004).

GADOURY és munkatársai (2012) azt feltételezték, hogy a kórokozóban a liztharmattelep belső területéről induló, meghatározott molekuláris szintű jelzés indítja el a sporuláció folyamatát. E célból konídiumokkal végzett mesterséges fertőzést követően négy illetve öt nappal kimetszették a liztharmattelepek közepét. Azt tapasztalták, hogy az ötödik napon preparált telepeken nem késett a sporuláció a kontrollhoz képest, azonban az egy nappal korábban kimetszett telepek szélein jóval később indult meg.

Nyilvánvaló, hogy a liztharmattelepek növekedése és a sporulációs ciklus időtartama meghatározza, hogy mekkora tömegű ivartalan spóra képződik, és ebben fontos szerep jut a hőmérsékleti viszonyok alakulásának is. MOYER és munkatársai (2007) arról számoltak be, hogy a kórokozó előrejelzése szempontjából nem csupán a napi középhőmérsékleteket érdemes figyelembe venni, hiszen már a néhány óráig tartó alacsony hőmérsékletű periódus is visszaveti a kórokozó fejlődését. A hőmérséklet alakulása azonban nem csupán a kórokozó életfolyamataira van hatással. MOYER és

munkatársai (2010a, 2010b) azt is kimutatták, hogy a fiatal szőlőleveleket ért, mindössze néhány óráig tartó hideghatás (2-8 °C) megnövelte a gazdanövény kórokozóval szembeni ellenálló képességét. Az alacsony hőmérsékletű kezelést követően 24 órával a megfertőzött leveleken a lisztharmattelemek növekedése 22 °C-on kb. 37-55%-kal csökkent a hideghatással nem kezelt levelekhez képest. Az általuk megfigyelt, hideg indukálta rezisztencia hatása 24-36 órával a hideghatást követően volt a legmarkánsabb, majd pedig fokozatosan csökkent.

A konídiumok légmozgással terjednek, azonban az ezzel kapcsolatos irodalmi hivatkozások nem egységesek. FOLK (1993) illetve STEVA és CAZENAVE (1996) szerint a kórokozó konídiumainak terjedése igencsak korlátozott. A fertőzőképes spórák még a szél útján sem jutnak el nagy távolságokra, a szomszédos ültetvényt sem képesek megfertőzni. FÜZI (2003) 1996-ban és 1997-ben a Szekszárd környéki ültetvényekben (ekkor csekély volt a lisztharmatfertőzés a borvidéken) megfigyelte, hogy a lokálisan lisztharmatos ültetvények és kísérleti parcellák megbetegedése elszigetelt maradt. Más megítélés alapján viszont a konídiumok nagyobb távolságokat is képesek megtenni. Így például KAPTÁS és MAKÓ (1993) szerint a szőlőlisztharmat epidémiája szempontjából figyelembe kell venni az adott ültetvényel szomszédos ültetvények fertőzöttségét is. Az elhanyagolt, lisztharmattal súlyosan fertőzött szőlők olyan gócok, amelyek a környező, rendben tartott ültetvények egészségi állapotát is veszélyeztetik (SÁROSPATAKI 1995).

#### 2.4.7 A kazmotéciumok képződése és annak környezeti feltételei

---

Az *Erysiphe necator* heterotalliás gomba, azaz kazmotéciumok képzésére akkor képes, ha a szövedékén két ivarilag eltérő, egymással kompatibilis párosodási típusú hifa található (GADOURY és PEARSON 1991). Kazmotéciumok a szőlő valamennyi fertőzött részén képződhetnek, legtöbbjük azonban a kiterjedt felületű lombozaton fejlődik ki, számuk szőlőtőkéknél akár a több milliót is elérheti (GADOURY és PEARSON 1988, FÜZI 2003).

GADOURY és munkatársai (2004) szerint mind az ivartalan spórák, mind pedig a kazmotéciumok képződésének beindulását molekuláris szintű szabályozás vezérli. Szerintük a két folyamat közötti választóvonalat a kompatibilis párosodási hifák találkozása jelenti, melynek során bekapcsolódik az ivaros szaporodás folyamata, és egyúttal leáll a konídiumok tömeges képzése. Vizsgálataikban azt találták, hogy a

levélfertőzés gyakorisága a konídiumos szakasz során folyamatosan növekszik, míg a kazmotéciumképződés kezdetétől már nem emelkedik, egyúttal a liztharmattelep konídiumtermelése drasztikusan csökken, a kórokozó pedig ettől kezdve az ivaros spóraalak termelésére koncentrálnak.

GADOURY és PEARSON (1988) laboratóriumi körülmények között fertőztek meg szőlőnövényeket kompatibilis izolátumokkal, majd megfigyelték a kazmotéciumok képződésének folyamatát. A hifák találkozását követően, 48 óra múlva 10-20  $\mu\text{m}$  átmérőjű, fehér színű, hialin gömböcskék keletkeztek. A termőtestkezdemények 20 °C-on 10 nap alatt érték el a 70  $\mu\text{m}$ -es átmérőt, miközben egy lipid-szerű anyag felhalmozódásától sárga színűvé változtak. Az aszkuszok képződése a termőtest 40  $\mu\text{m}$ -es átmérőjénél kezdődött, bennük az aszkospórák 70-80  $\mu\text{m}$ -nél kezdtek el differenciálódni. A hőmérséklet jelentősen befolyásolta a kazmotéciumok fejlődési folyamatát. 16-25 °C-on a mesterséges fertőzéstől számított 10. napon indult meg a termőtestkezdemények (hialin állapot) kialakulása, 10 °C-on ehhez már 15 napra volt szükség. 16 °C-on 33 nap, 20 °C-on 25 nap, míg 25 °C-on 20 nap alatt fejlődött ki a termőtestek 50%-a. A hifák növekedése megállt 8 °C alatt, 32 °C-on nem képződött kazmotécium, és a liztharmattelep is elpusztult.

BIOLETTI (1907) sztereomikroszkópos megfigyelései alapján különböző színű és érettségű kazmotéciumokról számolt be. A termőtesteket GADOURY és PEARSON (1988) három csoportba sorolta: éretlen, gömbölyű és sárga színű; éretlen, gömbölyű és barna színű; érett, homorú felszínű. Az érett kazmotéciumok fekete színűek, BIOLETTI (1907) bennük 4-8 aszkuszt és aszkuszonként 4-6 aszkospórát, DIEHL és HEINTZ (1987) átlagosan 6 aszkuszt és aszkuszonként szintén 4-6 aszkospórát számolt meg. FÜZI (2003) 1997 és 1998 őszén végzett vizsgálatai során úgy találta, hogy a leveleken képződött érett termőtestek átmérője 90-140  $\mu\text{m}$ , és bennük átlagosan 2,8-3,1 aszkusz és 10,8-12 db aszkospóra található.

A kazmotécium kezdetben csupán a két párosodási hifával kapcsolódik a micéliumhoz, majd 20  $\mu\text{m}$ -es átmérőnél a külső sejtfalaktól függelékek képződnek, amelyek a termőtestet kapaszkodó hifaként rögzítik a liztharmattelephez. A fejlődési folyamat végén a kazmotécium funkcionális kapcsolata megszűnik a liztharmatteleppel. Ekkor a turgor gyors csökkenésével a bazális részen a kazmotécium behorpad (GADOURY és PEARSON 1988).

GADOURY és PEARSON (1988) szabadföldi körülmények között azt találták, hogy 20 °C körüli átlaghőmérsékleten a kazmotécium fejlődése során a hialin állapottól az éretté válásig 17-18 nap telik el. FÜZI és HOLB (2007) a Szekszárdi borvidéken 1997 és 2006 között végzett felmérései azt mutatták, hogy permetezetlen körülmények között a primer fertőzés tüneteinek megjelenését követően 42-55 nappal, július első felében jelentek meg az első éretlen, és további 10-15 nappal később a legelső érett kazmotéciumok. A szőlőlisztharmat ellen rendszeresen permetezett ültetvényekben a termőtestek képződése később következik be, a nyár második felében és ősszel válik tömegessé (GADOURY és PEARSON 1988, FÜZI 2003). Ekkor a meleg, száraz időjárás kifejezetten kedvez a kórokozó felszaporodásának, így a kazmotéciumok képződésének is (DIEHL és HEINTZ 1987, HILL és mtsai 1995, FÜZI 1999b). GEE és munkatársai (2000) szerint az érési folyamat magasabb kumulatív hőösszeg esetén gyorsabban zajlik, míg a levegő páratartalma sokkal kevésbé befolyásoló tényező.

GADOURY és PEARSON (1988) azt vizsgálták, hogy a környezeti hatások miként befolyásolják a képződött kazmotéciumok mennyiségét. A hőmérsékletnek, a nappalok hosszúságának, a relatív páratartalomnak és a szőlőlevelek életkorának nem volt hatása a kazmotéciumok képződésére. A kazmotéciumok fejlődésének üteme viszont szignifikánsan gyorsabb volt a fogékony, és lassabb az ellenállóbb szőlőfajták lombzatán. Azokon a leveleken, amelyek kevésbé betegedtek meg, később jelentek meg a termőtestek. A kompatibilis hifák találkozásához ugyanis bizonyos fertőzöttségi szint elérése szükséges. Alacsony fertőzöttség következtében a kompatibilis hifák párosodása késik, így egyúttal időben kitolódik a termőtestek képződése is. A kazmotéciumképződés térben és időben követi a lisztharmat-fertőzöttség alakulását: minél magasabb a fertőzöttség, annál több kazmotécium képződik (GADOURY és PEARSON 1988, 1991). A lombzaton képződött kazmotéciumok száma és a levélfertőzöttség mértéke között statisztikailag igazolható, pozitív korreláció mutatható ki (FÜZI 1999a, 2001). Azonban gyakori, hogy a különböző évjáratokban ugyanazon fertőzöttségi szinten eltérő mennyiségű ivaros termőtest képződik (FÜZI 1999a).

#### 2.4.8 A kazmotéciumok lemosódása és telelése

---

Az érett kazmotéciumok rögzítő hifái elhalnak, ezáltal funkcionális kapcsolatok megszűnik a micéliummal, és ezt követően az esők hatására lemosódnak a lisztharmattalról. Legnagyobb részük a talajra kerül, kisebb hányaduk azonban

fennakad, és horgonyszerű függelékeivel megkapaszkodik az idősebb tőkerészek kéregrepedéseiben (YOSSIFOVITCH 1923, GADOURY és PEARSON 1988). ROSSI és munkatársainak (2010) megfigyelései szerint Észak-Olaszországban permetezetlen körülmények között a kazmotéciumok lemosódása augusztus utolsó dekájától egészen a lombhullásig tart. A nyár végi, őszi esős időjárás, emellett a kései fagy nagymértékben elősegíti ezt a folyamatot (HILL és mtsai 1994, FÜZI 2003). Magasabb fekvésű ültetvényekben a fagy okozta lombhullás később következik be, így a lemosódás időtartama hosszabb, mint a fagyzugos területeken (FÜZI 2003). Egységnyi felületre vetítve a legtöbb kazmotécium a szőlőtőke vízszintes kordonkarjain halmozódik fel, ezt követi a tőkefej, majd a függőleges tőketörzs. A fennakadó termőtestek száma a lemosódás során fokozatosan növekszik, majd a lombhullással mennyiségük állandósul, és a környezeti hatásoktól függetlenül tavaszig gyakorlatilag nem változik (CORTESEI és mtsai 1995).

A lizstarmattelephez szorosan kötődő, ép függelékekkel rendelkező éretlen kazmotéciumok, illetve csapadékszegény viszonyok esetén az érett termőtestek sem mosódnak le. A leveleken fennmaradó ivaros termőtestek legkésőbb az első fagyok beálltával az avarszintre kerülnek (PEARSON és GADOURY 1987, FÜZI 2003). Azok a kazmotéciumok, amelyek fiziológiailag éretlenek, tavasszal nem fertőzőképesek (GADOURY és PEARSON 1988), továbbá a lombozaton, a vesszőkön, és a fűrtkocsányon telelők tavaszra nagy százalékban elkorcsosulnak, nem úgy, mint a kérgen fennmaradt kazmotéciumok, amelyek jelentős része ép marad (PEARSON és GADOURY 1987). GADOURY és PEARSON (1988) vizsgálataiban a leveleken telelt termőtestek életképessége a tél folyamán gyorsan csökkent, március közepére mindössze 14%-uk, a rügyfakadás idejére csupán 3%-uk maradt ép. Ezzel szemben a kérgen telelők májusig 45-86%-ban megőrizték életképességüket. CORTESEI és munkatársai (1997) szintén jóval több fertőzőképes kazmotéciumot találtak a kéregrészekben, de alacsony százalékban a lehullott leveleken is épek maradtak a termőtestek. A talaj felső 2 cm-es rétegéből kinyert kazmotéciumok egyáltalán nem voltak életképesek.

ROSSI és munkatársai (2010) tőkére erősített szűrőpapírtölcsérek segítségével gyűjtötték össze kazmotéciumokat a lemosódási időszakban. A termőtesteket természetes körülmények között tasakokban teleltették át. Közvetlenül a lombhullás befejeződése előtt a tasakokból származó kazmotéciumok mintegy 34%-a tartalmazott morfológiailag érett, 48%-a nem kellően differenciált spórákat, míg 18%-ukban

egyáltalán nem volt aszkospóra. Lombhullástól rügyfakadásig a spórákat tartalmazó termőtestek aránya fokozatosan csökkent. Rügyfakadást követően már csak 5%-ukban találtak érett, 25%-ukban pedig differenciálatlan aszkospórákat. A kazmotéciumok 70%-ában pedig egyáltalán nem volt aszkospóra.

PEARSON és GADOURY (1987) szerint járványtani szempontból a kéregrészekben telelő kazmotéciumok szerepe kiemelkedő, mivel a rügyfakadást követően a legtöbb életképes kazmotécium a fás kérgeken található, és az első tünetek zömmel a tőkefejhez és a kordonkarokhoz legközelebb eső leveleken jelennek meg. További vizsgálataik is a kérgeken fennmaradó kazmotéciumok elsődleges szerepét támasztották alá (GADOURY és PEARSON 1988). Azokon a termőhelyeken, ahol az őszi csapadékviszonyok nem kedveznek a lemosódásnak, a levéltörmelékeken fennmaradó termőtesteknek szerepük lehet tavasszal a fertőzés elindításában (CORTESI és mtsai 1997, MAGAREY és mtsai 1997). Ezek fertőzőképességét laboratóriumi körülmények között több tanulmány is igazolta (DIEHL és HEINTZ 1987, PEARSON és GADOURY 1987, LEHOCZKY és mtsai 1991, JAILLOUX és mtsai 1998, GROVE 2004). GROVE (2004) a sikeres fertőzés ellenére az avarszintről izolált termőtestek járványtani szerepét csak másodlagosnak ítélte. A levéltörmelékek fennmaradását ugyanis a környezeti tényezők és a művelésmód jelentősen befolyásolják.

#### 2.4.9 A primer inokulum járványdinamikai jelentősége

---

Ausztrál szőlőültetvényekben MAGAREY és munkatársai (2000) azt találták, hogy a nagy mennyiségű primer inokulum jelenléte, illetve a korán bekövetkező indulófertőzés súlyos termésvesztéssel járó járványokat idézett elő, ezzel szemben, ha a primer fertőzés csak a virágzás után következett be, komoly fűrtkárrel nem kellett számolni. Javaslatuk szerint a virágzást megelőző időszakban végzett következetes fungicid védekezésekkel néhány vegetáció alatt eltűntethetőek a zászlós hajtások, drasztikusan csökkentve ezzel az ivartalan telelési formából induló lisztharmatjárvány kialakulásának valószínűségét.

MOYER és munkatársai (2008b) az Egyesült Államok keleti partjának hét államában végeztek el egy kísérletsorozatot, amelynek során azt figyelték meg, hogy bizonyos években az aszkospórák döntő hányada már télen és kora tavasszal, a rügyfakadásig kiszóródott (a legészakibb állam New York, a legdélibb pedig Georgia volt). Megítélésük szerint ennek fontos szerepe van abban, hogy évjáratonként eltérő

erősségű járványok jönnek létre. Arra jutottak, hogy a rügyfakadást megelőző időszakban végzett öntözésekkel csökkenthető a primer inokulum mennyisége. GROVE (2004) szintúgy elképzelhetőnek tartja, hogy ezzel 10 °C felett mesterségesen idézhetjük elő az aszkospórák szóródását, csökkentve a betegség elhatalmasodásának esélyeit. Ugyanakkor a rügyfakadást követő fagyvédő öntözésekkel ennek épp az ellenkezőjét érhetjük el.

GADOURY és munkatársai (1994) a lemosópermetezésnek a primer inokulum mennyiségére gyakorolt hatását vizsgálták. Szabadföldi körülmények között rügyduzzadáskor kijuttatott nagy koncentrációjú mészkénlé drasztikusan csökkentette a fertőzőképes aszkospórákat tartalmazó kazmotéciumok számát. A lemosópermetezést követően a kísérleti parcellák egy részét a vegetáció során nem kezelték, másik részüket folyamatos állományvédelemben részesítették. A mészkénlével permetezett és állományvédelemben is részesített parcellákban minimális fűtkár alakult ki. Ennél valamivel magasabb fűtfertőzöttség jött létre ott, ahol kizárólag lemosópermetezést alkalmaztak, de jóval alacsonyabb, mint a teljesen kezeletlen tőkéken, demonstrálva ezzel az ivaros áttelelő inokulum járványdinamikai jelentőségét.

FÜZI (1999b) szabadföldi kísérletekkel igazolta, hogy a primer inokulum szerepe a fűtkár alakulásában kulcsfontosságú. A Szekszárdi borvidéken egy Nosztori rizling fajtájú ültetvényben egy illetve két éven át permetezetlen parcellákat alakított ki egymástól mintegy 100 m távolságban. A szőlőterület többi részét mindkét évben hatékony kémiai védelemben részesítették. Az első év őszen abban a parcellában, amelyet rendszeresen permeteztek, jóval kevesebb kazmotécium képződött, mint a kezeletlenül hagyott parcella tőkéin. A második évben mindkét vizsgált parcella kezeletlen maradt. A két évig permetezetlen tőkék fűtfertőzöttségének mértéke zsendüléskor csaknem tizenötször volt nagyobb (meghaladta a 96%-ot), mint a csupán egy éven át kezeletlenül hagyott tőkéké (6,5%). Mivel a vizsgált parcellák kialakítása azonos környezeti feltételek között történt, a fertőzöttségbeli különbséget csupán az eltérő mennyiségű primer inokulum okozhatta.

FÜZI és GABI (1998) megállapította, hogy a lisztharmat okozta fűtkár alakulására a primer inokulum mennyisége sokkal nagyobb hatással van, mint a május és július hónapok közötti időjárás. Primer inokulum hiányában nem alakulhat ki jelentős fűtkár akkor sem, ha a környezeti feltételek igen kedvezőek a kórokozó számára.



Ugyanakkor nagy mennyiségű inokulum jelenléte esetén nem lehet olyan kedvezőtlen az időjárás, hogy a lokális járvány kitörését elfojtsa (FÜZI 1999b).

FÜZI (2003) doktori értekezésében megállapította, hogy a lisztharmatgomba askospóráinak és konídiumainak korlátozott térbeli terjedése miatt egy adott ültetvényben keletkezett, majd ott áttelelt inokulumnak döntő jelentősége van az ültetvény következő évi fertőzöttségének alakulása szempontjából. Éppen ezért, ha már ősszel felmérjük a képződött kazmotéciumok mennyiségét, figyelembe véve a lemosódás időszakának csapadékviszonyait, megbecsülhetjük a következő évi fertőzési nyomást.

## 2.5 Fungicidok hatása a kazmotéciumok képződésére

---

FÜZI (1999a) felmérései szerint a dél-dunántúli szőlőültetvényekben permetezetlen viszonyok között a kazmotéciumok képződése jóval korábban kezdődött, mint a szezon során rendszeresen permetezett mintatereken. Ez utóbbiakban csak a fungicidok védőhatásának megszűntével indult a termőtestképződés. A vegetáció folyamán alkalmazott gombaölő szerek eltérő hatékonysága különböző lombfertőzöttségi szinteket eredményezett, ami hatással volt a kazmotéciumok képződésére is. Az elemi kénnel permetezett tőkék lombzatán fele annyi érett termőtest képződött, mint permetezetlen viszonyok között. A krezoxim-metillel végzett védekezés viszont negyvenedére csökkentette az érett kazmotéciumok mennyiségét. FÜZI (2001) a Szekszárdi borvidéken egy hároméves kísérletsorozat keretében tovább vizsgálta a fűrtvédelem időszakában kijuttatott gombaölő szereknek a lombzaton képződő kazmotéciumok mennyiségére gyakorolt hatását. Ezekben a kísérletekben is kiemelkedő volt a krezoxim-metil hatékonysága, amely az őszi levélfertőzöttség mértékét átlagosan 71%-kal, a kazmotéciumok számát pedig 93%-kal csökkentette.

## 2.6 A fungicidok kazmotéciumokra gyakorolt közvetlen hatása

---

Az *Erysiphe necator* kazmotéciumos alakja elleni beavatkozás gondolata már egy évszázaddal korábban is felmerült. BIOLETTI (1907) azt javasolta, hogy a metszést követően a tőkét 1%-os kénsavval vegyített rézszulfát telített oldatával kezeljék. Ennek hatékonysága növelhető, ha a tőkét letisztogatják, a kéregrészeket lehántják. Így megsemmisíthetők a tőkén található termőtestek. A rügpikkelyek alatti gombahifák gyérítésére a fakadást követően bordói lével végzett permetezést ajánlotta.

Hozzátette, hogy ezek a kezelések költségesek, és a talajban telelő termőtesteket, mint az általa feltételezett fontos inokulumforrást, nem pusztítják el.

GADOURY és munkatársai (1994) laboratóriumi körülmények között érett termőtesteket merítettek fungicidek vizes oldataiba. Ősszel gyűjtött kazmotéciumok esetében az 1 óráig tartó 12%-os kalcium-poliszulfiddal és a 8 órán át 4,8%-os réz-szulfáttal végzett kezelés hatására szignifikánsan csökkent az életképes aszkospórák száma. A rézoxiklorid, a réz-hidroxid, a dinokap, az elemi kén és a triadimefon hatóanyagok hatástalannak bizonyultak. A tavasszal gyűjtött kazmotéciumok érzékenyebben reagáltak a kezelésekre. A kalcium-poliszulfid, a réz-szulfát, a rézhidroxid (2,4%) és a rézoxiklorid (2,4%) már az 5 percig tartó kezelés hatására elpusztították az aszkospórák 72-96%-át. A dinokap 1 óra múlva ért el hasonló eredményt. Szabadföldi kísérleteikben a kalcium-poliszulfiddal végzett kora tavaszi lemosópermetezés hatására a kazmotéciumok jelentős hányada degradálódott, csökkentve a potenciális inokulum mennyiségét. A hatékony beavatkozás azonban az extrém dózis (336 liter 29%-os oldat 2800 l/ha lémmennyiséggel kijuttatva) miatt környezetszennyező és gazdaságtalan megoldás.

SZENDREY és DULA (1999) kéntartalmú fungicideket javasoltak tavaszi lemosópermetezésre a fás részekben telelő kazmotéciumok ellen.

## 2.7 A fungicidrezisztencia

---

Az ivaros és ivartalan alak előfordulásának dominanciaviszonya minden bizonnyal hatással van az *Erysiphe necator* gombaölő szerekkel szemben kialakuló rezisztenciájára. A tenyészidőszak második felében képződő termőtestek ivaros spórái ugyanis átörökítik a vegetációban kialakult rezisztenciaszintet. A rügyekbe húzódó micélium ehhez képest elenyésző mértékben találkozik a fungicidekkel, így az általa rögzített rezisztenciaszint lényegében alig különbözik az előző évitől (STEVA és CAZENAVE 1996).

Világszerte három fungicidhatóanyag-csoporttal szemben bizonyított a kórokozó rezisztenciája. 1980-ban jelent meg az a tanulmány, mely elsőként közölte az *E. necator* benzimidazolokkal szembeni rezisztenciáját New York államban (PEARSON és TASCHEBERG 1980). Tíz évvel később Portugáliában arról számoltak be, hogy megjelent a szterolbioszintézis-gátlókkal szemben ellenálló biotípus (STEVA és mtsai 1990). A harmadik jelentős hatóanyagcsoport a QoI-fungicidek, amelyekkel szembeni

rezisztenciát elsőként BARTLETT és munkatársai (2002) írták le Kaliforniában végzett vizsgálataik alapján. 2006-ban Európában elsőként magyarországi szabadföldi kísérletekből gyűjtött minták elemzése során mutatták ki a QoI-fungicidekkel szemben kialakult ellenállóképességet a G143A jelű gén mutációjának jelenlétével (TAKSONYI és mtsai 2009), amelyet azóta számos más európai országban is igazoltak (FRAC 2007, 2008, 2009). Hazánkban más hatóanyagcsoportok esetében még nem ismert az esetleges rezisztencia jelenléte (DULA 2007).

## 2.8 A szőlőszemek fejlődési állapottól függő rezisztenciája

---

A szőlőfürt fenológiája meghatározza a lisztharmatgombával szembeni fogékonyágát. A fiatal bogyók nagyon fogékonyak, azonban a növekedésükkel egyre ellenállóbbakká válnak a kórokozóval szemben, végül pedig kialakul a szőlőbogyók ún. ontogenetikai (ontogénikus) rezisztenciája.

STARK-URNAU és KAST (1999) illetve GADOURY és munkatársai (2003) különböző fenológiai stádiumban végeztek mesterséges fertőzéseket *Vitis vinifera* fajták fürtjein. Eredményeik azt mutatták, hogy az időben későbbi fertőzés a bogyókon kevésbé súlyos lisztharmatkárt okozott. A virágzást követő 2-4 hét alatt a bogyók ugyanis ellenállóvá váltak a kórokozóval szemben (GADOURY és mtsai 1998). Más vizsgálatokban azt találták, hogy az ontogenetikai rezisztencia átlagosan 20 nappal a virágzást követően alakult ki (GADOURY és mtsai 2003). GADOURY és munkatársai (2001) a Concord fajta (*V. labruscana*) esetében ennél valamivel rövidebb fogékony állapotról számoltak be.

Az ontogenetikai rezisztencia kialakulásának mechanizmusa pontosan még nem ismert. Korábbi tanulmányok az oldható szárazanyag-tartalom növekedéséhez (CHELLEMI és mtsai 1992), vagy a zsendüléssel beinduló antimikrobiális tevékenységhez kötötték a bogyók ellenálló képességének kialakulását (ROBINSON és mtsai 1997).

FICKE és munkatársai (2002) laboratóriumi körülmények között tanulmányozták a szőlőszemek ontogenetikai rezisztenciáját. A virágzástól az érésig különböző időpontokban végeztek mesterséges fertőzéseket, és ezt követően vizsgálták a kórokozó fejlődését. Vizsgálataikban a szőlőszem fejlettsége nem befolyásolta a felületére kerülő konídiumok megtapadását, azok csírázóképeségét. Sőt, a bogyófejlődés előrehaladtával egyre több appresszorium jött létre, azonban ezt

ritkábban kísérte a hausztóriumok képződése. Ezzel szemben a fiatalabb szőlőszemekben az appresszóriumok kialakulását gyakrabban követte a szívóhifa fejlődése. A másodlagos hifák képződése szintén a fiatalabb bogyókat fertőző konídiumokra volt inkább jellemző. Az idősebb szőlőszemekben egységnyi idő alatt lassabban növekedtek a lizsthar mattelepek. A lappangási idő hosszában is különbségek adódtak: a virágzáskor végzett mesterséges fertőzést követően a tünetek rövidebb idő alatt jelentkeztek, mint a későbbi fertőzések után. Bár FICKE és munkatársai (2002) sem fejtették meg a rezisztencia kialakulásának mechanizmusát, de eredményeik alapján azt feltételezték, hogy ennek okát az appresszórium és a bogyóhéj kölcsönhatásában kell keresni. Két évvel később megjelent tanulmányukban újabb megközelítésből vizsgálták az ontogenetikai rezisztencia kialakulását. Nem csupán a kórokozó fejlődésében bekövetkező változásokat, hanem a gazdanövény válaszreakcióit is tanulmányozták növényházi és szabadföldi kísérleteikben (FICKE és mtsai 2004).

Korábban HEINTZ és BLAICH (1990) *V. vinifera* levelein vizsgálva a gazdanövény válaszreakcióit azt találták, hogy felhalmozódó fenol-vegyületek oxidációja sejthalált idézett elő a hausztóriumok környezetében. Azonban FICKE és munkatársai (2004) méréseikkel azt igazolták, hogy a bogyóhéj epidermiszének sejtjeiben a fenol-vegyületek képződése és oxidációja a gomba sikeres fertőzését követően elsősorban a fogékony, fiatal bogyók esetében jelentkezett, míg az autofluoreszcencia az idősebb, ellenálló szőlőszemekben sokkal kisebb volt. A fenol-vegyületek előidézhetik a micélium öregedését, de az ontogenetikai rezisztenciával való kapcsolatuk nem igazolódott. A rezisztens bogyók esetében ugyanis a kórfolyamat még azelőtt leáll, hogy a gomba bejutna a gazdanövénybe, és kimutathatóvá válna a fenol-vegyületek felhalmozódása (FICKE és mtsai 2003).

FICKE és munkatársai (2004) molekuláris szintű vizsgálatokban azt találták, hogy a VvGLP3-as gén működése a rezisztens szőlőszemek esetében intenzív volt, ezzel szemben ez a gén a fiatal, fogékony bogyóban nem fejeződött ki. Mindezidáig tisztázatlan, hogy a VvGLP3-as gén pontosan miért felelős, bár az árpa és a búza lizsthar matgombája esetében kimutatták, hogy működése gátolja a kórokozó bejutását az epidermisz sejtjeibe.

FICKE és munkatársai (2002) azt is megállapították, hogy egy fürtön belül a szőlőszemek kórokozóval szembeni fogékonysága különbözhet. Ennek az az oka, hogy

a fürtvirágzatban az egyes virágok nem egyformán fejlődnek, így a bogyók növekedése sem azonos ütemben történik.

## 2.9 *In vitro* mesterséges fertőzési kísérletek aszkospórákkal

---

Az *Erysiphe necator* ivaros áttelelő alakjának kutatása jelentős fordulóponthoz érkezett, amikor PEARSON és GADOURY (1987) *in vitro* körülmények között ivaros termőtestekből kinyert aszkospórákkal sikeresen fertőztek fiatal szőlőleveleket. Ezzel elsőként bizonyították, hogy az ivaros szaporodás során keletkező spórák tavasszal képesek elindítani a gomba életciklusát. Tekintve, hogy az aszkospórákkal végzett mesterséges fertőzések korábban sikertelennek bizonyultak (YOSSIFOVITCH 1923, AUREL 1974), ez minden bizonnyal hozzájárult ahhoz az általánosan elterjedt tudományos vélekedéshez, hogy a kórokozó ivaros alakjának járványtani szerepe elhanyagolható.

PEARSON és GADOURY (1987) ősszel gyűjtött és a szabadban természetes körülmények között átteleltetett levelekből 2,5 cm-es oldalú négyzeteket metszettek ki, melyeket Petri-csésze tetejébe helyeztek, az aljába növényházban nevelt szőlőtövekről származó fiatal, egészséges levelek kerültek. A lezárt Petri-csészéket 18-24 órán át szobahőmérsékleten inkubálták, majd az idős levélrészeket eltávolították. 5-7 nap elteltével sztereomikroszkóp alatt megszámlálták a fiatal leveleken képződött lisztharmattelepeket. Vizsgálataikban az aszkospórák 3,1-8,8%-a okozott fertőzést. A szőlőkéregről gyűjtött mintákat -15 °C-ra fagyasztották. Később a kéregrészekről kinyert termőtesteket szűrőpapírra helyezték, melyek a Petri-csésze tetejébe kerültek, az egészséges, növényházban nevelt fiatal levelek pedig az aljába. A Petri-csészéket 24-72 órán át inkubálták 20 °C-on, majd 5-7 nap múlva megszámlálták a képződött lisztharmattelepeket. Eredményeikben nem számolnak be arról, hogy milyen hatékonysággal volt sikeres a kéregrészekről származó kazmotéciumokkal végzett fertőzés.

Európában elsőként DIEHL és HEINTZ (1987) végeztek sikeres fertőzéseket *in vitro* körülmények között. A vegetáció végén, októberben gyűjtöttek leveleket, melyeket 6 hónapig -5 °C-on tároltak. Ezt követően a leveleket vízzel töltött Petri-csészebe helyezték. A levelekről a kazmotéciumokat friss, sterilizált levélkorongokra helyezték. A kísérlet néhány sporuláló lisztharmattelepet eredményezett.

GADOURY és PEARSON (1990b) az aszkospórák csírázását behatóan vizsgáló tanulmányukban szövettenyészetből előállított növényeket fertőztek kéregrészekben áttelelt termőtestek aszkospóráival. A kinyert kazmotéciumokat megnedvesített szűrőpapírkorongon a növényeket tartalmazó kémcső kupakjába helyezték. A lezárt kémcsöveket különböző hőmérsékleten 16 órás nappali megvilágítással 14 napig inkubálták. 20-25 °C-on a növények 89-94%-án jelentek meg a betegség tünetei.

JAILLOUX és munkatársai (1998) érett (fekete színű) kazmotéciumokból kiszabaduló aszkospórákkal végeztek sikeres fertőzést. A szeptember végén gyűjtött szőlőleveleket 3 hónapig váltakozóan nedves és száraz körülmények között tárolták 5 °C-on. A levelekből korongokat metszettek ki, melyeket a rajtuk képződött kazmotéciumokkal, a fertőtlenítést és a desztillált vízben való öblítést követően, nedves szűrőpapírral bélelt Petri-csésze tetejébe helyezték. A Petri-csésze aljába 30 mg/liter bezimidazol-tartalmú 2%-os agartáptalajt öntöttek, melyre egészséges, növényházban nevelt levelekből kimetszett korongok kerültek. A ragasztószalag segítségével lezárt Petri-csészéket 20 °C-on, 16 órás nappali megvilágítással 10 napig inkubálták, majd 30x-os nagyításon sztereomikroszkóp alatt vizsgálták a telepek számát. A Petri-csészénként elhelyezett négy levélkorongon átlagosan 4,3 telepet jegyeztek fel. A kazmotéciumok 10-20%-a idézett elő tüneteket, ha feltételezzük, hogy egy termőtest egy-két fertőzőképes aszkospórát tartalmazott.

GROVE (2004) lizstarmattal erősen fertőzött leveleket teleltetett szabadföldi körülmények között, illetve tavasszal kéregmintákat gyűjtött. Mintánként 25 kinyert kazmotéciumot nedves szűrőpapírkorongra helyezett, amelyeket a Petri-csésze tetejében található vékony szilikonrétegre illesztett. Az aljába 5 ml desztillált vízbe fiatal szőlőlevelet helyezett fonákjával felfelé. A Petri-csészékből 8 órán át tartó 25 °C-os inkubációt követően kivette a szűrőpapírkorongot, majd 10 napig 24 °C-on 16 órás nappali megvilágítással az inkubálást tovább folytatta. A lombozatról származó kazmotéciumok esetében 10 fertőzött fiatal szőlőlevélen átlagosan 7,93 db, a kéregről kinyert kazmotéciumok esetében pedig 6,14 db lizstarmattelep jött létre (10 Petri-csésze, 250 kazmotécium).

Magyarországon elsőként LEHOCZKY és munkatársai (1991) fertőztek laboratóriumi körülmények között szabadban átteleltetett levelekről származó termőtestek aszkospóráival. A kísérlet során PEARSON és GADOURY (1987)

módszerét tekintették irányadónak. A megfertőzött levelek 6%-án alakultak ki konídiumokat képző lisztharmattelpek.

## 2.10 Kazmotéciumok kinyerése a szőlőtőkék kérgéről

---

Elsőként PEARSON és GADOURY (1987) vizsgálták behatóan a szőlőtökére lemosódó és ott telelő kazmotéciumokat. A termőtestek kinyerése céljából a tőkefejről, a kordonkarokról és a tőke felső részéről hántottak le kéregdarabokat. A begyűjtött mintákat -15 °C-on tárolták. A feldolgozáskor 30 g száraz, fagyott kérget 300 ml vízbe helyeztek. Egy-három percig tartó erőteljes kézi rázatást követően a szuszpenziót átöntötték egy 300 µm-es és egy 150 µm-es pórusméretű Cobb-féle szűrőtálon. A finomabb szűrőn fennakadt termőtesteket újból 100 ml vízzel öntötték fel, majd átöntötték egy üvegtölcsérbe helyezett szűrőpapíron. A fennmaradt termőtesteket használták fel mesterséges fertőzések végzésére. Ezzel a módszerrel a permetezetlen parcellákból származó mintákból kinyert termőtestek mennyisége száraz kéregtömegre vetítve 18-51 db/g volt. GADOURY és PEARSON (1988) a fent leírt módszer segítségével 1,77-32 db/g kazmotéciumot nyert ki a kérgéről.

CORTESI és munkatársai (1995) a PEARSON és GADOURY (1987) által használt módszert fejlesztették tovább. Tél végén 10 grammnyi száraz kérget gyűjtöttek be permetezetlen parcellák tőkéről. A mintákat 2 literes Erlenmeyer-lombikba helyezték, melybe 500 ml vizet öntöttek. Hárompercnyi kézi rázatást követően a szuszpenziót egy Cobb-féle szűrőtálsorozaton öntötték át (pórusméret: 300, 180, 150, 125, 106, 90 és 63 µm). A szűrőkön fennmaradt kazmotéciumokat tartalmazó kéregtörmelékhez 25-25 ml vizet adtak. A szuszpenzióból 5 ml-es részmintákat képeztek, és azokat szűrőpapírkorongokra öntötték. Az összegyűlt termőtesteket sztereomikroszkóp alatt, 64X-es nagyításon számolták meg. Ezt követően a 2 literes lombikban maradt kéregrészeket újból felöntötték 500 ml vízzel és 1 percig rázták. A kapott szuszpenziót újból a szűrősorozatra öntötték, és ismételtlen megszámozták a kinyert termőtesteket. A folyamatot négy kéregmintán kilenc alkalommal megismételték. A vizsgálat sorozat eredményeként mintánként (10 g kéreg) átlagosan 2702 db termőtestet nyertek ki. Az első szűrés során eltávolították a termőtestek több mint 60, a negyedik szűréssel már a 91%-át. Csaknem az összes termőtest átjutott a 300 µm pórusméretű szűrőn, míg hasonló mennyiségű kazmotéciumot (16-26%) fogott fel a

180, 150, 125 és a 106  $\mu\text{m}$ -es szűrő is. A 90  $\mu\text{m}$ -es pórusméretű szűrőn egyetlen termőtest sem jutott át.



### 3. ANYAG ÉS MÓDSZER

#### 3.1 Szabadföldi kisparcellás kísérletek

---

##### 3.1.1 A kísérleti helyek jellemzői és a kísérleti körülmények

---

Szabadföldi kisparcellás kísérleteinket a Szekszárdi borvidéken állítottuk be. 2005-ben Görögországban egy keleti-délkeleti lejtésű, 1,4 ha-os Nosztori rizling fajtájú ültetvényben (1. ábra), 2006-ban, 2007-ben és 2008-ban pedig a Szekszárd közelében fekvő Faluhely dűlőben, egy fiatal, keleti-északkeleti fekvésű Kékfrankosban (0,2 ha) végeztük kísérleteinket (2. ábra). Az 1991-ben telepített Nosztori rizling tőkét ernyőművelésre alakították ki, a Kékfrankost 2001-ben ültették és Moser-féle magas művelésű tőkeformára nevelték.

2005-ben Görögországban a Nosztori rizlingben egy háromismétléses, kilenc kezeléssel álló kisparcellás kísérletet állítottunk be (27 parcella). Hasonló elvek alapján, Faluhelyen a Kékfrankosban 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 m<sup>2</sup> nagyságú területre terjedt ki, egy-egy parcella átlagosan 15 tőkéből állt. A kísérleti parcellák elhelyezkedését példaként a 2007-ben beállított kísérlet alapján a 3. ábra szemlélteti.

A kísérletekben az egyik kezelést (2005 és 2007 között három, illetve 2008-ban négy parcellát) a lisztharmat szempontjából az egész vegetáció során védelem nélkül hagytuk. A többi parcellában kezelésként 3 illetve 4 ismétlésben különböző lisztharmat elleni gombaölő szerrel fűt- és lombvédelemre irányuló sorozatpermetezést alkalmaztunk vagy meghatározott permetezési program szerint használtuk a készítményeket (lásd. 3. táblázat, 4. kezelés). A virágzás kezdetétől a zsendülés kezdetéig 2005-ben hat, 2006-ban és 2007-ben öt, 2008-ban pedig hét alkalommal permeteztünk (1-4. táblázat). A készítményeket motoros háti permetezővel, 500 l/ha lémenyiséggel juttattuk ki. Szőlőperonoszpóra és szürkerothadás ellen a kísérleti területeket mindig egységesen permeteztük, ügyelve arra, hogy az alkalmazott fungicideknek ne legyen hatásuk a lisztharmatgombára. Faluhelyen az egymást követő években a kisparcellás kísérlet mindig a kijelölt ültetvény más-más pontjára került,

vagyis a vizsgált ültetvényrészt a kísérleteket megelőző és az azt követő évben egységes üzemi technológiával permetezték.



1. ábra. A Görögszóban 2005-ben beállított szabadföldi kisparcellás kísérlet helyszíne (Szekszárdi borvidék, Szekszárdi Mg. Rt. [Fajta: Nosztori rizling]) (A dolgozatban szereplő fényképek kivétel nélkül a szerző saját felvételei)



2. ábra. A Faluhelyen 2006 és 2008 között beállított szabadföldi kisparcellás kísérlet helyszíne (Szekszárdi borvidék, Bodri Pincészet [Fajta: Kékfrankos])

11.	10.	9.	8.
4.	5.	6.	7.
3.	2.	1. permetezetlen	11.
7.	8.	9.	10.
6.	5.	4.	3.
10.	11.	1. permetezetlen	2.
6.	7.	8.	9.
4.	5.		
2.	3.		
1. permetezetlen			

3. ábra. Parcellák elhelyezkedése a 2007-ben, Faluhelyen beállított 3 ismétléses 11 kezelésből álló szabadföldi kisparcellás kísérletben. Az azonos sorszámmal és színnel jelölt parcellák azonos kezelésben részesültek

1. táblázat. A szabadföldi kisparcellás kísérlet kezelése és a védekezési időpontok (Görögyszó, Nosztori rizling, 2005)

	kezelés	dózis (l;kg/ha)	hatóanyag	aktív ha. (g/ha)	permetezési időpontok
1.	kezeletlen	-	-	-	
2.	Vivando	0,2	metrafenon	100	1. Június 03. (BBCH 61*)
3.	Flamenco SC	0,5	fluquikonazol	50	2. Június 16. (BBCH 69)
4.	Discus	0,2	krezoxim-metil	100	3. Június 28. (BBCH 73)
5.	Cabrio	0,4	piraklostrobin	100	4. Július 8.(BBCH 75)
6.	Castellan WG	0,2	fluquikonazol	50	5. Július 21. (BBCH 77)
7.	Cantus	1,2	boszkalid	600	6. Augusztus. 11. (BBCH 81)
8.	Talendo	0,2	proquinazid	40	
9.	Quadris	0,8	azoxistrobin	200	

\*A szőlő fenológiai állapota a BBCH-skála alapján: 61 – virágzás kezdete, 69 – virágzás vége, 73 – sörétnyi bogyók, 75 – borsónyi bogyók, 77 – fűrtzáródás kezdete, 81 – zsendülés kezdete

2. táblázat. A szabadföldi kisparcellás kísérlet kezelései és a védekezési időpontok (Faluhely, Kékfrankos, 2006)

	kezelés	dózis (l;kg/ha)	hatóanyag	aktív ha. (g/ha)	permetezési időpontok
1.	kezeletlen	-	-	-	
2.	Quadris	0,8	azoxistrobin	200	
3.	Discus	0,2	krezoxim-metil	100	1. Június 06. (BBCH 61*)
4.	Zato	0,15	trifloxistrobin	75	2. Június 20. (BBCH 69)
5.	Cabrio	0,4	piraklostrobin	100	3. Július 06. (BBCH 75)
6.	Falcon	0,3	tebukonazol + triadimenol + spiroxamin	50.1 12.9 75	4. Július 20. (BBCH 77)
7.	Vivando	0,2	metafenon	100	5. Augusztus 10. (BBCH 81)
8.	Talendo 200 EC	0,2	proquinazid	40	
9.	Flamenco SC	0,5	fluquinkonazol	50	
10.	Cantus	1,2	boszkalid	600	

\*A szőlő fenológiai állapota a BBCH-skála alapján: 61 – virágzás kezdete, 69 – virágzás vége, 75 – borsónyi bogycs, 77 – fűrtzáródás kezdete, 81 – zsendülés kezdete

3. táblázat. A szabadföldi kisparcellás kísérlet kezelései és a védekezési időpontok (Faluhely, Kékfrankos, 2007)

	kezelés	dózis (l;kg/ha)	hatóanyag	aktív ha. (g/ha)	permetezési időpontok
1.	kezeletlen	-	-	-	
2.	Cabrio	0,4	piraklostrobin	100	1. Május 26.
3.	Cabrio+Kumululus S	0,4+4,0	piraklostrobin+kén	100+3200	(BBCH 65**)
4.	Vivando/ Cabrio+Kumululus S/ Vivando/ Cabrio+Kumululus S/ Kumululus S*	0,2/ 0,4+4,0/ 0,2/ 0,4+4,0/ 4,0	metrafenon/ piraklostrobin+kén/ metrafenon/ piraklostrobin+kén/ kén	100/ 100+3200/ 100/ 100+3200/ 3200	2. Június 7.
5.	Eclair+Kumululus S	0,5+4,0	trifloxistrobin+ cimoxanil+kén	125+ 120+3200	3. Június 20.
6.	Quadris+Topas	0,8+0,3	azoxistrobin+ penkonazol	200+ 30	(BBCH 75)
7.	Rally Q	0,75	quinoxifen+ miklobutanil	33,75+ 33,75	4. Július 5.
8.	Talendo	0,2	proquinazid	40	(BBCH 77)
9.	Vivando	0,15	metrafenon	75	5. Július 25.
10.	Collis	0,4	boszkalid+ krezoxim-metil	80+ 40	(BBCH 81)
11.	Cantus	1,0	boszkalid	500	

\*5 védekezésből álló permetezési program

\*\*A szőlő fenológiai állapota a BBCH-skála alapján: 65 – teljes virágzás, 71 – bogycsötödés, 75 – borsónyi bogycs, 77 – fűrtzáródás kezdete, 81 – zsendülés kezdete

4. táblázat. A szabadföldi kisparcellás kísérlet kezelései és a védekezési időpontok (Faluhely, Kékfrankos, 2008)

	kezelés	dózis (l;kg/ha)	hatóanyag	aktív ha. (g/ha)	permetezési időpontok
1.	kezeletlen	-	-	-	
2.	Kumulus S	10	kén	8000	
3.	Vivando	0,2	metrafenon	100	1. Május 28. (BBCH 61*)
4.	Cantus	1,2	boszkalid	600	2. Június 4. (BBCH 65)
5.	Karathane LC	0,8	dinokap	280	3. Június 11. (BBCH 71)
6.	Karathane Star	0,4	meptil-dinokap	140	4. Június 20. (BBCH 73)
7.	Rally Q	1,0	quinoxifen+ miklobutanil	45 45	5. Június 28. (BBCH 75)
8.	Topas 100 EC	0,3	penkonazol	30	6. Július 8. (BBCH 77)
9.	Talendo 200 EC	0,2	proquinazid	40	7. Július 29. (BBCH 79)
10.	Falcon	0,3	tebukonazol + triadimenol + spiroxamin	50.1 12.9 75	

\* A szőlő fenológiai állapota a BBCH-skála alapján: 61 – virágzás kezdete, 65 – teljes virágzás, 71 – bogyóképződés, 73 – sörétnyi bogyók, 75 – borsónyi bogyók, 77 – fürtzáródás kezdete, 79 – fürtzáródás

### 3.1.2 A primer fertőzés felmérése

Mind a négy vizsgálati évben a szőlő 4-6 leveles állapotától kezdve – megelőzve az első permetezéseket – rendszeres időközönként vizsgáltuk a kitézött parcellákat. Feljegyeztük az első lisztharmattünetek megjelenésének időpontját, továbbá meghatároztuk, hogy azok ivaros úton képződött aszkospórák fertőzéséből erednek-e, vagy pedig micéliumos rügfertőzés útján jöttek-e létre.

2008 tavaszán Faluhelyen tüzetesen áttekintettük a 2007-ben beállított kísérlet parcelláit. Az indulófertőzés meghatározása céljából május 26-án, az első üzemi permetezés előtt, parcellánként 50 levél és 50 fürt átvizsgálásával felmértük a levelek fonákján és a bimbós fürtökön a lisztharmat-borítottság mértékét és gyakoriságát. A levél- és fürtfertőzöttség mértékének (vagy lisztharmat-borítottságuk mértékének) meghatározását munkám során minden esetben az alábbi képlet alapján számoltam ki:

$Fm\% = \sum fm/n$ , ahol „n” a vizsgált elemek száma, az „fm” pedig az egyes elemek lisztharmat-borítottsága 0-tól 100-ig terjedő %-os skálán (APONYINÉ 1997).

2009-ben szintén felmértük az indulófertőzés helyzetét a 2008-ban beállított kísérlet parcelláiban. A felmérést május 13-án, a fungicides védekezés megkezdése előtt végeztük, melynek során az összes tőkét bevontuk a felvételezésbe. A tőketörzshöz, illetve a kordonkarokhoz közel eső levelek átvizsgálásakor feljegyeztük, hogy parcellánként 100 db levélen összesen hány darab aszkospóras fertőzésből származó lisztharmattelepet találunk, illetve, hogy a 100 fiatal levélből mennyi volt fertőzött.

### 3.1.3 A másodlagos fertőzés felmérése

---

Mind a négy kisparcellás kísérletben folyamatosan nyomon követtük a lisztharmatfertőzés alakulását permetezetlen és permetezett körülmények között egyaránt. Értékeltek az eltérő növényvédelmi kezelések hatékonyságát, ehhez fűrtzáródás-zsendülés idején parcellánként 30-30 fűrtön meghatároztuk a lisztharmattal borított felület százalékos arányát, majd kiszámoltuk a fertőzöttség mértékét. A tenyészidőszak végén, október hónapban (2005-ben október 16-án, 2006-ban október 9-én, 2007-ben október 5-én és 2008-ban október 14-én) mintaterenként 30-30 levelet gyűjtöttünk be. A lombfal mindkét oldaláról 15-15 levelet szedtünk, azonos arányban a lombfal alsó, középső és felső hányadából. Ezt követően mesterséges megvilágítás mellett egyenként határoztuk meg a begyűjtött levelek színén a lisztharmat-borítottságot, majd a leveleket borítottsági kategóriákba rendeztük. Az alkalmazott borítottsági kategóriák az alábbiak voltak: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 és 100%. Az adatok összesítésével kiszámoltuk az egyes kezelések átlagos levélfertőzöttségét (%). Ezt követően mintánként a 30 levélből kiválasztottunk 15 levelet úgy, hogy azok átlagos fertőzöttségének mértéke gyakorlatilag megegyezzen a dupla elemszámú minta átlagos fertőzöttségével, illetve az egyes borítottsági kategóriák a csökkentett elemszámú mintában is az eredetinek megfelelő arányban szerepeljenek. A csökkentett elemszámú mintákat további feldolgozásig papírzacskókba helyezve, hűtőszekrényben (5-10 °C-on) tároltuk.

## 3.2 Szabadföldi nagyparcellás kísérletek

---

### 3.2.1 A kísérleti helyek jellemzői és a kísérletbeállítás körülményei

---

2004 és 2006 között a Szekszárdi, a Mecsekaljai, a Kunsági és az Egri borvidéken állítottunk be szabadföldi nagyparcellás kísérleteket. Az első két esztendőben mind a négy borvidékre kiterjedtek a vizsgálatok, 2006-ban azonban a Szekszárdi és a Mecsekaljai borvidékre korlátozódtak. A Szekszárdi borvidéken magántermelőknél, a többi helyszínen az egykori Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetek ültetvényeiben jelöltük ki a kísérleteket (5. táblázat). A 0,1-1,5 hektáros mintateretek egységes permetezését előre meghatározott védekezési program szerint a tulajdonosok végezték (6. táblázat). A lisztharmat természetes felszaporodásának tanulmányozása céljából a kísérletekben fajtánként 20-50 tőkét jelöltünk ki kezeletlen parcellának. E parcellákban a növényvédelmi munkák végzésekor a permetezőgépet kikapcsoltuk, vagy a tőkéket fóliával takartuk le. Egyes termőhelyeken (Pécs és Kecskemét) a vizsgálatba vont fajták termőhelyenként ugyanabban az ültetvényben (4. ábra), máshol (Eger, Szekszárd/Faluhely) viszont egymással szomszédos ültetvényekben helyezkedtek el (5. ábra). A Szekszárdi borvidékhez tartozó Sióagárdon és Görögszóban csak egy-egy szőlőfajtát vizsgáltunk. A 3 év során összességében 9 eltérő szőlőfajtában állítottunk be permetezett és permetezetlen parcellákat, ügyelve arra, hogy a legtöbb fajta minden évben legalább két termőhelyen előforduljon. 2005-ben Görögszóban ugyanabban az ültetvényben helyeztük el a kis- és a nagyparcellás kísérletet, azonban azokat egymástól jelentős távolságra. 2006-ban Faluhelyen a kis- és a nagyparcellás kísérlet nem esett azonos ültetvénybe.

### 3.2.2 A szabadföldi nagyparcellás kísérletek értékelési módja

---

A nagyparcellás és a kisparcellás kísérletekben végzett szabadföldi megfigyelések lényegében azonosak voltak. 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. Nyomon követtük a lisztharmatfertőzés folyamatát a permetezett és a permetezetlen parcellákban, zsendüléskor meghatároztuk a fürtök és a lombzat

lisztharmat-borítottságát. Minden tenyészidőszak végén, októberben parcellánként 50-50 db levelet gyűjtöttünk be, és mesterséges megvilágítás mellett értékeltük a levelek színén kialakult fertőzöttség mértékét. A levélmintákból a 3.1.3. fejezetben leírt módon csökkentett elemszámú (25 db) mintákat képeztünk, amelyeket további feldolgozásig papírzacsokba helyezve, hűtőszekrényben (5-10 °C-on) tároltunk.

5. táblázat. Szabadföldi nagyparcellás kísérletek 2004 és 2006 között

Borvidék	Hely	Fajta	Telepítés éve	Művelésmód	kísérleti év		
					2004	2005	2006
Szekszárdi	Faluhely	Kékfrankos	2001	magas művelésű Moser	•	•	•
		Merlot	2001	magas művelésű Moser	•	•	•
		Cabernet sauvignon	2001	magas művelésű Moser	•	•	•
		Kadarka	2001	magas művelésű Moser	•	•	•
	Sióagárd	Kékfrankos	1986	ernyő	•	•	•
	Görögyszó	Nosztori rizling	1991	ernyő	•	•	
Mecsekajjai	Pécs, PTE TTK Szőlészeti és Borászati Intézet*	Kékfrankos	1984	ernyő	•	•	•
		Merlot	1984	ernyő	•	•	•
		Cabernet sauvignon	1983	ernyő	•	•	•
		Kadarka	1984	ernyő	•	•	•
Kunsági	Kecskemét, BCE-SZBI**	Portugieser	1985	ernyő	•	•	
		Szürkebarát	1985	ernyő	•	•	
		Chardonnay	1985	ernyő	•	•	
Egri	Eger, SZBKI***	Nosztori rizling	1989	ernyő	•		
		Szürkebarát	1989	ernyő	•		
		Chardonnay	1992	középmagas kordon	•	•	
		Cabernet sauvignon	1993	középmagas kordon		•	
		Kékfrankos	1993	középmagas kordon		•	

\* Az egykori Földművelésügyi- és Vidékfejlesztési Minisztérium Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetének jogutódja a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karának (PTE TTK) Szőlészeti és Borászati Intézete

\*\* Az egykori Földművelésügyi- és Vidékfejlesztési Minisztérium Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetének jogutódja a Budapesti Corvinus Egyetem Szőlészeti és Borászati Intézete

\*\*\* Az egykori Földművelésügyi- és Vidékfejlesztési Minisztérium Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetének jogutódja a Károly Róbert Főiskola Agrár- és Környezettudományi Intézetének Szőlészeti és Borászati Kutatóintézete



6. táblázat. A nagyparcellás kísérletekben végzett védekezési program (2004-2006)

	fenológia	készítmény	dózis (l; kg/ha)	hatóanyag	aktív ha. (g/ha)
1.	15-20 cm-es hajtások	Kumulus S	4,0	kén	3200
2.	fürtmegnyúlás	Cabrio Top	2,0	piraklostrobin+metiram	100+1100
3.	virágzás	Cabrio Top	2,0	piraklostrobin+metiram	100+1100
4.	bogyóköződés	Flamenco	0,5	fluquinkonazol	50
5.	zöldborsónyi bogyók	Cabrio Top	2,0	piraklostrobin+metiram	100+1100
6.	fürtzáródás	Kumulus S	4,0	kén	3200
7.	zsendülés kezdete	Kumulus S	4,0	kén	3200



4. ábra. A szabadföldi nagyparcellás kísérlet helyszíne a Mecsekaljai borvidéken (PTE TTK SZBI, 2004. július 9. [Fajta: Cabernet sauvignon, Merlot, Kadarka és Kékfrankos])



5. ábra. Az egyik szabadföldi nagyparcellás kísérlet helyszíne az Egri borvidéken (Eger, SZBKI, 2004. július 14. [Fajta: Szürkebarát])

### 3.3 Laboratóriumi vizsgálatok

---

#### 3.3.1 A szőlő lombozatán képződött kazmotéciumok mennyiségének meghatározása

---

A szabadföldi kis- és nagyparcellás kísérletekből származó levélminták feldolgozását ugyanazzal a módszerrel végeztem, alapvetően FÜZI (2003) által leírtakat tekintetem irányadónak. A kis- és nagyparcellás eredetű minták között csupán az elemszámban volt eltérés, hiszen az előbbieken 15-15, az utóbbiak esetében pedig 25-25 levelet vizsgáltam meg parcellánként. Minden levélből öt meghatározott helyről 11 mm átmérőjű korongokat metszettem ki. Egy korong teljes felülete  $1,9 \text{ cm}^2$  volt ( $0,95 \text{ cm}^2$  a levél színén és  $0,95 \text{ cm}^2$  a levél fonákján). A korongokat sztereomikroszkóp alatt 25-35-szörös nagyítással vizsgáltam. A levélkorongok mindkét oldalán megszámláltam a kazmotéciumokat. Az összes megvizsgált levél adatait mintánként átlagoltam, a kapott eredményeket pedig egységnyi levélfelületre ( $\text{db}/\text{cm}^2$ ) vetítve fejeztem ki.

### 3.3.2 A kazmotéciumok kinyerése a szőlőtőkék kérgéről

---

#### 3.3.2.1 Szűrési eljárás

---

2006 januárjában a 2005-ben beállított görögszói kisparcellás kísérlet parcelláiból kéregmintákat gyűjtöttem. A mintavételezéskor ügyeltem rá, hogy a kéregdarabokat egyenletesen elosztva szedjem a parcellákat alkotó tőkékről. A kérget éles kés segítségével hántottam le a fás részek felfelé vagy oldalirányba eső felületéről. Ebben a kísérletben külön gyűjtöttem mintákat a kétéves fás részokról, illetve külön a tőkefejről és a kordonkarokról. 2006 júliusában a mintavételezést megismételtem, de csupán az idős tőkerészekről szedtem kérget. Megjegyzendő, hogy a januári és a júliusi mintavételezés között egyáltalán nem történt vegyszeres növényvédelmi beavatkozás a vizsgált ültetvényben. A mintákat a feldolgozásig papírzacskóban, száraz körülmények között, szobahőmérsékleten tároltam.

A laboratóriumi feldolgozás során a légszáraz mintákból analitikai mérlegen pontosan 10-10 grammnyi kérget mértem ki. A mintákat egyesével egy főzőpohárban 150 ml csapvízzel felöntve 8 percre ultrahangos (35 kHz-es frekvencia) vízfürdőre helyeztem. A rázatott szuszpenziót a durva részek eltávolítása céljából 1 500  $\mu\text{m}$  résméretű szitán keresztül a főzőpohárból 500 ml vízzel egy Erlenmeyer-lombikba mostam át. A lombik tartalmát egy 800  $\mu\text{m}$  rácsozású 4 rétegű szűrőn keresztül, további 200 ml víz felhasználásával egy másik Erlenmeyer-lombikba öntöttem. A kapott 850 ml szuszpenziót végül egy 55  $\mu\text{m}$  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.

#### 3.3.2.2 Finomított szűrési eljárás

---

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, amelyek olyan kezelésekből származtak, ahol a levélfertőzőség és a lombozaton képződött ivaros termőtestek mennyisége is – az eltérő hatékonyságú kémiai védelemből adódóan – jelentősen

különbözött egymástól. Ezekkel a mintákkal a szűrési módszer pontosítása céljából külön vizsgálsorozatot végeztem. 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 egy 1 000 ml-es főzőpohárba öntöttem, majd a rázatott főzőpoharat 3x150 ml vízzel átmostam. A kapott (600 ml) szuszpenziót egy nagyobb Erlenmeyer-lombikba, tölcsérbe helyezett 1 500 µm résméretű szitán átöntöttem. 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 a szűrési eljárás háromszori alkalmazásával dolgoztam fel.

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

### 3.3.3 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. Ezt követően ősszel különböző termőhelyekről és fajtákból két időszakban szedtünk lisztharmattal fertőzött leveleket a lombfal különböző pontjairól. A fertőzéseket a szeptember 6-a és 8-a között gyűjtött levelek felhasználásával szeptember 30-án, majd a

szeptember 30-a és október 5-e között szedett mintákkal október 14-én végeztük el. Egy évvel később, 2005. szeptember 15-én a kísérletet augusztus 31-e és szeptember 14-e között gyűjtött levélmintákkal megismételtük. A mintavételezés legfontosabb adatait a 7. táblázatban foglaltam össze.

A 2004 tavaszán végzett fertőzés során 3x20 db mintával dolgoztunk. 20 minta esetében az avarszintről származó levéltörmelékekből vágunk ki 1,1 cm átmérőjű korongokat, majd miután a rajtuk lévő termőtestek számát meghatároztuk, azokat szűrőpapírkorongokra rögzítettük. A további 2x20 minta esetében a kéregrészekről, illetve az avartörmelétről leszedett kazmotéciumokat helyeztük rá a szűrőpapírkorongokra, mintánként 10-10 darabot. Az őszi fertőzések során minden esetben a kivágott és a szűrőpapírra rögzített levélkorongokat helyeztük a Petri-csészébe – a termőtestek mennyiségét ebben az esetben is előzetesen megszámloltuk.

Az *in vitro* fertőzéseket az akkori Heves Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat növénykórtani laboratóriumában végeztük. A munkához növényházban nevelt szőlődugványok 3-5 cm nagyságú fiatal leveleit használtuk. 2004-ben Leányka, 2005-ben Kékfrankos szőlőfajták levelével dolgoztunk. 6 cm átmérőjű műanyag Petri-csészék tetejébe 6 ml, aljába 10 ml 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 pedig az izolált kazmotéciumokat illetve levélkorongokat tartalmazó szűrőpapírok kerültek (6. ábra). A lefedett Petri-csészéket szobahőmérsékleten 8-14 napig inkubáltuk. Ezt követően kedvező megvilágítás mellett megszámloltuk a leveleken képződött lisztharmattelpeket.

7. táblázat. Az *in vitro* mesterséges fertőzés során használt kazmotéciumokat tartalmazó minták száma, gyűjtésük helye, ideje és a fertőzési időpontok (2004-2005)

Ssz.	A gyűjtés helye	Fajta	Minták száma (db)	A gyűjtés időpontja	A fertőzés időpontja
1.	Kecskemét BCE-SZBI	Chardonnay	20*	2004. május 3.	2004. május 6.
2.			20**		
3.			20***	2004. február 16.	
4.	Görögszó	Nosztori rizling	5	2004. szeptember 6.	2004. szeptember 30.
5.	Kecskemét BCE-SZBI	Chardonnay	5	2004. szeptember 7.	
6.		Szürkebarát	5		
7.		Portugieser	5		
8.	Sióagárd	Kékfrankos	5	2004. szeptember 8.	
9.	Faluhely	Kékfrankos	5		
10.	Eger, SZBKI	Szürkebarát	5	2004. szeptember 30.	2004. október 14.
11.	Görögszó	Nosztori rizling	5	2004. október 1.	
12.	Pécs, PTE TTK SZBI	Kékfrankos	5	2004. október 4.	
13.		Merlot	5		
14.	Faluhely	Kékfrankos	5	2004. október 5.	
15.	Sióagárd	Kékfrankos	5		
16.	Kecskemét BCE-SZBI	Portugieser	2	2005. szeptember 14.	2005. szeptember 15.
17.		Chardonnay	4		
18.	Eger, SZBKI	Kékfrankos	3	2005. augusztus 31.	
19.		Chardonnay	3		
20.	Pécs, PTE TTK SZBI	Kadarka	3	2005. szeptember 9.	
21.		Cabernet sauvignon	3		
22.		Kékfrankos	3		
23.	Faluhely	Merlot	3	2005. szeptember 9.	
24.		Cabernet sauvignon	3		

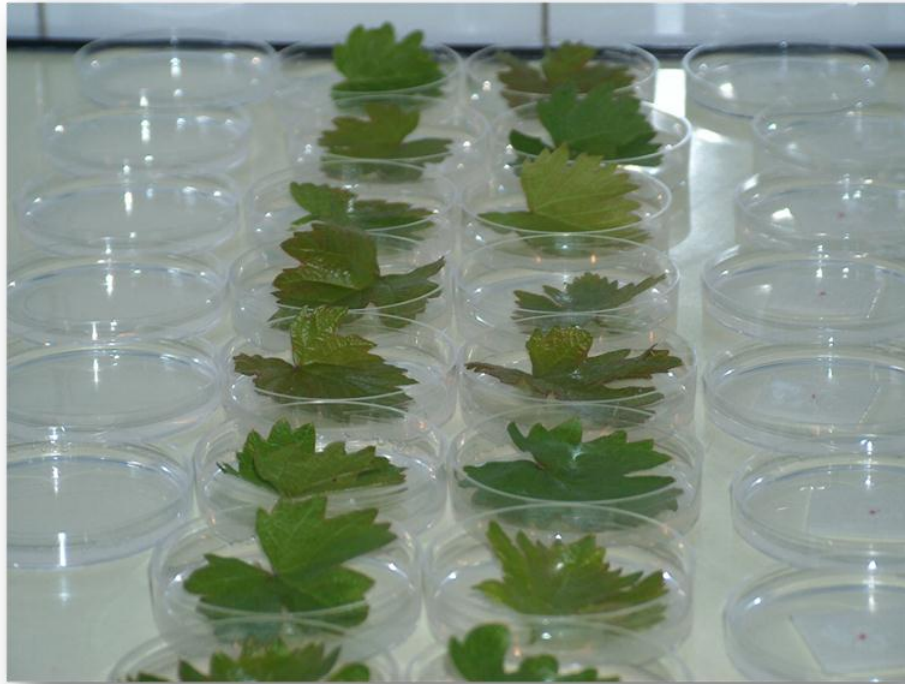
\* Szűrőpapírkorongokra helyezett kazmotéciumok, melyek az avarszinten áttelelt levéltörmelékekről származtak

\*\* Szűrőpapírkorongokra rögzített levéltörmelékek az avarszintről, melyek kazmotéciumokat tartalmaztak

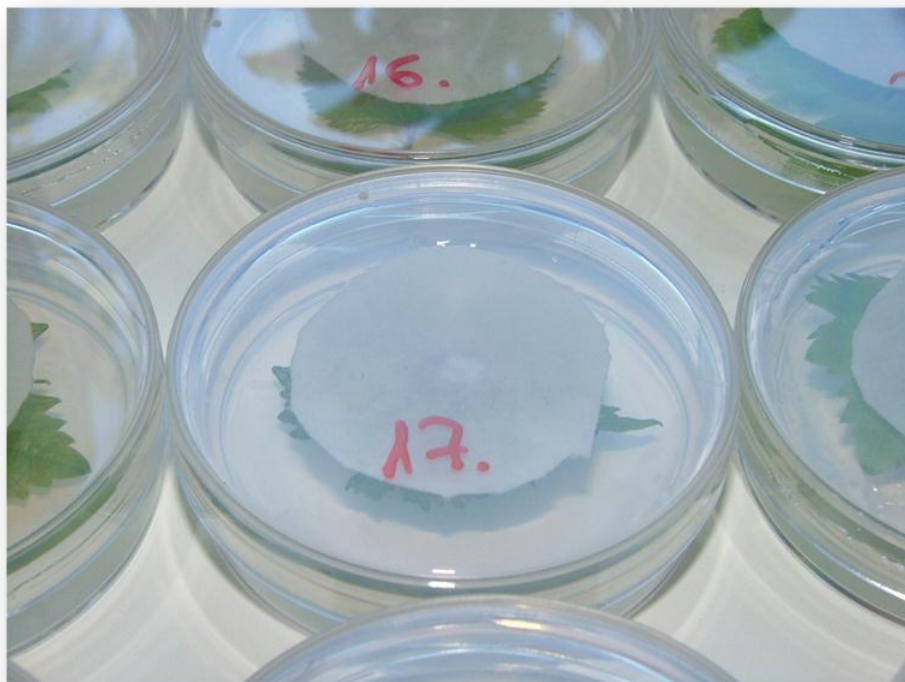
\*\*\* A tőkék kéregfelületéről származó kazmotéciumok szűrőpapírkorongon

Minden további minta: tőkékről gyűjtött levelekből kimetszett levélkorongok, melyek kazmotéciumokat tartalmaztak





a) Növényházban nevelt Leányka fajtájú dugványok fiatal leveleinek elhelyezése Petri-csészékbe



b) A Petri-csészék tetejébe a szűrőpapírkorongra rögzített, kazmotéciumokat tartalmazó levéldarabka került

6. ábra. Az *in vitro* mesterséges fertőzési kísérlet előkészítése a Heves Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat növénykórtani laboratóriumában (2004. szeptember 30.)

### 3.4 Meteorológiai adatok

---

Az eredmények értékelését a Szekszárdi borvidéken beállított kísérletekkel kapcsolatban az egykori Tolna Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat meteorológiai állomásának adatai alapján végeztem el (napi csapadékmennyiség és átlaghőmérséklet). Faluhelyen 2008-ban és 2009-ben a kísérleti ültetvényben automata mérőállomás is üzemelt, amelynek mérési adatait szintén figyelembe vettem. A Mecsek-aljai, a Kunsági és az Egeri borvidéken folytatott kísérletek esetében pedig a helyi kutatóintézetek által rögzített időjárási adatokat használtam fel (8. táblázat).

8. táblázat. Meteorológiai adatok mérése a kísérleti helyszínek szerint

A kísérlet helye	Meteorológiai állomás típusa	A mérés helye	A mérési pont és a kísérleti hely közötti távolság (méter)
Pécs	Lufft HP-100	Pécs, PTE TTK SZBI	100
Kecskemét	Lufft HP-100	Kecskemét, BCE-SZBI	350
Eger	Lufft HP-100	Eger, SZBKI	200
Görögyszó	Hagyományos mérőállomás	Tolna Megyei Kormányhivatal Növény - és Talajvédelmi Igazgatóság**	6700
Sióagárd			6700
Faluhely*			5200

\* 2008-ban és 2009-ben a Faluhelyen végzett megfigyelések során közvetlenül a kísérleti ültetvénybe kihelyezett Boreas típusú automata mérőállomások adatait is felhasználtam

\*\* Az egykori Tolna Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat

### 3.5 Statisztikai elemzés

---

A többismétléses kisparcellás kísérletekben felvételezett adatok feldolgozását az ARM 8.3.2 statisztikai programcsomaggal végeztem el, amelyben az 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, az összefüggések grafikus szemléltetésére pedig a Microsoft Excel 2010 programot használtam.



## 4. EREDMÉNYEK

### 4.1 A szőlőlisztharmat fellépése az egyes évjáratokban 2004 és 2009 között

---

Előzetes felméréseink szerint 2003 őszén Kecskeméten és Sióagárdon jelentős mennyiségű, mintegy 50-90 db kazmotécium képződött a leveleken négyzetcentiméterenként. Lemosódásuknak kedvezett a csapadékos október, s így viszonylag sok felhalmozódhatott a tőkék fás kérgén. 2004-ben a csapadékos tavaszon már igen korán, május elején több alkalommal is országsszerte teljesültek az aszkospóraszóródás környezeti feltételei. Ilyen előzményeket követően a tünetek tömeges megjelenésére lehetett számítani. Az aszkospóras fertőzésből eredő első lisztharmattelepek 10-14 napos lappangási időt követően, Egerben, Kecskeméten, Görögyszóban és Sióagárdon csupán néhány napos különbséggel, május 17-e és május 24-e között jelentek meg a tőkerészekhez közel eső fiatal szőlőlevelek fonákján (9. táblázat). A sióagárdi ültetvényben megtalált egy db zászlós hajtás mellett az aszkospóras fertőzésből eredő lisztharmattelepek szép számmal jelen voltak. A hűvös tavaszon a szőlő fejlődése mindenütt vontatottan zajlott, így az első tünetek észlelésekor többnyire még csak arasznyi hajtások voltak láthatók, a lassú fejlődés miatt pedig a szőlő többnyire csak június második dekádjában kezdett virágozni. A korai, erős indulófertőzés és a kései virágzás tette lehetővé a kórokozó jelentős felszaporodását a bogyók fogékony állapotának kezdetéig (virágzásig). Nem volt meglepő tehát, hogy a csapadékos időjárás ellenére a fürtök tömeges megbetegedése következett be, majd zsendülésre a bogyók felülete Sióagárdon, Görögyszóban, Kecskeméten és Egerben is permetezetlen viszonyok között közel 100%-ban befertőződött (7. ábra).

Az országos lisztharmatjárvány ellenére Faluhelyen és Pécsen a vizsgált szőlőfajták fürtjei lényegesen kisebb mértékben károsodtak, pedig a szőlő fejlődése és a környezeti feltételek alakulása a többi termőhelyével hozzávetőlegesen azonos volt. Az aszkospóraszóródás feltételei ebben a két ültetvényben is számos alkalommal már májusban teljesültek: bőségesen hullott csapadék, és az átlaghőmérséklet is elegendő volt a fertőzés létrejöttéhez.

9. táblázat. A lisztharmattünetek megjelenésének időpontja és a fűrtkár mértéke a kis- és nagyparcellás kísérletek kezeletlen mintatereiben (2004-2009)

Hely	Fajta	Az első tünetek észlelése						Fűrtfertőzöttség mértéke zsendüléskor (%)					
		micéliumos telelésre utaló zászlos hajtás		aszospórás primer fertőzés tünete				valószínűleg konidiumos fertőzésből eredő késői tünet					
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Szekszárd, Faluhely	<b>Kékfrankos*</b>			június 21.	május 15.	május 11.	május 7.			0,13	55,73	98,30	94,68
	<b>Kékfrankos</b>	június 21.	június 22.	július 12.				25,25	31,09	0,37			
	<b>Merlot</b>	július 19.	július 12.	július 12.				2,52	38,21	32,52			
	<b>Cabernet sauvignon</b>	július 8.	június 22.	július 12.				11,50	33,16	24,88			
	<b>Kadarka</b>	július 8.	június 22.	június 21.				3,34	65,45	44,68			
Sióagárd	<b>Kékfrankos</b>	május 18.	május 24.	június 9.				91,60	74,81	54,13			
		május 18.	május 13.										
Görögyszó	<b>Nosztori rizling*</b>		május 22.						86,27				
	<b>Nosztori rizling</b>	május 17.	május 22.					99,00	89,20				
Pécs, PTE TTK SZBI	<b>Kékfrankos</b>	július 4.	június 3.	június 15.				35,31	66,71	61,00			
	<b>Merlot</b>	július 9.	június 5.	június 17.				32,12	82,12	35,00			
	<b>Cabernet sauvignon</b>	július 4.	június 5.	június 17.				67,88	78,57	60,00			
	<b>Kadarka</b>	július 4.	június 3.	június 15.				63,48	96,00	84,96			
Kecskemét, BCE-SZBI	<b>Portugieser</b>	május 28.	június 5.					100,00	71,42				
	<b>Szürkebarát</b>	május 28.	június 14.					98,00	45,00				
	<b>Chardonnay</b>	május 24.	június 3.					99,00	82,41				
Eger, SZBKI	<b>Nosztori rizling</b>	május 25.						100,00					
	<b>Szürkebarát</b>	május 25.						99,00					
	<b>Chardonnay</b>	május 19.	június 30.					97,10	42,86				
	<b>Cabernet sauvignon</b>		július 4.						26,19				
	<b>Kékfrankos</b>		május 27.						63,80				

\*kisparcellás kísérlet



a) Egri borvidék, Eger, SZBKI, Chardonnay (július 14.)



b) Kunsági borvidék, Kecskemét, BCE-SZBI, Chardonnay (július 14.)



c) Szekszárdi borvidék, Görögszó, Nosztori rizling (2004. augusztus 8.)

7. ábra. Permetezetlen körülmények között 2004-ben a fürtök több borvidéken is súlyosan megbetegedtek

Mégis, az első tünetek Pécssett csupán július első dekádjában, Faluhelyen pedig a június harmadik dekádjától július második dekádjáig terjedő időszakban, fajtánként eltérő időpontokban jelentek meg, meglehetősen alacsony gyakorisággal. A fertőzést itt valószínűleg konídiumok okozták, amelyek az ültetvényekben sporadikusan előforduló (a primer fertőzés felmérésekor nem észlelt) aszkospórás eredetű lisztharmattelepekről váltak le, vagy más ültetvényekből véletlenszerűen sodródtak be. A megkésett indulófertőzést követően jelentős fűrtkár Faluhelyen létre sem jött, és Pécsen is csak 32-68%-os mértékű bogyóborítottság alakult ki. A permetezetlen tőkéken Egerben, Kecskeméten, Görögországban és Sióagárdon, a fűrtökhöz hasonlóan, őszre a lombzat is teljesen befertőződött. Faluhelyen és Pécssett, ahol mérsékeltabb volt a fűrtkár, a leveleken októberre szintén jelentős lisztharmat-borítottság alakult ki (Pécsen 85-95%, Faluhelyen 44-82%). A környezeti tényezők országsszerte kedveztek a lisztharmatgomba lombzaton való felszaporodásának, az ivaros termőtestek képződésének, majd lemosódásának is.

Az előzmények ismeretében 2005-ben is számítani lehetett a kórokozó erőteljes fellépésére. A hőmérsékleti és a csapadékviszonyok alakulása már áprilisban lehetővé tette az aszkospórák szóródását. Ekkor azonban a szőlő még fejletlen volt. Május elejére viszont a szőlőhajtások már kellően megnöttek ahhoz, hogy az újabb esők nyomán kiszabaduló aszkospórák sikeresen fertőzhessék azokat. 12-14 napos lappangási időt követően az ország különböző pontjain közel azonos időszakban meg is jelentek a kórokozó primer fertőzésének tünetei: május 22-én Görögországban, 24-én Sióagárdon, 27-én Egerben, június 3-án Pécssett és Kecskeméten. Sióagárdon 11 nappal korábban találtunk egy micéliumos telelésre utaló zászlós hajtást is. Azokon a tőkéken (az összes vizsgálatba vont 17 parcella közül 10-ben), amelyeken az aszkospórás fertőzés tünetei május 22. és június 5. között, a szőlő virágzásának kezdetekor vagy azt megelőzően jelentek meg, zsendülésre a fűrtökön 63,8-96%-os lisztharmat-borítottság alakult ki. Ehhez képest, lényegesen kisebb fűrtkár jött létre azokban a parcellákban, amelyekben az első tünetek megjelenése június közepére, végére vagy egészen júliusra tolódott. Kivételt képezett a Faluhelyen vizsgált Kadarka, amelynek permetezetlen tőkén a fűrtkár zsendüléskor, augusztus 13-án 65,45%-os volt, az első tünetek viszont csak június 22-én jelentek meg (9. táblázat). 2005-ben már a fűrtfertőzési időszaktól kezdve az átlagosnál hűvösebb és csapadékosabb volt az időjárás, aztán a nyár folyamán szárazabb és nedvesebb időszakok követték egymást. Augusztusban a rendkívül nagy mennyiségű csapadék és az alacsony napi átlaghőmérsékletek mellett lassan folyt a

lisztharmatgomba kolonizációja a leveleken, és egyúttal a kazmotéciumok képződése is. A csapadékos időszak szeptemberben is folytatódott, majd októberben, amikor a termőtestek a legnagyobb számban mosódhattak volna le a levelekről, szárazra fordult az időjárás. Közben, sajnálatos módon a kezeletlen parcellákban a kései peronoszporafertőzés miatt a lombozat gyakorlatilag teljes egészében idő előtt lehullott. Amíg tehát a 2004. és a 2005. évi lisztharmatjárvány fellépését az ivaros áttelelő alak tömeges képződése és felhalmozódása előzte meg, addig a 2006-os járvány kialakulásának lehetősége már 2005 őszén szertefoszlott.

2006-ban a megfigyeléseink a Mecsekaljai és a Szekszárdi borvidékre korlátozódtak. Ugyan a lisztharmatgomba aszkospórák fertőzésének tüneteit Szekszárdon már május 24-én megtaláltuk, borvidékszerte sokkal inkább a kései tünetmegjelenés volt a jellemző. Faluhelyen, a kisparcellás kísérletben a Kékfrankos és a nagyparcellás kísérletben a Kadarka levelein június 21-én, a Kékfrankos, a Cabernet sauvignon és a Merlot fajtákban pedig csak július 12-én jelent meg a lisztharmat (9. táblázat). A csekély erejű és kései indulófertőzés nyomán a nagyparcellás kísérlet kezeletlen mintaterein zsendülésre mérsékelt bogyófertőzés alakult ki. A legnagyobb lisztharmat-borítottság (44,68%) épp a Kadarka fűrjein jött létre, amelynek levelein a tünetek elsőként jelentkeztek. Sióagárdon, ahol a korábbi években a primer fertőzés tünetei már májusban megjelentek, a lisztharmat felbukkanása június 15-ére tolódott ki, a fűrtök itt csak közepes mértékben betegedtek meg. Pécssett ezzel egy időben, a négy fajta kezeletlen parcellájában csaknem teljesen egyszerre, június 15. és 17. között jelentek meg az első tünetek. A bogyóborítottság a Merlot fajtában 35%, a Cabernet sauvignon és a Kékfrankos esetében 60% körül tetőzött, a Kadarkában viszont megközelítette a 85%-ot. Faluhelyen a kisparcellás kísérletben a gomba gyakorlatilag a bogyókat meg sem támadta. Zsendüléskor a lisztharmat permetezetlen körülmények között is csak észlelési szinten fordult elő. A kémiai védelemben részesített parcellákban egyáltalán nem lehetett találni fertőzött fűrtöket.

A tenyészidőszak második felében viszont a gomba fokozatosan kezdett felszaporodni a szőlő lombozatán. Az aszályos júliusi időjárás kedvezett ennek a folyamatnak, de látványos előretörés, a csapadékosabb augusztust követően, a kifejezetten száraz szeptember-október hónapokban történt. A lombozat lisztharmat-borítottsága október elején a kezeletlen és több permetezett parcellában is meghaladta a 80%-ot. Ezzel párhuzamban jelentős mennyiségű ivaros termőtest képződött a leveleken, mennyiségük elérte a 40-50 db/cm<sup>2</sup>-t. 2006 csapadékszegény őszén a

Szekszárdi borvidéken októberben 31,9 mm, novemberben 39,1 mm eső esett, így tömeges termőtestleomosódás bizonyosan nem következett be. Bár november elején egymás után két éjszaka során is  $-2\text{ °C}$  alá csökkent a hőmérséklet, de a magasan fekvő kísérleti ültetvényben a lombozat nem fagyott meg, csak decemberben hullott le.

2007-ben a Szekszárdi borvidéken, Faluhelyen az áprilisi szárazságot követően először május 4-én és 5-én teljesültek az aszkospóraszóródás környezeti feltételei. Az egymást követő két napon  $17-18\text{ °C}$ -os napi átlaghőmérséklet mellett 4 illetve 20 mm eső esett. 10 nappal később, május 15-én meg is jelentek a lisztharmatgomba aszkospóras fertőzésből származó telepei. A tünetek előfordulási gyakorisága alacsony volt, megjelenésük után néhány nappal pedig megkezdődött a szőlő virágzása. A meleg időben a gazdanövény gyors ütemben fejlődött, így lerövidült a szőlőbogyók fogékony időszaka. Gyakorlatilag július elején indult a fűrtzáródás. Összességében közepes fertőzési nyomás alakult ki, a permetezetlen parcellák fűrtjein átlagosan 55,73%-os volt a lisztharmat-borítottság. Ezt követően a nyár derekától uralkodó meleg, száraz időjárásban a lisztharmatgomba a szőlő lombozatán intenzíven felszaporodott, és – az előző évihez hasonlóan – 80% fölé emelkedett a levélfertőzöttség mértéke. Permetezett körülmények között – az utolsó védekezés (július 25.) hatástartamától függően – a kórokozó markáns kolonizációja augusztus első felében kezdődött meg. A legtöbb kezelésben 60-75%-os mértékűre nőtt a levélfertőzöttség október elejére. Ezzel párhuzamosan zavartalanul folyt az ivaros termőtestek képződése is. Részletes felmérést 2007 őszén nem végeztünk, de a szőlő levelein szabad szemmel is jól megfigyelhető volt a kazmotéciumok tömegesen előfordulása. Képződésüket követően október második felében és novemberben 80-80 mm eső hullott a borvidéken, biztosítva a termőtestek intenzív lemosódását. 2007-ben tehát év végére nagy mennyiségű ivaros áttelelő inokulum állt rendelkezésre.

2008 tavaszán Faluhelyen az aszkospóraszóródás környezeti feltételei április folyamán legalább két alkalommal bizonyosan teljesültek. Április 13-án és 19-én jelentékeny mennyiségű (14,2 illetve 5,7 mm) csapadék hullott, a hőmérsékleti minimumok pedig nem csökkentek  $10\text{ °C}$  alá. Ekkor azonban a szőlő levelei még nem voltak kellően fejlettek ahhoz, hogy megfertőződjenek. Május 1-én 3 mm eső esett, a napi átlaghőmérséklet pedig elérte a  $18\text{ °C}$ -ot. 10 nappal később, május 11-én megjelentek az első lisztharmattelepek, gyakoriságuk minden korábban tapasztaltat felülmúlt: átlagosan a fás kéreghez közel eső fiatal levelek 50%-án találtunk tüneteket. Egyes leveleken több (2-7) lisztharmattelep is fellelhető volt (8. ábra). A szőlő az első



tünetek megjelenéséhez képest 17 nappal később indult virágzásnak. Május 26-án, közvetlenül a virágzás előtt gyakorlatilag minden szőlőlevél fertőzött volt, átlagos borítottságuk pedig azokban a parcellákban, amelyekben az előző évben nem permeteztünk, meghaladta a 16%-ot. Jól megfigyelhető volt a bimbós fürtökön kialakult lisztharmatbevonat is, amely több parcellában elérte a teljes fürtfelület 10-13%-át. A fiatal bogyók felületén a kötődés után vált látványossá a lisztharmatbevonat. Mire a bogyók elérték a sörétnyi nagyságot, permetezetlen körülmények között gyakorlatilag 100%-ban megbetegedtek. Ezt követően a nyári hónapokban is zavartalanul folyt a gomba terjedése, a lombozatot szintúgy teljes egészében bevonta a lisztharmat. Október közepére a július 29-éig folyamatosan permetezett parcellák zömében is 80% fölé emelkedett a levélfertőzöttség, emellett nagy mennyiségben képződtek a kazmotéciumok is, számuk elérte az 50-60 db/cm<sup>2</sup>-t. A termőtestek tömeges lemosódásához azonban kevés volt a csapadék, hiszen az átlagosan esős szeptembert meglehetősen száraz október és november követte.



8. ábra. Az előző évben 5x Trifloxistrobin+kén hatóanyagokkal permetezett parcellából származó levél fonákján több aszkospóras fertőzés okozta lisztharmattelep látható egyidejűleg (Szekszárdi borvidék, Faluhely, 2008. május 11., kisparcellás kísérlet [Fajta: Kékfrankos])

2009 tavaszán, a kései rügyfakadást követően, az idő hirtelen melegedni kezdett, ezzel együtt a szőlő is gyors fejlődésnek indult. Először április 20-21-én történhetett meg az aszkospóraszóródás, miután 17-18 °C-os átlaghőmérséklet mellett 4 mm eső esett a faluhelyi kísérleti ültetvényre. Az ezt követő száraz és szokatlanul meleg időjárás közepette, a meglehetősen hosszúra nyúló lappangási idő után, május 7-én jelentek meg az első lisztharmattelepek, vizsgálatsorozatunkban minden eddiginél korábbi időpontban. Néhány nappal később, május 13-án felmértük a primer fertőzés tüneteinek gyakoriságát.

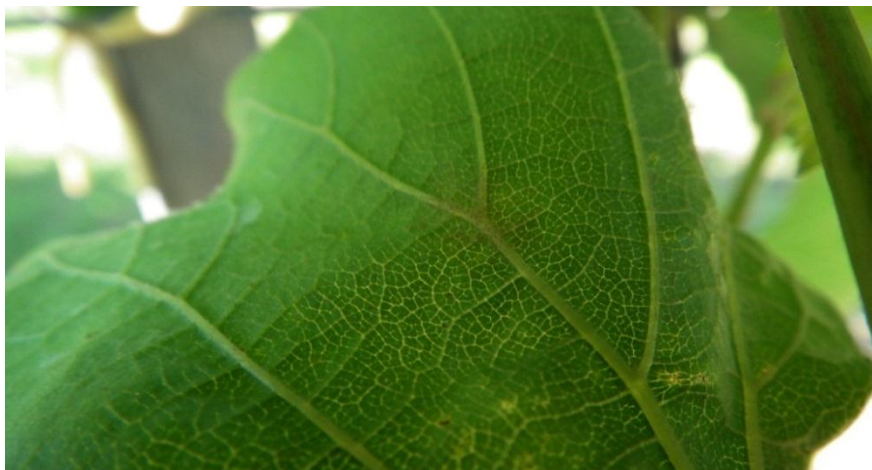
#### 4.2 A lisztharmatgomba ivaros és ivartalan áttelelő alakjának dominanciaviszonya a vizsgált ültetvényekben

---

2004 és 2009 között a vizsgálatba vont ültetvények közül kizárólag egyben találtunk zászlós hajtást, amely felhívta a figyelmet arra, hogy ott a gomba micéliumával is áttelelt. Sióagárdon a Kékfrankos fajtájú ültetvény volt az, ahol 2004. május 18-án, egy évvel később pedig május 13-án jelent meg mindössze egy-egy darab lisztharmattal bevont fertőzött hajtás. 2004-ben a zászlós hajtás észlelésével egy időben, 2005-ben pedig 11 nappal később az ültetvényben megtaláltuk az aszkospóras fertőzésből eredő első lisztharmattelepeket is, melyek elszórtan, a tőkerészekhez közel eső fiatal leveleken jelentek meg. A konídiumtartó gyepp a legtöbb esetben a levelek fonákján volt látható, míg a levelek színén, vele átellenben elmosódott szélű, kivilágosodó folt tűnt fel. A 6 éves vizsgálatsorozatban sehol másutt nem találtunk zászlós hajtásokat, ezzel szemben az aszkospóras fertőzésből származó lisztharmattelepeket mind a 6 kísérletbe vont termőhelyen, valamennyi szőlőfajtán, összesen 27 esetben sikerült egyértelműen beazonosítanunk (9. táblázat, 9. ábra). Az aszkospóras fertőzés tüneteinek felderítését nagymértékben elősegítette, ha azok viszonylag nagyobb gyakorisággal és korán megjelentek.

Emellett az első tüneteket 19 esetben a beállított kísérletek kezeletlen parcelláiban csak június végén vagy július hónapban találtuk meg. Ezek a lisztharmattelepek nagy valószínűséggel konídiumos fertőzés következtében alakultak ki. A konídiumok besodródhattak más ültetvényekből, vagy olyan ritka előfordulású, aszkospóras fertőzésből származó lisztharmattelepekről fűződhetnek le, amelyek a felvételezés során nem voltak észlelhetők.





a) Nagyparcellás kísérlet, előző évben üzemi technológiával permetezett ültetvényből származó levél (Egri borvidék, Eger, SZBKI, 2005. május 27. [Fajta: Kékfrankos])



b) Nagyparcellás kísérlet, előző évben a 6. táblázatban szereplő technológiával permetezett parcellából származó levél (Mecsekaljai borvidék, PTE TTK SZBI, 2006. június 15. [Fajta: Kadarka])



c) Kisparcellás kísérlet, előző évben 7x Proquinazid hatóanyaggal permetezett parcellából származó levél (Szekszárdi borvidék, Faluhely, 2009. május 13. [Fajta: Kékfrankos])

9. ábra. A primer aszkospórázás fertőzés tünetei a levelek fonákján

### 4.3 A fűrtkár mértékének viszonyulása az első tünetek megjelenésének időpontjához

---

Az első tünetek megjelenésének időpontja a különböző kísérletekben évszámától és termőhelytől függően jelentős eltérést mutatott (9. táblázat). Legkorábban május 7-én találtunk lisztharmattelepeket, 2009-ben Faluhelyen a Kékfrankos fajtájú kisparcellás kísérletben. Legkésőbb ugyanezen a termőhelyen 2004-ben, július 19-én a Merlot fajtában. Faluhelyen 2004 és 2006 között az első tünetek június harmadik dekádjában vagy csak július hónap során tűntek fel, viszont 2007 és 2009 között mindig igen korai volt a lisztharmat megjelenése (május 7-15.). Súlyos fűrtkár Faluhelyen – leszámítva a Kadarka fajtát 2005-ben – az utolsó három vizsgálati év során lépett csak fel.

2004-ben és 2005-ben több termőhelyen is jellemző volt, hogy a primer fertőzés tünetei már májusban, jóval a szőlő virágzását megelőzően jelentkeztek (Sióagárd, Görögszó, Kecskemét, Eger). Ezekben az ültetvényekben zsendülés idejére permetezetlen viszonyok között közepes vagy annál lényegesen súlyosabb fűrtkár alakult ki. Amikor a tünetek megjelenése ettől későbbre esett, fokozatosan csökkent a fűrtfertőzöttség mértéke is. Például Pécssett, a három vizsgálati év során a legsúlyosabb fűrtkár 2005-ben jött létre (a négy fajta átlagában 80,85%). Ekkor a lisztharmat már a virágzás idején, június első napjaiban jelen volt a kezeletlen parcellákban. Ehhez képest 2006-ban június közepén, 2004-ben pedig július elején indult a lisztharmatgomba felszaporodása, ezzel együtt pedig mérsékeltebb volt a fűrtfertőzöttség is (2006-ban 60,24%, 2004-ben 49,7%). Általában azokban a parcellákban, ahol csak júliusban tűntek fel az első tünetek, a termés csupán mérsékelt vagy minimális mértékben betegedett meg. Az első lisztharmattelepek megjelenésének időpontja és a zsendüléskor mért fűrtfertőzöttség mértéke közötti összefüggést szemlélteti a 10. ábra.

Azonos termőhelyen vizsgálva a különböző fajtákat, Pécssett és Kecskeméten kisebb eltérés mutatkozott a tünetek megjelenésének időpontjában. Ezekben a kísérletekben a vizsgált fajták ugyanabban az ültetvényben fordultak elő. Komolyabb különbség Egerben és Faluhelyen adódott, ahol a fajták egymástól néhány 100 méteres távolságban, eltérő ültetvényekben helyezkedtek el. Faluhelyen két évszám során abban a fajtában alakult ki a legsúlyosabb fűrtfertőzöttség, amelyikben elsőként jelentek meg a tünetek: 2004-ben a Kékfrankosban, majd 2006-ban a Kadarkában. Egerben 2005-ben a fűrtkár mértéke szintúgy igazodott a tünetek koraiságához: legkorábban a





11. ábra. Kazmotéciumok felhasználásával végzett *in vitro* mesterséges fertőzés nyomán kifejlődött fiatal lisztharmattelepek a szőlőlevelek színén (Heves Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat növénykórtani laboratóriuma, 2004. május 19.)

10. táblázat. A 2004 tavaszán kazmotéciumok felhasználásával végzett mesterséges fertőzési kísérlet összesített eredménye a fertőzést követő 20. napon (Mintagyűjtés: Kecskemét, BCE-SZBI, Chardonnay)

	Termőtestek áttelelt levelekről, szűrőpapíron		Termőtestek áttelelt levelekről, levélkorongon		Termőtestek kéregrészekről, szűrőpapíron	
Mintagyűjtés ideje	2004. május 3.		2004. május 3.		2004. február 16.	
Fertőzés ideje	2004. május 6.		2004. május 6.		2004. május 6.	
	Minták száma (db)	Termőtestek száma (db)	Minták száma (db)	Termőtestek száma (db)	Minták száma (db)	Termőtestek száma (db)
	20	200	20	807	20	200
Sikeres fertőzések aránya (%)	40% (8 minta)	6,0% (12 telep)	40% (8 minta)	1,6 % (13 telep)	10% (2 minta)	1,5 % (3 telep)
Aszkospóra mennyisége	2,88 db/termőtest		2,88 db/termőtest		19,5 db/termőtest	

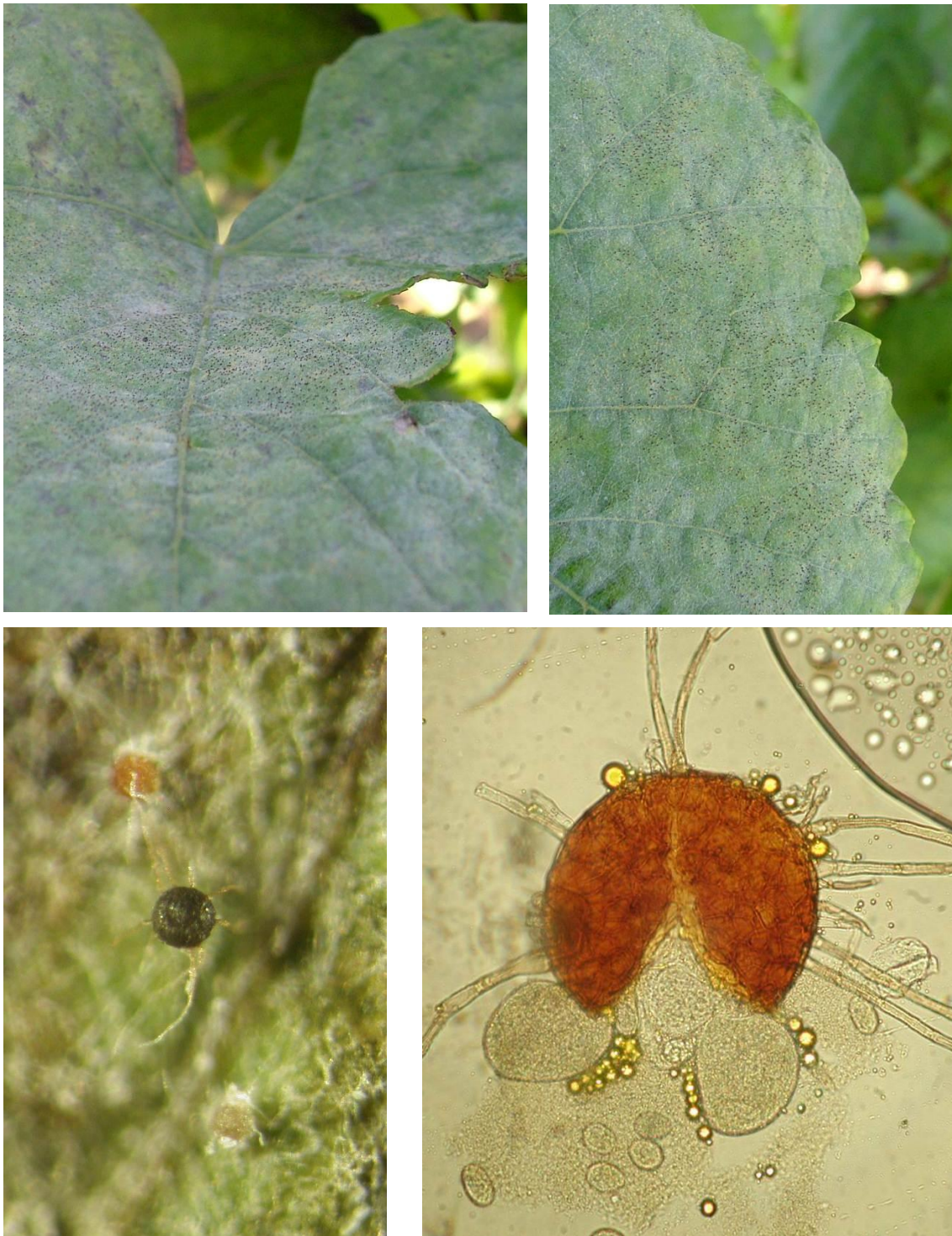
Ezt követően, 2004 őszén két időpontban, szeptember 30-án és október 14-én, közvetlenül a lombfalból gyűjtött leveleken található kazmotéciumok segítségével újból mesterséges fertőzéseket végeztünk. A szeptemberben beállított kísérlet során egyik minta esetében sem kaptunk pozitív eredményt, míg a második alkalommal az egri (Szürkebarát [12. ábra]), a pécsi (Merlot) és a faluhelyi (Kékfrankos) mintagyűjtésből származó kazmotéciumok rendre 2,46, 0,23 illetve 0,36 %-ban fertőzőképesnek bizonyultak (11. táblázat). A korábban szedett mintákban a kazmotéciumok átlagosan 8,89 db, a később gyűjtöttekben 22,3 db aszkospórát tartalmaztak.

2005 őszén azonos elvek alapján egy alkalommal végeztük el a kísérletet. Az első mintákat már augusztus 31-én begyűjtöttük, majd szeptember 9-én és 14-én további termőhelyeken szedtünk lisztharmattal fertőzött leveleket. Az előzetes felmérés során a kazmotéciumokban átlagosan 14,6 db aszkospóra volt. Ezúttal egy kecskeméti (Chardonnay, 1,18%), két egri (Kékfrankos, 0,49%; Chardonnay, 3,39%) és egy faluhelyi (Merlot, 0,85%) minta esetében találtunk lisztharmattüneteket a megfertőzött fiatal leveleken (12. táblázat).

11. táblázat. A 2004 őszén kazmotéciumok felhasználásával végzett mesterséges fertőzési kísérletek összesített eredménye a fertőzést követő 14. napon

Gyűjtés helye	Fajta	Mintagyűjtés időpontja	Minták száma (db)	Termőtestek száma (db/minta)	Tünetek száma (db)	Sikeres fertőzések aránya (%)
Fertőzés ideje: 2004. szeptember 30.						
Görögszó	Nosztori rizling	szeptember 6.	5	52	0	0
	Chardonnay	szeptember 7.	5	166	0	0
Kecskemét	Szürkebarát	szeptember 7.	5	131	0	0
	Portugieser	szeptember 7.	5	156	0	0
Sióagárd	Kékfrankos	szeptember 8.	5	46	0	0
Faluhely	Kékfrankos	szeptember 8.	5	65	0	0
Fertőzés ideje: 2004. október 14.						
Eger	Szürkebarát	szeptember 30.	5	122	3	2,46
Görögszó	Nosztori rizling	október 1.	5	297	0	0
Pécs	Kékfrankos	október 4.	5	406	0	0
	Merlot	október 4.	5	441	1	0,23
Faluhely	Kékfrankos	október 5.	5	280	1	0,36
Sióagárd	Kékfrankos	október 5.	5	228	0	0





12. ábra. Az *Erysiphe necator* érett kazmotéciumai már ősszel fertőzőképes aszkospórákat tartalmaznak. Kazmotéciumok a szőlőlevél színén (felül), különböző érettségi állapotú termőtestek 40-szeres nagyításon (bal alsó fénykép), kazmotécium kiáramló aszkuszaival és aszkospóráival 200-szoros nagyításon (jobb alsó fénykép) (Egri borvidék, Eger, SZBKI, 2004. szeptember 30. [Fajta: Szürkebarát])

12. táblázat. A 2005 őszén kazmotéciumok felhasználásával végzett mesterséges fertőzési kísérlet összesített eredménye a fertőzést követő 12. napon

Gyűjtés helye	Fajta	Mintagyűjtés időpontja	Minták száma (db)	Termőtestek száma (db/minta)	Tünetek száma (db)	Sikeres fertőzések aránya (%)
Fertőzés ideje: 2005. szeptember 15.						
Kecskemét	Portugieser	szeptember 14.	2	49	0	0
	Chardonnay	szeptember 14.	4	85	1	1,18
Eger	Chardonnay	augusztus 31.	3	59	1	0,49
	Kékfrankos	augusztus 31.	3	203	2	3,39
Pécs	Kadarka	szeptember 9.	3	706	0	0
	Cabernet sauvignon	szeptember 9.	3	99	0	0
	Kékfrankos	szeptember 9.	3	118	0	0
Faluhely	Merlot	szeptember 9.	3	117	1	0,85
	Kékfrankos	szeptember 9.	3	63	0	0

#### 4.5 A fungicidek lisztharmat elleni hatása a kisparcellás kísérletekben

A gombaölő szerek lisztharmat elleni hatékonyságát 2005 és 2008 között egymás után négy évjáratban egy-egy többszörös, kisparcellás kísérletben követettük nyomon. Elsőként 2005-ben Görögországban értékeltünk 8 különböző lisztharmatölő készítményt a fűrtkár és az őszi lombfertőzöttség elleni hatásuk alapján. Ebben a kísérletben a kifejezetten fogékony Nosztori rizling fajta fűrtjein zsendüléskor permetezetlen viszonyok között 86,27%-os fertőzöttséget mértünk (13. táblázat). Ezt a fertőzöttséget a piraklostrobin-, a boszkalid- és a proquinazid-tartalmú szerek 1% alá csökkentették. Gyengébb eredményt ért el a metrafenon és a krezoxim-metil (5,13 illetve 6,27%-os fertőzöttség), leggyengébbnek pedig az azoxistrobin és a fluquinkonazol bizonyult (12,1% és 10,33%). Október elejére a permetezetlen parcellákban átlagosan 73,36%-os szintig emelkedett a levélfertőzöttség. A fungicidek eltérő mértékben gátolták a lombzat fertőződését, és hatékonyságuk sorrendje nem egyezett meg azzal, amit a fűrtfertőzés elhárítása során tapasztaltunk. A három legeredményesebb molekula a piraklostrobin, a fluquinkonazol (folyékony formulációjú készítményben) és a boszkalid volt. Az azoxistrobin és a proquinazid – ez utóbbi jeleskedett a fűrtkár elhárításában – tudták a legkevésbé megakadályozni a kórokozó lombzaton való felszaporodását.

13. táblázat. Fungicidok hatása a lisztharmat-fertőzöttségre, a lisztharmatgomba termőtestesteinek képződésére és a fás kérgen való felhalmozódására (Görögyszó, 2005-2006.)

Sorsz.	Kezelés	2005			2006		
		A fűrtök lisztharmatborítottsága zsendüléskor, augusztus 13-án (%)	A lombozat lisztharmatborítottsága ősszel, október 16-án (%)	Kazmotéciumok száma a levélen, októberben (db/cm <sup>2</sup> )	Kazmotéciumok száma a kétéves kéregrészeken, januárban (db/10 g)	Kazmotéciumok száma az idős kéregrészeken, januárban (db/10 g)	Kazmotéciumok száma az idős kéregrészeken, júliusban (db/10 g)
1.	Kezeletlen	86,27 a***	73,36 a	11,52 a	95,67 a	342,00 ab	70,33 a
2.	Metrafenon	5,13 cd	11,97 cd	0,50 d	62,00 abc	120,33 cde	67,33 a
3.	Fluquinonazol*	10,33 bc	7,29 cd	0,16 d	16,00 d	65,00 e	48,67 a
4.	Krezoxim-metil	6,27 cd	19,42 bcd	2,78 cd	43,00 cd	197,00 cd	52,33 a
5.	Piraklostrobin	0,30 d	4,23 d	0,03 d	41,67 cd	89,33 de	81,33 a
6.	Fluquinonazol**	18,33 b	17,82 bcd	1,24 d	80,67 ab	245,00 bc	40,67 a
7.	Boszkalid	0,60 d	8,64 cd	0,0035 d	50,67 bcd	104,00 de	89,00 a
8.	Proquinazid	0,53 d	30,23 bc	6,78 bc	29,00 cd	109,67 de	78,00 a
9.	Azoxistrobin	12,10 bc	40,84 b	7,66 ab	94,33 a	383,33 a	81,67 a
	<b>LSD (P=0.05)</b>	8,02	24,95	4,41	37,49	125,38	60,23
	<b>F-érték</b>	103,52	6,98	8,22	5,12	7,70	0,71
	<b>F-kritikus</b>	2,48					

\* folyékony formulációjú készítményben (SC)

\*\* szilárd formulációjú készítményben (WG)

\*\*\* szignifikáns eltérést jelző betűk, legalább egy betű azonossága esetén a két kezelés között nincs statisztikailag igazolható különbség, ha a betűk különböznek, a két kezelés szignifikánsan eltér egymástól



A leveleken képződött kazmotéciumok számában is szignifikáns különbségek alakultak ki az egyes kezelések között. A permetezetlen tőkék lombozatán átlagosan 11,52 db/cm<sup>2</sup> ivaros termőtest képződött. A legtöbb készítmény jelentősen gátolta a kazmotéciumok képződését, legerőteljesebben az a három, amelyik a levélfertőzöttség elleni is kiemelkedő hatást mutatott. Legkevésbé pedig azok, amelyek a levéllisztharmat ellen is a leggyengébben szerepeltek, vagyis az azoxistrobin és a proquinazid.

2006-ban Faluhelyen a késői indulófertőzés következtében számottevő fűrtkár még a kezeletlen parcellákban sem alakult ki, azonban a tenyészidőszak második felében a lombozaton jelentősen felszaporodott a kórokozó, és október 9-ére a fertőzés mértéke több kezelésben is meghaladta a 80%-ot (14. táblázat). A kísérletben vizsgált hatóanyagok közül a boszkalid és a fluquikonazol gátolták legerőteljesebben a lisztharmatgomba felszaporodását, hiszen kijuttatásukat követően mindössze 1 illetve 4%-os fertőzöttség jött létre a leveleken. Ezzel együtt a kezeletlenhez (48,68 db/cm<sup>2</sup>) képest leghatékonyabban gátolták a kazmotéciumok képződését is (0,01 illetve 0,04 db/cm<sup>2</sup>). A tebukonazol+tradimenol+spiroxamin, a metrafenon és a proquinazid szignifikánsan csökkentették a lombozat lisztharmat-borítottságát és a kazmotéciumok képződését, de csupán közepes vagy annál gyengébb mértékben. A strobilurin-hatóanyagokkal permetezett parcellákban jelentős hatáscsökkenés mutatkozott ahhoz képest, amit 2004-2005-ben a nagyparcellás kísérletekben, és 2005-ben a Görögországban beállított kisparcellás kísérletben tapasztaltunk. Az azoxistrobinnal és a krezoxim-metillel permetezett parcellákban a levélfertőzöttség - a kezeletlenhez hasonlóan - meghaladta, a trifloxistrobinnal permetezett esetben pedig megközelítette a 80%-ot. A trifloxistrobinnal és az azoxistrobinnal permetezett parcellákból származó levélmintákon található kazmotéciumok mennyisége (átlagosan 52,67 illetve 53,94 db/cm<sup>2</sup>) még a kezeletlenben számolt 48,68 db/cm<sup>2</sup>-nél is több volt. E szercsoport hatóanyagai közül a legkisebb mértékű hatáscsökkenést a piraklostrobin mutatta (26,73 db/cm<sup>2</sup>).

A szokásosnál jóval gyengébb hatékonyság miatt fölmerült a fungicidrezisztencia gyanúja. És valóban, a Faluhelyen beállított kisparcellás kísérletből származó levélmintákon végzett vizsgálatok 2006 őszi Németsországban 4 hatóanyag (azoxistrobin, trifloxistrobin, krezoxim-metil, piraklostrobin) esetében kimutatták a szőlő lisztharmatgombájának QoI-fungicidekkel szembeni rezisztenciáját.

14. táblázat. Fungicidok hatása a lisztharmat-fertőzöttségre, a lisztharmatgomba termőtesteinek képződésére és a fás kérgen való felhalmozódására (Faluhely, 2006-2007)

Sorsz.	Kezelés	2006			2007
		A fűtők lisztharmat- borítottsága zsendüléskor, augusztus 12-én (%)	A lombzat lisztharmat- borítottsága ősszel, október 9-én (%)	Kazmotéciumok száma a levélen, októberben (db/cm <sup>2</sup> )	Kazmotéciumok száma a kérgen, januárban (db/10 g)
1.	Kezeletlen	0,13 a**	82,11 a	48,68 ab	1319,33 bc
2.	Azoxistrobin	0,00 a	82,22 a	53,94 a	2668,33 a
3.	Krezoxim-metil	0,00 a	80,67 a	41,46 abc	1853,33 ab
4.	Trifloxistrobin	0,00 a	75,56 a	52,67 a	3120,67 a
5.	Piraklostrobin	0,00 a	64,68 b	26,74 bcd	1156,00 bc
6.	Tebukon. + triad. + spir.	0,00 a	60,67 b	18,80 cde	443,67 c
7.	Metrafenon	0,00 a	56,24 b	10,52 de	143,00 c
8.	Proquinazid	0,00 a	46,34 c	10,65 de	408,67 c
9.	Fluquinkonazol*	0,00 a	4,01 d	0,04 e	46,33 c
10.	Boszkalid	0,00	1,07 d	0,01 e	28,00 c
	<b>LSD (P=0.05)</b>	0,08	8,98	25,92	1319,61
	<b>F-érték</b>	2,29	100,57	6,02	6,33
	<b>F-kritikus</b>	2,39			

\* folyékony formulációjú készítményben (SC)

\*\* szignifikáns eltérést jelző betűk, legalább egy betű azonossága esetén a két kezelés között nincs statisztikailag igazolható különbség, ha a betűk különböznek, a két kezelés szignifikánsan eltér egymástól

A meglehetősen gyorsan, nagymértékű érzékenységváltozással jelentkező monogénes rezisztenciát német kutatók a G143A jelű gén mutációjának jelenlétével igazolták. Európában ez volt az *Erysiphe necator* QoI-fungicidekkel szembeni rezisztenciájának első észlelése (TAKSONYI és mtsai 2009).

2007-ben Faluhelyen 10 különféle kezelés hatását vizsgáltunk az ismert fungicidrezisztencia mellett, ugyanabban az ültetvényben, ahol az előző évben. Az egy hatóanyaggal (2., 8., 9. és 11. kezelés) és fungicid-kombinációkkal (3., 5., 6., 7. és 10. kezelés) végzett sorozatpermetezéseken kívül egy technológiai sor (4. kezelés) is szerepelt a kísérletben. Ebben az évjáratban közepes fűrtkár (55,73%) alakult ki a permetezetlenül hagyott parcellákban (15. táblázat). A piraklostrobin, a piraklostrobin+kén, a trifloxistrobin+kén és az azoxistrobin+penkonazol hatóanyagok ötszöri használata után a fűrtfertőzöttség mértéke meghaladta a 10%-ot. Kielégítő hatást csak a quinoxifen+miklobutanil, a proquinazid, a metrafenon, a boszkalid illetve a boszkalid+krezoxim-metil hatóanyagok értek el. Az őszi levélfertőzöttség elhárításában azonban már csak a boszkalid és a boszkalid+krezoxim-metil kombináció tűnt ki.

2008-ban Faluhelyen az előző évihez képest lényegesen nagyobb veszélyt jelentett a lisztharmat. Az igen korai és erős indulófertőzés mellett a kezeletlen növények fűrtjei gyakorlatilag már a bogyónövekedés kezdetén 100%-ban megbetegedtek. A kémiai védekezést az első tünetek megjelenése után 17 nappal, a virágzás elején kezdtük meg. A lisztharmatjárvány ilyen körülmények között igazi próbatétel elé állította a fungicideket. Kontakt hatóanyagokkal képtelenségnek bizonyult elfogadható szintre csökkenteni a bogyók fertőződését. De hasonlóképpen a DMI-fungicidek és a speciális hatásmódú molekulák közül a quinoxifen+miklobutanil és a metrafenon is csak 27-28%-ra voltak képesek mérsékelni a fűrtfertőzöttséget (16. táblázat). A proquinazid használata mellett a fűrtökön 10,21%-os lisztharmat-borítottság jött létre, a legjobb hatást pedig a boszkalid érte el (3,93%-os fertőzöttség).

15. táblázat. Fungicidek hatása a fűrt- és levéllisztharmatra ill. a következő évi indulófertőzés alakulására (Faluhely, 2007-2008)

Sorsz.	Kezelés	2007		2008			
		A fűrtök lisztharmat-borítottsága zsendüléskor, július 30-án (%)	A lombozat lisztharmat-borítottsága ősszel, október 5-én (%)	lisztharmat-fertőzöttség tavasszal, május 26-án (%)			
				a levelek fonákján		a bimbós fűrtökön	
				gyakorisága	mértéke	gyakorisága	mértéke
1.	Kezeletlen	55,73 a*	82,67 a	100,00 a	16,7 a	74,67 ab	11,8 ab
2.	Piraklostrobin	33,50 b	82,33 a	100,00 a	10,23 bcd	68,00 abc	9,10 abc
3.	Piraklostrobin + kén	11,80 c	70,00 bc	100,00 a	9,93 bcd	61,33 a-d	5,80 bcd
4.	BASF-technológia	11,50 c	59,33 d	90,67 bc	3,90 e	46,67 cde	3,27 cd
5.	Trifloxistrobin + kén	14,93 c	77,33 ab	100,00 a	15,17 ab	81,33 a	12,70 ab
6.	Azoxistrobin + penkonazol	11,10 c	59,33 d	98,67 a	9,97 bcd	49,33 b-e	7,37 a-d
7.	Quinoxifen + miklobutanil	3,03 c	66,67 cd	96,00 ab	6,83 cde	41,33 de	3,80 cd
8.	Proquinazid	0,20 c	74,00 abc	100,00 a	11,5 abc	68,00 abc	13,83 a
9.	Metrafenon	3,90 c	59,33 d	97,33 ab	7,50 cde	49,33 b-e	5,93 bcd
10.	Boszkalid + krezoxim-metil	0,73 c	22,33 e	86,67 c	4,37 de	36,00 de	2,47 cd
11.	Boszkalid	0,20 c	10,67 f	74,67 d	2,43 e	26,67 e	1,23 d
	LSD (P=0.05)	16,12	8,71	7,10	5,96	26,35	7,80
	F-érték	9,76	63,15	11,17	5,01	3,69	2,682
	F-kritikus	2,27					

\* szignifikáns eltérést jelző betűk, legalább egy betű azonossága esetén a két kezelés között nincs statisztikailag igazolható különbség, ha a betűk különböznek, a két kezelés szignifikánsan eltér egymástól

16. táblázat. Fungicidok hatása a lisztharmat-fertőzöttségre, a kórokozó termőtestesteknek képződésére, a fás kérgen való felhalmozódására ill. a következő évi aszkospórás fertőzés alakulására (Faluhely, 2008-2009)

Sorsz.	Kezelés	2008			2009		
		A fűrtök lisztharmat-borítottsága zsendüléskor, augusztus 4-én (%)	A lombzat lisztharmat-borítottsága ősszel, október 14-én (%)	Kazmotéciumok száma a levélen, októberben (db/cm <sup>2</sup> )	Kazmotéciumok száma a kérgen, januárban (db/10 g)	Az aszkospórás fertőzésből eredő lisztharmattelepek száma 100 levélen, május 13-án	A primer fertőzés tüneteinek előfordulási gyakorisága 100 levélen, május 13-án
1.	Kezeletlen	98,3 a*	96,25 a	62,37 a	4686,50 ab	8,00 cde	5,50 bc
2.	Kén	75,08 b	78,75 e	44,54 b	3860,50 abc	12,50 bcd	8,25 ab
3.	Metrafenon	28,00 d	67,3 f	12,17 de	1605,75 de	1,50 de	1,25 c
4.	Boszkalid	3,93 f	18,70 g	0,43 e	509,50 e	0,00 e	0,00 c
5.	Dinokap	20,64 de	90,78 abc	52,08 ab	4218,50 abc	13,25 a-d	9,00 ab
6.	Meptil-dinokap	54,00 c	91,00 ab	63,95 a	5435,75 a	23,25 ab	10,75 ab
7.	Quinoxifen + miklobutanil	27,21 d	80,53 de	22,68 cd	2615,00 cd	14,50 abc	7,75 b
8.	Penkonazol	21,24 de	87,50 bc	39,97 bc	3770,00 abc	11,50 b-e	7,25 b
9.	Proquinazid	10,21 ef	94,25 a	63,71 a	5074,50 ab	25,50 a	13,5 a
10.	Tebukon. + triad. + spir.	23,15 d	85,15 cd	38,4 bc	3464,75 bc	17,75 abc	11,00 ab
	LSD (P=0.05)	1,61	5,78	17,70	1668,74	12,31	5,66
	F-érték	61,49	13,28	13,28	7,11	3,75	4,71
	F-kritikus	2,21					

\* szignifikáns eltérést jelző betűk, legalább egy betű azonossága esetén a két kezelés között nincs statisztikailag igazolható különbség, ha a betűk különböznek, a két kezelés szignifikánsan eltér egymástól

Az őszi lombfertőzöttség mérséklésében több készítmény szinte teljes mértékben hatástalannak bizonyult. A dinokap, a meptil-dinokap és a proquinazid hatóanyagokkal kezelt parcellák lombozatán a permetezetlennel hasonló szintű fertőzöttség jött létre, a levélfelületen pedig közel azonos mennyiségű ivaros termőtest képződött. A kénnel kezelt leveleken szignifikánsan kevesebb, kétharmadnyi, a penkonazollal, a tebukonazol+triadimenol+spiroxamin kombinációval permetezett lombozaton kb. feleannyi, a quinoxifen+miklobutanilt követően harmadannyi, míg a metrafenon után ötödannyi kazmotécium képződött, mint a kezeletlen tőkék levelein (62,37 db/cm<sup>2</sup>). Az ivaros termőtestek számát kiemelkedő mértékben egyedülként a boszkalid csökkentette (0,43 db/cm<sup>2</sup>).

#### 4.6 Az őszi lombfertőzöttség és a leveleken képződött kazmotéciumok mennyisége közötti összefüggés

---

A lisztharmatgomba ivaros termőtesteit, a kazmotéciumokat évről évre minden vizsgált ültetvényben megtaláltuk. Legnagyobb számban a leveleken (színükön és fonákjukon egyaránt) fordultak elő. Képződésük permetezetlen viszonyok között évjáráttól függően, esetenként már június második felében, a bogyónövekedés idején megkezdődött. Ezzel szemben a permetezett parcellákban jóval később jelentek meg az első termőtestek, jellemzően a július végén, augusztus elején abbamaradt kémiai védekezéseket követően, miután a fungicidek védőhatásának megszűnésével a lombozaton erősödni kezdett a fertőzöttség. Függetlenül attól, hogy a fűrtök fogékony időszakában milyen erővel támadt a lisztharmat, nyár végére a szőlő lombozata jelentős mértékben megbetegedett, és ezzel együtt – 2005 kivételével – tömegesen képződtek az ivaros termőtestek. Számuk gyakran elérte az 50-60 db-ot négyzetcentiméterenként (17. táblázat.). 2005-ben a tenyészidőszak második felében uralkodó hűvös, csapadékos időjárásban országsszerte kevesebb kazmotécium képződött, mint a többi vizsgálati évben. Hozzá kell tenni, hogy ekkor jóval kevesebb minta feldolgozása történt meg, hiszen a kései peronoszporafertőzés következtében a legtöbb permetezetlen parcellából nem sikerült levélmintát gyűjteni, mivel a lombozat szinte teljes egészében korán lehullott (13. ábra).

A nagyparcellás kísérletekben alkalmazott növényvédelmi technológia 2004 és 2006 között mindhárom évjáratban termőhelytől és szőlőfajtától függetlenül számottevően késleltette a gomba lombozaton való felszaporodását. A leveleken

októberre jóval kisebb mértékű lisztharmat-borítottság jött létre, és ezzel együtt a kazmotéciumok száma is lényegesen alacsonyabb volt, mint permetezetlen körülmények között.



13. ábra. A kései peronoszpórafertőzés 2005 őszén számos kísérletünkben súlyos lombvesztést okozott a permetezetlen parcellákban (Szekszárdi borvidék, Faluhely, 2005. szeptember 10. [Fajta: Cabernet sauvignon])

2004-ben és 2005-ben a pécsi kísérlet permetezett parcelláiból származó levélminták közül a Kékfrankosból gyűjtötteken számoltuk meg a legtöbb kazmotéciumot. A Kékfrankos lombozatán 2004-ben és 2006-ban Faluhelyen, illetve 2006-ban Pécsen permetezetlen viszonyok között is kiugróan magas volt a kazmotéciumok mennyisége az adott termőhelyen kísérletbe vont többi szőlőfajtaéhoz képest. 2004-ben jelentős tömegben képződtek termőtestek a Nosztori rizling lombozatán Görögszóban kezeletlen, Egerben pedig permetezett viszonyok között (17. táblázat).

A kisparcellás kísérletekben azonos környezeti feltételek mellett ugyanazon szőlőfajtan felhasznált fungicidek eltérő mértékben befolyásolták a lisztharmatgomba lombozaton való felszaporodását és a kazmotéciumok képződését. 2005-ben Görögszóban, illetve 2006 és 2008 között Faluhelyen egyaránt számos esetben statisztikailag igazolható, szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk a kezelések között (13-

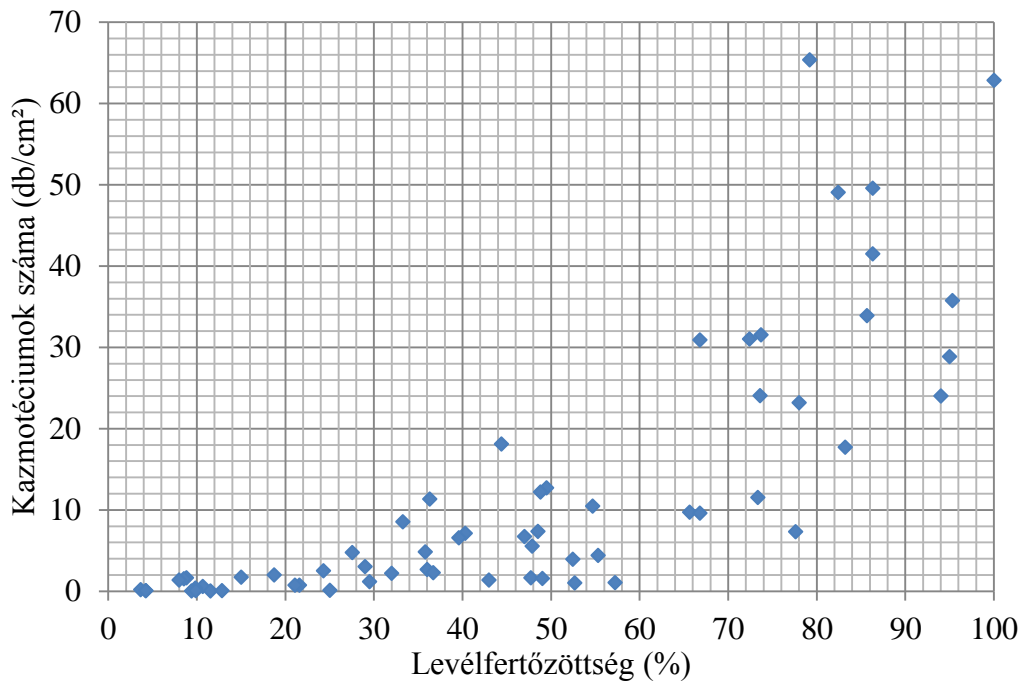
16. táblázat). Azok a gombaölő szerek, amelyek hatékonyan gátolták a lisztharmatgomba felszaporodását a leveleken, jelentős mértékben csökkentették a kazmotéciumok képződését is. Ugyanakkor a gyenge hatékonyságú fungicidek nyomán lényegesen erősebb, a permetezetlen parcellákban tapasztaltakhoz hasonló szintű levélfertőzöttség jött létre, egyúttal tömeges termőtestképződés volt megfigyelhető.

A lombzat lisztharmat-borítottsága és a levélfelületen képződött ivaros termőtestek mennyisége szoros összefüggést mutatott abban az esetben, ha a különböző évjáratokból, termőhelyekről és fajtákról származó minták adatait együtt dolgoztuk fel (14. ábra). Hasonló összefüggést állapítottunk meg akkor is, amikor az egyes kisparcellás kísérleteket – a parcellákra vonatkoztatott adatok feldolgozásával – külön-külön elemeztük (15. ábra).

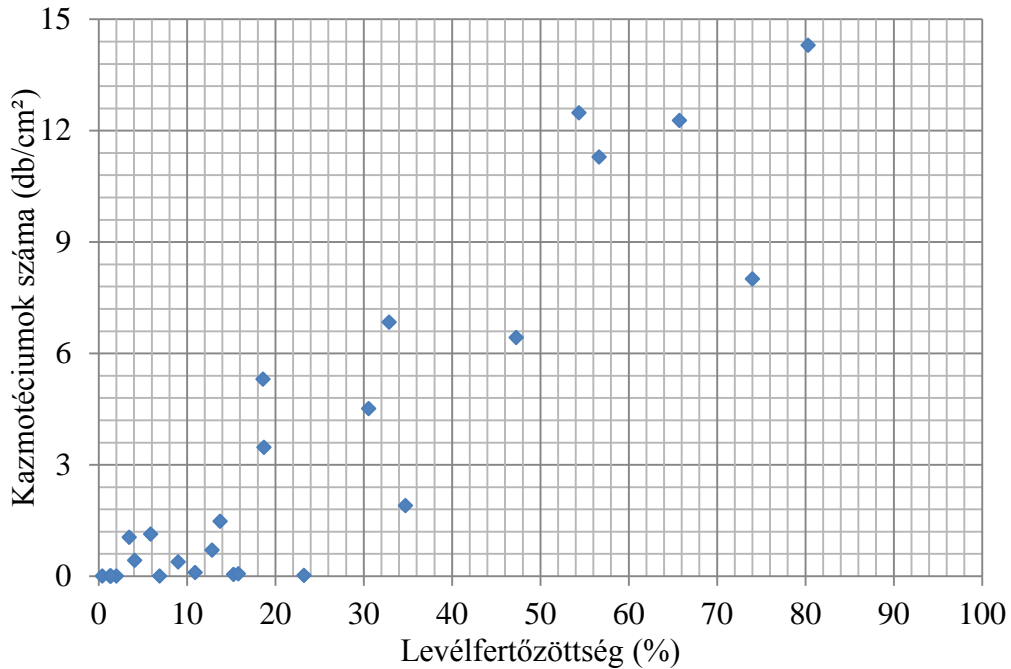


17. táblázat. A levélfertőzöttség mértéke és a lombozaton képződött ivaros termőtestek mennyisége október közepén a nagyparcellás kísérletekben (2004- 2006)

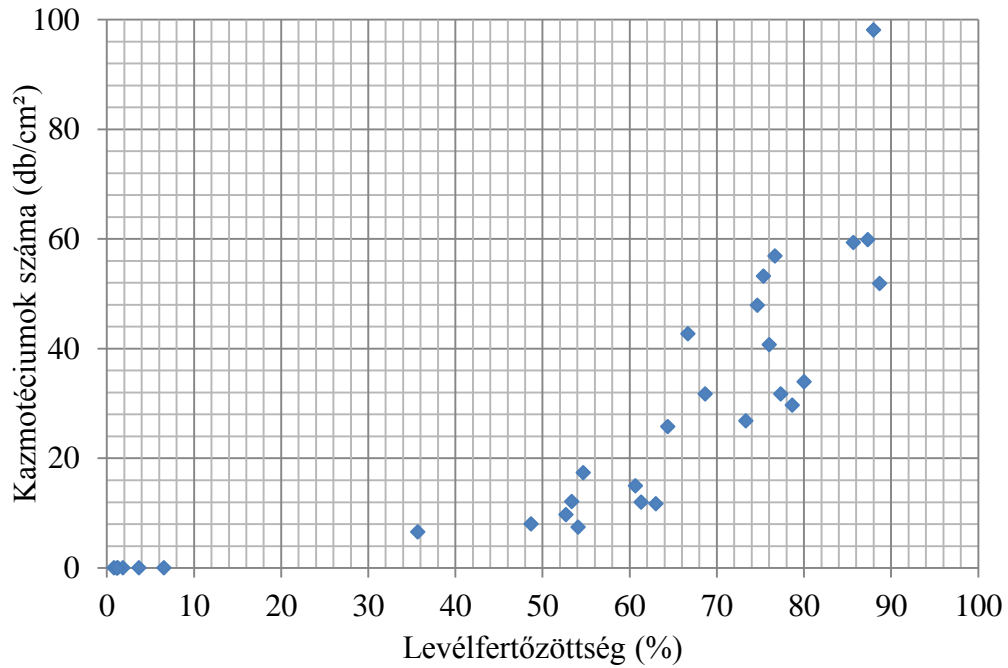
Hely	Fajta	Levélfertőzöttség mértéke (%) október közepén						Kazmotéciumok száma a lombozaton (db/cm <sup>2</sup> )					
		2004		2005		2006		2004		2005		2006	
		permetezetlen	permetezett	permetezetlen	permetezett	permetezetlen	permetezett	permetezetlen	permetezett	permetezetlen	permetezett	permetezetlen	permetezett
Szekszárd, Faluhely	<b>Kékfrankos</b>	82,41	8,84	nincs adat	47,70	73,6	24,04	49,05	1,64	nincs adat	1,61	52,66	0,99
	<b>Merlot</b>	65,66	10,68	nincs adat	47,00	66,8	30,9	9,69	0,55	nincs adat	6,72	32,01	2,16
	<b>Cabernet sauvignon</b>	72,41	3,66	nincs adat	43,00	66,8	9,56	31,01	0,15	nincs adat	1,33	11,54	0,01
	<b>Kadarka</b>	44,40	24,30	nincs adat	21,60	77,6	7,28	18,09	2,48	nincs adat	0,70	25,03	0,07
Sióagárd	<b>Kékfrankos</b>	100,00	9,83	nincs adat	49,50	83,20	17,68	16,54	0,35	nincs adat	12,68	57,23	1,04
Görögyszó	<b>Nosztori rizling</b>	79,21	27,56	73,36	4,23			65,36	4,75	11,52	0,03		
Pécs, PTE TTK SZBI	<b>Kékfrankos</b>	95,33	47,86	nincs adat	54,70	78,00	23,16	35,73	5,54	nincs adat	10,43	21,09	0,71
	<b>Merlot</b>	86,33	8,53	nincs adat	8,00	35,80	4,80	49,57	1,52	nincs adat	1,36	12,84	0,06
	<b>Cabernet sauvignon</b>	86,33	29,51	nincs adat	36,70	52,44	3,90	41,46	1,14	nincs adat	2,25	9,39	0,00
	<b>Kadarka</b>	85,66	15,00	nincs adat	29,00	48,80	12,17	33,87	1,71	nincs adat	3,00	9,87	0,04
Kecskemét, BCE-SZBI	<b>Portugieser</b>	97,00	40,29	nincs adat	39,58			12,48	7,09	nincs adat	6,54		
	<b>Szürkebarát</b>	95,00	36,00	nincs adat	nincs adat			28,83	2,64	nincs adat	nincs adat		
	<b>Chardonnay</b>	94,00	48,50	nincs adat	18,74			23,99	7,35	nincs adat	1,97		
Eger, SZBKI	<b>Nosztori rizling</b>	100,00	73,70					nincs adat	31,50				
	<b>Szürkebarát</b>	100,00	33,27					62,83	8,53				
	<b>Chardonnay</b>	100,00	36,30	87,36	55,30			11,42	11,30	7,46	4,39		
	<b>Cabernet sauvignon</b>			nincs adat	49,00					nincs adat	1,56		
	<b>Kékfrankos</b>			nincs adat	76,00					nincs adat	3,94		



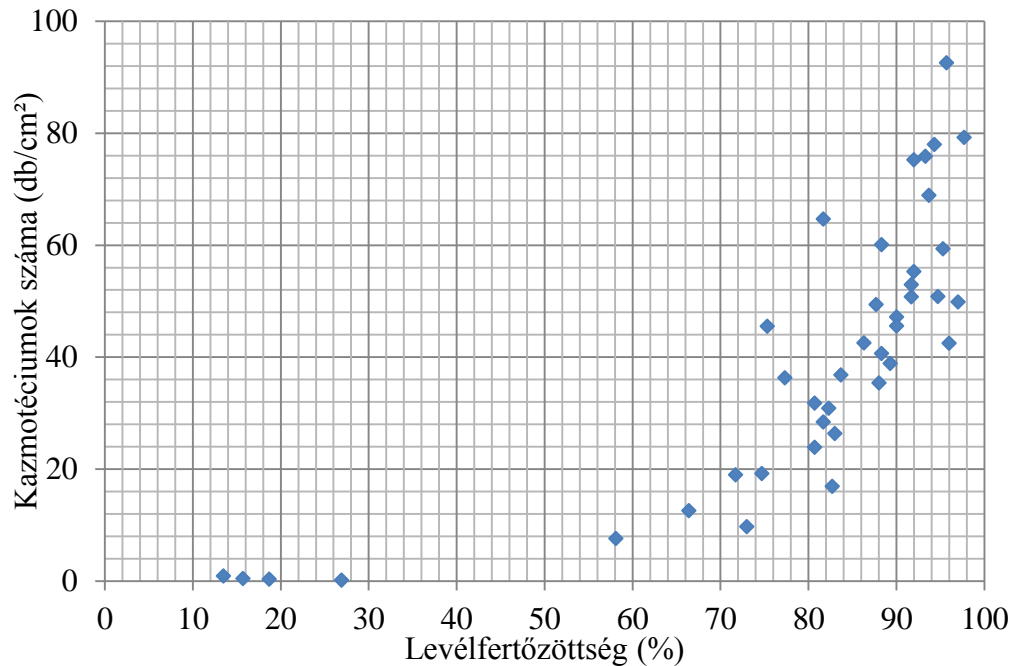
14. ábra. A levélfertőzöttség mértéke és a lombzaton képződött termőtestek száma közötti összefüggés a nagyparcellás kísérletekben (6 termőhely, 8 szőlőfajta, 66 parcella és 3 évjárat adatai alapján 2004 és 2006 között)



15. ábra. A levélfertőzöttség mértéke és a lombzaton képződött termőtestek száma közötti összefüggés kisparcellás kísérletben (Görögyszó, 2005, 27 parcella adatai alapján [Fajta: Nosztori rizling])



16. ábra. A levélfertőzöttség mértéke és a lombozaton képződött termőtestek száma közötti összefüggés kisparcellás kísérletben (Faluhely, 2006, 30 parcella adatai alapján [Fajta: Kékfrankos])



17. ábra. A levélfertőzöttség mértéke és a lombozaton képződött termőtestek száma közötti összefüggés kisparcellás kísérletben (Faluhely, 2008, 40 parcella adatai alapján [Fajta: Kékfrankos])

#### 4.7 Kazmotéciumok kinyerése a szőlőtőkék kérgéről szűrési eljárással

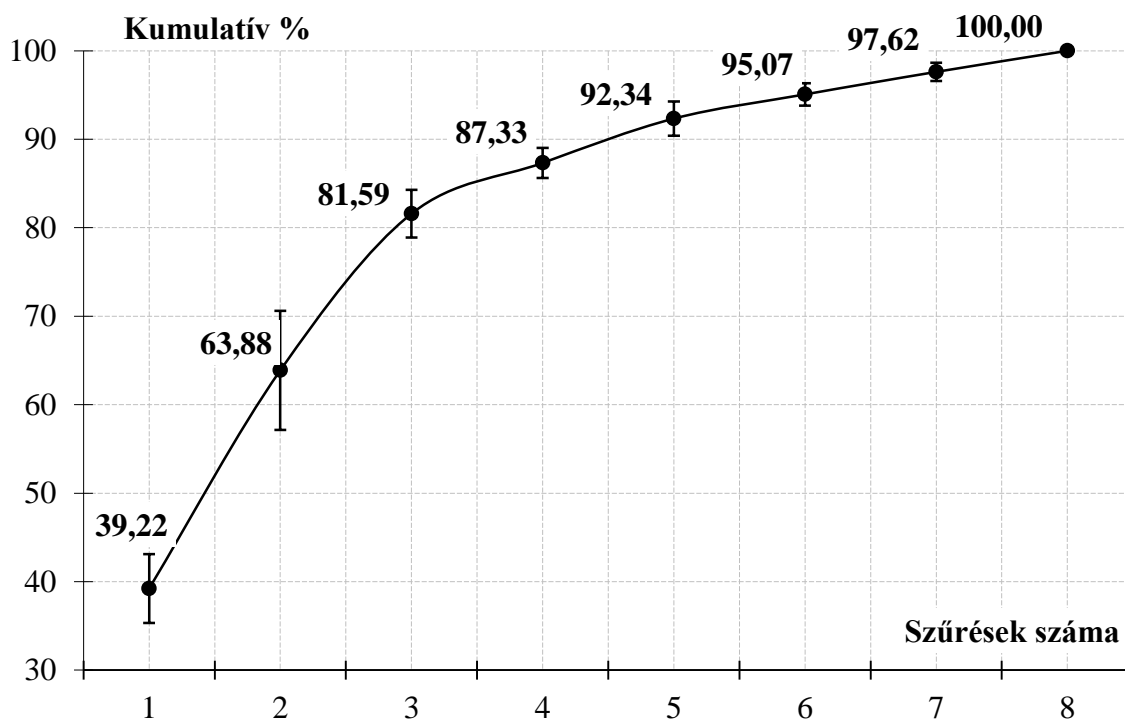
---

Elsőként a 2005-ben beállított szabadföldi kisparcellás kísérlet mintatereiből származó kéregminták felhasználásával mértem fel a tőkerészekben található ivaros termőtestek mennyiségét (13. táblázat). Ugyanazt a szűrési eljárást három különböző mintasorozaton is elvégeztem. 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 kémiai védekezés befolyásolta a szűrési eljárással kinyerhető ivaros termőtestek mennyiségét, ami elsősorban a januárban szedett idős kéregminták esetében mutatkozott meg. Két hatóanyag (azoxistrobin és fluquinkonazol a szilárd formulációjú készítményben) kivételével a többi szignifikánsan csökkentette a termőtestek számát, legjelentősebben a folyékony formulációjú készítményben levő fluquinkonazol. Statisztikailag igazolható különbségek a kétéves kéregrészekben talált termőtestek számában is adódtak az egyes kezelések között, a júliusban gyűjtött kéregrészekben viszont kezeléstől függetlenül közel azonos mennyiségű kazmotécium volt található.

A 2006-ban kijelölt kisparcellás kísérletből egyszer, 2007 januárjában gyűjtöttem mintákat az idős tőkerészek felületén található kéregrétegből. Az előző évihez képest a szűrési eljárást finomítottam, és ezt öt előzetesen kiválasztott minta esetében egymás után nyolcszor megismételtem. Az eljárás egyszeri használatával átlagosan a termőtestek 39,22%-át, másodsorra a 63,88%-át, harmadszor pedig a 81,59%-át nyertem ki a módszer nyolcszori megisméltése során kapott összes kazmotécium mennyiségéhez viszonyítva (18. táblázat). Abból kiindulva, hogy a minták háromszori feldolgozásával kapott eredmény meghaladta a kinyert összes kazmotécium 80%-át, illetve a további szűrések jelentős mértékben nem növelték a kazmotéciumok kumulatív hányadát, a többi 25 minta feldolgozását a finomított szűrési eljárás háromszori alkalmazásával végeztem el (18. ábra).

18. táblázat. Az *Erysiphe necator* kazmotéciumainak az öt kiválasztott kéregminta többszöri szűrése során kinyert mennyisége (Faluhely, 2007. január [Fajta: Kékfrankos])

Minta szűrés	I.		II.		III.		IV.		V.	
	db/10g	%	db/10g	%	db/10g	%	db/10g	%	db/10g	%
1	756	43,45	350	32,92	1051	38,90	1855	40,66	95	40,20
2	442	25,40	211	19,80	637	23,57	1189	26,07	67	28,43
3	266	15,29	303	28,47	417	15,43	624	13,67	37	15,69
4	98	5,63	55	5,20	240	8,88	232	5,07	9	3,92
5	94	5,40	47	4,46	183	6,77	250	5,48	7	2,94
6	36	2,07	39	3,71	20	0,74	147	3,23	9	3,92
7	34	1,95	24	2,23	66	2,43	145	3,17	7	2,94
8	14	0,80	34	3,22	89	3,28	121	2,65	5	1,96
összes (1-3)	1464	84	863	81	2106	78	3668	80	200	84
összes (4-8)	276	16	200	19	597	22	895	20	37	16
összes (1-8)	1740	100,00	1063	100,00	2703	100,00	4563	100,00	237	100,00



18. ábra. A szűrési eljárások során kinyert kazmotéciumok kumulatív arányának alakulása az öt kiválasztott minta esetében (Faluhely, 2007. január [Fajta: Kékfrankos])

2007 januárjában a laboratóriumi vizsgálatok során, az előző évihez képest jóval több, mintánként átlagosan 1 118 db kazmotéciumot nyertem ki a kéregrészekről. A kémiai védekezés ebben a kísérletben is jelentős mértékben befolyásolta a kérgen főlhalmozódott termőtestek mennyiségét (14. táblázat). A permetezetlen parcellák mintáiból átlagosan 1 319 db termőtestet izoláltam, a QoI-fungicidekkel permetezettékből pedig esetenként ennél is többet (1 156-3 120 db/10 g kéreg). A fungicidrezisztencia miatt fellépő hatékonyságvesztés tehát a lisztharmatgomba tőkén telelő kazmotéciumainak mennyiségében is tetten érhető volt. A többi hatóanyag rendszeres használata következtében viszont jelentősen csökkent a termőtestek száma a kérgen is. A legkevesebb termőtestet (28 db/10 g kéreg) a boszkaliddal permetezett szőlőtőkéről származó kéregmintákban számoltam meg, amelyhez képest a fluquikonazollal permetezett parcellákban kétszeres, a metrafenonnal permetezettékből ötszörös, a proquinaziddal, illetve a tebukonazol + triadimenol + spiroxamin kombinációval permetezettékből mintegy tizenötszörös volt a kazmotéciumok mennyisége.

A kísérletsorozatot a 2008-ban kijelölt kisparcellás kísérlet mintáival tovább folytattam. A gyűjtést 2009 januárjában végeztem, és a minták feldolgozásakor az előző alkalommal használt finomított szűrési eljárást használtam. Az átlagosan kinyert termőtestmennyiség (3 523 db/10 g kéreg) háromszor annyi volt, mint a legutóbbi vizsgálatban 2007 januárjában. A fungicidkezelések közül három, a boszkalid, a metrafenon és a quinoxifen + miklobutanil kombináció csökkentette szignifikánsan a kazmotéciumok számát. A többi fungicid hatása ennél jóval gyengébbnek bizonyult, a proquinaziddal és a meptil-dinokappal permetezett parcellákban a kezeletlenhez (4 686 db/10 g kéreg) képest is nagyobb mennyiségű ivaros termőtestet nyertem ki, számuk meghaladta az 5 000 db-ot 10 grammonként (16. táblázat).

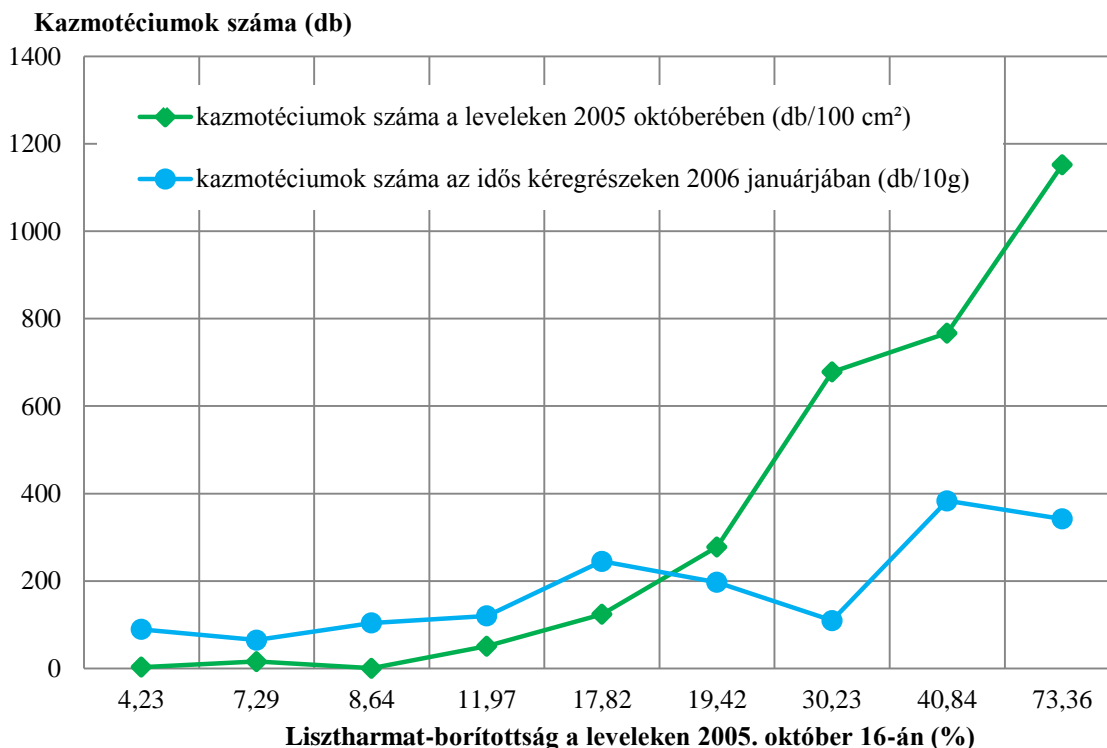
#### 4.8 Az előző évi lisztharmat-fertőzöttség és a kéregrészekben áttelelt inokulum mennyiségének hatása a lisztharmatgomba következő évi indulófertőzésére

---

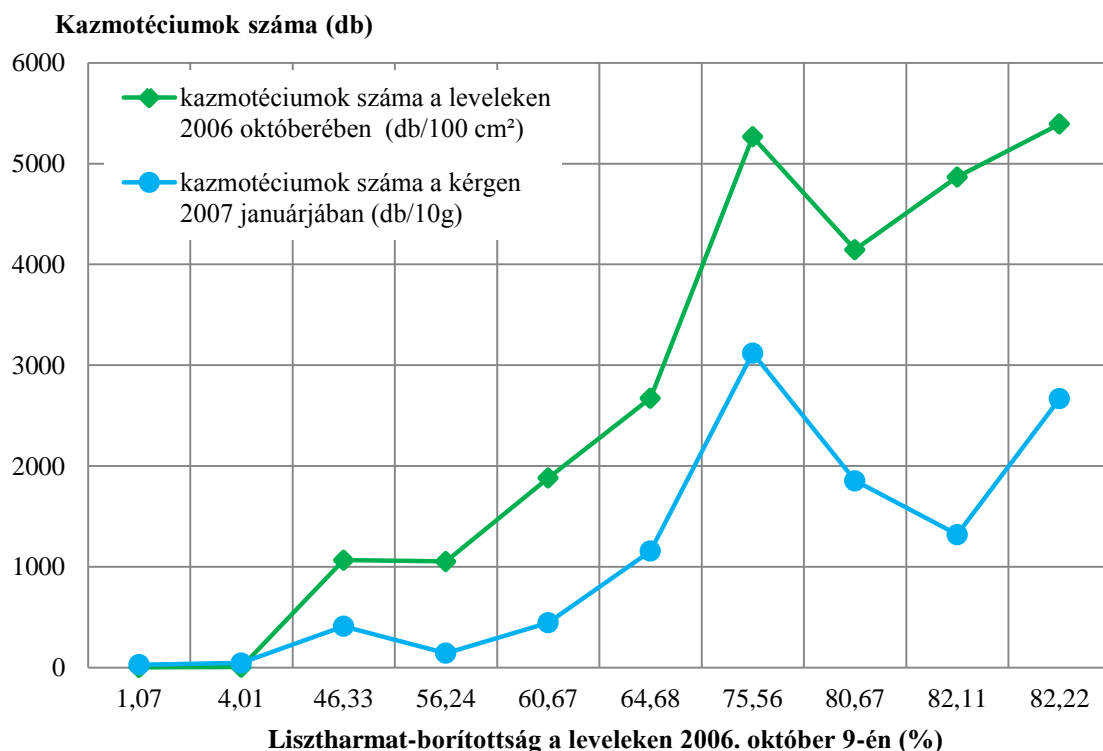
A kisparcellás kísérletsorozat permetezetlen parcelláiban a tenyészidőszak végére minden vizsgált évben jelentős, 73 és 96% közötti lisztharmat-borítottság jött létre. A különböző hatékonyságú fungicidekkel végzett kémiai védekezés mindegyik kísérletben nagymértékben differenciálta a lombzat fertőzöttségét. A legjelentősebb különbség 2006 őszén jött létre, amikor a fertőzés mértéke kezelésenként 1,07% és 82,22% között változott, de 2005-ben több mint 17-szeres, 2007-ben 8-szoros, illetve 2008-ban is 5-szörös fertőzöttségbeli különbség alakult ki a leghatékonyabb és a legkevésbé hatékony kezelések között. Szoros kapcsolat mutatkozott a fertőzöttség, a leveleken képződött, illetve a tőkék fás kérgén felhalmozódott kazmotéciumok mennyisége között is. A 2005-ben beállított kísérletben elsősorban a leveleken képződött kazmotéciumok mennyisége igazodott szorosan a levélfertőzöttséghez ( $r=0,915267$ ), az idős tőkerészekben telelő termőtestek száma ( $r=0,548025$ ) már kevésbé (19. ábra, 19. táblázat). Ezzel szemben a 2006-os és a 2008-as kísérletben mindhárom tényező szorosan összefüggött egymással (20. ábra, 19. táblázat).

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 fűrtökön és a leveleken megjelenő tünetek előfordulási gyakorisága és egyúttal a lisztharmat-borítottság azokban a parcellákban volt a legjelentősebb, amelyekben az előző év őszén a tőkék lombzatán erős lisztharmatfertőzés lépett fel. Ezzel szemben az ősszel egészségesebb lombzatú tőkéken tavasszal a fűrtök és a levelek is kisebb arányban és alacsonyabb mértékben betegedtek meg (21. ábra).

2009-ben hasonló eredményt kaptunk. Tavasszal az első tünetek megjelenése után 6 nappal, május 13-án a szőlőhajtások tüzetes átvizsgálásával parcellánként megszámláltuk a fiatal levelek fonákján található lisztharmattelepeket. Az eredmények azt mutatták, hogy a tünetek gyakorisága azokon a tőkéken nagyobb, amelyek kéregmintáiból több kazmotéciumot nyertünk ki, és ahol az őszi lombfertőzöttség, és egyúttal a képződött kazmotéciumok száma is magasabb volt (22. ábra).

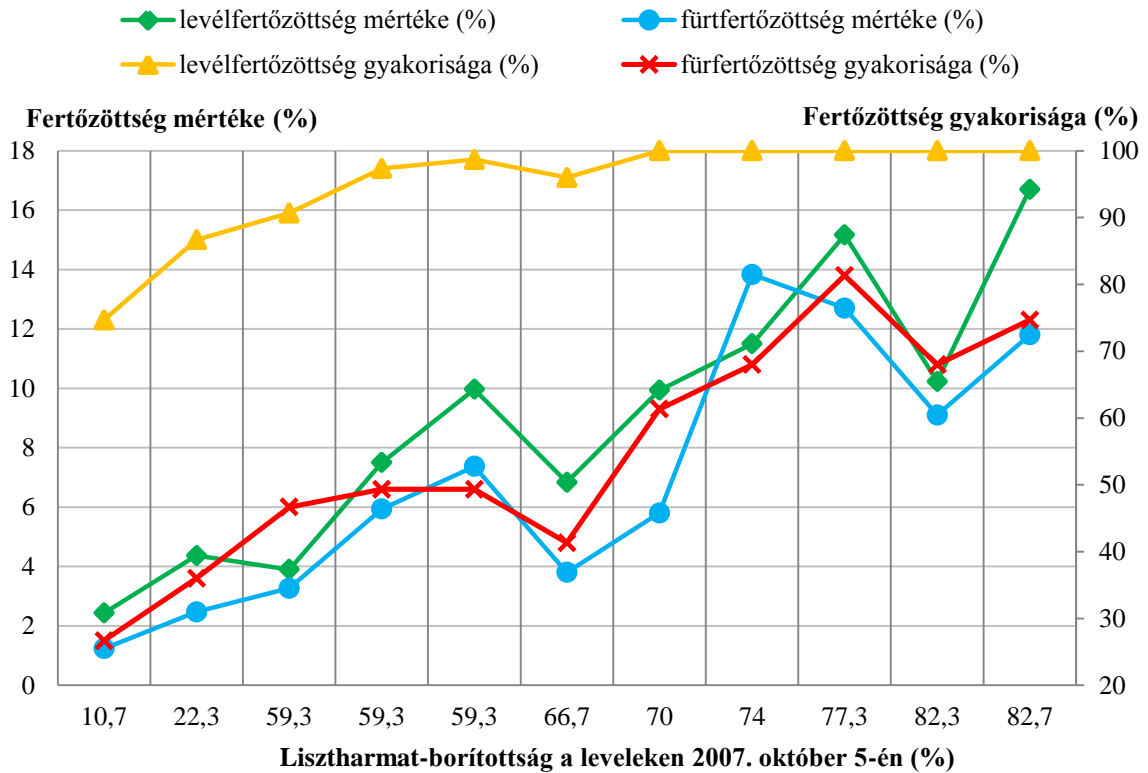


19. ábra. A szőlő levelein képződött és a tőkék kérgén felhalmozódott kazmotéciumok számának változása a lombzat lisztharmat-borítottsága függvényében (2005-06 Görögszó, Nosztori rizling, kisparcellás kísérlet)

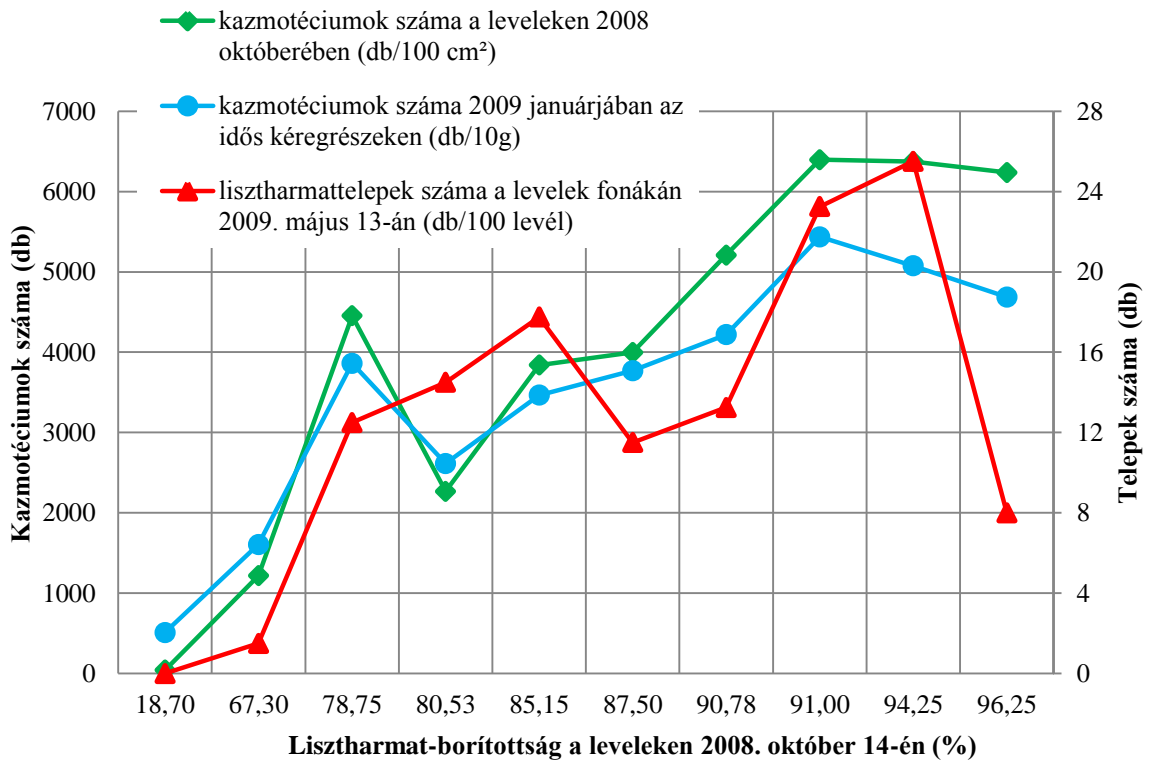


20. ábra. A szőlő levelein képződött és a tőkék kérgén felhalmozódott kazmotéciumok számának változása a lombzat lisztharmat-borítottsága függvényében (2006-07 Faluhely, Kékfrankos, kisparcellás kísérlet)





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



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

19. táblázat. Korrelációs koefficiens (r) értékek alakulása a kisparcellás kísérletekben vizsgált paraméterek között (p=0,05)

**a) Görögszó 2005-2006, n=27, r<sub>krit</sub>=0,381**

	1	2	3	4	5	6
	A fűrtök lisztharmatborítottsága zsendüléskor	A lombozat lisztharmatborítottsága őszele	Termőtestek száma a levélen őszele	Termőtestek száma a kétéves kéregrészekben (január)	Termőtestek száma az idős kéregrészekben (január)	Termőtestek száma az idős kéregrészekben (július)
2	0,737017	-	-	-	-	-
3	0,628007	0,915267	-	-	-	-
4	0,52022	0,3797	0,372241	-	-	-
5	0,557204	0,548025	0,55849	0,783521	-	-
6	-0,02787	0,065343	0,058803	0,026907	0,029022	-

**b) Faluhely 2006-2007, n=30, r<sub>krit</sub>=0,374**

	1	2	3
	A lombozat lisztharmatborítottsága őszele	Termőtestek száma a levélen őszele	Termőtestek száma a kérgen (január)
2	0,791858	-	-
3	0,643318	0,877202	-

**c) Faluhely, 2007-2008, n=33, r<sub>krit</sub>=0,361**

	1	2	3	4	5	6
	A fűrtök lisztharmatborítottsága zsendüléskor	A lombozat lisztharmatborítottsága őszele	Fertőzöttség gyakorisága a levelek fonákján (május)	Fertőzöttség mértéke a levelek fonákján (május)	Fertőzöttség gyakorisága a fűrtön (május)	Fertőzöttség mértéke a fűrtön (május)
2	0,546668	-	-	-	-	-
3	0,381921	0,846492	-	-	-	-
4	0,671407	0,700420	0,666840	-	-	-
5	0,535246	0,705180	0,638576	0,890403	-	-
6	0,486230	0,582182	0,471316	0,795940	0,713885	-

**d) Faluhely, 2008-2009, n=40, r<sub>krit</sub>=0,334**

	1	2	3	4	5	6
	A fűrtök lisztharmatborítottsága zsendüléskor	A lombozat lisztharmatborítottsága őszele	Termőtestek száma a levélen őszele	Termőtestek száma a kérgen (január)	Tünetek száma 100 levélen (május)	Tünetek gyakorisága 100 levélen (május)
2	0,383963	-	-	-	-	-
3	0,447983	0,764525	-	-	-	-
4	0,385522	0,741689	0,859330	-	-	-
5	-0,002296	0,497693	0,428254	0,569758	-	-
6	0,039562	0,563950	0,483486	0,605272	0,916806	-

## 5. MEGVITATÁS

### 5.1 A lisztharmatgomba ivaros és ivartalan áttelelő alakjának dominanciaviszonya

---

A vizsgálatok éveiben, 2004 és 2009 között a lisztharmatgomba 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 kórokozó zászlós hajtása is felbukkant 2004-ben és 2005-ben. Ezzel szemben, borvidéktől, termőhelytől és szőlőfajtatól függetlenül a 6 év során az aszkospórák fertőzéséből származó tünetek számos alkalommal (összesen 27 esetben) beazonosíthatóak voltak (9. táblázat). Sióagárdon 2004-ben és 2005-ben egyaránt jelentős volt a fertőzési nyomás, de a zászlós hajtások – a közvetlen környezetükben található tőkék kivételével – nem befolyásolták lényegesen a fertőzés dinamikáját az ültetvényben. A beteg hajtások megjelenésével egy időben, vagy kevéssel azt követően ugyanis az aszkospórás fertőzésből eredő lisztharmattelepek jóval nagyobb gyakorisággal tűntek fel. DULA és SCHMIDT (2001) szintén úgy találta, hogy az *Erysiphe necator* hazánkban elsősorban a kazmotéciumok segítségével marad fenn. Az ivartalan telelési forma az elmúlt két évtizedben meglehetősen ritkán fordult elő. Tavasszal a fertőzést az ivaros termőtestekből kiszabaduló aszkospórák indítják el, a zászlós hajtások szerepe ehhez képest elenyésző (DULA és FÜZI 2010).

Vizsgálataink során 19 esetben sem zászlós hajtásokat, sem pedig aszkospórás fertőzésből származó lisztharmattelepeket nem találtunk a kísérletbe vont ültetvényekben (9. táblázat). Ezekben az esetekben 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 a vizsgált ültetvényekbe. Bár a konídiumok térbeli terjedése korlátozott (STEVA és CAZENAVE 1996), egy-egy közülük nagyobb távolságokra is eljuthat, csak a kórokozó ily módon való terjedése járványtanilag sokkal kisebb jelentőségű, mint amikor helyben nagy mennyiségű inokulum képződik.

A későn megjelenő tünetek aszkospórák eredete azért zárható ki, mivel más ültetvényekben, hasonló időjárási feltételek mellett, az aszkospórák szóródása már hetekkel korábban megtörtént. Ezt támasztják alá PEARSON és GADOURY (1987) megfigyelései is, akik megállapították, hogy az aszkospórák szóródása tavasszal a szőlő rügyfakadása és virágzása közti időszakban a legintenzívebb, és június végére a kazmotéciumok teljesen kiürülnek.

## 5.2 A primer fertőzés koraiságának hatása a fűrtkár mértékére

---

Vizsgálatainkban a primer fertőzés tünetei megjelenésének időpontja jelentős mértékben befolyásolta a bogyók fogékony időszakának végére kialakuló fűrtkár mértékét. Minél korábban jelentek meg a betegség első tünetei, annál nagyobb lisztharmat-borítottság alakult ki a fűrtökön (9. táblázat). A vizsgált ültetvényekben a szőlő virágzásának, egyúttal a fűrtök 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 fűrtkár alakult ki. Ha viszont későbbre tolódott az első tünetek megjelenése a növényfejlétséghez képest, csökkent a fűrtök súlyos megbetegedésének mértéke. A tünetmegjelenés koraisága termőhelytől, szőlőfajtától és a fűrtök fogékony időszakának időjárásától függetlenül is jelentős hatással volt a fertőzési nyomás alakulására (10. ábra).

A szőlőbogyók fogékony állapotának hossza és a gomba konídiumos generációi kifejlődésének időtartama behatárolja a fűrtök megbetegedésének esélyeit. A bogyók fogékony állapotának időtartama a virágzástól számítva mindössze 2-4 hét (GADOURY és mtsai 1988), más irodalmi forrás szerint átlagosan 20 nap (GADOURY és mtsai 2003). Mivel a bogyók egy fűrtön belül eltérő ütemben fejlődnek, és a különböző helyzetű fűrtök fejlődése sem azonos, a fogékonyági időszak egy ültetvényre vonatkoztatva 40-50 napra tehető (DULA és FÜZI 2010). Ehhez képest optimális környezeti feltételek esetén egy konídiumos generáció kifejlődéséhez 10 napra van szükség (DULA 2001). Mindebből az következik, hogy a fűrtök fogékony időszakában csak korlátozott mennyiségű inokulum képződhet. Abban az esetben, ha a betegség első tünetei már jóval a bogyók fogékony stádiumának kezdete előtt megjelennek, a lisztharmatgombának több nemzedéke és nagyságrendekkel nagyobb mennyiségű

fertőzőanyaga képződhet a virágzás kezdetéig, mint késői primer fertőzés esetén. Úgy tűnik, hogy a primer fertőzés tüneteinek felderítése nagy segítségünkre lehet a szőlőlisztharmat előrejelzésében.

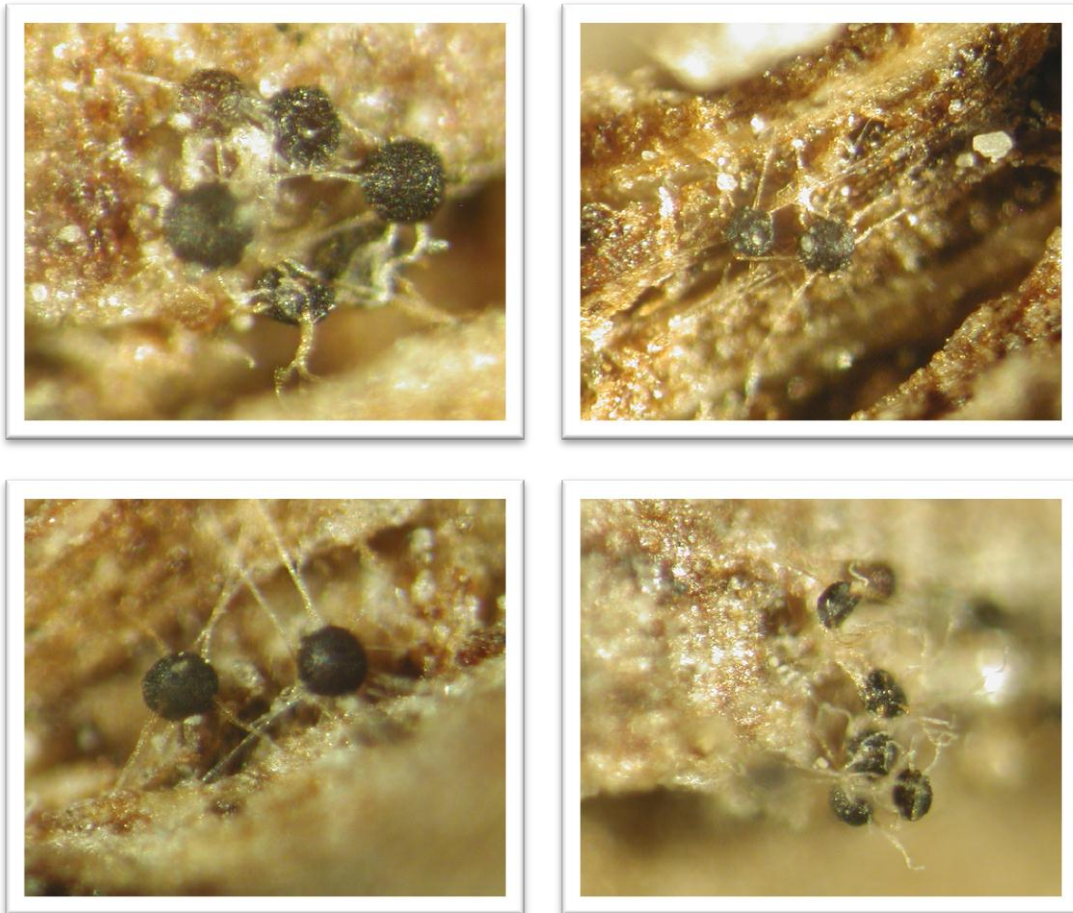
### 5.3 A kazmotéciumok térbeli elhelyezkedése és a belőlük kiszabaduló aszkospórák fertőzőképessége

---

2004 tavaszán laboratóriumi körülmények között sikeres mesterséges fertőzést végeztünk a tőkék kéregrepedéseiben, az avarszinten és a levéltörmelékek felületén fennmaradt kazmotéciumok felhasználásával (10. táblázat). A tengerentúlon először PEARSON és GADOURY (1987), kontinensünkön pedig DIEHL és HEINTZ (1987) igazolták, hogy tavasszal a kazmotéciumokból származó aszkospórák képesek megfertőzni a gazdanövényt. Hazánkban elsőként LEHOCZKY és munkatársai (1991) bizonyították, hogy az aszkospórák tüneteket okoztak fiatal szőlőleveleken. PEARSON és GADOURY (1987) közvetlenül a kazmotéciumokból kinyert aszkospórákkal dolgoztak, melyek áttelelt levelekről származtak. A spórák 3,1-8,8%-a idézett elő lisztharmattelepeket. DIEHL és HEINTZ (1987), valamint LEHOCZKY és munkatársai (1991), hozzánk hasonlóan, a kazmotéciumokat helyezték Petri-csészékbe, tehát azok az inkubáció során repedtek fel. Ilyen módon jóval kevesebb lisztharmattelep keletkezett, de arányaiban ez utóbbi három kísérletben hasonló eredmény született.

Az avarszinten telelő kazmotéciumok aszkospóráinak fertőzőképességét számos kutatás igazolja (PEARSON és GADOURY 1987, DIEHL és HEINTZ 1987, LEHOCZKY és mtsai 1991, JAILLOUX és mtsai 1998, GROVE 2004), de ezeknek a termőtesteknek a gyakorlati jelentősége általában mégiscsak másodlagos, hiszen a levéltörmelékek fennmaradását a környezeti tényezők és a művelésmód jelentősen befolyásolják (GROVE 2004). Ezzel szemben a tőkerészek kéregrepedéseiben telelő kazmotéciumok a legkevésbé kitettek a környezeti hatásoknak, mennyiségük a lemosódást követően állandósul és gyakorlatilag tavaszig nem változik (CORTESEI és mtsai 1995) (23. ábra). Mindemellett, vizsgálatainkban jóval több aszkospóra fordult elő azokban a kazmotéciumokban, amelyek a kéregről származtak, és sokkal kevesebb a levéltörmelékekről izoláltakban. GADOURY és PEARSON (1987), illetve CORTESEI és munkatársai (1997) szintúgy a tőkén telelő termőtesteket találták a legéletképesebbnek. További fontos körülmény, hogy az aszkospórák térbeli terjedése korlátozott, csak rövid távolságokra (gyakran mindössze néhány centiméternyi) jutnak

el (FÜZI 2003). Szabadföldi kísérleteinkben az aszkospórák okozta tünetek mindig a tőkéhez közel eső, arra szinte ráboruló leveleken, csaknem kivétel nélkül azok fonákján jelentek meg. Ha az ivaros spórák a légáramlással nagyobb távolságokra is eljutnának, tehát például az avarszintről a szőlőhajtásokig, minden bizonnyal a tőketörzstől távolabb eső leveleken is találtunk volna lisztharmattelepeket.



23. ábra. A szőlőtőke kéregfelületén fennakadt kazmotéciumok

Ausztrál kutatók laboratóriumi és szabadföldi körülmények között egyaránt igazolták, hogy az ivaros termőtestekből az aszkospórák képződésüket követően telelés nélkül is képesek kiszabadulni és fertőzni (GEE és mtsai 2000). Hasonlóképpen, 2004 és 2005 őszén beállított *in vitro* kísérleteinkben azt találtam, hogy az ivaros spórák ősszel, még a lemosódást megelőzően fertőzték a fiatal szőlőleveleket, melynek nyomán azokon lisztharmattelepek fejlődtek. A fertőzés mind a négy vizsgálatba vont borvidékről származó mintákkal sikeres volt (11. és 12. táblázat). ROSSI és munkatársai (2010) kimutatták, hogy az aszkospórák igen jelentős része, mintegy 19-74%-a már a lombhullást megelőzően kiszóródott. Hozzá kell tenni, hogy GEE és munkatársai (2000), illetve ROSSI és munkatársai (2010) hozzánk hasonlóan, egyaránt

olyan kazmotéciumokkal dolgoztak, amelyek kémiai védelemben nem részesített ültetvényrészekből származtak. Márpedig permetezetlen körülmények között a kazmotéciumok képződése jóval korábban kezdődik (GADOURY és PEARSON 1988, FÜZI 2003), így azok előbb válnak éretté, és jóval több esélyük marad kiszórni aszkospórájukat még abban az évben, mint fungicidvédelem mellett, amikor tömeges megjelenésük időben jelentősen kitolódik. Felvetődik a kérdés, hogy nyár végén, ősszel a lisztharmatgombának a lombozaton történő erőteljes kolonizációjában a konídiumok mellett szerepet játszanak-e az aszkospórák is, mint ahogy GROVE és munkatársai (2004) szerint a kazmotéciumképződés kezdetétől drasztikusan csökken a lisztharmattelepek konídium-termelése. További kérdés, hogy az aszkospórák kiszóródása milyen mértékben csökkenti a primer inokulum mennyiségét a következő tenyészidőszak kezdetén? Az aszkospóráknak az őszi lombfertőzésben játszott szerepét nem tanulmányoztuk, de vizsgálatainkból kiderült, hogy 2007 januárjában az előző évben permetezetlenül hagyott tőkéken szignifikánsan kevesebb kazmotécium volt található, mint azokon a permetezett tőkéken, amelyeken egyébként azonos szintű levélfertőzöttség alakult ki az előző év októberében (14. táblázat). 2009 tavaszán pedig szignifikánsan kevesebb aszkospórák fertőzésből eredő lisztharmattelep jelent meg az előző évben kémiai védelem nélkül hagyott parcellákban, mint a meptil-dinokappal és a proquinaziddal permetezettekben (16. táblázat). Mindez arra utal, hogy az *Erysiphe necator* lombozaton való felszaporodása és a kazmotéciumok képződése permetezetlen és permetezett körülmények között valóban másképpen zajlik. Kezeletlen viszonyok között a kazmotéciumok egy része már ősszel kiszórhatja aszkospóráit, a kémiai védelemben részesített szőlőkben viszont ennek az esélye kisebb. Előfordulhat, hogy a lombfertőzés ellen kevésbé hatékony fungicidek használata után, a következő évben jóval nagyobb mennyiségű primer inokulum lesz jelen az ültetvényben, mintha az előző évben egyáltalán nem védekeztünk volna a lisztharmat ellen.

#### 5.4 Fungicidek hatása a fűrt- 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 fűrtök gyakorlatilag teljesen egészségesek maradtak, a lombozat viszont őszi jelentős mértékben megbetegedett, 2007-ben pedig közepes mértékű volt a fűrtfertőzés. Az

eredmények azt mutatták, hogy az egyes gombaölő szereket indokolt a fűrt- 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 fűrtkár 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 fűrtkár, sem pedig az őszi lombfertőzöttség, egyúttal a kazmotéciumok tömeges képződésének elhárítására nem voltak alkalmasak (16. táblázat). A triazol-hatóanyagok és a triazolt tartalmazó kombinációk általában közepes hatékonyságúak voltak a fűrtlisztharmat ellen. Az őszi lombfertőzöttség elhárításában közülük egyedül a folyékony formulációjú készítményben levő fluquinkonazol 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 fűrtkár elhárításában, mind pedig az őszi lombfertőzöttség és a tömeges kazmotéciumképződés gátlásában megfelelő hatékonyságot biztosított (17. táblázat.). 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 (13. táblázat). FÜZI (1999a) korábban a krezoxim-metil hatékonyságát kiemelkedőnek találta, ekkor azonban még sem a boszkalid sem a piraklostrobin nem volt elérhető a gyakorlati növényvédelem számára. Az azoxistrobin – a fűrtlisztharmat gátlását leszámítva – a többi paraméter tekintetében



már 2005-ben is csak minimális hatékonyságot mutatott. 2006-ban Faluhelyen a kijuttatott QoI-fungicidok mindegyike hatástalan, vagy igen gyenge hatékonyságú volt a lisztharmat őszi levélfertőzésével szemben (14. táblázat). Ezt követően a laboratóriumi vizsgálatok kimutatták az *Erysiphe necator* e készítményekkel szembeni rezisztenciáját. Összességében elmondható, hogy a széleskörűen alkalmazott QoI-fungicidok, a fürtlisztharmat 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 jelenleg a fürtkár és az ivaros inokulum képződésének együttes elhárítására csupán a boszkalid alkalmas.

## 5.5 A lombozat őszi fertőzöttségének jelentősége

---

A bogyók kivételével a szőlő minden más zöld növényi része, így a fürtkocsány, a hajtástengely, a kacs és a levélzet egészen a lombhullásig fogékony a lisztharmatra. Kísérleteinkben a lombozat permetezetlen körülmények között a tenyészidőszak végére szinte minden esetben súlyosan befertőződött, de ez nem függött össze azzal, hogy korábban a fürtökön milyen mértékű lisztharmat-borítottság jött létre. Kisparcellás kísérleteinkben a kórokozó évjáratonként eltérő mértékben támadta meg a szőlő fürtjeit. A kémiai védelemben nem részesített parcellákban 2005-ben Görögországban és 2008-ban Faluhelyen súlyos, 2007-ben közepes, 2006-ban pedig csak elenyésző fürtkár alakult ki. Ehhez képest a leveleken a tenyészidőszak végére a vizsgálat minden évében jelentős, 73 és 96% közötti volt a lisztharmat-borítottság (13-16. táblázat).

A lombozat és a fürt megbetegedése jelentősen eltér egymástól. Tavasszal az első tünetek a fiatal leveleken jelennek meg, később a fürtkocsányon és a bimbók szíromlevelein is megtelepedhet a lisztharmat, de a szőlőbogyó csak akkortól válik fogékonnyá, amikor a virágszirmok kinyílnak. Ezt követően a fürtökön záródásukig 100%-os lisztharmat-borítottság jöhet létre, ám a lombozat teljes befertőződése jóval későbbre tolódik. A bogyófertőzés intenzitása a hűvös, csapadékos vagy épp ellenkezőleg, a meleg száraz időjárás mellett is jelentős lehet (FÜZI 2003), a lombozat fertőződésének viszont a meleg, száraz körülmények jobban kedveznek (HILL és mtsai 1995). Ha csapadékos a nyár vége és az őszelő, jelentősen felszaporodhatnak az

*Ampelomyces*-fajok, a lisztharmatgomba hiperparazitái. Ilyenkor eleve kevesebb termőtest képződik, és közöttük sok lesz a parazitált (FÜZI 2002).

A kazmotéciumok képződése a lisztharmatgomba lombozaton való felszaporodásával veszi kezdetét. Termőtestek a szőlő bármelyik részén fejlődhetnek, ahol a micélium növekedésnek indul, legnagyobb számban a hatalmas felületű (tőkénként mintegy 10-11 m<sup>2</sup>) levélzeten jönnek létre (FÜZI 2003), termelődésüket pedig a lisztharmat-borítottság nagymértékben befolyásolja. Minél magasabb a fertőzöttség, annál több a kazmotécium (GADOURY és PEARSON 1988, 1991). FÜZI (1999a, 2001) Dél-Dunántúli szőlőültetvényekből kapott eredmények évjáratonkénti összevetésékor azt találta, hogy a lombozaton képződött kazmotéciumok száma és a levélfertőzöttség mértéke között statisztikailag igazolható, pozitív korreláció mutatható ki. Vizsgálatainkban azonos eredményre jutottam. Az összefüggés fennállt akkor is, ha termőhelytől, évjáratától és szőlőfajtától függetlenül minden nagyparcellás kísérletből származó adatot elemeztem (14. ábra), és abban az esetben is, amikor egyazon termőhelyről, ugyanabból az ültetvényből és azonos szőlőfajtáról származó minták évjáratonkénti eredményeit vetettem össze (15-17. ábra). Az őszi lombfertőzöttség és a leveleken képződött kazmotéciumok mennyiségének ismerete, figyelembe véve a lemosódás körülményeit, támpontot ad a következő évi fertőzési nyomás becsléséhez (FÜZI 2003).

## 5.6 Kazmotéciumok kinyerése a szőlőtőkék kéregfelületéről

---

Elsőként PEARSON és GADOURY (1987) nyertek ki termőtesteket a kéregről. A kéregmintához vizet adtak, az így kapott szuszpenziót pedig kézi rázatás után leszűrték, majd a termőtesteket további vizsgálatoknak vetették alá. Módszerükkel viszonylag kis mennyiségű termőtestet tudtak izolálni. CORTESI és munkatársai (1995) hét különféle pórusméretű szűrő használatával és a minták kilencszeri átszűrésével jelentősen növelték a kinyerhető kazmotéciumok számát. Vizsgálataim során ez utóbbi eljárást tekintettem kiindulópontnak. Mivel az elsődleges célom az volt, hogy a kéregből kinyert kazmotéciumok mennyiségét illetően összehasonlíthatóak legyenek a kísérletek kezeléseinek eredményei, s egyúttal a módszer viszonylag rövid idő alatt nagyobb mennyiségű minta feldolgozását is lehetővé tegye, további módosításra volt szükség. Kézi rázatás helyett a meghatározott ideig üzemeltetett ultrahangos vízfürdő használatával küszöböltem ki a minták eltérő mozgatózásából adódó különbségeket. A hét különböző pórusméretű szűrő helyett mindössze háromfélét használtam, az első (1 500

µm-es) és a második (4 rétegű, 800 µm-es) szolgálta a különböző méretű szennyeződések eltávolítását, a harmadik (55 µm-es) pedig, hogy lehető legtöbb kazmotécium fennakadjon rajta. A 2005-ben beállított kisparcellás kísérletből származó kéregmintákkal a szűrési eljárás első változatát még csak egy alkalommal végeztem el. Ezzel egységnyi kéregtömegre vetítve jóval kevesebb kazmotéciumot nyertem ki, mint korábban CORTESI és munkatársai (1995) a méréseik során, azonban a kezelések között már találtam szignifikáns különbségeket (13. táblázat).

A következő kísérletsorozatban, 2007 januárjában a szűrési eljárást tovább finomítottam. Az öblítéshez több vizet használtam, és öt kiválasztott mintán nyolcszor végeztem el a szűrési folyamatot. Ugyan CORTESI és munkatársai (1995) az első rázatást követően a termőtestek több mint 60%-át távolították el az összes kinyert kazmotécium mennyiségéhez képest, én pedig mindössze a 39,22 %-át, de a harmadik rázatás után mindkét módszerrel 80% feletti volt már az arány (18. táblázat, 18 ábra). CORTESI és munkatársai (1995) vizsgálataiban a kinyert termőtestek mennyisége 4 permetezetlen parcellából származó minta átlagában 9-szeri rázatást követően 2 702 db/10 g volt. A Faluhelyen beállított kísérletből származó 5 minta feldolgozásakor 8-szori rázatás után 2 061 db/10g kazmotéciumot nyertem ki átlagosan úgy, hogy a minták közül négy kémiai védelemben részesített, egy pedig permetezetlen parcellából származott. A kidolgozott eljárást ezért kellően hatékonnak értékeltem, és 2007, illetve 2009 januárjában a kéregminták vizsgálatát a háromszori rázatással végzett finomított szűrési eljárás segítségével végeztem el.

### 5.7 Az előző évi lisztharmat-fertőzöttség és a kéregrészeken áttelelt inokulum mennyiségének hatása a lisztharmatgomba következő évi indulófertőzésére

---

A kéregrészekre lemosódott kazmotéciumok mennyiségét olyan viszonyrendszerben vizsgáltam, ahol az őszi levélfertőzöttség mértéke és ezzel együtt a képződött termőtestek száma jelentette a változó tényezőt. A kísérlet parcelláiban minden egyéb körülmény azonos volt (fajta, művelésmód, kor, sortávolság, kitettség, 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 lombozaton képződött

inokulummennyiség. A vizsgálatsorozat segítségével bizonyítottam, hogy statisztikailag igazolható, pozitív korreláció mutatható ki az őszi lombfertőzöttség, valamint a leveleken képződött és a tőkerészekben fennmaradó kazmotéciumok mennyisége között (19. táblázat). Korábban CORTESI és munkatársai (1995) nem találtak kapcsolatot az előző évi liztharmat-fertőzöttség és a kéregrészekben áttelelő termőtestek mennyisége között. Vizsgálataik során – velünk ellentétben – olyan mintákat hasonlítottak össze, amelyeket más-más időpontokban gyűjtöttek be olyan ültetvényekből, ahol a környezeti tényezők jelentősen különböztek. Az őszi lombfertőzöttség és a kérgen felhalmozódott termőtestek mennyisége közötti összefüggés hiányát elsősorban a kazmotéciumokat lemosó csapadék mennyisége, eloszlása és intenzitása különbözőségével magyarázták, egyúttal ráirányították a figyelmet arra, hogy a termőtestek lemosódásának időszakában uralkodó csapadékviszonyoknak kulcsfontosságú szerepe van az áttelelő ivaros inokulum mennyisége szempontjából.

További összefüggéseket keresve, 2008 tavaszán azt találtuk, hogy az előző év októberében a lombozaton kialakult liztharmat-fertőzöttség jelentősen befolyásolta az indulófertőzés mértékét és gyakoriságát. Minél súlyosabb volt a levélzet megbetegedése a tenyészidőszak végén, a következő évben annál intenzívebben indult a kórfolyamat (15. táblázat, 21. ábra).

Egy évvel később, 2009 májusában pedig az is beigazolódott, hogy az őszi lombfertőzöttség, valamint a leveleken képződött termőtestek, egyúttal a kéregrészekben telelő kazmotéciumok mennyisége, és tavasszal az aszkospórák fertőzésből eredő liztharmattelepek száma szervesen összefügg egymással (16. táblázat, 22. ábra). A liztharmatfertőzés kiindulópontjai minden valószínűség szerint a szőlőtőke kéregfelületén fennakadt termőtestek voltak. Minél több termőtest telelt át a kéregrészekben, annál több tünet jelent meg a tőkéhez közel eső fiatal levelek fonákján.

A primer inokulum járványtani szerepét korábban több szerző is hangsúlyozta. GADOURY és munkatársai (1994), GROVE (2004), illetve MOYER és munkatársai (2008b) egyaránt megfigyelték, hogy ha tavasszal – még mielőtt a tényleges fertőzés bekövetkezne – valamely külső hatás következtében csökken a fertőzőképes aszkospórák mennyisége, a fűrtök kisebb mértékben betegednek meg. FÜZI (1999b) azt találta, hogy az előző évben képződött kazmotéciumok mennyiségének növekedésével erősödik az adott évi fűrtkár mértéke. A liztharmatgomba aszkospóráinak és konídiumainak korlátozott térbeli terjedése miatt pedig az adott ültetvényben keletkezett, majd ott áttelelt inokulumnak van döntő jelentősége az ültetvény következő

évi fertőzöttségének alakulása szempontjából (FÜZI 2003). FÜZI és GABI (1998) azt is megállapították, hogy a lisztharmat okozta fűrtkár alakulására a primer inokulum mennyisége lényegesen nagyobb hatással van, mint a fűrtök fogékony időszakában uralkodó időjárás. Primer inokulum nélkül ugyanis nem jöhet létre jelentős fűrtkár akkor sem, ha a környezeti feltételek kedvezőek a lisztharmat konídiumos fertőzéséhez. Ugyanakkor nagy mennyiségű primer inokulum jelenléte esetén nem lehet annyira kedvezőtlen az időjárás, hogy a lokális járvány kitörését elfojtsa (FÜZI 1999b).

A vizsgálatsorozatunk során feltárt összefüggésrendszer rávilágít arra, hogy a lisztharmatnak a fűrtök fogékony időszakában kialakuló fertőzési nyomása az előző tenyészidőszak második felében alapozódik meg. Ezt a következtetésünket FÜZI (2003) véleménye is alátámasztja, mely szerint már az őszi lombfertőzöttség és a kazmotéciumképződés mértékének ismerete is ad némi támpontot a következő évi lisztharmatveszély megítéléséhez, azonban az őszi és téli hónapok időjárása még jelentős mértékben befolyásolhatja a ténylegesen áttelelő inokulum mennyiségét. Ha tehát minél közelebb végzünk felmérést a várható indulófertőzés időpontjához, azaz meghatározzuk a szőlőtőkék kéregfelületén felhalmozódott (áttelelt) kazmotéciumok mennyiségét, annál pontosabb képet alkothatunk a várható fertőzésveszélyről.

## 5.8 A szőlő fás részeinek kora és a kérgen fölhalmozódó kazmotéciumok mennyiségének viszonya

---

Faluhelyen a kis- és nagyparcellás kísérletek helyéül kiválasztott ültetvényeket 2001-ben telepítették. Ezen a termőhelyen 2004 és 2006 között – pedig a három évjáratból az első kettő nemcsak a Szekszárdi borvidék viszonylatában, hanem országos szinten is járványos volt – a lisztharmat fertőzési nyomása lényegesen elmaradt a 2007 és 2009 közöttitől. Úgy tűnik, hogy az ültetvény korával párhuzamban a betegség jelentősége is növekedett. A Kékfrankos fajtában beállított kísérletek permetezetlen parcelláiban 2004-ben 25,25%, 2005-ben 31,09%, 2006-ban 0,37%, 2007-ben 55,73%, 2008-ban 98,3% és 2009-ben 94,68%-os fűrtfertőzöttség alakult ki a zsendülés idejére (9. táblázat). A tulajdonképpen folyamatosan emelkedő tendenciát a 2006-os év törte csak meg, amikor a szőlőlisztharmat-járvány erejében országos viszonylatban is törés állt be. Görögszóban 2006-ban, a fiatal és az idősebb fás részokről egyidejűleg szedett kéregminták azt mutatták, hogy a fiatalabb fás részeken jóval kevesebb kazmotécium telel, mint az idős kérgen (13. táblázat). A fiatal tőkék kéregfelülete ugyanis jóval

simább és egyenletesebb, a fás részek átmérője, s így a felülete is jelentősen kisebb, mint az idősebb tőkéké. Az ültetvény korának előrehaladtával a fás részek keresztmetszete megnövekszik, egyre barázdáltabbá válik a kéreg, mély repedések keletkeznek rajt, és megvastagszik. Könnyű belátni, hogy az idősebb tőkéken több kazmotécium képes fennakadni, illetve ugyanabban az ültetvényben az idősebb fás részekre jóval több termőtest mosódik le, mint a fiatal tőkerészekre (vesszőkre, csapokra). Mindezek magyarázatul szolgálnak arra, hogy Faluhelyen 2004 és 2006 között az országos lisztharmatjárvány ellenére miért nem alakult ki súlyos fűrtkár a néhány évvel korábban telepített Kékfrankos fajtájú ültetvényben.

## 5.9 Új tudományos eredmények

---

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. Egy olyan 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 liztharmattelpek száma, illetve az indulófertőzés mértéke egymással szorosan összefügg.
5. Megállapítottuk, hogy az első liztharmattünetek 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, akár növelheti is 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.





## 6. 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 elötörő zászlós hajtásoké.

A kazmotéciumok képződése legnagyobb mennyiségben a szőlő lombzatán megy végbe, mértékét elsősorban a levelek lisztharmat-borítottsága határozza meg. A tenyészidőszak második felében a lombzat 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 lombzatán 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 *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 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.

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.

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 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 felmérésével, majd az első lisztharmattelepek megjelenésének és előfordulási gyakoriságának pontos felderítésével valószínűsíthetjük a várható fertőzésveszélyt.

## ÖSSZEFOGLALÁS

### A szőlő lisztharmatbetegségét okozó *Erysiphe necator* Schwein. ivaros termőtesteinek járványtani szerepe

Magyarországon az *Erysiphe necator* elsősorban az ivaros szaporodás során képződő kazmotéciumaival telel át. Tavasszal a belőlük kiszabaduló aszkospórák jelentik az elsődleges fertőzési forrást. Korábbi vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy a primer inokulum szerepe a kórokozó évközi járványdinamikája és a fűrtök megbetegedése szempontjából kulcsfontosságú. Kutatásunk során többek között arra kerestük a választ, hogy az ivaros áttelelő alak miképpen befolyásolja a következő évi lisztharmatfertőzés alakulását.

2004 és 2006 között az ország egymástól távol eső borvidékein szabadföldi nagyparcellás kísérleteket állítottunk be, összesen 6 különböző termőhelyen, 11 ültetvényben, és 9 szőlőfajtában. Ezzel célunk az volt, hogy a kórokozó ivaros áttelelő alakjának szerepét jelentősen eltérő körülmények között vizsgáljuk. Egyúttal 2005 és 2009 között szabadföldi kisparcellás kísérletekben azonos környezeti feltételek mellett vizsgáltuk a kórokozó fertőzési viszonyait, kazmotéciumainak képződését, és az áttelelő inokulumnak a következő tenyészidőszakra kifejtett hatását. Laboratóriumi körülmények között mesterséges aszkospórák fertőzéseket végeztünk a lombozaton frissen képződött, valamint a szőlőtőkék kérgén és az avarszinten áttelelt kazmotéciumok felhasználásával. A tőkék kéregfelületén felhalmozódott kazmotéciumok mennyiségét újonnan kidolgozott módszer segítségével határoztuk meg.

Vizsgálataink során az alábbi megállapításokra jutottunk.

A szőlő lisztharmatgombája Magyarországon elsősorban az ivaros szaporodás során keletkező kazmotéciumok segítségével telel át. Kazmotéciumok legnagyobb mennyiségben a szőlő lombozatán képződnek, mennyiségüket elsősorban a levelek lisztharmat-borítottsága határozza meg. A tenyészidőszak második felében a lombozat fertőződése nem függ össze azzal, hogy korábban mekkora fűrtkár alakult ki.

A szőlő lombozatán kifejlődött kazmotéciumok már a lemosódást megelőzően fertőzőképes aszkospórákat tartalmaznak, tavasszal pedig az avarszinten és a szőlőtőkék fás kérgén áttelelt kazmotéciumok aszkospórái egyaránt fertőzőképesek. Közülük az indulófertőzés szempontjából a kéregfelületen áttelelt kazmotéciumok a legfontosabbak.

Tavasszal a primer fertőzés gyakoriságát és az indulófertőzés mértékét a szőlőtőkék kéregfelületén áttelelt kazmotéciumok mennyisége jelentősen befolyásolja. Ezen túlmenően, az őszi lombfertőzöttség, a leveleken képződött, egyúttal a kéregrészekben fennmaradt ivaros termőtestek mennyisége, és tavasszal az aszkospórás fertőzéstől eredő lisztharmattelepek száma, valamint az indulófertőzés mértéke között egyaránt szoros kapcsolat áll fenn.

A tenyészidőszak első felében, a fűrtmegnyúlástól a zsendülésig tartó időszakban használt lisztharmatölő készítmények többsége nem képes hatékonyan meggátolni az ivaros termőtestek képződését. 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.

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 munkánk során kidolgozott szűrési eljárást alkalmasnak ítéljük a tökerészek kéregfelületén található ivaros termőtestek mennyiségének meghatározására. Így a ténylegesen áttelelt inokulummennyiség felméréssel, majd az első lisztharmattelepek megjelenésének és előfordulási gyakoriságának pontos felderítésével közelebb juthatunk a várható fertőzésveszély meghatározásához.

## SUMMARY

The role of sexual fruiting bodies of *Erysiphe necator* Schwein. in the grapevine powdery mildew epidemiology

In Hungary, *Erysiphe necator* overwinters mainly with chasmothecia produced during sexual reproduction. In the spring, the released ascospores function as primary inoculum. Earlier studies have revealed that the primary inoculum plays a key role in the dynamics of powdery mildew epidemics, as well as the disease development of clusters. Our research was focused, among others, on to find out how the overwintering sexual fruiting bodies may influence the set-up of powdery mildew infection of the next year.

Between the years of 2004 to 2006 large-plot field trials were carried out in various wine-growing regions of Hungary to study the role of sexual fruiting bodies of *E. necator* under significantly different conditions. The trials were located in 11 vineyards of 6 different sites and included 9 grapevine cultivars. Furthermore, between 2005 and 2009 small-plot field trials were conducted under similar conditions to study *E. necator* infectivity, formation of chasmothecia and the effect of overwintering inocula in the next growing season. Under laboratory conditions, artificial inoculations of grapevine leaves were carried out with ascospores originating from chasmothecia either produced on fresh leaves or on overwintered grapevine barks and fallen leaves. The quantity of overwintered chasmothecia on the trunk was determined with a newly developed method.

In our experimental work several new findings could be made as follows.

The grapevine powdery mildew fungus overwinters in Hungary mainly by means of chasmothecia produced during sexual reproduction. The highest number of these fruiting bodies is produced on grapevine leaves, their number being primarily determined by the powdery mildew cover of the canopy. The intensity of leaf infection at the second half of the growing season does not necessarily correlate with the severity of earlier cluster damage.

Many chasmothecia that developed on grapevine leaves during the season already contain infectious ascospores before their washing-off in the autumn and, those ascospores coming from chasmothecia overwintered either in the fallen leaves or on the woody bark of grapevine are infectious as well. As regards the initial infection in the

spring, chasmothecia which overwintered on bark surfaces were found the most important ones.

In the spring, the frequency and intensity of primary infection was significantly influenced by the number of chasmothecia that overwintered on grapevine bark surfaces. In addition, a close correlation occurred among the autumn leaf infection, the number of sexual fruiting bodies produced on leaves and remained on barks, and the number of ascospore initiating powdery mildew colonies and the disease intensity in the following spring.

In the first half of the growing season, i.e. between the growth stages of cluster elongation and berry touch, most fungicides applied were unable to significantly inhibit the formation of sexual fruiting bodies. However, as these chemicals are able to delay the increase of powdery mildew population on the leaves, they will retard the formation of chasmothecia and, probably reduce the possibility of autumn release of ascospores. It further means that, as a result, both the number of ascospores causing spring infection and the risk of disease epidemics may eventually be increased as compared to the unsprayed control plots.

The date of appearance of the first mildew symptoms in the grape canopy basically influences the extent of cluster damage established up to the end of the susceptible period of berries. Severe disease of clusters may be accounted for if the appearance of the first symptoms well precedes the grapevine flowering. If nevertheless the first powdery mildew colonies develop later, the chance for the epidemic outbreak would be gradually decreased.

The refined sieving technique developed during our work can be used for determining the number of sexual fruiting bodies on the grapevine barks. Thus, by surveying the actual amount of overwintering inocula and by detecting the appearance and frequency of the first powdery mildew colonies, the infection risk expected by the grower can be more precisely determined.

## MELLÉKLETEK

## M.1 Irodalomjegyzék

- 
1. AMRANI L., CORIO-COSTET M. F. (2006): A single nucleotide polymorphism in the beta-tubulin gene distinguishing two genotypes of *Erysiphe necator* expressing different symptoms on grapevine. *Plant Pathology* 55: 505-512.
  2. APONYINÉ, G. I. (szerk.) (1997): Hatósági fungicid- és baktericidvizsgálati módszerek. FM Növényvédelmi és Agrár-környezetgazdálkodási Főosztálya, Budapest.
  3. AUREL T. N. (1974): Cercetări privind biologia ciupercii *Uncinula necator* (Schw.) Burr. care provocă făinarea vitei de vie și mijloacele de combatere în condițiile epidemiologice Dealul Mare. Ph.D. Thesis. Institutul Agronomic. București. Romania. 212.
  4. BARRA I. (1941): A szőlő jelentősebb gombabetegségei, főbb rovarkártevői és az ellenük való védekezés. Budapest: Pátria Nyomda R-T.
  5. BARTLETT D. W., CLOUGH J. M., GODWIN J. R., HALL A. A., HAMER M., PARR-DOBRZANSKI R. (2002): The strobilurin fungicides. *Pest Management Sciences* 58: 649-662.
  6. BIOLETTI F. T. (1907): Oidium or powdery mildew of the vine. Bulletin No. 186: 315-350. In: California Agricultural Experiment Station: Pamphlets on viticulture (1897-1911). Berkeley, California.
  7. BOUSCAUT J., CORIO-COSTET M. F. (2007): Detection of a specific transposon in *Erysiphe necator* from grapevines in France. *Journal of Phytopathology* 155: 381–383.
  8. BRAUN U. (1987): A Monograph of the *Erysiphales* (Powdery Mildews). *Beihefte zur Nova Hedwigia* 89: 1-700.
  9. BRAUN U., COOK R. T. A., INMAN A. J., SHIN H. D. (2002): The taxonomy of the powdery mildew fungi. 13-55. In: Belanger R. R., Bushnell W. R., Dik A. J., Carver T. L. W. (szerk.): *The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise*. St. Paul, MN: American Phytopathological Society.

10. BRAUN U., TAKAMATSU S. (2000): Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences – some taxonomic consequences. *Schlechtendalia* 4: 1-33.
11. BULIT J., LAFON R. (1978): Powdery mildew of the vine. 525-548. In: Spencer D. M. (Szerk.): *The Powdery Mildews*. New York: Academic Press.
12. CHELLEMI D. O., MAROIS J. J. (1992): Influence of leaf removal, fungicide applications, and fruit maturity on incidence and severity of grape powdery mildew. *American Journal of Enology and Viticulture* 43: 53-57.
13. 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.
14. CORTESI P., GADOURY D. M., SEEM R., PEARSON R. C. (1995): Distribution and retention of cleistothecia of *Uncinula necator* on the bark of grapevines. *Plant Disease* 79: 15-19.
15. CORTESI P., MAZZOLENI A., PIZZATTI C., MILGROOM M. G. (2005): Genetic similarity of flag shoot and ascospore subpopulations of *Erysiphe necator* in Italy. *Applied and Environmental Microbiology* 71: 7788-7791.
16. COOK R. T., INMAN A. J., BILLINGS C. (1997): Identification and classification of powdery mildew anamorphs using light and scanning electron microscopy and host range data. *Mycological Research* 101: 975-1002.
17. COUDERC G. (1893): Sur les peritheces de l'*Uncinula spiralis* en France, l'identification de l'*Oidium* americain et de l'*Oidium* europeen, *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris* 116: 210-211.
18. CSORBA Z., BEREND I. (1965): *Ascomycetes*. 97-319. In: Ubrizsy, G. (Szerk.): *Növénykórtan II.*, Budapest: Akadémiai Kiadó
19. DÉLYE C., CORIO-COSTET M. F. (1998): Origin of primary infections of grape by *Uncinula necator*: RAPD analysis discriminates two biotypes. *Mycological Research* 102: 283-288.
20. DÉLYE C., LAIGRET F., CORIO-COSTET M. F. (1997): RAPD analysis provides insight into the biology and epidemiology of *Uncinula necator*. *Phytopathology* 87: 670-677.



21. DIEHL H. J., HEINTZ C. (1987): Studies on the generative reproduction of grapevine powdery mildew (*Uncinula necator* Berk.). *Vitis* 26: 114-122.
22. DULA BNÉ (2001): Újabb ismeretek a szőlőlisztharmat fertőzési viszonyairól és ennek hatása a védekezési technológiára. *Gyakorlati Agrofórum* 12: 53-57.
23. DULA BNÉ (2007): A fungicidrezisztencia kérdésköre, különös tekintettel a lisztharmatgombákra. *Növényvédelem* 43: 253-260.
24. DULA BNÉ (2010): Minden év más. Milyen kihívásokkal szembesültünk az elmúlt években (évtizedekben)? *Agrofórum Extra* 35: 44-60.
25. DULA BNÉ, FÜZI I. (2010): A szőlőlisztharmat. *Agrofórum Extra* 35: 74-85.
26. DULA BNÉ, KAPTÁS T. (1995): Védekezés a szőlőlisztharmat ellen. *Agrofórum* 6: 55-58.
27. 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.
28. EVANS K. J., WHISSON D. L., STUMMER B. E., SCOTT E. S. (1997): DNA markers identify variation in Australian populations of *Uncinula necator*. *Mycological Research* 101: 923-932.
29. FICKE A., GADOURY D. M., SEEM R. C. (2002): Ontogenic resistance and plant disease management: A case study of grape powdery mildew. *Phytopathology* 92: 671-675.
30. FICKE A., GADOURY D. M., SEEM R. C., DRY I. B. (2003): Effects of ontogenic resistance upon establishment and growth of *Uncinula necator* on grape berries. *Phytopathology* 93: 556-563.
31. FICKE A., GADOURY D. M., SEEM R. C., GODFREY D., DRY I. B. (2004): Host barriers and responses to *Uncinula necator* in developing grape berries. *Phytopathology* 94: 438-445.
32. FOLK GY. (1993): A szőlő betegségei. 257-280. In: Glits M., Folk Gy. (Szerk.): *Kertészeti növénykórtan*, Budapest: Mezőgazda Kiadó
33. FRAC (2007): Minutes of the meeting. [http://www.frac.info/frac/meeting/qoi/FRAC\\_QoI\\_Minutes\\_2007\\_Final\\_print\\_version\\_eb.pdf](http://www.frac.info/frac/meeting/qoi/FRAC_QoI_Minutes_2007_Final_print_version_eb.pdf)

34. FRAC (2008): Minutes of the meeting.  
[http://www.frac.info/frac/meeting/qoi/FRAC\\_QoI\\_Minutes\\_2008.pdf](http://www.frac.info/frac/meeting/qoi/FRAC_QoI_Minutes_2008.pdf)
35. FRAC (2009): Minutes of the meeting.  
[http://www.frac.info/frac/work/FRAC\\_QoI\\_Minutes2009Final.pdf](http://www.frac.info/frac/work/FRAC_QoI_Minutes2009Final.pdf)
36. FÜZI I. (1999a): Az *Uncinula necator* (Schw.) Burr. kleisztotéciumos alakjának előfordulása és a kleisztotéciumképződés folyamata a dél-dunántúli szőlőültetvényekben. *Növényvédelem* 35: 137-145.
37. FÜZI I. (1999b): A szőlőlisztharmat kleisztotéciumos alakjának járványtani szerepe a szekszárdi borvidéken. *Növényvédelem* 35: 215-221.
38. FÜZI I. (2001): A szőlőlisztharmat kleisztotéciumos alakjának jelentősége Magyarországon. *Növényvédelem* 37: 241-248.
39. FÜZI I. (2002): Az időjárás, a fajta és a kémiai növényvédelem hatása az *Uncinula necator* (Schw.) Burr. kleisztotéciumainak *Ampelomyces* spp. általi parazitáltságára. *Növényvédelem* 38: 209-217.
40. FÜZI I. (2003): Környezeti tényezők szerepe az *Uncinula necator* (Schw.) Burr. járványdinamikájában. Doktori értekezés, Keszthely
41. FÜZI I., GABI G. (1998): A primer inokulum jelentősége a szőlőlisztharmat járványdinamikájában. *Növényvédelmi Fórum '98*, Keszthely. Előadások összefoglalói: 14.
42. FÜZI I., HOLB I. (2007): A szőlőt fertőző lisztharmatgomba telelő alakjainak járványtani szerepe a Szekszárdi borvidéken. *Növényvédelem* 43: 237-245.
43. GADOURY D. M., PEARSON R. C. (1988): Initiation, development, dispersal and survival of cleistothecia of *Uncinula necator* in New York vineyards. *Phytopathology* 78: 1413-1421.
44. GADOURY D. M., PEARSON R. C. (1990a): Ascocarp dehiscence and ascospore discharge in *Uncinula necator*. *Phytopathology* 80: 393-401.
45. GADOURY D. M., PEARSON R. C. (1990b): Germination of ascospores and infection of *Vitis* by *Uncinula necator*. *Phytopathology* 80: 1198-1203.
46. GADOURY D. M., PEARSON R. C. (1991): Heterothallism and pathogenic specialization in *Uncinula necator*. *Phytopathology* 81:1287-1293.

47. 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.
48. GADOURY D. M., SEEM R. C., FICKE A., WILCOX W. F. (2001): The epidemiology of powdery mildew on Concord grapes. *Phytopathology* 91: 948-955.
49. GADOURY D. M., SEEM R. C., FICKE A., WILCOX W. F. (2003): Ontogenic resistance to powdery mildew in grape berries. *Phytopathology* 93: 547-555.
50. GADOURY D. M., SEEM R. C., WILCOX W. F. (1998): The early development of ontogenetic resistance to powdery mildew in fruit of *Vitis labrusca* and *Vitis vinifera* grapevines. SARDI Research Report series 22: 36.
51. GADOURY D. M., WAKEFIELD L. M., CADLE-DAVIDSON L., DRY I. B., SEEM R. C. (2012): Effects of prior vegetative growth, inoculum density, light, and mating on conidiation of *Erysiphe necator*. *Phytopathology* 102: 65-72.
52. GADOURY D. M., WAKEFIELD L. M., SEEM R. C., CADLE-DAVIDSON L., DRY I. B. (2004): Preliminary studies of signaling and sporulation in *Uncinula necator*. *Phytopathology* 94: S33.
53. GEE L. M., STUMMER B. E., GADOURY D. M., BIGGINS L. T., SCOTT E. S. (2000): Maturation of cleistothecia of *Uncinula necator* (powdery mildew) and release of ascospores in southern Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 13-20.
54. GROVE G. G. (2004): Perennation of *Uncinula necator* in vineyards of Eastern Washington, *Plant-Disease* 88: 242-247.
55. 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.
56. 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.

57. HEINTZ C., BLAICH R. (1990): Ultrastructural and histochemical studies on interactions between *Vitis vinifera* L. and *Uncinula necator* (Schw.) Burr. *New Phytologist* 115: 107-117.
58. HILL G. K., BAUMBERGER I., SPIES S. (1995): Studies of the occurrence of the cleistothecia of *Uncinula necator* (Schw.) Burr. in two winegrowing areas of Germany. *Viticulture and Enological Sciences* 50: 3-8.
59. HOFFMANN S., DI GASPERO G., KOVÁCS L., HOWARD S., KISS E., GALBÁCS ZS., TESTOLIN R., KOZMA P. (2008): Resistance to *Erysiphe necator* in the grapevine 'Kishmish vatkana' is controlled by a single locus through restriction of hyphal growth. *Theoretical and Applied Genetics* 116: 427-438.
60. ISTVÁNFFY GY. (1906): Újabb adatok a szőlő lisztharmatjának kiteleléséhez. *Magyar Királyi Központi Szőlészeti Kísérleti Állomás és Ampelológiai Intézet Évkönyve* 1: 17-26.
61. ISTVÁNFFY GY. (1908): A szőlőlisztharmat telelő gyümölcseinek felfedezéséről hazánkban, tekintettel a védekezés gyakorlatára. *Magyar Királyi Központi Szőlészeti Kísérleti Állomás és Ampelológiai Intézet Évkönyve* 3: 61-77.
62. JAILLOUX F., THIND T., CLERJEAU M. (1998): Release, germination, and pathogenicity of ascospores of *Uncinula necator* under controlled conditions. *Canadian Journal of Botany* 76: 777-781.
63. 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.
64. KAPTÁS T., MAKÓ SZ. (1993): Gondolatok a szőlőlisztharmat elleni védekezés hatékonyságának megjavításához. *Agrofórum* 4: 10-13.
65. KAPTÁS T., SZENDREY LNÉ., NÉMETH I. (1992): Szüret előtt a szőlőben. *Agrofórum* 3: 26-29.
66. LEHOCZKY J. (1968): Gombás betegségek. 63-113. In: Lehoczky J., Reichart G. (Szerk.): *A szőlő védelme.*, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
67. LEHOCZKY J. (1973): A szőlőlisztharmat elleni védekezés kudarcának okairól. *Kertészet és Szőlészet* 22: 5.

68. LEHOCZKY J., MAKÓ SZ., KISS JNÉ. (1991): A szőlő lisztharmat gombája ivaros reprodukív szervének (termőtest, kleisztotécium) szerepe az áttelelésben és tavasszal az iniciális fertőzésben. *Kertgazdaság* 23: 46-58.
69. LŐRINCZ A. (1999): A szőlőfajták származása. 13-15. A szőlőtermesztés kezdetei és elterjedése a Földön. 15-21. In: Bényei F., Lőrincz A., Sz. Nagy L. (Szerk.): Szőlőtermesztés., Budapest: Mezőgazda Kiadó
70. LYBBERT T. J., GUBLER W. D. (2008): California wine grape growers' use of powdery mildew forecasts. *Agricultural and Resource Economics update* 11: 11-14.
71. 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
72. MAGAREY P. A., GADOURY D. M., EMMETT R. W., BIGGINS L. T., CLARKE K., WACHTEL M. F., WICKS T. J., SEEM R. C. (1997): Cleistothecia of *Uncinula necator* in Australia. *Viticulture and Enological Sciences* 50: 210-218.
73. 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.
74. MAKÓ SZ., KAPTÁS T. (1993): Adalékok a szőlőlisztharmat biológiájához. *Agrofórum* 4: 4-8.
75. MIAZZI M., HAJJEH H., FARETRA F. (2003): Observations on the population biology of the grape powdery mildew fungus *Uncinula necator*. *Journal of Plant Pathology* 85: 123-129.
76. MILADINOVIC Z., VUKSA P., MILETIC N. (2007): *Uncinula necator* (Schw) Burr: source of inoculum in Podgorica vineyards. *Pesticidi i Fitomedicina* 22: 131-135.
77. MOESZ G. (1912): A lisztharmat. Hornyánszky V. Császári és Királyi Udvari Könyvnyomda, Budapest, 1-15.

78. MOESZ G. (1923): A növények gomba okozta betegségeiről szóló ismeretek fejlődése hazánkban. Botanikai Közlemények 21: 1-32.
79. MOLNÁR GY. (1914): Adatok a szőlőlisztharmatnak kiteleléséhez. Ampelológiai Intézet Évkönyve 5: 100-111.
80. MONTARRY J., CARTOLARO P., DELMOTTE F., JOLIVET J., WILLOCQUET L. (2008): Genetic structure and aggressiveness of *Erysiphe necator* populations during grapevine powdery mildew epidemics. Applied and Environmental Microbiology 74: 6327-6332.
81. MONTARRY J., CARTOLARO P., RICHARD-CERVERA S., DELMOTTE F. (2009): Spatio-temporal distribution of *Erysiphe necator* genetic groups and their relationship with disease level in vineyards. European Journal of Plant Pathology 123: 61-70.
82. MOYER M. M., GADOURY D. M., CADLE-DAVIDSON L., DRY I. B., MAGAREY P. A., WILCOX W. F., SEEM R. C. (2010a): Acute low temperature events reduce the survival of *Erysiphe necator* and increase resistance in ordinarily-susceptible *Vitis vinifera* leaf tissue. Proceedings of the 6th International Workshop on grapevine downy and powdery mildew. Bordeaux, 48-50.
83. MOYER M. M., GADOURY D. M., CADLE-DAVIDSON L., DRY I. B., MAGAREY P. A., WILCOX W. F., SEEM R. C. (2010b): Effects of acute low-temperature events on development of *Erysiphe necator* and susceptibility of *Vitis vinifera*. Phytopathology 100: 1240-1249.
84. MOYER M. M., GADOURY D. M., SEEM R. C., WILCOX W. F. (2007): Towards an advisory system for grapevine powdery mildew in cooler climates. Phytopathology 97: S80.
85. MOYER M. M., GADOURY D. M., WILCOX W. F., SEEM R. C. (2008a): Development of an advisory system for grapevine powdery mildew in eastern North America: A reassessment of epidemic progress. Phytopathology 98: S190.
86. MOYER M. M., GADOURY D. M., WILCOX W. F., SEEM R. C. (2008b): Seasonal release of ascospores by *Erysiphe necator*. Phytopathology 98: S109.

87. NOMURA Y., TAKAMATSU S., FUJIOKA K. (2003): Teleomorph of *Erysiphe necator* var. *necator* on *Vitis vinifera* and *Ampelopsis brevipedunculata* var. *heterophylla* (Vitaceae) newly found in Japan. Short communication. Mycoscience 44: 157-158.
88. NUÑEZ Y., GALLEGU J., PONZ F., RAPOSO R. (2006): Analysis of population structure of *Erysiphe necator* using AFLP markers. Plant Pathology 55: 650-656.
89. OUGH C. S., BERG H. X. (1979): Powdery mildew sensory effect on wine. American Journal of Enology and Viticulture 30: 321.
90. PEARSON R. C., GADOURY D. M. (1987): Cleistothecia, the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York. Phytopathology 77: 1509-1514.
91. PEARSON R. C., GÄRTEL W. (1985): Occurrence of hyphae of *Uncinula necator* in buds of grapevine. Plant Disease 69: 149-151.
92. PEARSON R. C., TASCHEBERG E. F. (1980): Benomyl-resistant strains of *Uncinula necator* on grapes. Plant Disease 64: 677-680.
93. PÉROS J. P., NGUYEN T. H., TROULET C., MICHEL-ROMITI C., NOTTEGHEM J. L. (2006): Assessment of powdery mildew resistance of grape and *Erysiphe necator* pathogenicity using a laboratory assay. Vitis 45: 29-36.
94. PÉROS J. P., TROULET C., GUERRIERO M., MICHEL-ROMITI C., NOTTEGHEM J. L. (2005): Genetic variation and population structure of the grape powdery mildew fungus, *Erysiphe necator*, in southern France. European Journal of Plant Pathology 113: 407-416.
95. POOL R. M., PEARSON R. C., WELSER M. J., LAKSO A. N., SEEM R. C. (1984): Influence of powdery mildew on yield and growth of rosette grapevines. Plant Disease 68: 590-593.
96. ROBINSON S. P., JACOBS A. K., DRY I. B. (1997): A class IV chitinase is highly expressed in grape berries during ripening. Plant Physiology 114: 771-778.
97. ROSSI V., CAFFI T., LEGLER S. E. (2010): Dynamics of ascospore maturation and discharge in *Erysiphe necator*, the causal agent of grape powdery mildew. Phytopathology 100: 1321-1329.

98. 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.
99. SAENZ G. S., TAYLOR J. W. (1999): Phylogeny of the *Erysiphales* (powdery mildews) inferred from internal transcribed spacer ribosomal DNA sequences. *Canadian Journal of Botany* 77: 150-168.
100. SALL M. A. (1980): Epidemiology of grape powdery mildew: a model. *Phytopathology* 70: 338-342.
101. SALL M. A., WYRSINSKI J. (1982): Perennation of powdery mildew in buds of grapevines. *Plant Disease* 66: 678-679.
102. SÁROSPATAKI GY. (1993): A szőlő lisztharmat gomba leírásának történeti áttekintése. *Agrofórum* 4: 4.
103. SÁROSPATAKI GY. (1995): Miért éppen a lisztharmat áll a szőlővédelem homlokterében? *Agrofórum* 6: 60-61.
104. SEELIGER R. (1939): Beobachtungen über das Auftreten der Perithezien des echten Mehltaus der Reben. *Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt* 22: 453-48.
105. SMITH C. G. (1970): Production of powdery mildew cleistocarps in a controlled environment. *Transactions of the British Mycological Society* 55: 355-365.
106. 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.
107. STARK-URNAU M., KAST W. K. (1999): Development of ontogenic resistance to powdery mildew in fruit of differently susceptible grapevines (cvs. Trollinger and Lemberger). *Mitteilungen Klosterneuberg* 49: 186-189.
108. STEINKELLNER S. (1998): Overwintering of *Uncinula necator* in Austrian Vineyards. *Vitis* 37: 193-194.



109. STEINKELLNER S., REDL H. (1998): Untersuchungen zur Kleistothezienentwicklung des Echten Rebenmehltaus unter österreichischen Produktionsbedingungen. *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung* 48: 17-24.
110. STEVA H., CARTOLARO P., GOMES DA SILVA M. T. (1990). Tolerance of powdery mildew of SBI fungicides: situation for 1989. *Phytoma* 419: 41-44.
111. STEVA H., CAZENAVE C. (1996): Evolution of grape powdery mildew sensitivity to DMI fungicides. Brighton Crop Protection Conference – Pests & Diseases, 725-730.
112. STUMMER B. E., FRANCIS I. L., ZANKER T., LATTEY K. A., SCOTT E. S. (2005): Effects of powdery mildew on the sensory properties and composition of Chardonnay juice and wine when grape sugar ripeness is standardised. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11: 66-76.
113. SURJÁN J. (1974): Szőlőlisztharmat. 286-287. In: Benedek P. (Szerk.) *Növényvédelmi előrejelzés.*, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
114. SZENDREY LNÉ, DULA BNÉ (1999): Tél végi lemosó permetezések... a szőlőben. *Gyakorlati Agrofórum* 10: 51-53.
115. SZEPESSY I. (1975): Szőlő betegségei. 321-334. In: Milinkó, I (Szerk.): *Növényi betegségek. Egyetemi jegyzet, Gödöllő*
116. SZEPESSY I. (1977): *Növénybetegségek.*, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
117. TAKSONYI P., FÜZI I., KOCSIS L. (2009): A szőlő egyes kórokozójának QoI-fungicidekkel szembeni rezisztenciájának kialakulása Magyarországon. *Növényvédelem* 45: 361-366.
118. UBRIZSY G. (1968): Szőlő betegségei. In: Ubrizsy, G. (Szerk.): *Növényvédelmi Enciklopédia* 2. 307-330., Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
119. VAN DER SPUY J. E., MATHEE F. N. (1977): Overwintering of the oidium stage of *Uncinula necator* in the buds of the grapevine. *Plant Disease* 61:612-615.
120. VIALA P. (1885): L'Oïdium. 67-124. In: *Les maladies de la vigne*. P.Viala, ed. B. Coulet, Montpellier, France
121. WELTZIEN H. C., WELTZIEN M. (1962): Cleistothecien von *Uncinula necator* in Württemberg 1961. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 69: 664-667.

122. WICKS T. J., MAGAREY P., EMMETT R. W. (1985): First report of *Uncinula necator* cleistothecia on grape in Australia. *Plant Disease* 69: 727.
123. WILHELM A. F. (1950): Kolloidaler Schwefel und Netzschwefel. - *Wissenschaftliche Beihefte zur Zeitschrift der Weinbau* 4: 7-15.
124. WILHELM A. F. (1964): Zum Auftreten der Perithezien von *Uncinula necator* im Freiland. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* 71: 445-449.
125. WILLOCQUET L., CARTOLARO P., JOLIVET J., RICHARD-CERVERA S., DELMOTTE F. (2007): Relationships between genetic group, symptom type, and epidemiological features in *Erysiphe necator*, the causal agent of grape powdery mildew. *Phytopathology* 97: S123.
126. YOSSIFOVITCH M. (1923): Contribution à l'étude de l'*Oïdium* de la vigne et son traitement. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse, Toulouse, France
127. 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.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt hálásan köszönöm dr. Füzi Istvánnak, barátomnak és kollégámnak, hogy immáron tizenkét esztendeje emberileg és szakmailag egyaránt segíti pályámat. Tudományos tevékenysége alapozta meg kutatómunkámat, szemlélete pedig mindvégig józanságot, alaposágot és mértékletességet közvetített.

Köszönettel tartozom dr. Virányi Ferencnek, aki kitartóan egyengette tudományos munkásságomat, és témavezetőként következetesen magas színvonalú munkára ösztönzött.

Köszönetet mondok dr. Dula Bencéné Terikének, aki sokéves szakmai tapasztalatával, ötleteivel támogatott, és a mesterséges fertőzések kivitelezésében nélkülözhetetlen segítséget nyújtott.

Köszönöm dr. Csikászné dr. Krizsics Annának, dr. Kozma Pálnak, dr. Hajdu Editnek, dr. Mikulás Józsefnek és Kaptás Tibornak, hogy Pécsen, Kecskeméten és Egerben a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetek keretein belül szabadföldi kísérleteket végezhettem.

Köszönetemet fejezem ki a Szent István Egyetem Növényvédelmi Intézete minden dolgozójának, akik doktoranduszi éveim alatt befogadtak közösségükbe. Sokat merítettem dr. Kiss József iránymutatásaiból, külön köszönöm neki, hogy más kutatási területekre is elkalauzolt.

Köszönöm Anne Greggnek (The Dow Chemical Company, Indianapolis), egykori munkatársamnak, hogy segítségemre volt számos szakirodalom felkutatásában.

Végül szeretném megköszönni feleségemnek, Hajnalnak, és fiamnak, Mihálynak, hogy támogatták a dolgozat megszületését, türelemmel szemlélték vívódásaimat. Hálás vagyok feleségemnek az angol nyelvű publikációk elkészítésében nyújtott segítségéért.