

DEBRECENI EGYETEM

**KERPELY KÁLMÁN NÖVÉNYTERMESZTÉSI, KERTÉSZETI ÉS
REGIONÁLIS TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**

Doktori iskola vezető:

Prof. dr. Nagy János
az MTA doktora

Témavezető:

Prof. Dr. Holb Imre
az MTA doktora

***Monilinia* gombafajok genetikai variabilitásának,
járványbiológiájának, az ellenük való védekezés lehetőségeinek és
fungicid-rezisztencia vizsgálatának egyes aspektusai**

Készítette:

Fazekas Mónika Éva
doktorjelölt

Debrecen
2014

***Monilinia* gombafajok genetikai variabilitásának, járványbiológiájának, védekezési lehetőségének és fungicid-rezisztencia vizsgálatának egyes aspektusai**

értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
a növénytermesztési és kertészeti tudományok tudományágban

Írta: Fazekas Mónika Éva okleveles biológus/biotechnológus

Készült a Debreceni Egyetem **Kerpely Kálmán Doktori Iskolája**
Növénytermesztés és kertészeti tudományok programja keretében

Témavezető: Prof. Dr. Holb Imre, az MTA doktora

A doktori szigorlati bizottság:

Név	Tud. fokozat
Elnök: Prof. Dr. Szabó Zoltán	az MTA doktora
Tagok: Prof. Dr. Soltész Miklós	az MTA doktora
Prof. Dr. Kovács Béla	PhD

A doktori szigorlat időpontja:

Az értekezés bírálói:

név	tud. fokozat	aláírás
.....
.....

A bírálóbizottság:

	név	tud. fokozat	aláírás
elnök:
tagok:

titkár:

Az értekezés védésének időpontja: 20... ..

TARTALOMJEGYZÉK

Rövidítések jegyzéke	6
1. BEVEZETÉS	8
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	9
2.1. <i>Monilinia</i> fajok rendszertana, nevezéktana, elterjedése és gazdanövényköre	9
2.2. <i>Monilinia</i> fajok által okozott tünetek	11
2.2.1. Virág-, hajtás- és ágelhalás.....	12
2.2.2. Gyümölcsrothadás	13
2.3. <i>Monilinia</i> fajok tenyészbélyegei, életciklusa	15
2.3.1. <i>Monilinia</i> fajok tenyészbélyegei.....	15
2.3.2. <i>Monilinia</i> fajok életciklusa	17
2.4. <i>Monilinia</i> fajok azonosítása, genetikai variabilitása	21
2.5. <i>Monilinia</i> fajok járványainak szerepe, kialakulásuk feltételei, időbeli dinamikája	23
2.5.1. <i>Monilinia</i> fajok okozta járványok szerepe, jelentősége	23
2.5.2. <i>Monilinia</i> fajok okozta járványok kialakulásának feltételei.....	24
2.5.3. <i>Monilinia</i> fajok okozta járványok dinamikája.....	26
2.6. <i>Monilinia</i> fajok okozta járványok, betegségelőrejelzés és a védekezés összefüggései	26
2.6.1. <i>Monilinia</i> fajok okozta járványok és az előrejelzés kapcsolata.....	26
2.6.2. <i>Monilinia</i> fajok okozta járványok és a védekezés összefüggései.....	27
2.7. <i>Monilinia</i> fajok elleni kémiai védekezés gyümölcsösökben.....	28
2.8. Fungicid-rezisztencia vizsgálatok <i>Monilinia</i> fajokon	30
3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	33
3.1. <i>Monilinia</i> izolátumok származási helye, izolálása és azonosítása	33
3.1.1. A vizsgálati minták gyűjtése és tárolása.....	33
3.1.2. A kórokozók izolálása táptalajon és a tenyészetek fenntartása	40
3.1.3. A morfológiai és tenyészbélyegegek megállapítása.....	41
3.1.4. Genomi DNS izolálása	41
3.1.5. A fajazonosítás PCR-reakciója.....	41
3.2. Genetikai variabilitás.....	43
3.2.1. ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) PCR-reakciója	43
3.2.2. RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) PCR analízise.....	45
3.2.3. ITS (Internal Transcribed Spacer) szekvenálás	46

3.2.4. PCR sávok kiértékelése	46
3.2.5. Nei index	47
3.3. Járványdinamika és előrejelző modellek.....	47
3.3.1. Ültetvények helyszínei és jellemzői	47
3.3.2. Kísérleti tervezés és a betegség járványdinamikai felvételezése	49
3.3.3. Függvényábrázolás és -változók.....	49
3.3.4. Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia kidolgozása (GEVS)	50
3.3.5. Alapmodell	50
3.3.6. Az első tünetek megjelenése és a rovarsérülések előrejelzése	51
3.3.7. A GEVS gyakorlati értékelése permetezési programokban	51
3.4. Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóira környezetkímélő termesztési rendszerekben	51
3.5. Fungicid-rezisztencia vizsgálat	53
4. EREDMÉNYEK.....	55
4.1. Fajazonosítás klasszikus és molekuláris biológiai módszerekkel	55
4.2. Genetikai variabilitás vizsgálat	56
4.2.1. ISSR-PCR értékelés.....	56
4.2.2. RAPD-PCR értékelés	59
4.2.3. ITS szekvenálás értékelése	61
4.2.4. A genetikai szerkezet elemzése	62
4.3. Járványdinamikai vizsgálatok és az előrejelző módszerek kidolgozása	63
4.3.1. Időjárási tényezők.....	63
4.3.2. Gyümölcsrothadás időbeni gyakorisága.....	64
4.3.3. Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia	66
4.3.4. A GEVS gyakorlati értékelése általános permetezési programokban	68
4.4. Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóira környezetkímélő termesztési rendszerekben	69
4.5. Fungicid-rezisztencia vizsgálat	73
5. MEGVITATÁS, KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	79
5.1. Genetikai variabilitás.....	79
5.2. Járványdinamikai vizsgálatok, előrejelző és védekezési módszerek kidolgozása	80
5.3. Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóira környezetkímélő termelési rendszerekben	82
5.4. Fungicid-rezisztencia vizsgálat	82

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	84
7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK.....	85
8. ÖSSZEFOGLALÁS	86
9. SUMMARY.....	88
10. IRODALMI HIVATKOZÁS	90
11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN	108
12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	111
13. NYILATKOZATOK.....	112
14. MELLÉKLETEK.....	113

Rövidítések jegyzéke:

AIC = Akaike's Information Criterion

AUDPC = a betegség folyamatát leíró görbe alatti terület (% napok)

AUDPC_S = a betegség folyamatát leíró görbe alatti egységes terület (% napok)

BIC = Bayesian Information Criterion

bp = bázispár

DMI = Demethylation Inhibitors

DNS = dezoxiribonukleinsav

dNTP = Dezoxiribonukleotid Trifoszfátok

D_{ST} = Szubpopulációk közötti genetikai diverzitás

EBI = Ergosterol Biosynthesis Inhibitors

EDTA = etiléndiamin-tetraecetsav

FRAC = Fungicide Resistance Action Committee

GEVS = Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia

G_{ST} = gén differenciációs koefficiens

H_S = Szubpopulációkon belüli genetikai diverzitás

H_T = Genetikai diverzitás

IFOAM = International Federation of Organic Agriculture Movements

ISSR-PCR = Inter Simple Sequence Repeat

ITS = Internal Transcribed Spacer

M = inflexió pont, ahol a betegségfolyás a leggyorsabb

N_m = populációk közötti génáramlás mennyisége (N a valódi populáció méret, m az egyedek azon része a populációban, amelyek bevándorlók)

PCR = Polymerase Chain Reaction

PDA = Potato Dextrose Agar

PDB = Potato Dextrose Broth

QoI = Quinone Outside Inhibitors

RAPD-PCR = Random Amplified Polymorphic DNA

RNS = ribonukleinsav

rpm = Rotation Per Minutes

SBI = Sterol Biosynthesis Inhibitor

β = a betegségfolyás relatív sebessége

T₀ = az az időpont, amikor a gyümölcsön előforduló tünetek először megjelennek a fán (nap)

$T_{1.5}$ = az az időpont, amikor a betegség eléri az 1.5 %-ot (nap)

TBE = Tris-borát-EDTA gélpuffer

TE = Tris-EDTA puffer

UPGMA = Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

Y_f = betegség fertőzőtségi gyakorisága az utolsó felvételezési időpontban (%)

Y_t = a betegség gyakorisága t időpontban

1. BEVEZETÉS

A gyümölcsfákat megbetegítő növénykórokozó gombák jelentős gazdasági károkat idéznek elő évről-évre a Föld valamennyi gyümölcsstermő körzetében. Ezek közül világviszonylatban is meghatározóak az almatermésű és csonthéjas gyümölcsök megbetegedését előidéző *Monilinia* fajok, melyek egyes fajai hazánkban is rendszeres járványokat idéznek elő gyümölcsfákon. Ezek közül négy faj meghatározó: a *Monilinia fructigena*, a *M. laxa*, a *M. fructicola* és a *Monilia polystroma*. Európában az első két faj idéz elő jelentős károkat az ágelhalástól a gyümölcsrothadásig többféle tünetegyüttes kiváltásával. Csapadékos időszakban a gombák komoly termés kiesést eredményeznek a hazai gyümölcsösökben. A betegség elleni védekezés összetett, integrált módszerek alkalmazása mellett lehet sikeres különösen csapadékos évjáratokban. A védekezés összetettsége döntően a gyors járványkialakulásra, a fajok genetikai jellemzőire és a fungicidekkel szembeni ellenállóképességre vezethető vissza. Mindhárom területen számos előzetes eredmény ismert a hazai és a nemzetközi szakirodalomban, azonban újabb genetikai diverzitás, járvány- és védekezéstan vizsgálatok eredményei nélkülözhetetlenek ahhoz, hogy a rendszeresen fellépő monília járványokat megfékezhesünk és sikeres védekezési stratégiákat fejleszthessünk ki a betegség ellen. Ezen általános alapelv alapján emeltünk ki néhány fontosabb elemet, amelyek a kutatómunka célkitűzései lettek.

A kutatómunka célkitűzései a következők voltak:

- Fertőzött növényi részekről országos hatáskörben gyűjtött *Monilinia* spp. izolátumok azonosítása, faji besorolása klasszikus, illetve molekuláris biológiai módszerek segítségével. A begyűjtött izolátumok közötti genetikai diverzitás kimutatása és esetleges genotípusok elkülönítése és meghatározása.
- *M. fructigena* által okozott járványok időbeni vizsgálata és a járványok elemzése integrált és ökológiai almaültetvényekben.
- Előrejelző és védekezési stratégiák kidolgozása és szabadföldi vizsgálata *M. fructigena* ellen ökológiai almaültetvényekben.
- Csökkentett permetezésszámú programok hatékonyságának vizsgálata három gombabetegség okozta károk – köztük a *M. fructigena* okozta gyümölcsrothadás – mértékére integrált és ökológiai almaültetvényben.
- A *M. laxa* faj egyes izolátumainak különböző hatásmechanizmusú fungicidekkel szembeni érzékenység-vizsgálata.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. *Monilinia* fajok rendszertana, nevezéktana, elterjedése és gazdanövényköre

A *Monilinia* nemzetség az *Ascomycota* törzsbe, a *Discomycetes* osztályba és a *Sclerotiniaceae* családba tartozik. A *Monilinia* nemzetségnek két alcsoportja van: *Junctoriae* és *Disjunctoriae*. A *Disjunctoriae* alcsoportban ún. diszjunktörök (láncokban képződő konídiumok közötti befűződések) találhatóak, míg ezek a *Junctoriae* alcsoport tagjainál hiányoznak (Batra, 1991; Byrde és Willets, 1977). A diszjunktörök biztosítják a konídiumláncokról az egyes konídiumok leválását és ezzel a konídiumok széllel történő terjedését segítik elő (Batra, 1991; Byrde és Willets, 1977). A *Disjunctoriae* alcsoportba tartozó fajok: *Monilinia mali* (Shyma, 1936), *M. kusunai* (Harada, 1977), *M. linhartiana*, *M. johnsonii* és *M. mespili* (Batra, 1991). A *Junctoriae* alcsoportba három régóta ismert *Monilinia* faj tartozik: a *M. fructigena* és *M. laxa* Európában endemikus fajok, míg a *M. fructicola* Amerikában őshonos (Batra, 1991). Ide sorolandó még a közelmúltban leírt *Monilia polystroma* faj is, amely a *Monilinia fructigena* közeli rokona (Van Leeuwen és mtsai., 2002). A *Disjunctoriae* csoportba tartozó fajokat számos növényfaj kórokozói között tartják számon és földrajzi elterjedésük is széleskörű (Batra, 1991).

Az első leírást 1796-ban Persoon készítette körtére, szilvára és őszibarackra vonatkozóan. Az akkori ismeretek alapján *Torula fructigena*-nak nevezte el a kórokozót, majd további szövetvizsgálatok után, a *Monilinia fructigena* elnevezés mellett döntött. Számos további vizsgálat és leírás is követte a *Monilinia* fajcsoport első leírását. Ezek közül a legjelentősebb volt Wormald (1920) munkája, aki a *Sclerotinia cinerea americana* névvel írt le egy másik gyümölcsrothadást okozó fajt. 4 évvel később az amerikából származó gyümölcsrothadást előidéző fajt Roberts és Dunegan (1924) *Sclerotinia fructicola* névvel látta el. Wormald (1927) időközben a *S. cinerea* fajt *Sclerotinia laxa*-ként azonosította. Így 1927-től három gyümölcsrothadást okozó faj ismert: *S. fructigena*, *S. laxa* és *S. fructicola*. Honey (1928) megalkotta az új *Monilinia* nemzetséget, a korábbi *Sclerotinia*, *Ciboria* és *Stromatinia* nemzetségekből. Ennek megfelelően a három fajt *Monilinia fructigena*, *M. laxa* és *M. fructicola* névvel látta el. Majd a további vizsgálatok során újabb *Monilinia* fajok leírása is megtörtént, amelyeket Honey (1936) két további alcsoportba sorolta: *Junctoriae* és *Disjunctoriae*.

A három faj különböző földrajzi régiókban terjedt el. Wormald (1954) tanulmánya szerint a huszadik század elején a *M. fructigena* és a *M. laxa* Európában és a Távols Keleten, Japánban voltak endemikus fajok, míg a *M. fructicola* csak Észak-Amerikában és Ausztráliában fordult elő. Azonban a fajok a múlt században szétterjedtek és meghonosodtak szinte valamennyi kontinensen. Először a *M. laxa*-t mutatták ki az Amerikai Egyesült Államok nyugati partvidékén, Oregonban (Jackson, 1915) és negyven éven belül a kórokozó elterjedt észak és dél felé is a Csendes-óceán partvidékén (Hewitt és Leach, 1939; Ogawa és mtsai., 1954). A gomba jelenlétéről időközben beszámoltak az Amerikai Egyesült Államok keleti részén (Wisconsin) (Keitt és mtsai., 1943) és később New York államban is (Kable és Parker, 1963). 1962-ig Ausztráliában csak a *M. fructicola* volt fellelhető. 1962-ben a *M. laxa* virág- és hajtáselhalást okozott cseresznyén Viktória Államban (Jenkins, 1965) és pár éven belül a gomba elterjedt az egész kontinensen (Penrose és mtsai., 1976) és elérte Új-Zélandot (Boesewinkel és Corbin, 1970). Hosszú ideig csak a *M. laxa* és a *M. fructigena* fordult elő Japánban, azonban 1965-ben a *M. fructicola* is meghonosodott (Terui és Harada, 1966). Japánban pl. mind a négy faj (*M. fructigena*, *M. laxa*, *M. fructicola*, *M. polystroma*) egyidejűleg jelen van (Batra, 1991; Holb 2004). Az elmúlt években a *M. fructicola* jelentős szétterjedéséről számoltak be Európában is (OEPP/EPPPOP, 2003; Gell és mtsai, 2007; Petróczy és Palkovics, 2005,2006; Petróczy, 2009).

A *Monilina* fajok a *Rosaceae* családba (*Prunoideae* és *Pomoideae* alcsaládba) tartozó számos fajt képesek megfertőzni (1. táblázat). Gazdanövényei közé számos gyümölcsfaj sorolható. Byrde és Willetts (1977) szerint a legfontosabb kórokozó a *M. fructicola*, mert komoly veszteséget okoz az Egyesült Államokban, Kanadában és Ausztráliában csonthéjas gyümölcsfajokon, főként az őszibarackon. A *M. fructicola* fajnak több gazdanövénye van a *Prunoideae* alcsaládban (őszibarack, kajszibarack, meggy, cseresznye, szilva és mandula), illetve a *Pomoideae* alcsaládban (birsalma, alma és körte), továbbá szőlőn is megtalálható. A *M. fructigena* elsősorban almán, körtén és birsalmán okoz gyümölcsrothadást, de megtámadja a naspolyát, az őszibarackot, a kajszibarackot, a szilvát, a cseresznyét, a meggyet, a mogyorót, sőt még a szőlőt is. A *M. laxa* legtöbb gazdanövényét a csonthéjas gyümölcsök között találjuk (kajszibarack, szilva, meggy, cseresznye, mandula és őszibarack), habár megfertőzi az almatermésűeket is (alma, körte, birsalma és naspolya). A *M. polystroma* gazdanövénykörét eddig még nem írták le, de valószínűsíthető, hogy megegyezik a *M. fructigena*-ével (Holb, 2003).

A *Monilinia* fajok egyik kevésbé ismert tagja a *Monilinia linhartiana* is a *Rosaceae* családba tartozó gyümölcsfajokon okoz megbetegedést. Az egyik legsúlyosabb birsalma

betegséget okozó gombafaj világszerte. Az első levelek megjelenésével egy időben hajtáselhalást, később a virágzással egy időben a fiatal gyümölcsök mumifikálódását idézi elő. A hajtás és gyümölcsfertőződést a múmiákon képződő inokulum idézi elő (Moral és mtsai., 2011).

1. **táblázat:** *Monilinia* fajok okozta tünetek különböző gazdanövényeken (Wormald, 1954; Byrde és Willetts, 1977; Willetts és Bullock, 1993 és Glits, 2000; Van Leeuwen és mtsai., 2002; Gell és mtsai., 2007; Ma és mtsai., 2003; Cote és mtsai., 2004 nyomán).

Gazdanövény	<i>Monilinia fructigena</i>	<i>M. fructicola</i>	<i>M. laxa</i>
mandula		gyümölcsrothadás, üszkösödés, virág- és ágelhalás	gyümölcsrothadás, üszkösödés, virág- és ágelhalás
alma	gyümölcsrothadás (nagyon gyakori, ártalmas), fekete alma, üszkösödés	gyümölcsrothadás (nem jelentős), hajtáselhalás (ritka), fekete alma (ritka)	gyümölcsrothadás (nem túl jelentős), fekete alma (ritka), <i>M. laxa f. mali</i> virágelhalást okoz
kajszibarack	gyümölcsrothadás (nem jelentős)	gyümölcsrothadás, üszkösödés	gyümölcsrothadás, virág- és ágelhalás,
cseresznye, meggy	gyümölcsrothadás	virágelhalás	gyümölcsrothadás, elszáradt ágvég (ritka), virágelhalás
mogyoró	terméshullás		
őszibarack, nektarin	gyümölcsrothadás	gyümölcsrothadás, virág-, és ágelhalás	gyümölcsrothadás, virág-, és ágelhalás
körte	gyümölcsrothadás	gyümölcsrothadás	gyümölcsrothadás (ritka), virágelhalás
szilva	gyümölcsrothadás	gyümölcsrothadás, virágelhalás	gyümölcsrothadás, elszáradt ágvég; virág- és ágelhalás
birsalma	gyümölcsrothadás	gyümölcsrothadás (ritka)	ritkán fordul elő

2.2. *Monilinia* fajok által okozott tünetek

A *Monilinia* fajok a *Rosaceae* családba tartozó dísznövények különböző részeit támadják meg és így virág-, ág- és hajtáselhalást, valamint gyümölcsrothadást idéznek elő.

2.2.1. Virág-, hajtás- és ágelhalás

A virágelhalás az első tünet tavasszal. A konídiumok vagy az aszkospórák rákerülnek és behatolnak a fogékony növények virágaiba. Az első tünetek a szíromleveleken, a porzókön és a termőkön jelennek meg. Csapadékos időjárásban a fertőzött részek nedvesen rothadnak. Száraz időszakban elvesztik színüket, elszáradnak és törékenyek lesznek. A fertőzés a fiatal gyümölcsökre és gyümölcskocsányokra is áttérjedhet (Byrde és Willetts, 1977). Fertőzést követően a micélium 48 órán belül bejuthat a szíromlevelekbe, a porzókba és továbbterjedhet a csészelevelekre (Weaver, 1950). A fertőzés a többi virágra is áttérjedhet az adott virágcsoportban. A fertőzött virágok egy része lehull, de az elszáradt mumifikálódott növényi részek hosszú ideig a fán maradnak (1. ábra). A nagymértékű virágelhalás csökkenti a gyümölcsképződést és jelentős terméseszkökenést eredményezhet (Zehr, 1985; Batra, 1991; Benedek és mtsai., 1990, 1993). Virágelhalást a *M. fructicola* és a *M. laxa* fajok okoznak döntően csonthéjas gyümölcsfajokon (Weaver, 1950), meggy (Holb és Schnabel, 2005; Soltész, 1997; Apostol és Véghelyi, 1992), cseresznye (Wilcox, 1989; Tamm és mtsai., 1995), szilva (Schlagbauer és Holz, 1990; Szabó és Nyéki, 1995), őszibarack (Sutton és Clayton, 1972), nektarin (Ogawa és mtsai., 1980), kajszibarack és mandula (Mix, 1930), de előfordulhat almán (Sharma és Kaul, 1987; Szabó és Nyéki, 1995), körtén és birsalmán is. A *M. fructigena* csak ritkán fertőzi a virágokat, mivel a konídiumok általában csak késő tavasszal képződnek (Willetts és Bullock, 1993). A virágelhalás kísérő tünete lehet a hajtáselhalás és az ágfertőződés (1. ábra). A virágok fertőzésekor a gomba a virágkocsányon keresztül eljuthat a virágrészekről az ágakig, majd inokulumforrásként is szolgálhatnak a fiatal gyümölcsök fertőződéséhez is. A hajtás- és ágfertőződés kezdetén a fertőzött kéreg elpusztul, a kéreg alatti szövetek összehúzódnak, elszíntelenednek és egy felszakadó nyílt seb képződik a kérgen. Csonthéjasokon gyakran gumyszerű anyag (mézga) válik ki a beteg felületen, amely mintegy lezárva a sebet megelőzi a további ágelhalást (Wormald, 1954). Az elhalt ágakon következő év tavaszán konídiumok képződnek, amelyek a tavaszi fertőzések kiindulási forrásai lehetnek (Kable, 1965).



1. ábra: *Monilinia laxa* által okozott virág- és hajtáselhalás Érdi bőtermő meggyfajtán (Fotó: Holb Imre).

2.2.2. Gyümölcsrothadás

Mind a négy gombafaj számos gyümölcsfajon okozhatja a gyümölcsök rothadását. A fertőződés már közvetlenül a gyümölcsök kötődése után bekövetkezhet, azonban a gyümölcsök növekedésével ennek valószínűsége folyamatosan nő. Ismert, hogy a fiatal gyümölcsök ellenállóbbak a fertőződéssel szemben, és a gyümölcserés során az érzékenység fokozatosan növekszik (Moore, 1950; Berrie, 1989; Van Leeuwen és mtsai., 2000). Legnagyobb gyakorisággal az érést megelőzően és éréskor következik be a gyümölcsök fertőződése.

A tünetek egy apró, kerek, nedvesen rotható barna folttal kezdődnek, melynek területe fokozatosan növekszik. A barna foltokon az egyes *Monilinia* fajokra jellemző módon apró, bársonyos felületű vánkospénész telepek képződnek (Byrde és Willetts, 1977). A vánkospénésztelepek konídiumok millióit képezik. A telepek meghatározott sturktúrában helyezkedhetnek el a gyümölcsön, pl. koncentrikus körökben a *M. fructigena* (2. ábra), szétszórta a *M. laxa* és sugárirányban a *M. fructicola* esetében, melyek olykor az egész gyümölcsöt is beboríthatják (Byrde és Willetts, 1977). Ezután az időjárástól függően a fertőzött gyümölcs tünetei két eltérő típust mutathatnak. Csapadékos körülmények között a gyümölcs nedvesen továbbrothad, majd lehullik, szétesik és degradálódik. Szárazabb

körülmények mellett azonban a fertőzött gyümölcs fokozatosan elveszti nedvességtartalmát, ráncosodik, összezsugorodik, sötét színnel melanizálódik és a mumifikálódási folyamat révén, gyümölcsmúmia jön létre. A múmiák gyakran a fán maradnak és a fertőzés forrásaivá válnak.

A gyümölcsökön a fertőzési kapu fajonként eltérő, de a leggyakoribb a gyümölcsök sérülése miatt bekövetkező fertőződés, ami szabad szemmel is jól látható a fertőzött gyümölcsökön. A sérülést kiváltó ágensek között tartjuk számon a rovarkárokat, jégverést, madárkárokat, gyümölcsrepedést, mechanikai sérülést és az egyéb tényezők által okozott mechanikai és fiziológiai sérüléseket, illetve sebeket is (Byrde és Willetts, 1977; Van Leeuwen és mtsai., 2000; Holb és Scherm, 2008). Egyik betakarításkor ismert fertőződési forma mind a négy *Monilinia* faj esetében, amikor a gyümölcsöt kocsány nélkül szüretelik le, és ennek következtében a kocsány helye körül rothadás indul meg. Ez a tárolás során kiteljesedik és inokulumforrásként szolgál az egymással érintkező egészséges gyümölcsök fertőződésének (Wormald, 1954). Ismert a sebek nélküli fertőzés lehetősége is, amikor a fán csokorban elhelyezkedő, egymással érintkező gyümölcsök az érintkezési felületeiken keresztül fertőződnek (Batra, 1991). Sőt a *M. fructicola* esetében egy adott fán belül a gyümölcsök közötti érintkezés jelenti a fertőzés terjedésének legfontosabb módját, és sérülések nem szükségesek hozzá (Michailides és Morgan, 1997).

A szüret utáni tárolókban jelentkező, tárolási betegségfellépés az egyik leggyakoribb tünettípus, elsősorban almatermésűek esetében. A termőhelyen ismert klasszikus gyümölcsrothadási folyamat mellett azonban speciálisan számontartott tünettípust is ismerünk a tárolás során, amit 'fekete gyümölcs', illetve alma esetében 'fekete alma' néven tartanak számon. Kezdetben a fertőződött gyümölcs színe barna, de a rothadási folyamat során megfeketedik. A fekete alma felszíne sima, fényes, nem repedezett, felületén nem képződnek vánkospénésztelepek. Valójában az egész gyümölcs egy összefüggő álszkleróciumtömeg (Wormald, 1954; Byrde és Willetts, 1977).



2. ábra: *Monilinia fructigena* vánkospenezs telepei koncentrikus gyűrűkben Idared fajtájú almagyümölcsön (Fotó: Fazekas Mónika).

2.3. *Monilinia* fajok tenyészbélyegei, életciklusa

2.3.1. *Monilinia* fajok tenyészbélyegei

A *Monilinia* fajok hifája hasonló a többi *Ascomycota*-éhoz. A hifa fala és a citoplazma a fertőzött szövetekben a világosszürkétől az olajzöldig pigmentált vagy majdnem fekete az alszklerócium szöveiben (Batra, 1991). A konídium csírázásakor a *M. laxa* csíratömlője többszörösen elágazik, míg a *M. fructicola* egyenesebb és kevésbé elágazó csíratömlőt fejleszt, ugyanakkor a legkevesebb csíratömlő elágazódás a *M. fructigena* esetében tapasztalható (Ezekiel, 1924). A hifafúzió leggyakoribb a *M. fructicola*-nál, míg *M. laxa*-nál ritka vagy teljesen hiányzik (Ogawa és English, 1954). Hifafúzió esetén sejtmagvándorlás történik a hifák között és heterokariózis jön létre (Batra, 1991). A hifa mind intercellulárisan mind intracellulárisan képes növekedni a gazdanövényben (Calonge és mtsai., 1969; Byrde és Willetts, 1977). Az első hifák megtelepedésekor a gomba enzimeket választ ki, amelyek roncsolják a gazdanövény sejtjeit és egyúttal a gomba számára felvehetővé teszik annak alkotóelemeit. Ezen alkotóelemek a gomba tápanyagaiként szolgálnak és a vegetatív tenyésztetjének növekedéséhez hasznosítja azokat. Micéliumtömeg és a gazdanövény közös

szöveti állományt is képezhet: a tömör, szilárd álszkleróciomot. Az álszklerócium kialakulás kezdeti szakaszában a legtöbb tápanyag a micélium növekedésére fordítódik, majd a felhalmozódott tápanyag a hifában raktározódik és a hifák melanizálódnak (Willetts és Bullock, 1993).

A legtöbb *Monilinia* faj által okozott rothadás a fertőzött szövetben képződő polifenol oxidáz enzim által bekövetkező fenolos oxidációnak köszönhető. Az enzimet a kórokozó és a szövet is termeli. A fertőzött gyümölcs elveszti nedvességtartalmát, és ezáltal mumifikálódik. A gyümölcsmúmiák fontos túlélési forrást jelentenek a gomba számára és fontos szerepet játszanak annak életciklusában (Byrde és Willetts, 1977).

Az álszklerócium a kórokozó kitartó- és szaporítóképlete, melynek segítségével képes áttelelni és amelyeken ivaros vagy ivartalan szaporítóképleteket képes fejleszteni (Batra, 1991; Holb, 2003). Az álszklerócium képződés utolsó szakaszában a melanizáció folyamán a kitartóképlet teljes pigmentálódása következik be (Willetts, 1968). Ez a pigmentáció fenolos oxidált anyagok és a melanin felhalmozódásának köszönhető a sejtfalakban. A melanin védelmet nyújt a napsugárzás és az antagonista mikroorganizmusok enzimeivel szemben is (Willetts és Bullock, 1993). A *Monilinia* fajok álszkleróciumképzése a *M. fructigena* esetében sokkal lassúbb, mint a *M. fructicola* és a *M. laxa* fajoknál (Van Leeuwen és mtsai., 2002). A stabil álszkleróciumképzéshez magas relatív páratartalom szükséges, ami korlátozza a spóráképződést (Willetts és Harada, 1984; Holb, 2003).

A gomba ivartalan spórái, konídiumai úgy rendeződnek egymáson, mint a gyöngyszemek a zsinóron. Az átlagosan 7 sejtmagot tartalmazó konídiumok ellipszis vagy citrom alakúak, méretük a *M. fructigena*-nál a legnagyobb (Byrde és Willetts, 1977; Batra, 1991). A konídiumképzés első lépése az anyasejt csúcsánál levő sejtfal megvastagodása, majd a sejtfal és a plazma megnyúlásával egy ovális sejtkedemény jön létre. Az új sejtkedeményen újabb sejt képződik és ez így folytatódik tovább. A sejtkedemények sejtfallal választódnak el egymástól, és a folyamat addig tart, míg 10 vagy annál több konídium nem jön létre egymás fölött (Willetts és Calonge, 1969). Az érett konídiumok leválnak a láncfüzerről és a légáramlattal a fertőzés helyszínére jutnak (Byrde és Willetts, 1977). A *M. fructicola* konídiumai érési állapotól függően drapp vagy egérszürke színűek, a *M. laxa* fajtáé füstös szürke, míg a *M. fructigena* fajtáé világos barnássárga színű (Ridgway, 1912). A *M. fructicola* a legtöbb konídiumot sötétben termeli, míg a *M. fructigena* és a *M. laxa* ezen folyamatokhoz inkább a fényt részesíti előnyben. Az optimális konídiumképzési hőmérséklettartomány 10 - 20°C (Harada, 1977).

Az álszkleróciumból kinövő apotécium hosszú, barna nyélen nyugvó, csésze alakú ivaros termőtest (Ezekiel, 1921; Norton és mtsai., 1923). A *M. fructigena* és a *M. laxa* fajok ritkán vagy egyáltalán nem is képeznek apotéciumot, azonban a *M. fructicola*-nál gyakori az ivaros termőtest képződése (Wormald, 1954; Willets és Harada, 1984). Az apotéciumban képződő aszkusz henger alakú tömlő, amely nyolc tojásdad alakú aszkospórárt tartalmaz. Amint az aszkusz megérik, a spórák kiszóródnak és légáramlattal vagy csapadékkal a fertőzés helyére jutnak (Wormald, 1954; Batra, 1991).

A *Monilinia* fajok jól tenyészthetők burgonya táptalajon és Brown-féle tápközegben (Wormald, 1954). *M. fructicola*-nál és *M. fructigena*-nál a tenyészet széle ép és sima felületű, míg *M. laxa* esetében karéjos. A *M. fructicola* tenyészetek koncentrikus gyűrűket hoznak létre konídiumokból, melyek napi periodicitás sötét-világos ciklusait követve alakulnak ki. Koncentrikus konídiumgyűrűket *M. fructigena* tenyészeteknél ritkán lehet megfigyelni. A *M. laxa* a tenyészet felszínén elszórtan hozza létre a konídiumokat és a micélium a kolónia közepén gyakran pigmentált lesz (Byrde és Willetts, 1977).

2.3.2. *Monilinia* fajok életciklusa

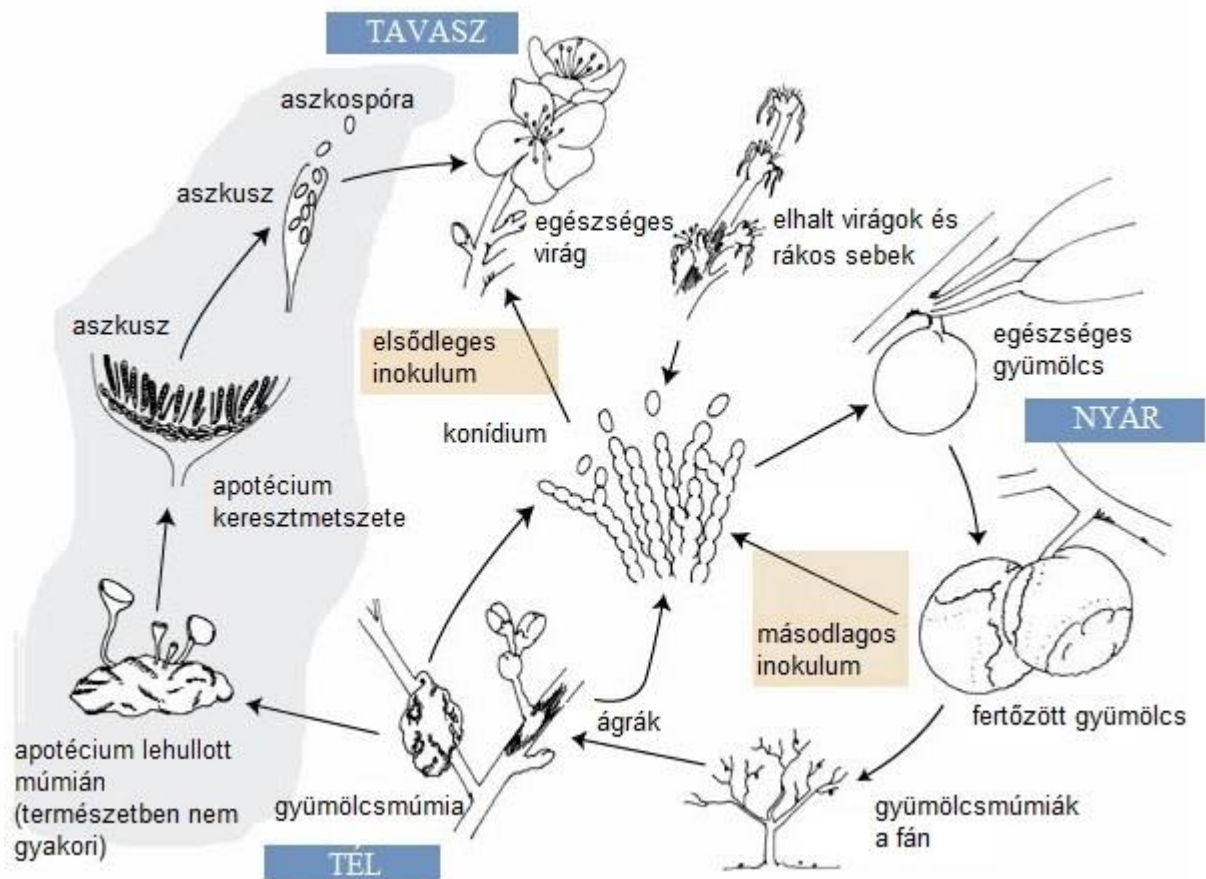
A négy *Monilinia* faj életciklusa nagyon hasonló. Azonban a *M. fructicola* faj az egyetlen, melynek apotéciumos formája is jelentős szereppel bír a természetben, bár ennek előfordulása az egyes gyümölcsstermő körzetekben változó (Kable, 1965; Landgraf és Zehr, 1982; Sanoamung és mtsai., 1995). A *M. fructigena* apotéciuma ha képződik, akkor is csak a fertőzést követő második év tavaszán (Harada, 1977; Willetts és Harada, 1984; Batra és Harada, 1986), mely laboratóriumi körülmények között is sikeresen indukálható (Harada, 1977). Ugyanakkor a *M. laxa* esetében eddig apotéciumképződést laboratóriumban nem lehetett indukálni és szabadföldön is csak néhány esetben észlelték a jelenséget (Willetts és Harada, 1984). A *Monilinia* fajok elsődleges fertőzési forrásai a mumifikált gyümölcsök: a konídiumok, az apotéciumok és a bennük termelődő aszkospórák, a fertőzött virágok, elhalt ágak és hajtások valamint a rajtuk képződött hifák és konídiumok (Anderson, 1956). Másodlagosan valamennyi növényi szövet fertőződhet, ahol a csíratömlő képződéshez elegendő nedvesség áll rendelkezésre. A spórák széllel, vízcseppekkel vagy vektorokkal (pl. rovarok, madarak) terjedhetnek (Pauvert és mtsai., 1969; Lack, 1989). A gombahifák a virágokon és gyümölcsökön keresztül behatolnak a fás szövetekbe is. A gyümölcsfertőzést követően a gyümölcsökből – a relatív páratartalomtól, a légköri hőmérséklettől és a gyümölcs

érettségi állapotától függően – ráncos melanizálódott múmia képződik, amelyben a gomba áttelel és következő évben ivaros vagy ivartalan spórákat képez (Willetts, 1968).

Monilinia fructicola életsiklusa

A négy *Monilinia* faj közül a *M. fructicola* képes a legváltozatosabb módon áttelelni a különböző növényi részeken: a fán maradó mumifikálódott gyümölcsökben, ahol tavasszal konídiumot fejleszt a gyümölcs felszínén; másrészt a földre hullott mumifikálódott gyümölcsökben, melyből ivaros termőtestek képződhetnek; végül micélium formájában az előző évben a gomba által elpusztított virágrészekben, ágakon és gallyakon (Byrde és Willetts, 1977; Holb, 2004).

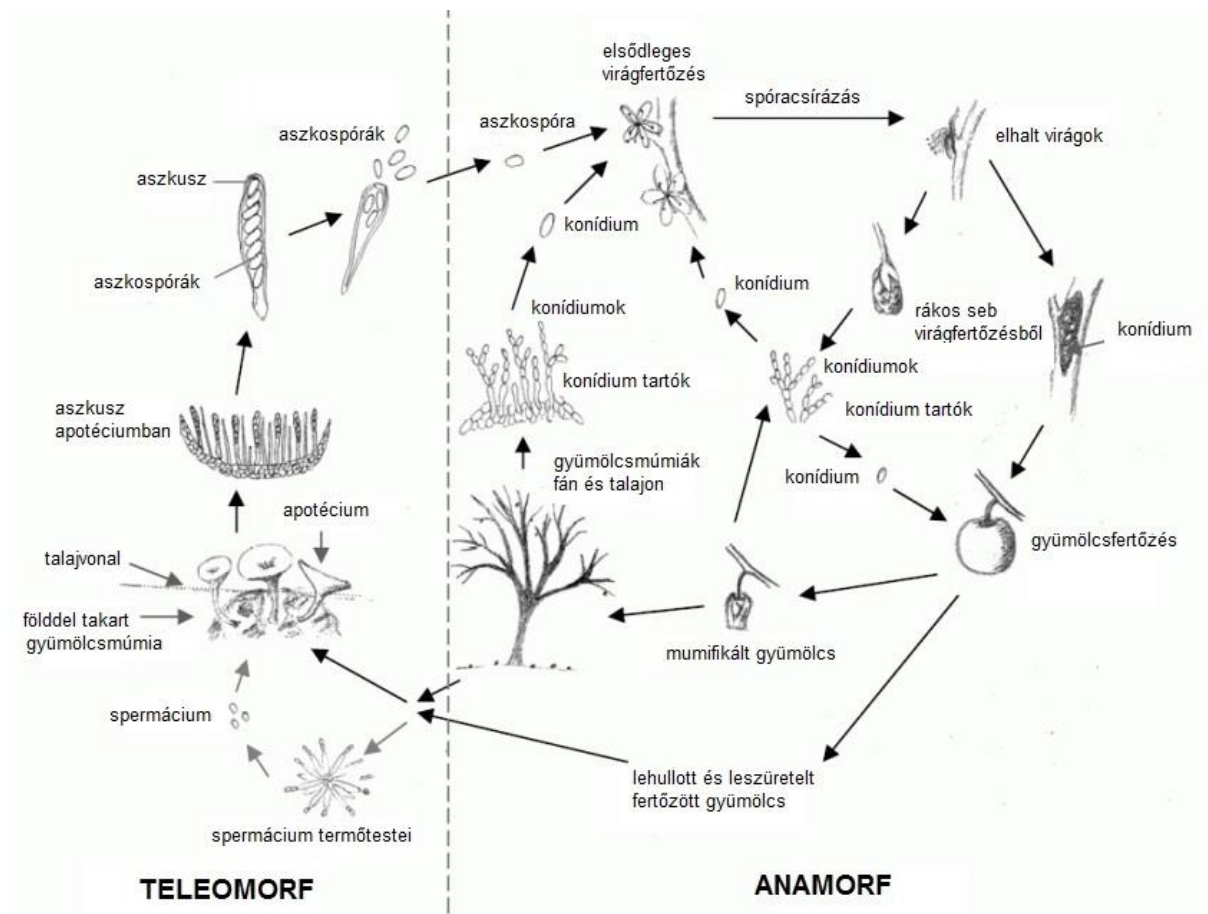
Tavasszal az egyik lehetséges kiindulási fertőzési forrás az áttelelt álszkleróciumokon fejlődő apotéciumok, aszkuszok és aszkospórák. A másik lehetséges kiindulási forrás a fán maradt mumifikálódott gyümölcsökön és egyéb fertőzött szöveteken képződő konídiumok (3. ábra; Agrios, 1997). Mind az aszkospórák, mind a konídiumok légáramlattal vagy vízcseppekkel szállítódnak a fiatal növényi részekre tavasszal és a virágokat fertőzik kedvező környezeti feltételek esetén. A fertőzést követő néhány napon belül virágelhalás következhet be. A micélium azonban a virágkocsányon keresztül a hajtásokat, a leveleket és az elfásodott ágreszeket is megfertőzheti, ezzel hajtás- és ágelhalást idézhet elő. Az elhalt fertőzött részekon konídiumok fejlődnek, amelyek nyár elején a még éretlen, zöld gyümölcsöket fertőzik (3. ábra; Byrde és Willetts, 1977; Agrios, 1997). Csapadékos időben a gyümölcsökön rothadási tünetek jelentkeznek, azonban száraz időszakban a tünetek látensek maradnak és csak a betakarítás előtti időszakban manifesztálódnak. A gyümölcsök fertőződési gyakorisága a betakarítás előtti néhány hétben erőteljesen jelentkezhet. A rothadó gyümölcsök felületén vánkospenészgyepek és konídiumok tömege képződik és másodlagos fertőzéseket idéznek elő, illetve a fertőzött gyümölcsök mumifikálódhatnak. Végül az elhalt ágreszek és a mumifikálódott gyümölcsök a gomba áttelelő forrásai lesznek. A gyümölcsfertőződés a betakarítást követően a tárolóban is bekövetkezhet (Agrios, 1997).



3. ábra: *Monilinia fructicola* fertőzési- és életciklusa (forrás: EFSA, 2011).

Monilinia fructigena életciklusa

Hazai körülmények között a *M. fructigena* életciklusából hiányzik az ivaros életszakasz. Emellett a *M. fructigena* faj elsősorban másodlagosan (pl. sebzéseken keresztül) fertőző kórokozó: a sikeres fertőzés feltétele a gyümölcs felszínén található sérülés, melyet abiotikus (pl. tavaszi jégeső) és biotikus (pl. rovarok, madarak, ember) tényezők egyaránt előidézhethetnek. A fertőzés döntően e sebzéseken és repedéseken keresztül következik be, bár gyümölcsök érintkezése útján, valamint lenticellákon át is előfordul (Batra és Harada, 1986; Byrde és Willets, 1977; Holb, 2004). A *M. fructigena* faj döntően a gyümölcsöt fertőzi a betakarítási időszakban.



4. ábra: *Monilinia fructigena* fertőzési- és életciklusa (forrás: <http://old.padil.gov.au>).

Monilinia laxa életciklusa

A *M. laxa* életciklusában az alapvető különbséget az adja a másik két fajhoz képest, hogy a virágzáskori fertőzés a döntő jelentőségű. Virágfertőzési ciklusa megegyezik a *M. fructicola*-éval, illetve a *M. fructigena*-val közös tulajdonság, hogy Magyarországon szintén nincs ivaros életszakasza (Holb, 2004).

A *M. laxa* a virágzáskor rendkívül virulens, ellentétben a *M. fructigena* és *M. fructicola* fajokkal, amelyek általában érett gyümölcsökön okoznak komoly károkat. A *M. laxa* ágsebekben, elhalt virágokban és a fán maradt mumifikált gyümölcsökben telet át. A fák tavaszi virágzásakor a konídiumok itt képződnek, amelyek a kórokozó bőséges inokulum forrását biztosítják (Stensvand és mtsai., 2001). A konídiumokat hosszabb távolságra a szél szállítja (Wilson és Baker, 1946; Corbin és mtsai., 1968; Corbin és Ogawa, 1974) és az eső mossa a fertőzendő növényi részekre (Corbin és mtsai., 1968). A fogékony szövetet elérve 2-4 órán belül csírázásnak indulhatnak (Corbin és mtsai., 1968; Corbin és Ogawa, 1974). A *M. laxa* megtámadja valamennyi csonthéjas gyümölcsfaj virágait és kiterjedt virág- és ágelhalást

okozhat. A teljes virágzásban lévő virágok a legfogékonyabbak a fertőzésre. Átlagos tavaszi hőmérséklet esetén a virágfertőzés és az elhalási tünetek megjelenése között 3-6 nap telik el. A legtöbb csonthéjas gyümölcs (nektarin és szilva) kőmagképződés időszakáig nem fertőződik, azonban ezt követően a gyümölcsök fogékonysága rohamosan nő (Fourie és Holz, 2003a, b).

2.4. *Monilinia* fajok azonosítása, genetikai variabilitása

A *Monilinia* fajok azonosítása a múltban döntően általános tenyészbélyegek alapján történt természetes agar táptalajon történő vizsgálatokra alapozottan (Wormald, 1920; Byrde és Willets, 1977). Burgonya táptalajon (PDA) a *M. fructigena* barnássárga színű (Rayner, 1970), míg a *M. fructicola* a barnától a hamuszürkéig előforduló árnyalatokat mutat. Már a korai tanulmányok is igazolták, hogy a *M. fructigena* konídiummérete nagyobb, mint a *M. laxa* ill. *M. fructicola* fajké (Wormald, 1920; Ezekiel, 1924; Hewitt és Leach, 1939) és a csíratömlő képződésében is különbségek mutatkoznak. A *M. fructicola* és *M. fructigena* az elágazás előtt hosszú, egyenes csíratömlőket hoz létre, míg a *M. laxa* a konídiumhoz közel kezd elágazni (Ezekiel, 1924). *M. fructicola* fajnál gyakran történik hifaösszeolvadás, míg a *M. laxa* fajnál ez a jelenség ritkán vagy egyáltalán nem fordul elő (Ogawa és English, 1954). Van Leeuwen és munkatársai (2002) kimutatták, hogy a *M. polystroma* összehasonlítva a *M. fructigena*-val több sztrómát termel és gyorsabban nő, mint a *M. laxa*. A *M. fructicola* és *M. laxa* fajok elkülöníthetők az arilészteráz és foszfatáz enzimek segítségével is (Penrose és mtsai., 1976). A külső sejtfalat bontó enzimek, mint például a pektin észteráz és a poligalakturonáz is alkalmasak a *Monilinia* fajok elkülönítésére (Willets és mtsai., 1977; Gupta és Byrde, 1988). A *Monilinia* fajok elkülönítésére molekuláris eszközöket is kifejlesztettek. Fulton és Brown (1997) olyan *M. fructicola* specifikus primereket hoztak létre, melyek lehetővé tették a *M. laxa* és *M. fructigena* fajoktól történő elkülönítését. A fajok elkülönítésére megalkotott primerek a riboszómális RNS ITS1 és ITS2 régiójában fellelhető finom különbségeken alapulnak (Förster és Adaskeweg, 2000; Hughes és mtsai., 2000; Ioos és Frey, 2000). Az ITS1 régió 3-as végéhez tervezett *M. fructicola* specifikus primerek képesek kimutatni a kórokozó jelenlétét látens fertőzés esetén is (Förster és Adaskeweg, 2000). Ma és munkatársai (2003) olyan mikroszatellit régió alapuló polimeráz lánreakciót (PCR) fejlesztettek ki, amely *M. fructicola* azonosítására szolgáltak.

Cote és munkatársai (2004) vizsgálataik során RAPD-PCR módszert használtak fel *M. fructigena*, *M. fructicola*, *M. laxa* és *M. polystroma* fajok azonosítására. A kísérlet során

megfigyelt szekvencia adatok alapján arra következtettek, hogy a *M. fructigena* és más *Monilinia* és *Monilia* fajok közötti különbség az 5' kódoló és nem kódoló régió közötti kapcsolaton alapul. Ez magyarázza a 3' végek hasonlóságát, elősegítve egy reverz primer használatát és az 5' végek különbözőségét, amelyre fajspecifikus primerek alkalmazhatók. A kísérletek eredményeiként 402 bp méretű terméket kaptak *M. fructigena*-nál, 535 bp *M. fructicola*-nál, 351 bp *M. laxa*-nál és 425 bp *M. polystroma*-nál, melyek specifikusak az adott fajokra. Cote és munkatársai (2004) a multiplex módszereket közvetlenül fertőzött gyümölcsökre alkalmazták, melyek alkalmasak voltak a fajok meghatározására kevert tenyészetekben is természetesen fertőzött őszibarack, kajszibarack és cseresznye esetében.

Az utóbbi években számos hazai vizsgálatot is folytattak *Monilinia* fajok morfológiai és tenyészbélyegeinek azonosítására és örökítő anyagaik megismerésére vonatkozóan, melyek a korábbi megfigyelések (morfológiai, molekuláris biológiai vizsgálatok) tapasztalatait támasztották alá (Szódi és mtsai, 2008; Petróczy és Palkovics, 2009; Petróczy és mtsai., 2012).

A négy *Monilinia* faj genetikai variabilitását az elmúlt években több esetben is vizsgálták. Gell és munkatársai (2007) Spanyolországban vizsgálatokat végeztek *M. laxa* populációk közötti és populáción belüli genetikai diverzitás kimutatására. 21 izolátumot gyűjtöttek különböző években, különböző gazdanövényekről, melyekkel RAPD-PCR analízist végeztek el. A 144 DNS markerből 59-et találtak polimorfoknak és 85-öt monomorfoknak. Ezeket használták fel a genetikai különbségek kimutatására. Azt tapasztalták, hogy a genetikai diverzitás a gyümölcsösön belül a teljes genetikai diverzitás 97%-a volt, míg gyümölcsösök között mindössze 3%-os. A szubpopulációk közötti gén differenciálódás (G_{ST}) 0,032, illetve a migráció (Nm) becsült értéke pedig 15,1 értéket mutatott. Az adatok alapján a dendrogram nem mutatott kapcsolatot az izolátumok származási helye, a gazdanövény és az év között.

Fan és munkatársai (2009) Kínából származó *M. fructicola* populációk közötti genetikai diverzitást vizsgáltak. 128 Kínából származó izolátumot használtak fel vizsgálataikhoz, melyeket ISSR-PCR elemzésnek vetettek alá, majd a kapott adatokat összehasonlították Kaliforniából, az Egyesült Államokból és Új-Zélandról származó mintákkal. A kapott 72 DNS fragmentumból 63 (87,5%) volt polimorf. A Nei-féle index alapján megállapított genetikai variabilitás szerint a kínai populációk nagyon hasonlítottak egymáshoz és a kaliforniai populációhoz. 93%-os genetikai különbséget mutattak ki a populációkon belül, azonban a teljes genetikai variancia mindössze 7%-a tulajdonítható a földrajzi elkülönülésnek. Tehát a genetikai differenciálódás a két területileg különböző

populáció között csekély, de jelentős génáramlás figyelhető meg közöttük. A *M. fructicola* több mint 100 éve létezik Észak-Amerikában. Az említett faj kínai populációin belüli genetikai diverzitás nincs összefüggésben azzal a hipotézissel, miszerint csak 2003 óta létezik Kínában (Zhu és mtsai., 2005). A *M. fructigena* populációk genetikai variabilitását már korábban is tanulmányozták. Fulton és munkatársai (1999) 4 japáni izolátumot hasonlítottak össze Egyesült Államokból, Új-Zélandról és Ausztráliából származó mintákkal RAPD-PCR markerek alkalmazásával. Arra a következtetésre jutottak, hogy a japáni izolátumok hasonló genotípussal rendelkeznek, mint az új-zélandiak. Ma és munkatársai (2003) tanulmányozták benzimidazol fungicidekre érzékeny, alacsony és magas ellenállóképességet mutató kaliforniai *M. fructicola* izolátumok közötti genetikai kapcsolatot mikroszatellit primerekkel. Eredményeik azt mutatták, hogy az egyes izolátum csoportok nem alkottak független csoportokat a cluster analízis során.

Sződi és munkatársai (2012) is vizsgálták a *Monilinia* fajok genetikai diverzitását. Magyarországi izolátumokkal dolgoztak, melyeket almatermésűekről és csonthéjas gyümölcsökről gyűjtöttek. Először elvégezték a minták faji besorolását, mely alapján 24 *M. laxa*, 20 *M. fructigena* és 1 *M. fructicola* fajt azonosítottak. Majd mikroszatellit primerek felhasználásával PCR vizsgálatokat végeztek, melyek eredményei alapján megállapították, hogy a populációkon belüli genetikai diverzitás értéke *M. laxa*-nál 0,159 volt, *M. fructigena*-nál pedig 0,255. A teljes genetikai diverzitás 0,385 volt, míg a populációk közötti genetikai diverzitás mindössze 0,177 értéket mutatott. A kapott eredmények alapján az izolátumok nem csoportosíthatók sem a gyűjtés éve, sem pedig a gazdanövény alapján.

2.5. *Monilinia* fajok járványainak szerepe, kialakulásuk feltételei, időbeli dinamikája

2.5.1. *Monilinia* fajok okozta járványok szerepe, jelentősége

A *Monilinia* nemzetségbe tartozó fajok a legnagyobb kárt a csonthéjas termésű gyümölcsfajokon okozzák. A *Monilinia* fajok által okozott virág- és hajtáselhalás, illetve gyümölcsrothadás nagy jelentőségű szinte valamennyi *Rosaceae* családba tartozó fajnál, de főként almán, körtén és csonthéjas gyümölcsökön (Byrde és Willets, 1977; Holb, 2003). A *M. fructigena* a fertőzött gyümölcsöt értéktelenné teszi. Csapadékos évjáratokban akár 50-70%-os termés kiesést is okozhat (Szepessy, 1977).

2.5.2. *Monilinia* fajok okozta járványok kialakulásának feltételei

Járványnak, más szóval epidemiának azt a jelenséget nevezzük, amikor a betegség hirtelen, tömegesen jelentkezik, vagyis rövid idő alatt felszaporodva sok növényen és nagy területen lép fel. A járvány lefolyása keletkezéséből, alakulásából és megszűnéséből tevődik össze. A járvány keletkezésének feltétele három tényezőn alapul: i) virulens kórokozó, ii) nagy területen termesztett fogékony gazdanövény és iii) kedvező környezeti feltétel (Glits, 2000). A környezeti tényezők döntően befolyásolják a járvány jellegét pl. annak kialakulási lehetőségét és lefolyásának sebességét.

Környezeti tényezők hatása a gombaszövetek fejlődésére és a járvány kialakulására:

A környezeti tényezők közül a hifák, a konídium és az álszklerócium fejlődésére leginkább a hőmérséklet, a relatív páratartalom, a fény és a sugárzás van hatással.

Ezekiel (1924), Wormald (1954) és Willetts (1969) kimutatták, hogy a konídium csírázása és a micélium fejlődése 0°C-on megindul; a micélium növekedése 30-35°C-on áll meg és a teljes pusztulás 50°C körül következik be. A spórák 50°C fölötti hőmérsékletet is túlélhetnek. A *M. fructicola* spórák pár napig túlélhetnek a 0°C alatti hőmérsékleti értékeket is (Smith és mtsai., 1965). A természetben a fán maradó és a talaj felszínén lévő múmiák kiszáradnak és alkalmasak lesznek extrém hőmérsékletek elviselésére is. (Willetts, 1971). Byrde és Willetts (1977) szerint a micélium fejlődéséhez és a spóráképzéshez optimális hőmérséklet 25°C a legtöbb *Monilinia* faj esetében. Willetts és Harada (1984) vizsgálatai szerint viszont a legtöbb *Monilinia* faj 15 és 20°C között mutatja a legintenzívebb micélium-növekedést, csak a *M. laxa* esetében 25°C az optimum. Az álszkleróciumképzés mind természetben, mind gyümölcsön 15-20°C-on megy végbe a leggyorsabban, a 4-8 hetes inkubáció során. Azonban az álszklerócium további 4-8 hetes inkubációt igényel 20-30°C-on a teljes érésig (Terui és Harada, 1966; Harada (1977). A *M. fructicola* spórák csírázásának optimális hőmérséklete 20-27°C (Weaver, 1950; McCallan, 1930; Wellmann és McCallan, 1942). Biggs és Northover (1988) megfigyelték, hogy bár a gomba 1,7-4,4°C között lassan fejlődik, optimális hőmérsékleten (22,2-23,9°C) 2 nap alatt látható tünetek jelennek meg a fertőzött gyümölcsön és 4-5 nap elteltével a gyümölcs teljesen elrothad. Wattson és munkatársai (2002) kimutatták, hogy a *M. fructicola* spóráképzésének gyakorisága áttelelt fertőzött szöveteken 15-23°C-on jelentősen több mint 4-12°C-on. *M. laxa* esetében a fertőzés és a tünetek kialakulása széles hőmérsékleti skálán (4-30°C) lehetséges, azonban az optimális hőmérséklet 24°C körüli (Calavan és Keith, 1948). A *M. fructigena* fajon folytatott

vizsgálatok igazolták, hogy a spóracsírázás sebessége 23-25°C között a legnagyobb és aztán csökken (Xu és mtsai., 2001a).

A hifák fejlődéséhez víz jelenléte alapvető és már az enyhe kiszáradás is megakadályozza a növekedést (Byrde és Willetts, 1977). A *M. fructicola in vitro* növekedése 96% feletti relatív páratartalom esetén folyamatos, azonban 93% alatt már jelentősen csökken (Weaver, 1950). A természetben a nedvesség a fertőzött gazdaszövetben fellelhető és ennek típusa és állapota nagyban befolyásolja a képződött micélium mennyiségét (Weaver, 1950; Corbin és Cruickshank, 1963). Sűrű hifatömeg csak meleg, párás körülmények között fejlődik a mumifikált gyümölcsön (Woronin, 1900; Willetts, 1968a). Koball és munkatársai (1997) kimutatták, hogy a relatív páratartalom döntő hatással van a *M. fructicola* által okozott virágelhalás mértékére. A konídiumok szárazabb körülmények között fejlődnek, mint a vegetatív micélium, sőt a magas relatív páratartalom gyakran gátolja a konídiumok termelődését (Willetts és Calonge, 1969).

Hall (1933) igazolta, hogy a *M. fructigena* hifanövekedése fény és sötét periódusok váltakozásakor intenzívebb, mint folyamatos sötétségben. Továbbá megfigyelte azt is, hogy a micélium teljes száraz tömege sötétben magasabb volt, mint megvilágítás alatt. A *M. fructicola*-ra bőséges spóráképzés jellemző folyamatos sötétségben és állandó hőmérsékleten (Byrde és Willetts, 1977). Ugyanakkor a *M. fructigena* konídiumképzése fényigényes. Harada (1977) azt találta, hogy a fény és a sötét periódus váltakozása nem szükséges a gyümölcszövetben növekedő *M. fructicola* álszklerócium képzéséhez.

A sugárzás hullámhossza döntő lehet a *Monilinia* fajok fejlődésében. Jerebzooff (1956) azt állította, hogy csak az 500 nanométernél rövidebb hullámhosszú látható sugárzás hat a *M. fructicola* zonalitására. A kék fény (440-490 nanométer) a leghatékonyabb a *M. fructigena* spórázására és vegetatív növekedésére, a piros, narancssárga, sárga és zöld régiókban csökkenő hatás mutatkozik. A termékeny konídiospórák növekedésére az ultraibolyához közeli (390-370 nanométer) és a kék fény (420- 470 nanométer) van leginkább hatással (Byrde és Willetts, 1977). Thanos (1951) kimutatta, hogy a *M. fructicola* spórák életképessége jelentősen csökken rövid UV-sugárzás hatására is, laboratóriumi körülmények között. Marquenie és munkatársai (2002) vizsgálták a különböző UV-C sugarak hatását a *M. fructigena* fejlődésére cseresznyén. A kezelést követően teljes spóra-inaktiváció volt megfigyelhető. Ugyanakkor a melanizált gombaképletek (pl. álszklerócium) ellenállóbbak az UV-fényre (Sussman, 1968).

2.5.3. *Monilinia* fajok okozta járványok dinamikája

A gazdanövény, az inokulum és a környezet közötti kapcsolat teljesebb megértéséhez a járványok időbeli és térbeli dinamikájának vizsgálata elengedhetetlen. Van Leeuwen és munkatársai (2000) és Xu és munkatársai (2001b) tanulmányozták a *M. fructigena* által almagyümölcsökön létrehozott betegségeket tér-időbeli dinamikáját. Bemutatták, hogy a betegség gyakorisága késő júliustól szüretig fokozatosan növekszik. Holb (2003a) vizsgálatai szerint július végéig nem jelennek meg a gyümölcstünetek Elstar alfaján. Van Leeuwen és munkatársai (2000) térbeli vizsgálati eredményei azt mutatták, hogy a gyümölcsök érintkezése és a konídiumok vízzel történő terjedése a betegség terjedésének egyik fő mechanizmusa. Kimutatták, hogy a *M. fructigena* terjedése nagyobb mértékben függ a sebészek számától, mint az inokulum koncentrációjától.

2.6. *Monilinia* fajok okozta járványok, betegségelőrejelzés és a védekezés összefüggései

2.6.1. *Monilinia* fajok okozta járványok és az előrejelzés kapcsolata

A járványok és a betegség előrejelzése egymással szoros kapcsolatban állnak. A járványok tér- és idősoros kialakulásának ismerete ad lehetőséget megbízható előrejelző rendszer kidolgozásához. Luo és munkatársai (2001) kockázatelemzési csoportokat alkottak a *M. fructicola* által szilván okozott virágelhalás megfigyelésére. A kockázatokat négy csoportba osztották fel: i) nincs kockázat (a korai virágzási szakaszban, amikor a hőmérséklet 10°C alatti, és a nedves időszak kevesebb, mint 4 óra), ii) alacsony kockázat, iii) mérsékelt kockázat és iv) magas kockázat (a nedves időtartam 24 óra, a hőmérséklet 20-25°C alacsony inokulum potenciállal vagy 15-20°C magas inokulum potenciállal). Majd Luo és Michailides (2003) védekezési döntéseket segítő előrejelzési irányelveket alkottak, mely a gombaölőszerek alkalmazására is adott iránymutatást ugyancsak *M. fructicola* fertőzés esetén szilván. Négy előrejelzési-védekezési irányelvet fogalmaztak meg:

- 1) biztonságos, nem szükséges fungicid használat
- 2) várakozás, a látens fertőzés felderítése
- 3) a korábbi időjárási adatok ellenőrzése, ami elengedhetetlen a fungicid használat szükségességének megállapításához
- 4) azonnali fungicid kezelés.

2.6.2. *Monilinia* fajok okozta járványok és a védekezés összefüggései

Különösen csonthéjas gyümölcsök esetében fordul elő komoly *M. fructicola*, illetve *M. laxa* fertőzés virágzáskor és gyümölcserést megelőzően, kedvező időjárási feltételek esetén (Weaver, 1950; Zehr, 1982; Wilcox, 1989). Ezekben a fenológiai fázisokban rendszeres fungicid kezelések alkalmaznak a betegség ellen a világ valamennyi részén (Vályi és mtsai., 1985; Benedek és mtsai., 1990; Hogmire és Biggs, 1994; Szabó és Nyéki, 1995; Wilson, 1950; Ogawa és mtsai., 1967, 1954; Szkolnik, 1981; Dahmen és mtsai., 1988). Almatermésűeknél csak a gyümölcsök megbetegedése jelentős, de Európában nem alkalmaznak fungicid kezelést a *Monilinia* fajok ellen alma esetében (Vályi és mtsai., 1985, 1986; Soltész és Szabó, 1997; Gonda, 1995, 2000).

A *M. fructigena* jelentős kórokozó, közvetlen a szüret előtt és a tárolóban idézhet elő jelentősebb gyümölcsrothadást almatermésűeken (Byrde és Willets, 1977; Holb, 2003). A gomba által okozott termésveszteség általában alacsony (0-9%) rendszeresen kezelt hagyományos és integrált almagyümölcsösökben (Van Leeuwen és mtsai., 2000; Holb 2009), azonban jelentős mértékű gyümölcsrothadást, illetve termésveszteséget (akár 40%) eredményezhet az érés időszakára kezeletlen, illetve ökológiai almagyümölcsösben (Burchill és Edney 1972, Holb és Scherm, 2007, 2008; Holb 2009). Tanulmányok sora igazolta, hogy a gyümölcsrothadás mértéke szoros járványtani korrelációban áll a gyümölcsök sérülésével, amit számos tényező kiválthat. Az elmúlt évtizedek vizsgálatai szerint a madarak (pl. Tobin és mtsai., 1989; Van't Westeinde, 1999) és a rovarok (pl. Moore, 1950; Croxall és mtsai., 1951, Holb és Scherm, 2008) a legfontosabb gyümölcssebzést kiváltó tényezők. Mind a madarak mind a rovarok vektorként is viselkedhetnek a fertőzés kialakulásában. Kable (1969) leírta, hogy a rovarok a spórák átvitelével és a gyümölcssérülésekbe juttatásával azonnali fertőzést váltanak ki. A madarak által okozott kár különösen az erdők közelében elhelyezkedő gyümölcsösben lehet jelentős (Hasey és Salmon, 1993; Van't Westeinde, 1999). A legutóbbi vizsgálatokban, Holb és Scherm (2008) tanulmánya egyértelműen igazolta, hogy a gyümölcsök sérülése döntően (60-80%-os mértékben) az almamoly hernyók okozta sebekhez/gyümölcssérülésekhez köthető ökológiai almaültetvényekben. Ennek megfelelően a rovarok (döntően az almamoly) elleni hatékony védekezés a *M. fructigena* faj által előidézett gyümölcsrothadás megelőzésének záloga. Ökológiai ültetvényekben *Bacillus thuringiensis* és egyéb biológiai inszekticid készítmények alkalmazásával csökkenthető a molykár, amit rendszeres kén-, illetve réztartalmú szerek alkalmazásával egészítenek ki a fertőzött gyümölcsök spóráképződésének csökkentésére. Azonban a rendszeresen alkalmazott elemi

kén kezelések gátolják a ragadozó atkafajok áldásos tevékenységét és megtelepedését az ültetvényben (Childers és mtsai., 2001; Prischmann és mtsai., 2005), melyek ökológiai almatermesztésben nélkülözhetetlenek a kártevő atkafajok elleni védekezésben (Anon, 2000; Weibel és Häseli, 2003). A réztartalmú anyagok, mint nehézfém, pedig negatív hatással vannak a talaj élővilágára köztük a földigiliszták élettevékenységére (Van Rhee, 1976; Paoletti és mtsai., 1998; Friis és mtsai., 2004).

A rovarok elleni védekezésen túlmenően a járvány és a védekezés kapcsolatában meghatározó tényező még az elsődleges inokulum források mennyisége és annak csökkentési lehetősége. Az elsődleges inokulumforrás az előző évben megfertőzött és áttelelt almagyümölcsök, ezért általánosan javasolják a fán maradt mumifikált gyümölcsök eltávolítását/megsemmisítését a metszéssel egyidőben elvégezni (Kennel, 1968; Byrde és Willets, 1977; Van't Westeinde, 1999; Van Leeuwen és mtsai., 2000). A földre hulló almamúmiák nem tudnak áttelelni és többnyire mikrobiológiai lebomlási folyamatoknak esnek áldozatul (Willets, 1971), kivételt képez ez alól a *M. fructicola*, ami aszkokarpiumot (nyeles apotéciumot) és aszkuszt képes fejleszteni.

2.7. *Monilinia* fajok elleni kémiai védekezés gyümölcsösökben

Az elemi kén volt az első gombaölő szer, amit moniliniás megbetegedés ellen alkalmaztak minden 7. vagy 14. napon virágzástól gyümölcsérésig. Az 1950-es években újabb fungicideket állítottak elő (pl. kaptán), melyek már a kénnél nagyobb hatékonyságot mutattak a gombabetegségek, így a *Monilinia* fajok ellen is. A kaptán minimum kétszeri kijuttatását javasolták (virágzást közvetlen megelőzően és a virágzási időszakban) a fogékony virágszövetek védelmére. Azonban ezek a kezelések önmagukban nem voltak hatásosak virágelhalással szemben és ki kellett egészíteni a korábbi kénkezelésekkel (Holb, 2004a). Az 1970-es években megjelentek a benzimidazol fungicidek, amelyek virágzaskori alkalmazása sikeresnek bizonyult a virágelhalás leküzdésében. Osirio és munkatársai (1994) leírták, hogy a benomil 92%-kal csökkentette a virágelhalást. Az 1980-as években a dikarboximid (pl. vinklozolin, iprodion és prokloráz) hatóanyagcsoport különösen hatékony volt az apotéciumos gombacsoport ellen. Majd a szterol bioszintézis inhibitorok (SBI) használata terjedt el széleskörűen az almagyümölcsökben, elsősorban a ventúriás varasodás (*Venturia inaequalis*) elleni védekezésben, ami hatékony volt a *Monilinia* fajok okozta virágelhalás és gyümölcsrothadás ellen is (Siegel, 1981; Zehr 1982; Van den Bossche és mtsai., 1984).

Napjainkra 2-4 fungicides kezelés történik virágzás alatt, gyümölcs fejlődése és érése időszakában pedig további 2-3 kezelés az inokulum forrástól függően (Holb and Scherm, 2008; Holb and Schnabel, 2008).

Monilinia laxa elleni védekezés

Az 1920-as évek elején Husz Béla bebizonyította, hogy a bordeaux-i keverék hatásos a *M. laxa* ellen virágzás alatt. Az 1950-es években jó eredményeket értek el trichotecin antibiotikus szuszpenzióval meggy gyümölcsösben (Berend, 1957). Paszternák és munkatársai (1982) fenarimol vagy mankoceb hatóanyagokat javasoltak a gomba elleni védekezésre, amikor a virágok 30-40%-a már kinyílt. Véghelyi (1996) és Glits (2001) az elemi kénnel (3%) vagy rézszulfáttal vagy rézhidroxiddal (1-1,5%) történő kora tavaszi kezelést írja elő a rügyfakadási időszakban. Glits (2001) a virágzás alatt méhkímélő technológiát és a fitotoxicitás elkerülését javasolja. Glits (2001) a triforin, ciprodinil, miklobutanil és vinklozolin fungicideket javasolja virágzás alatt *M. laxa* fertőzések megfékezésére.

Monilinia fructicola elleni védekezés

A *M. fructicola* ellen szüret előtti védekezés mind a virágelhalásra, mind a gyümölcsrothadásra kiterjed. A virágzáskori fungicides kezeléseket a virágok 5%-os majd 90%-os kinyílásakor alkalmazzák (Ogawa és English, 1991). Szkolnik (1981) hangsúlyozta, hogy a meggy virágelhalása ellen a prokloráz, benomil és vinklozolin eredményes. Dahmen és munkatársai (1988) azt találták, hogy a *M. fructicola* ultrastrukturális sejtmembrán károsodása szterol inhibitorok alkalmazásakor nyilvánvalóvá válik. Northover és Cerkauskas (1998) számos fungicid hatását megvizsgálták európai szilvafán (*Prunus domestica* Stanley fajta). Megállapították, hogy 5 SBI fungicid kétszeri alkalmazása a tenyészidőszak közepén, majd egy tebukonazol kezelési a *M. fructicola* fertőzésre gátló hatással volt sebzett, éretlen gyümölcsökön. A gombaölőszer összetevői közötti kölcsönhatást vizsgálták meg Emery és munkatársai (2002) *M. fructicola* ellen. A kétkomponensű keverékek (propikonazol és benomil/kaptán/klorothalonil/ciprodinil/vinklozolin) esetén szinergizmust figyeltek meg a fertőzés gátlásakor.

Az 1970-es évek végétől környezetbarát termesztési rendszerek jelentek meg és két irányzata vált ismertté a későbbiekben: integrált és ökológiai (öko) (pl. Sansavini, 1997; Lancon és mtsai., 2007). A környezetkímélő termesztési rendszerek számos jellemzőben

eltérnek a hagyományos (konvencionális) termesztéstől (pl. Zalom, 1993; Cross és Dickler, 1994; Anon, 2000; Holb, 2005). Ennek eklatáns példája, hogy a szintetikus növényvédő szerek integrált termesztésben csak korlátozottan, míg az ökotermesztésben egyáltalán nem alkalmazhatók. Az integrált termesztésben valamennyi károsító elleni védekezésben, előnyben részesítik a mechanikai, az agrotechnikai, a biológiai és a biotechnológiai módszerek alkalmazását (Cross és Dickler, 1994). Amennyiben azonban a vegyszerek használata elkerülhetetlen, a szintetikus hatóanyagok kiválasztását segíti, hogy a nemzeti és nemzetközi szabályzatok az integrált gyümölcsvédelemben felhasználható hatóanyagokat három nagy kategóriába sorolták (zöld, sárga és piros). Az ökotermesztésben a károsítók ellen kizárólag természetes eredetű anyagok (pl. komposzt, kőzet por, kén és réz vegyületek, gomba és növény eredetű anyagok és csapdák), illetve biológiai módszerek engedélyezettek (pl. Anon, 2000; Holb és Schnabel., 2005). A jelentős megszorítások (pl. a szintetikus anyagok kizárása) valamint a mechanikai, fizikai, agrotechnikai és biológiai védekezés szerény hatékonysága miatt az ökológiai növényvédelem hatékonysága kicsi, ezért a növényvédelem az ökotermesztésben az egyik legtöbb gondot okozó termesztéstechnológiai elem.

2.8. Fungicid-rezisztencia vizsgálatok *Monilinia* fajokon

Az elmúlt évtizedekben növekvő fontosságú problémává vált a fungicidekkel szemben kialakuló rezisztencia. Megfigyelték a *Monilinia* fajok benzimidazol, dikarboximid, EBI és DMI gombaölő szerekkel szembeni ellenállóságát és rezisztencia ellenes stratégiákat dolgoztak ki. Elsőként benomil-toleráns *M. fructicola* és *M. laxa* izolátumokat fedeztek fel 1974-ben kaliforniai csonthéjas gyümölcsösökben (Tate, 1974; Tate és mtsai., 1974). A benomil rendszeres alkalmazása virágzaskor és szüret előtt ellenállóképességet eredményezett *M. fructicola* gombafajnál Ausztráliában (Whan, 1976), Michigan Államban (Jones és Ehret, 1976) és Kaliforniában (Ogawa és mtsai., 1988) és a *M. laxa* esetében Kaliforniában (Canez és Ogawa, 1982; Ogawa és mtsai., 1984). Jones és Ehret (1976) kimutatta, hogy a toleráns/rezisztens izolátumok lassabban nőnek, kevesebb konídiumot termelnek és kevésbé virulensek, mint az érzékenyek. A benomillal szemben ellenálló *Monilinia* izolátumok egyéb benzimidazol hatóanyagokkal szemben (pl. tiofanát-metil) is ellenállóak voltak (Ogawa és mtsai., 1985). Az 1970-es évek vizsgálataiban kimutatták, hogy a gyártók javaslata ellenére a benomil egyéb hatóanyagokkal történő kombinációja sem akadályozta meg hatékonyan az ellenálló populációk fertőzéseit (Szkolnik és mtsai., 1978). Ma és munkatársai (2003)

kimutatták, hogy a *M. fructicola* esetében a 198-as kodonban a glutaminsav alaninnal történő cseréje magas ellenállóképességet eredményezett. Ezen pontmutációkra alapozva a szerzők egy allél-specifikus PCR-reakciót fejlesztettek ki a benzimidazol-rezisztens *M. fructicola* detektálására.

A gomba dikarboximid fungicidekkel (iprodion, procimidon, és vinklozolin) szembeni ellenállóképességét is többen kimutatták és leírták (Sztejnberg és Jones, 1978; Ritchie, 1981, 1983; Penrose és mtsai., 1985). Benes és Ritchie (1984) bebizonyította, hogy a rezisztens *M. fructicola* izolátumok megnövekedett mennyiségű melanint tartalmaznak. Sanoamuang és Gaunt (1991) pedig kimutatta, hogy a dikarboximid ellenálló *M. fructicola* izolátumok nem telelnek át olyan sikeresen a mumifikált gyümölcsben vagy a fertőzött ágakban, mint az érzékeny izolátumok, igazolva azt, hogy fungicidekkel szembeni ellenállóképesség csökkent életképességgel is párosulhat (Beever és mtsai., 1989; Rewall és mtsai., 1991; Staub 1991).

DMI gombaölő szereket széleskörben használnak csonthéjas fajokat termelő gazdák a *Monilinia* fajok által okozott virágelhalás és szüret előtti gyümölcsrothadás kezelésére (Horton és mtsai., 2001; Holb, 2004). A DMI készítmények a benzimidazolekat helyettesítik a 1980-as évek kezdetétől, amikor ezekkel az anyagokkal szemben rezisztencia alakult ki (Jones and Ehret, 1976; Sonoda és mtsai., 1982; Ogawa és mtsai., 1984; Michailides és mtsai., 1987). Az SBI és DMI hatóanyagokkal szembeni rezisztencia fellépésének kiküszöbölésére Zhang és munkatársai (1991) a gombaölő szerek kaptánnal és ditionnal történő kombinációjának alkalmazását javasolták. Az utóbbi években a triazolok (propikonazol, tebukonazol, fenbukonazol) váltak a vezető DMI készítményekké az Egyesült Államokban a virágelhalás és a szüret előtti gyümölcsrothadás elleni kezelésben (Zehr és mtsai., 1999; Horton és mtsai., 2001; Emery és mtsai., 2002; Schnabel és Dai, 2004). Az említett vegyszerek kiterjedt és sorozatos használata csökkent érzékenységgű *Monilinia* populációk kialakulásához vezetett (Zehr és mtsai., 1999). Propikonazzal szembeni csökkent érzékenységgű *M. fructicola* izolátumokról tudunk az Egyesült Államok délkeleti részén (Schnabel és mtsai., 2004). A DMI szerekkel szembeni csökkent érzékenységgű populációk elleni védekezés nagy kihívást jelent. Kizárólag a QoI fungicidek rendelkeznek hasonló hatással szüret előtti gyümölcsrothadás ellen (Schnabel és mtsai., 2004). Habár ezekkel szembeni rezisztenciát *Monilinia* fajok esetében még nem írtak le, viszont a jelenség kialakulásának kockázata fennáll, mivel más kórokozóknál már detektálták (Barlett és mtsai., 2002; Kim és mtsai., 2003; Ma és mtsai., 2003; Köller és mtsai., 2004). Brannen és munkatársai (2005) a DMI és a QoI hatóanyagok felváltott használatát javasolják szüret előtt,

elkerülve ezzel valamely hatóanyaggal szembeni esetleges rezisztencia kialakulását. DMI érzékeny *M. fructicola* populációkkal szemben a propakonazol, tebukonazol és fenbukonazol azonos hatékonyságot mutat (Wilcox és Burr, 1994; Yoder és mtsai., 1995). Ezzel szemben csökkent érzékenységgű izolátumok esetén általánosan elfogadott és leírt jelenség a keresztrezisztencia kialakulása (Schnabel és Dai, 2004; Kendall és mtsai., 1993; Erickson és Wilcox, 1997; Hsiang és mtsai., 1997). Holb és Schnabel (2007) vizsgálták a három triazol *in vitro* és *in vivo* hatását DMI érzékeny és csökkent érzékenységgű *M. fructicola* izolátumok spóráképzésére és gyümölcsrothadás kialakulására őszibarackon. Eredményeik azt mutatták, hogy a csökkent érzékenységgű izolátumoknál a propikonazol csak kismértékben volt hatékony a kezeletlen kontrollhoz képest. A fenbukonazol és a tebukonazol alkalmazása hatékonyabban csökkentette a megbetegedést, mint a propikonazol, de a leghatékonyabb hatóanyag a tebukonazol volt. Az eredmények Schofl és Zinkernagel (1997) korábbi megfigyeléseit támasztják alá. Holb és Schnabel (2007) a rezisztencia kialakulásának megelőzésére a leghatékonyabb triazol és a QoI készítmények felváltott használatát javasolja.

Ismert, hogy ha egy gomba ellenálló egy fungiciddel szemben, akkor az adott csoportba tartozó többi fungicid is hatástalan vele szemben (keresztrezisztencia). Az egész világra kiterjedő FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) évek óta részt vesz a fungicidek megfelelő használatának kidolgozásában a rezisztencia elkerülése érdekében. A jelenleg alkalmazott szerek, amelyekre rezisztencia ellenes stratégiákat dolgoznak ki, 6 csoportba sorolhatók: anilinopirimidinek, benzimidazolok, dikarboximidek, fenilamidok, SBI és QoI fungicidek (Gold, 2004).

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

3.1. *Monilinia* izolátumok származási helye, izolálása és azonosítása

3.1.1. A vizsgálati minták gyűjtése és tárolása

A vizsgálatokhoz a *Monilinia* fajok által jellemző tüneteket mutató fertőzött gyümölcsöket gyűjtöttünk be az ország különböző helységeiből 2009, 2010 és 2012 években gyümölcsültetvényekben, közterületeken, illetve magánházaknál. A 2. táblázatban és az 5., illetve 6. ábrákon foglaltam össze az izolátumok elnevezését, gyűjtési helyüket település és régió szerint, gazdanövényüket, növényi részeket, amelyről gyűjtöttük és a gyűjtés évét.

2. **táblázat:** *Monilinia fructigena* és *M. laxa* izolátumok neve, származási helye, régiója (É=észak, Ny=nyugat, K=kelet, D=dél, Kö=közép), gazdanövénye, begyűjtött fertőzött növényi része és gyűjtési éve.

<i>M. fructigena</i> izolátumok						
Izolátum sorszáma	Izolátum neve	Begyűjtés helyszíne (Helység)	Régió	Gazdanövény	Növényi rész	Gyűjtés éve
1	MFG-AJ-A1	Ajak	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
2	MFG-AH-A2	Almásháza	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
3	MFG-AH-A3	Andráshida	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
4	MFG-AN-A4	Anarcs	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
5	MFG-AA-A5	Aranyosapáti	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
6	MFG-BD-A6	Babosdöbréte	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
7	MFG-BV-P1	Balatonvilágos	Kö.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
8	MFG-BR-A7	Báránd	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
9	MFG-BR-P2	Báránd	É.-Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
10	MFG-BH-A8	Barlahida	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
11	MFG-BH-K1	Barlahida	Ny.-Dunántúl	körte	mumifikált termés	2009
12	MFG-BE-A9	Berkes	Erdély	alma	mumifikált termés	2009
13	MFG-BK-A10	Bicske	Kö.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
14	MFG-BF-A11	Bocfölde	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
15	MFG-(H)BK-A11	(Hadház) Bocskai kert	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
16	MFG-BSZL-SZ-P3	Búcsúszentlászló	Ny.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
17	MFG-BSZL-B1	Búcsúszentlászló	Ny.-Dunántúl	birs	mumifikált termés	2009
18	MFG-CSG-A12	Csenger	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
19	MFG-DB-BSZ-P4	Debrecen	É.-Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
20	MFG-DB-B2	Debrecen	É.-Alföld	birs	mumifikált termés	2009
21	MFG-DB-K2	Debrecen	É.-Alföld	körte	mumifikált termés	2009

22	MFG-DB-A13	Debrecen	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
23	MFG-DB-P5	Debrecen - Pallag	É.-Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
24	MFG-DB-A14	Debrecen - Pallag	É.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
25	MFG-DK-A15	Detk	É.-Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
26	MFG-DO-A16	Doboz	D.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
27	MFG-DR-A17	Dombrád	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
28	MFG-EP-A18	Eperjeske	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
29	MFG-EP-A19	Eperjeske	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
30	MFG-EP-A20	Eperjeske	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
31	MFG-EP-A21	Eperjeske	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
32	MFG-EP-A22	Eperjeske	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
33	MFG-FHGY-A23	Fehérgyarmat	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
34	MFG-FL-A24	Fényeslitke	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
35	MFG-FÖ-K3	Földes	É.- Alföld	körte	mumifikált termés	2009
36	MFG-FÖ-B3	Földes	É.- Alföld	birs	mumifikált termés	2009
37	MFG-FD-A25	Fülesd	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
38	MFG-FGYL-A26	Füzesgyarmat	D.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
39	MFG-FGY-A27	Füzesgyarmat- Garalapos	D.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
40	MFG-GÉ-A28	Gégény	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
41	MFG-GYE-A29	Gyomaendrőd	D.-Alföld	alma	mumifikált termés	2009
42	MFG-GYÖ-P6	Gyöngyös	É.- Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
43	MFG-GYÖ-A30	Gyöngyös	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
44	MFG-GYÖ-ÖB1	Gyöngyös	É.- Magyarország	őszibarack	mumifikált termés	2009
45	MFG-GYŐR-A31	Győr	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
46	MFG-GYT-A32	Györgyarló	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
47	MFG-GY-A33	Győröcske	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
48	MFG-GYT-A34	Győrtelek	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
49	MFG-HH-A35	Herceghalom	Kö.-Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
50	MFG-HH-K4	Herceghalom	Kö.-Magyarország	körte	mumifikált termés	2009
51	MFG-HH-P7	Herceghalom	Kö.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
52	MFG-HF-A36	Hetefejércse	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
53	MFG-ILK-A-37	Ilk	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
54	MFG-KB-P8	Kaba	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
55	MFG-KB-K5	Kaba	É.- Alföld	körte	mumifikált termés	2009
56	MFG-KB-A38	Kaba	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
57	MFG-KB-B4	Kaba	É.- Alföld	birs	mumifikált termés	2009
58	MFG-KL-A39	Kálongatanya	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
59	MFG-KM-P9	Komoró	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
60	MFG-KJ-A40	Kántorjánosi	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
61	MFG-KP-A41	Kápolna	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
62	MFG-KCS-A42	Kerecsend	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
63	MFG-KK-A43	Kiskutas	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
64	MFG-KL-A44	Kislengyel	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
65	MFG-KP-A45	Kispáli	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
66	MFG-KV-GA-A46	Kisvarsány	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
67	MFG-KOM-A47	Komárom	Kö.- Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009

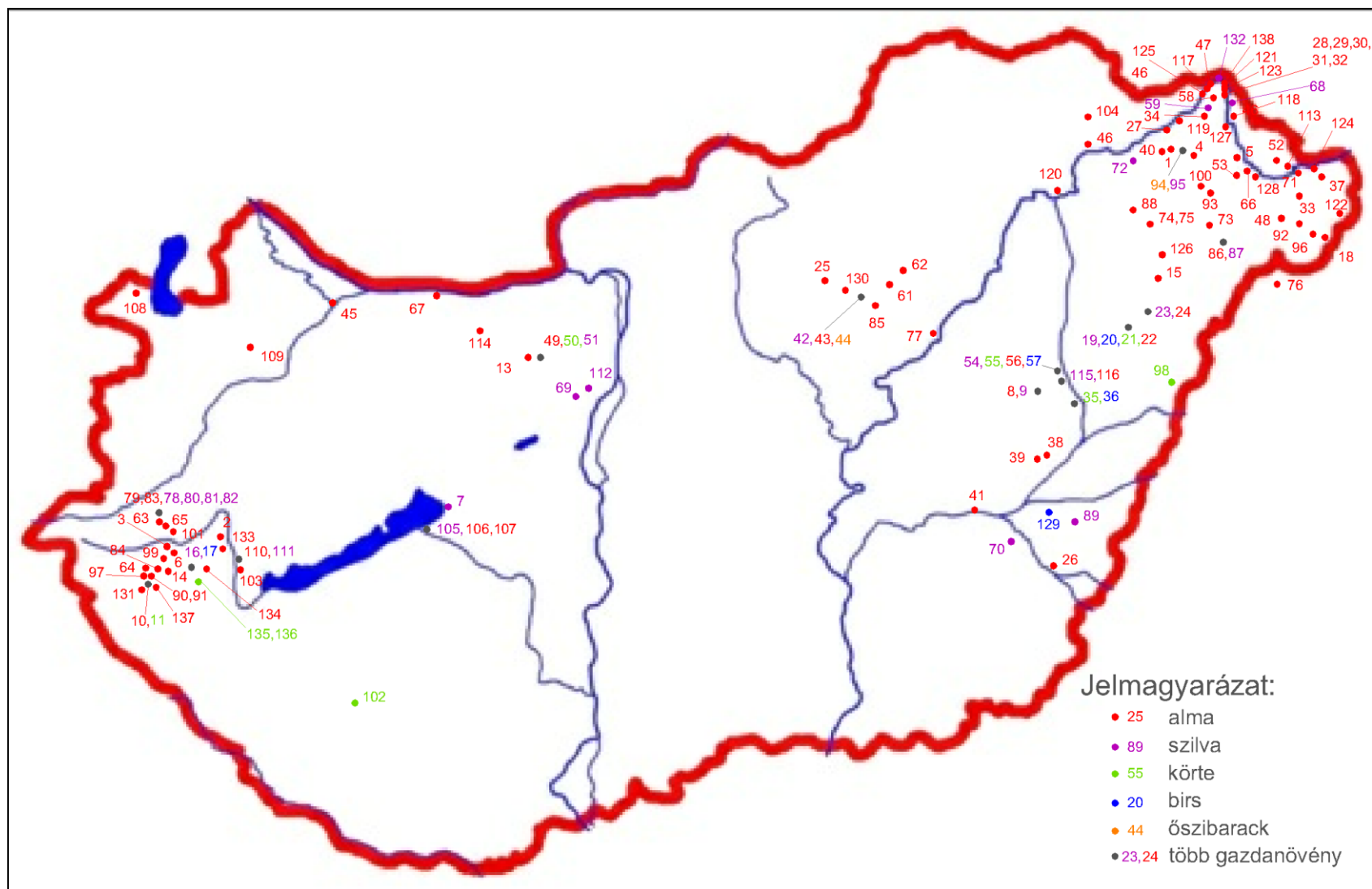
68	MFG-LNY-P10	Lónya	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
69	MFG-MV-P11	Martonvásár	Kö.- Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
70	MFG-MB-P12	Mezőberény	D.-Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
71	MFG-NGY-A48	Nagyar	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
72	MFG-NH-P13	Nagyhalász	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
73	MFG-NH-A-49	Nagyhatár	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
74	MFG-NK-A50	Nagykálló	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
75	MFG-NK-A51	Nagykálló	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
76	MFG-NK-A52	Nagykároly	Erdély	alma	mumifikált termés	2009
77	MFG-NK-BSZ-A53	Nagykörü - Besenyszög	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
78	MFG-NKU-P14	Nagykutas	Ny.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
79	MFG-NKU-A54	Nagykutas	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
80	MFG-NKU-P15	Nagykutas	Ny.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
81	MFG-NKU-P16	Nagykutas	Ny.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
82	MFG-NKU-P17	Nagykutas	Ny.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
83	MFG-NKU-A55	Nagykutas	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
84	MFG-NL-A56	Nagylengyel	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
85	MFG-NÚ-A57	Nagyút	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
86	MFG-NYB-A58	Nyírbátor	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
87	MFG-NYB-P18	Nyírbátor	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
88	MFG-NYH-A59	Nyíregyháza	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
89	MFG-OK-P19	Okány	D.-Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
90	MFG-OL-A60	Ormándlak	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
91	MFG-OLH-A61	Ormándlaki hegy	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
92	MFG-ÖTF-A62	Ökörítőfülpös	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
93	MFG-ŐR-A63	Őr	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
94	MFG-PT-ÖB2	Pátroha	É.- Alföld	őszibarack	mumifikált termés	2009
95	MFG-PT-P20	Pátroha	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
96	MFG-PTY-A64	Pátyod	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
97	MFG-PK-A65	Petrikeresztúr	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
98	MFG-PO-K6	Pocsaj	É.- Alföld	körte	mumifikált termés	2009
99	MFG-RÁM-A66	Rám	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
100	MFG-RH-A67	Rohod	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
101	MFG-SGD-A68	Ságod	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
102	MFG-SK-K7	Sárkút	Ny.-Dunántúl	körte	mumifikált termés	2009
103	MFG-SM-A69	Sármellék	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
104	MFG-SP-A70	Sárospatak	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
105	MFG-SF-P21	Siófok	D.- Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
106	MFG-SF-A71	Siófok	D.- Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
107	MFG-SF-A72	Siófok	D.- Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
108	MFG-SOP-A73	Sopron	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
109	MFG-SOPN-A74	Sopronnémeti	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
110	MFG-SZGYV-A75	Szentgyörgyvár	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
111	MFG-SZGYV-P22	Szentgyörgyvár	Ny.-Dunántúl	szilva	mumifikált termés	2009
112	MFG-TK-P23	Tárnok	Kö.- Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
113	MFG-TP-A76	Tarpa	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009

114	MFG-TB-A77	Tatabánya	Kö.- Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
115	MFG-TT-P24	Tetétlen	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
116	MFG-TT-A78	Tetétlen	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
117	MFG-TB-A79	Tiszabездé	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
118	MFG-TKCS-A80	Tiszakerecseny	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
119	MFG-TK-A81	Tiszakonyár	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
120	MFG-TL-A82	Tiszalök	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
121	MFG-TSZ-A83	Tiszaszentmárton	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
122	MFG-TB-A84	Tisztaberek	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
123	MFG-TM-JA-A85	Tiszamogyorós	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
124	MFG-TI-A86	Túristvándi	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
125	MFG-TU-A87	Tuzsér	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
126	MFG-ÚF-A88	Újfehértó	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
127	MFG-ÚK-IA-A89	Újkenéz	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
128	MFG-VN-A90	Vásárosnamény	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009
129	MFG-VTM-B5	Vésztőmágor	D.- Alföld	birs	mumifikált termés	2009
130	MFG-VIS-A91	Visonta	É.- Magyarország	alma	mumifikált termés	2009
131	MFG-ZGH-A92	Zágorhida	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
132	MFG-ZH-P25	Záhony	É.- Alföld	szilva	mumifikált termés	2009
133	MFG-ZCS-A93	Zalacsány	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
134	MFG-ZI-A94	Zalairice	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
135	MFG-ZSZM-K8	Zalaszentmihály	Ny.-Dunántúl	körte	mumifikált termés	2009
136	MFG-ZSZM-K9	Zalaszentmihály	Ny.-Dunántúl	körte	mumifikált termés	2009
137	MFG-ZT-A95	Zalatárnok	Ny.-Dunántúl	alma	mumifikált termés	2009
138	MFG-ZS-A96	Zsurk	É.- Alföld	alma	mumifikált termés	2009

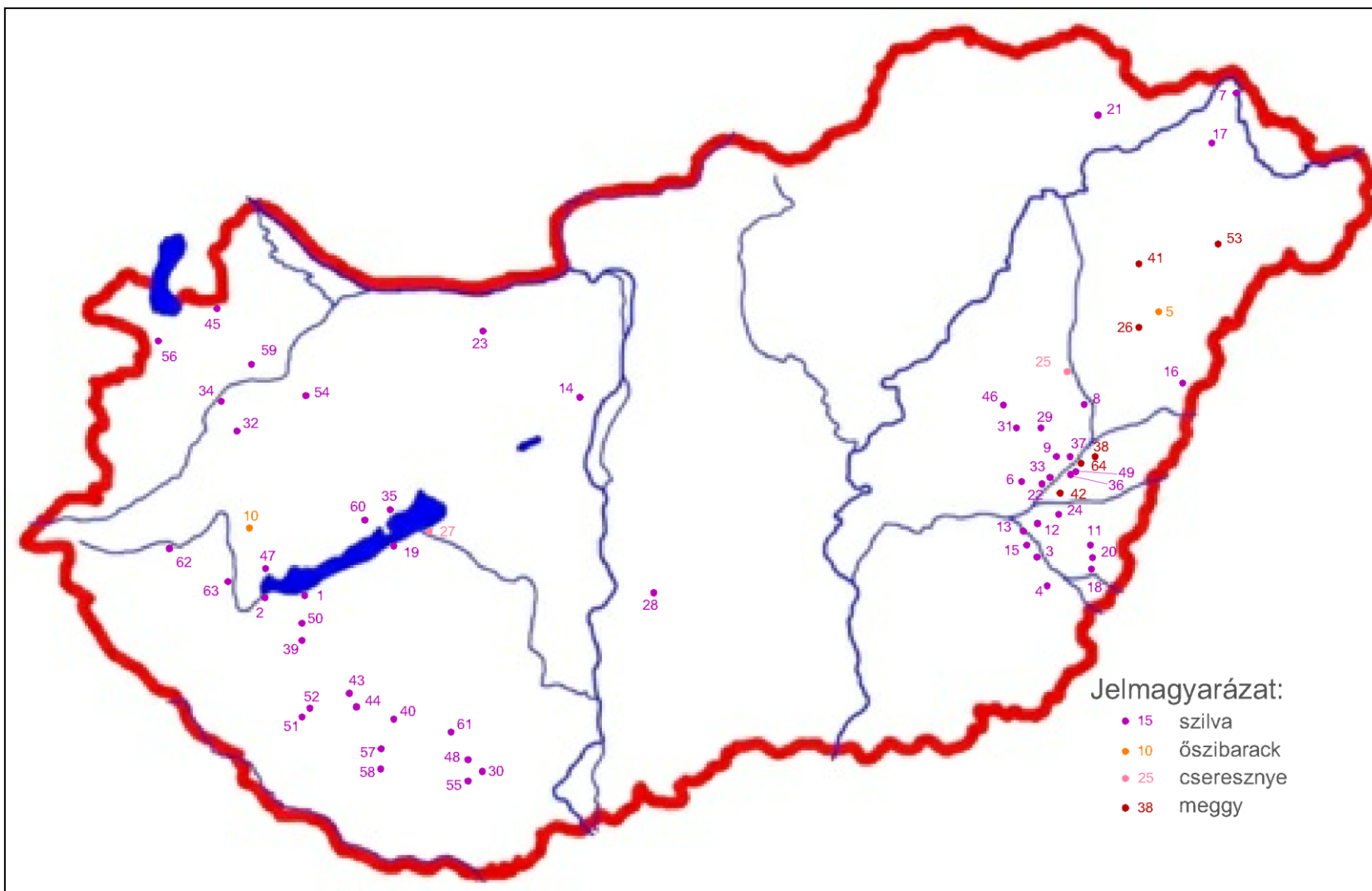
M. laxa izolátumok

Izolátum sorszáma	Izolátum neve	Begyűjtés helyszíne (Helység)	Régió	Gazdanövény	Növényi rész	Gyűjtés éve
referencia	pd20.96	nincs adat	Hollandia	szilva	nincs adat	1996
1	MLX_BF_P1	Balatonfenyves	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2009
2	MLX_BSZGY_P2	Balatonszentgyörgy	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
3	MLX_BE_P3	Békés	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2009
4	MLX_BCS_P4	Békéscsaba	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
5	MLX_DBP_O1	Debrecen - Pallag	K.-Magyarország	őszibarack	mumifikált termés	2009
6	MLX_DV_P5	Dévaványa	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
7	MLX_EP_P6	Éperjeske	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
8	MLX_FO_P7	Földes	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
9	MLX_FGY_P8	Füzesgyarmat	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2009
11	MLX_KNY_P9	Kisnyék	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
12	MLX_KL_P10	Körösladány	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
13	MLX_KT_P11	Köröstarcsa	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
14	MLX_MV_P12	Martonvásár	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2009
15	MLX_MB_P13	Mezőberény	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2009
16	MLX_PO_P14	Pocsaj	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
17	MLX_RKB_P15	Rétközberencs	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2009
18	MLX_SA_P16	Sarkad	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
20	MLX_SKT_P17	Sarkadkeresztúr	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2009
21	MLX_SP_P18	Sárospatak	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009

19	MLX_SZA_P16	Szántód	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2009
22	MLX_SZH_P20	Szeghalom	K.-Magyarország	szilva	termés	2009
23	MLX_VSZ_P21	Vértesszőlős	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2009
24	MLX_VM_P22	Vésztómágor	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2009
10	MLX_ZSZ_O2	Zalaszántó	Ny.-Magyarország	őszibarack	fiatal termés	2009
26	MLX_HSZ_SC1	Hajdúszoboszló	K.-Magyarország	meggy	termés	2010
25	MLX_KB_SC2	Kaba	K.-Magyarország	cseresznye	termés	2010
27	MLX_SF_SC3	Siófok	Ny.-Magyarország	cseresznye	fiatal termés	2010
28	MLX_AK_P23	Akasztó	K.-Magyarország	szilva	termés	2012
29	MLX_BNB_P24	Biharnagybajom	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
30	MLX_BO_P25	Bogád	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
31	MLX_BU_P26	Bucsa	K.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
32	MLX_CD_P27	Celldömölk	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
33	MLX_CS_P28	Csikér	K.-Magyarország	szilva	termés	2012
34	MLX_CSON_P29	Csönge	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
35	MLX_CSOP_P30	Csopak	Ny.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
36	MLX_CSOK_P31	Csökmő	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
37	MLX_DA_P32	Darvas	K.-Magyarország	szilva	termés	2012
38	MLX_FU_SC4	Furta	K.-Magyarország	meggy	termés	2012
39	MLX_GA_P33	Gadány	Ny.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
40	MLX_GO_P34	Gödre	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
41	MLX_HV_SC5	Hajdúvid	K.-Magyarország	meggy	termés	2012
42	MLX_IR_SC6	Iráz	K.-Magyarország	meggy	termés	2012
43	MLX_JU_P35	Juta	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
44	MLX_KPS_P36	Kaposvár	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
45	MLX_KPV_P37	Kapuvár	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
46	MLX_KA_P38	Karcag	K.-Magyarország	szilva	termés	2012
47	MLX_KH_P39	Keszthely	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
48	MLX_KO_P40	Komló	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
49	MLX_KSZ_P41	Kőrösziget	K.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
50	MLX_MA_P43	Marcali	Ny.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
51	MLX_NA_P44	Nagyatád	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
52	MLX_NK_P45	Nagykorpád	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
53	MLX_NYB_SC7	Nyírbátor	K.-Magyarország	meggy	termés	2012
54	MLX_PA_P46	Pápa	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
55	MLX_PE_P47	Pécs	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
56	MLX_SK_P48	Sopronkövesd	Ny.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
57	MLX_SZT_P50	Szentlászló	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
58	MLX_SZV_P51	Szigetvár	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
59	MLX_VA_P52	Vág	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
60	MLX_VASZ_P53	Vászoly	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
61	MLX_VAZS_P54	Vásznok	Ny.-Magyarország	szilva	mumifikált termés	2012
62	MLX_ZE_P55	Zalaegerszeg	Ny.-Magyarország	szilva	termés	2012
63	MLX_ZSZM_P56	Zalaszentmárton	Ny.-Magyarország	szilva	fiatal termés	2012
64	MLX_ZSA_SC8	Zsáka	K.-Magyarország	meggy	termés	2012



5. ábra: *Monilinia fructigena* izolátumok származási helyei.



6. ábra: *Monilinia laxa* izolátumok származási helyei.

A fajok molekuláris azonosításához referencia *M. laxa*, *M. fructigena* és *M. fructicola* törzseket használtam fel (3. táblázat).

3. **táblázat:** A *Monilinia* fajok azonosításához referenciaként felhasznált *Monilinia* izolátumok gazdanövénye, származási helye, származási éve.

Törzskönyvi szám	Fajnév	Gazdanövény	Származás helye	Származás éve
PD 20.96	<i>M. laxa</i>	<i>Prunus cerasus</i> – meggy	Hollandia	1996
PD 4.96	<i>M. fructigena</i>	<i>Malus pumila</i>	Hollandia	1996
SF-BSZ	<i>M. fructicola</i>	<i>Prunus domestica</i> – 'Besztercei' szilva	Magyarország	2009

A fertőzött gyümölcsöket egyenként gyűjtöttük feliratozott papírzacskókba és a vizsgálatokig hűtőszekrényben, 4 °C-on tároltuk.

3.1.2. A kórokozók izolálása táptalajon és a tenyészetek fenntartása

A begyűjtött gyümölcsökről spórákat, micéliumot, vagy ahol módunk volt rá vánkospenésztelepeket izoláltunk, melyeket Petri-csészén steril PDA (39g Potato Dextrose agar, 1000 ml végtérfogatra kiegészítve desztillált vízzel) táptalajon inkubáltuk termosztátban 22 °C-on, sötétben. 2-5 nap elteltével a növekedésnek indult tenyészetek széléről steril bonctű segítségével 1-3 mm átmérőjű, micéliummal átszőtt táptalaj darabokat helyeztünk új, steril táptalajra. Az új tenyészetekből ferde agarra oltottuk a gombák micéliumát és 3-5 napos termosztátban történő inkubációt követően paraffin olajjal töltöttük meg a kémcsöveket, majd hűtőszekrényben 4 °C-on tároltuk a további vizsgálatokhoz. Micéliummal átszőtt táptalajdarabokat -20°C-on is tároltuk 10%-os glicerolban Eppendorf csövekben (Gell és mtsai., 2007).

PDA (100 ml): 3,9 g Potato Dextrose Agar (Scharlau Chemie S. A. 01-483) (tartalma: 0,4g burgonyakivonat, 2g glükóz, 1,5g agar); végső pH: 5,6 ± 0,2; autoklávozás 121 °C-on, 15 percig.

3.1.3. A morfológiai és tenyészbélyegek megállapítása

A fertőzött gyümölcsökön az exogén sztrómák színe és morfológiája alapján azonosítottuk a fajokat. Majd PDA táptalajon a telep morfológiája (színe, mintázottsága, alakja és szegélye, nagysága, illetve a szaporítóképletei) alapján is azonosítottuk a fajokat Van Leeuwen és munkatársai (2002) módszertani leírása alapján. A *Monilinia* fajokat a klasszikus visszafertőzési módszerrel is azonosítottuk: Koch-féle posztulátum alapján almagyümölcsöket fertőztünk vissza, hifával benőtt táptalaj darabot helyeztünk az almagyümölcsön ejtett sebbe, majd egy hetes 22 °C-on történő inkubálást követően a tünetek jellemzői alapján azonosítottuk a fajokat (Van Leeuwen és mtsai., 2002). A végső fajmeghatározáshoz PCR azonosítási reakciót végeztünk (3.1.5. pont módszertani leírása alapján)

3.1.4. Genomi DNS izolálása

A DNS izolálása a GenElute™ Plant Genomic DNA Miniprep Kit (SIGMA-ALDRICH G2N70) segítségével történt. 50 ml PDB (27g Potato Dextrose Broth, 1000 ml végtérfogatra kiegészítve desztillált vízzel) táplevesbe oltott *Monilinia* spp. 2 napig inkubálódtak 22 °C-on rázatva (150 rpm). A genomi DNS izolálást a Kit protokoll leírás alapján végeztük el. Az így nyert tiszta genomi DNS-t -20 °C-on tároltuk.

PDB (100 ml): 2,4g Potato Dextrose Broth (Difco™ 254920), (tartalma: 0,4g burgonyakivonat, 2g glükóz); végső pH: 5,1 ± 0,2, autoklávozás 121 °C-on, 15 percig.

3.1.5. A fajazonosítás PCR-reakciója

A PCR-reakció lényege az, hogy a denaturált DNS két láncához két ismert szekvenciájú, kb. 20 bázispár hosszúságú primert hibridizálunk, melyek a felszaporítandó szakasz két végét jelölik ki, majd DNS-polimeráz segítségével megtörténik a primerek meghosszabbítása. Ez a reakciósor ciklikusan ismétlődik, újabb és újabb általunk meghatározott DNS-szakaszok keletkeznek.

A *Monilinia* fajok izolátumainak fajmeghatározása a következő módszertani leírás alapján történt.

Reakcióelegy (50 µl végtérfogat):

- 1 µl genomi DNS
- 2 µl primer, forward 25 µM (Primer: UniMon_Forw)
- 2 µl primer, reverse 25 µM (Primer: UniMon_Rev)
- 4 µl dNTP Set 5mM (Thermo Scientific R0181)
- 5 µl 5x Green GoTaq® puffer (Promega M3171) ami 7,5 mM MgCl₂-ot tartalmaz
- 0,5 µl GoTaq® DNS-polimeráz (Promega M3171)
- 31,5 µl Milli-Q víz.

Felhasznált primerek:

- Primer: UniMon_Forw: szekvenciája: 5'-TTGAATTCATCGGCTTGGGAGCGG-3'
- Primer: UniMon_Rev: szekvenciája: 5'-
AAGGATCCGAGCAAGGTGTCAAACCTCCAT-3' (Cote és mtsai., 2004).

A PCR készülékben (Kyratu Seyser Cycle SC 200 Serial SC 100 6015) az alábbi lépések szerint történt a reakció (Applied Biosystems 2720 Thermal Cycler):

- | | | |
|-------------------|---|-----------|
| 1. 94 °C → 5 perc | } | 35 ciklus |
| 2. 94 °C → 30 sec | | |
| 3. 65 °C → 30 sec | | |
| 4. 72 °C → 30 sec | | |
| 5. 72 °C → 5 perc | | |
| 6. 4 °C → ∞ | | |

Az így kapott PCR-termékből 10 µl-t (10 µl Milli-Q víz és 4 µl 6x töltő puffer hozzáadásával), 1 %-os agaróz gélben, 10 µl 1 kb DNS-marker mellett futtattam. A fajazonosításhoz a PD 2.96 *M. laxa*, a PD 4.96 *M. fructigena* és az SF-BSZ *M. fructicola* törzseket használtuk referenciaként.

A reakciók során a következő reagensek kerültek felhasználásra:

- **6 x töltő puffer (mintapuffer) (10 ml):** 0,25 % brómfenol kék festék (25 mg), 0,25 % xilén cyanol (25 mg), 40 % szacharóz (4 g), 10 ml-re kiegészítve desztillált vízzel tárolás 4 °C-on
- **1 kb hígított DNS marker (Fermentas, GeneRuler™, SM0311):** 467 µl 1x TE puffer, 100 µl 6x loading puffer, 33 µl GeneRuler™ (SM0311), tárolás 4 °C-on, futtatás: 10 µl (50 mg DNS a 2 és a 3 kb-os sávban),

- **1 x TE puffer (100 ml):** 1 ml 1 M Tris-HCl, 200 µl 0,5 M EDTA, 100 ml-re kiegészítve desztillált vízzel pH: 8,0
- **1 x TBE (Tris-borát-EDTA) gélpuffer (1000 ml):** 100 ml 10 x TBE gélpuffer törzsoldat (109 g Tris, 55,6 g bórsav, 40 ml 0,5 M EDTA, 1000 ml-re kiegészítve desztillált vízzel, pH 8,3), 900 ml desztillált víz pH: 8,0
- **1 %-os agaróz (TBE-ben) (100 ml):** 1 g agaróz, 100 ml 1 x TBE gélpuffer autoklávozás után tárolás 60 °C-on
- **Ethidium-bromid oldat (10 ml):** 100 mg ethidium-bromid, 10 ml-re kiegészítve desztillált vízzel (10 mg/ml) tárolás 4 °C-on, sötét üvegben
- **1,4 %-os agaróz (TBE-ben) (100 ml):** 1,4 g agaróz, 100 ml 1 x TBE gélpuffer autoklávozás után tárolás 60 °C-on.

3.2. Genetikai variabilitás

3.2.1. ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) PCR-reakciója

Ezek a vizsgálatok az azonosított *Monilinia* fajok izolátumai közötti genetikai diverzitásra irányultak. Ehhez ISSR-markerekként olyan primereket (összesen 27-et) választottam, melyeket korábban *M. fructicola* fajnál alkalmaztak.

A vizsgálatokhoz a következő reakcióelegyet állítottuk össze 50 µl végtérfogatra:

- 1 µl genomi DNS
- 4 µl dNTP Set 5mM (Thermo Scientific R0181)
- 4 µl primer 25 µM
- 5 µl 5x Green GoTaq® puffer (Promega M3171) ami 7,5 mM MgCl₂-ot tartalmaz
- 0,5 µl Green GoTaq® DNS-polimeráz (Promega M3171)
- 35,5 µl Milli-Q víz.

Felhasznált primerek: (Fan és mtsai, 2009; Villarino és mtsai, 2011; Groppe és mtsai., 1995; Cekic és mtsai., 2001 és saját tervezés alapján). A kiemelt primerek (4 db) az ISSR-PCR vizsgálatok szempontjából megfelelőnek bizonyultak.

- Primer 206: (GACA) 4 (Fan és mtsai., 2009)
- Primer 207: (GTG) 5 (Fan és mtsai., 2009)
- Primer 208: (AAG) 8 (Fan és mtsai., 2009)
- **Primer 209: (AC) 8 T (Fan és mtsai., 2009)**
- Primer 210: (AG) 8 (Groppe és mtsai., 1995)

- Primer 211: (AG) 8 C (Cekic és mtsai., 2001)
- Primer 212: (AG) 8 G (Fan és mtsai., 2009)
- Primer 213: (AG) 8 CT (Fan és mtsai., 2009)
- **Primer 214: (AG) 8 TC (Villarino és mtsai., 2011)**
- **Primer 215: (AC) 8 TC (Fan és mtsai., 2009)**
- Primer 216: (GT) 7 (Fan és mtsai., 2009)
- **Primer 218: (AC) 8 CT (Fan és mtsai., 2009)**
- Primer 219: (AC) 8 G (Fan és mtsai., 2009)
- Primer 220: (GTC) 6 (Fan és mtsai., 2009)
- Primer 221: (AAG) 6 Fan és mtsai., 2009)
- Primer 222: (GA) 8 TC (Cekic és mtsai., 2001)
- Primer 223: (GA) 8 TG (Cakic és mtsai., 2001)
- Primer 224: (CA) 7 (saját tervezés)
- Primer 225: (AC) 7 (saját tervezés)
- Primer 226: (AC) 8 C (Fan és mtsai., 2009)
- Primer 227: (TG) 8 A (saját tervezés)
- Primer 228: (GA) 8 CT (Villarino és mtsai., 2011)
- Primer 229: (GT) 8 TC (Cekic és mtsai., 2001)
- Primer 230: (GTGCCT) 2 G (saját tervezés)
- Primer 231: (GCCACC) 2 G (saját tervezés)
- Primer 232: (CCGTCA) 2 A (saját tervezés)

A PCR készülékben az alábbi lépések szerint történt a reakció:

- | | | |
|----------------------|---|-----------|
| 1. 94 °C → 3 perc | } | 30 ciklus |
| 2. 94 °C → 1 perc | | |
| 3. 45 °C → 1 perc | | |
| 4. 72 °C → 1:15 perc | | |
| 5. 72 °C → 5 perc | | |
| 6. 4 °C → ∞ | | |

Az így kapott PCR-termékből 50 µl-t (10 µl 6x töltő puffer hozzáadásával), 1,4 %-os agaróz gélben, 15 µl 1 kb DNS-marker mellett futtattam (1h, 110 mV).

3.2.2. RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) PCR analízise

A vizsgálatokhoz a következő reakcióelegyet használtuk 50 µl végtérfogatra:

- 1 µl genomi DNS
- 4 µl dNTP Set 5mM (Thermo Scientific R0181)
- 4 µl primer 25 µM
- 5 µl 5x Green GoTaq® puffer (Promega M3171) ami 7,5 mM MgCl₂-ot tartalmaz
- 0,5 µl Green GoTaq® DNS-polimeráz (Promega M3171)
- 35,5 µl Milli-Q víz.

Felhasznált primerek:

- (323)OPB-01
- (324)OPB-02
- (325)OPB-03
- (326)OPB-04
- (327)OPB-05
- (328)OPB-06
- (329)OPB-07
- (330)OPB-08 (Gell és mtsai., 2007)
- (331)OPB-09
- (332)OPB-10
- (333)OPD-06
- (334)OPD-07
- (335)OPD-08 (Gell és mtsai., 2007)
- (336)OPD-09
- (337)OPD-10
- (338)OPD-16 (Gell és mtsai., 2007)
- (339)OPD-17
- (340)OPD-18
- (341)OPD-19 (Gell és mtsai., 2007)
- (342)OPD-20 (Gell és mtsai., 2007)

A PCR készülékben az alábbi lépések szerint történt a reakció:

1. 94 °C → 5 perc
 2. 94 °C → 1 perc
 3. 35,5 °C → 1:10 perc
 4. 72 °C → 1:10 perc
 5. 72 °C → 10 perc
 6. 4 °C → ∞
- } 40 ciklus

Az így kapott PCR-termékből 50 µl-t (10 µl 6x töltő puffer hozzáadásával), 1,4 %-os agaróz gélben, 15 µl 1 kb DNS-marker mellett futtattam (1h, 110 mV).

3.2.3. ITS (Internal Transcribed Spacer) szekvenciák felszaporítása

A vizsgálatokhoz a következő reakcióelegyet használtuk 50 µl végtérfogatra:

- 1 µl genomi DNS
- 2 µl ITS1Mlx primer 25 µM
- 2 µl ITS4Mlx primer 25 µM
- 4 µl dNTP Set 5mM (Thermo Scientific R0181)
- 5 µl 5x Green GoTaq® puffer (Promega M3171) ami 7,5 mM MgCl₂-ot tartalmaz
- 0,5 µl Green GoTaq® DNS-polimeráz (Promega M3171)
- 31,5 µl Milli-Q víz.

Felhasznált primerek:

ITS1Mlx: 5'- TATGCTCGCCAGAGAATAATC -3'

ITS4Mlx: 5'- TGGGTTTTGGCAGAAGCACACC -3' (Ioos és Frey, 2000)

A PCR készülékben az alábbi lépések szerint történt a reakció:

1. 94 °C → 5 perc
2. 94 °C → 30 sec
3. 65 °C → 30 sec
4. 72 °C → 30 sec
5. 72 °C → 5 perc
6. 4 °C → ∞



Az így kapott PCR-termékből 10 µl-t (4 µl 6x töltő puffer hozzáadásával), 1 %-os agaróz gélben, 15 µl 1 kb DNS-marker mellett futtattam. (1 h, 120 mV).

3.2.4. PCR sávok kiértékelése

Az ISSR- és RAPD-PCR elvégzése után a gélelektroforézis eredményeképpen létrejött sávmintázatot a GelAnalyzer 2010 program (<http://www.gelanalyzer.com>) segítségével elemeztük, és a polimorf sávok jelenlétéhez, illetve hiányához bináris változókat rendeltünk (1, illetve 0), majd az így kapott adatokat mátrixba rendeztük és UPGMA cluster analízist

(<http://genomes.urv.cat/UPGMA/index.php?entrada=Example3>) követően dendrogramon ábrázoltuk.

3.2.5. Nei index

Az ISSR adatokból Nei (1975) szerint számoltam ki a *M. laxa* izolátumok genetikai diverzitását (H_T). A H_T genetikai diverzitás felosztható a szubpopulációkon belüli (H_S) és azok közötti genetikai diverzitásra (D_{ST}). $H_T = H_S + D_{ST}$ minden összetevőjét kiszámoltuk Nei (1987) alapján. A gén differenciációs koefficiensét a következőképpen számoltuk Nei (1987) szerint: $G_{ST} = D_{ST} / H_T$.

A G_{ST} adatok értékei 0.0 (nincs különbség a szubpopulációk között) és 1.0 (teljes különbség a szubpopulációk között) közé eshet. A populációk közötti génáramlás mennyisége Nm , ahol N a valódi populáció méret és m az egyedek azon része a populációban, amelyek bevándorlók. Ennek a becslésére a következő összefüggést használtuk Wright (1951) alapján: $Nm = 0,5 \times (1 / G_{ST} - 1)$.

Ha $Nm < 1$, akkor a szubpopulációk között különbség van és hajlamosak a differenciálódásra, míg ha $Nm > 1$, csekély különbség van a szubpopulációk között (Wright, 1951).

3.3. Járványdinamika és előrejelző modellek

3.3.1. Ültetvények helyszínei és jellemzői

Két kelet-magyarországi almagyümölcsösben (Nagykálló és Eperjeske) végeztük a járványdinamikai vizsgálatokat 2002 és 2006 között. Ezekben a kutatási felvételezésekben ténylegesen még nem vettem részt, azonban az eredmények feldolgozásában és elemzésében igen. A telepítés 4 x 1,5 m-es térállásban Nagykállóban M9-es, míg Eperjeskén M26-os alanyokon történt 1996-ban. A magyar ökológiai termesztési irányelveket (Anon, 1997) alkalmazzuk az IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) szabványokhoz igazodva (Anon, 2000). A károsítók elleni éves védekezési menetrendeket 2002-2006 évekre a 4. táblázat tartalmazza. A permetezéseket Kertitox 2000 axialventillátoros permetezőgéppel végeztük, 1000 l/ha permetlémmennyiséggel. A csapadékmennyiséget és a hőmérsékletet METOS agrometeorológiai állomással mértük (Pessl Instrument GmbH, Weiz, Ausztria) mindkét kísérleti helyen május 1-től október 10-ig.

4. táblázat: Permetezési ütemterv (Nagykálló és Eperjeske, 2002-2006).

Nagykálló				Eperjeske			
Dátum	Fenol. állapot	Fungicid neve	Dózis	Dátum	Fenol. állapot	Fungicid neve	Dózis
2002				2002			
ápr. 01	rügyfakadás	Rézklorid 50 WP	2,0 kg ha ⁻¹	márc. 26	rügyfakadás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 14	zöld hajtás	Cuproxat FW	1,0 l ha ⁻¹	ápr. 05	zöld hajtás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 22, 28, máj. 4, 14, 21, 29., jún. 3, 12, 15, júl. 11, 25., aug. 15, 31, szept. 5, 14	zöld hajtás után	Tiosol	10,0 l ha ⁻¹	ápr. 13, 24, máj. 2, 9, 18, 27, jún. 2, 12, 24, júl. 1, 8, 22, aug. 8, 15, 27, szept. 5, 14, 25	zöld hajtás után	Szulfur 900 FW	4.0 kg ha ⁻¹
2003				2003			
márc. 29	rügyfakadás	Rézklorid 50 WP	2,0 kg ha ⁻¹	márc. 27	rügyfakadás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 06	zöld csúcs	Rézklorid 50 WP	1,0 kg ha ⁻¹	ápr. 04	zöld hajtás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 15, 22, 28, máj. 5, 17, 25, jún. 1, 14, 27, júl. 14, 26, aug. 4, 21, 31, szept. 5, 14, 21	zöld hajtás után	Kumulus S	4,0 kg ha ⁻¹	ápr. 13, 18, 27, máj. 9, 14, 26, jún. 6, 17, 29, júl. 11, 26, aug. 8, 19, 30, szept. 2, 11, 21	zöld hajtás után	Szulfur 900 FW	4.0 kg ha ⁻¹
2004				2004			
ápr. 01	rügyfakadás	Rézklorid 50 WP	1,0 kg ha ⁻¹	márc. 29	rügyfakadás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 15	zöld hajtás	Cuproxat FW	1,0 l ha ⁻¹	07.ápr	zöld hajtás	Rézklorid 50WP	2.0 kg ha ⁻¹
ápr. 23, 27, máj. 5, 13, 20, 29, jún. 2, 11, 14, júl. 18, 27, aug. 7, 24, szept. 15, 27	zöld hajtás után	Tiosol	10,0 l ha ⁻¹	10, 23 ápr., 5, 11, 19, 26 máj., 4, 17, 28 jún., 6, 20 júl., 2, 15, 31 aug., 9, 21 szept.	zöld hajtás után	Tiosol	10.0 kg ha ⁻¹
2005				2005			
márc. 28	rügyfakadás	Rézklorid 50 WP	2,0 kg ha ⁻¹	31.márc	rügyfakadás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 07	zöld csúcs	Rézklorid 50 WP	1,0 kg ha ⁻¹	ápr. 08	zöld hajtás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
ápr. 17, 21, 30, máj. 6, 16, 24, jún. 1, 13, 26, júl. 17, 25, aug. 10, 16, 31, szept. 3, 11, 23	zöld hajtás után	Kumulus S	4,0 kg ha ⁻¹	ápr. 9, 15, 23, máj. 2, 10, 18, 26, jún. 5, 18, 27, júl. 9, 21, aug. 7, 17, 31, szept. 3, 11, 24	zöld hajtás után	Szulfur 900 FW	5.0 kg ha ⁻¹
2006				2006			
ápr. 02	rügyfakadás	Cuproxat FV	1,0 l ha ⁻¹	márc. 31	rügyfakadás	Rézklorid 50 WP	2.0 kg ha ⁻¹
április 13	zöld hajtás	Rézklorid 50 WP	1,0 kg ha ⁻¹	ápr. 06	zöld hajtás	Cuproxat FW	1.0 kg ha ⁻¹
április 20, 26, május 3, 11, 20, 25, június 1. 9. 20, július 10, 18, 28, augusztus 5, 20, 31, szeptember 11, 28	zöld hajtás után	Tiosol	11,0 l ha ⁻¹	ápr. 14, 21, máj. 1, 8, 15, 24, jún. 1, 10, 23, júl. 1, 10, 21, aug. 5, 14, 25, szept. 2, 9, 17	zöld hajtás után	Kumulus S	5.0 kg ha ⁻¹

3.3.2. Kísérleti tervezés és a betegség járványdinamikai felvételezése

Mindkét ültetvényben ugyanazon három almafajtát (korai: Prima és késői: Idared és Mutsu) választottuk ki a betegség felvételezéséhez 2002 és 2006 között. A hónapenkénti gyümölcsméretet az 5. táblázat szemlélteti. A gyümölcsök éréshez közeli fenológiai állapotukban fogékonyabbak a betegségre (Van Leeuwen és mtsai., 2000; Xu és mtsai., 2001). Mindkét gyümölcsösben 4 ismétlésben végeztük a felvételezéseket. 20 fát választottunk ki véletlenszerűen. Minden kiválasztott fán körülbelül 100 gyümölcsöt vizsgáltunk heti rendszerességgel május 20-tól augusztus 30-ig a Prima fajtán és október 10-ig az Idared és Mutsu fajtákon. A gyümölcsfertőzöttség gyakoriságát a beteg gyümölcsök százalékos aránya alapján számoltuk.

5. táblázat: Gyümölcsfejlődési állapotok (mm átmérő méretben) májustól kora októberig a három almafajtán (2002-2006, Nagykálló és Eperjeske).

Hónap	Prima	Idared	Mutsu
május közepe	8,0 ^a ±0,4 ^b	5,1±0,5	5,3±0,3
június közepe	36,1±1,2	34,1±1,3	37,6±0,6
július közepe	61,2±1,8	52,1±1,7	62,7±1,3
augusztus közepe	70,1±2,6	65,6±2,0	73,2±1,7
szeptember közepe	-	73,9±2,4	80,7±2,1
október eleje	-	76,3±3,2	82,3±3,3

^a A két helyszín kétéves átlag értékei

^b Az átlagok szórása.

3.3.3. Függvényábrázolás és -változók

A heti rendszerességgel nyert adatokat idősoros függvényben ábrázoltuk, majd háromparaméteres logisztikus modellt illesztettünk az adatsorra:

$$Y_t = Y_f / (1 + e^{-\beta(t-M)})$$

A modell paraméterei: Y_t = a betegség gyakorisága t időpontban, Y_f = betegség fertőzöttségi gyakorisága az utolsó felvételezési időpontban (%), β = a betegséglefolyás relatív sebessége és M = inflexiós pont, ahol a betegséglefolyás a leggyorsabb. A modell az R 2.8.1 „nlme” (nonlinear mixed-effect) statisztikai programmal került illesztésre (Anon, 2008). A legjobban illeszkedő modell kiválasztásához az Akaike's Information Criterion (AIC) és a Bayesian Information Criterion (BIC) használtuk fel.

3.3.4. Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia kidolgozása (GEVS)

A GEVS-t három lépésben fejlesztettük ki: először megalkottunk egy alapmodellt, aztán előrejeleztük az első gyümölcsrothadási tünetek megjelenését és végül a rovarsérülések előrejelzését összekapcsoltuk a gyümölcsrothadás mértékével (7. ábra). Az alapmodell négy részből áll:

- a kórokozó almodellek számítógépes szimulációjával történő adatbevitel és elemzés
- a betegség gyakoriságán alapuló termésveszteségi küszöbértékek kiszámítása
- járványintenzitási szintek meghatározása
- betegség elleni védekezési módszerek kidolgozása az egyes járványintenzitási szinten

Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia (GEVS)		
1. lépés: Alapmodell		
Számítógépes alapú szimulációs program: kórokozó almodell		
2. lépés: Az első gyümölcsrothadás tünetek megjelenésének előrejelzése	1. Alapvető biológiai adatok és gyümölcsrothadás specifikus elemző módszerek	3. lépés: A gyümölcs rovarsérüléseinek előrejelzése
	2. Küszöbérték	
	1. érték 2. érték... x. érték	
	3. Járványintenzitás	
	1. szint 2. szint... x. szint	
	4. Döntési modul betegség elleni védekezési módszerekkel	
	1. szint 2. szint... x. szint	

7. ábra: Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia módszertani elemei.

3.3.5. Alapmodell

Az alapmodellben az adatbevitel és elemzés patogén almodellek számítógépes szimulációjával történt. Ehhez az időszaki spóraszóródás becsléséhez autoregressziós modelleket használtunk (hat autoregressziós paraméterrel, Φ_i) (Holb, 2008 módszere alapján) *M. fructigena*-ra kifejlesztve: $Y_t = \sum \Phi_i Y_{t-1} + a_t$. Erre alapozva Holb (2008) a Gompertz függvényt arra használta, hogy leírja az időszakos spóraszóródás és a betegség gyakorisági adatok közötti kapcsolatot, és ezzel a gyümölcsrothadási folyamat időbeni lefolyása előrejelezhető volt a spóraszóródási adatok alapján. A termésveszteségi küszöbérték és a járványintenzitási szint meghatározásához az alapmodellben a gyümölcsrothadási folyamat

küszöbértékét, az AUDPCs, Y_f és a β paraméterek maximális értékét adtuk meg, amit a háromparaméteres Gompertz függvénymodellből határoztunk meg. Ezek alapján a döntésmódul is meghatározhatóvá vált.

3.3.6. Az első tünetek megjelenése és a rovarsérülések előrejelzése

Az első tünetek megjelenését Holb és Scherm (2007) tanulmánya alapján határoztuk To kezdőidőpont meghatározásával. Holb és Scherm (2008) tanulmánya alapján tudjuk, hogy a gyümölcssérülések jelentős részét az almamoly lárvája okozza. Ebben a tanulmányban kidolgozott almamoly feromoncsapdázás és a rovarsérülés közötti regressziós egyenletet, valamint a rovarsérülés és gyümölcsrothadás gyakorisága közötti korrelációs értékeket használtuk az előrejelző modellünkben a rovarsérülések küszöbérték szintjeinek meghatározásához.

3.3.7. A GEVS gyakorlati értékelése permetezési programokban

Eperjeskén és Nagykállón, Idared fajtánál három blokkban vizsgáltuk a GEVS hatékonyságát. Az első blokk kezelése a GEVS alapján történt, a másodikban IFOAM előírásait használtuk, míg a harmadik kontroll (kezelés nélküli) parcellaként funkcionált. A vizsgálatokat 2006-2008 között végeztük négy ismétlésben. A területeket először Funguran-OH 50 WP-vel (77% réz-hidroxid, Spiess-Urania Chemicals GmbH, Hamburg, Németország) kezeltük minden alkalommal (2006. február 15, 2007. február 19, 2008. február 11) 1 kg/ha dózisban. További permetezések: Kumulus S (80% oldott kén, BASF, Hungary Ltd., Budapest, Magyarország) 4 kg/ha dózisban gyümölcsötés utáni ötödik héttől szüretig. Almamoly ellen Dipel ES-t (3,2 % *Bacillus thuringiensis*, Valent Biosciences, USA) használtunk. Holb és Scherm (2008) szerint minden évben a gyümölcsrothadás gyakoriságát és a rovarsérülés előfordulásának gyakoriságát szüretkor értékeltük. A három blokk különbségeit varianciaanalízissel értékeltük SZD 5%-os valószínűségi szinten.

3.4. Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóira környezetkímélő termesztési rendszerekben

A vizsgálatokat Eperjeskén két termő korú almaültetvényben végeztük el. Az egyik kísérleti ültetvényben integrált, a másikban az ökológiai termesztés szabályai szerint kezeltük

a területet a telepítés évétől 1996-tól kezdődően. Mindkét ültetvényben a vizsgálatokat Idared almafajtán végeztük. A telepítés 5 × 2 m-re történt M26-os alanyon. Az ökoültetvényben réz és kéntartalmú készítményeket, valamint olajokat és Bt készítményt használtunk, míg integrált termesztésben szintetikus fungicidek és inszekticidek hatását vizsgáltuk meg (6. táblázat). Összesen 4 permetezési programot hasonlítottunk össze. Integrált termesztésben a standard permetezési program mellett csökkentett permetezési programot valósítottunk meg. A csökkentett permetezési programban is ugyanazokat az anyagokat használtuk, de a tenyészidő második felében a permetezések gyakoriságát csökkentettük, mely 25%-os permetezés-szám csökkenésben realizálódott. Az ökoültetvényekben a standard permetezési program mellett szintén megvalósult a csökkentett permetezési program, mely 40%-os permetezés-szám csökkenésben realizálódott.

2008 és 2009 augusztus végén a levelek és gyümölcsök varasodásfertőzöttségi gyakoriságát vételeztük fel kezelésenként 5 fán. Minden egyes fán 50 véletlenszerűen kiválasztott levél és gyümölcs tünetfelmérésével határoztuk meg a fertőzöttség gyakoriságát. Ugyanezen a napokon 20 véletlenszerűen kiválasztott hajtás és 50 véletlenszerűen kiválasztott gyümölcs lisztharmat-fertőzöttségét is meghatároztuk kezelésenként 5 fán. A gyümölcsök monília fertőzöttségét ugyancsak kezelésenként 5 fán és fánként 50 véletlenszerűen kiválasztott gyümölcsön vételeztük fel. A statisztikai elemzéseket variancia-analízissel hajtottuk végre SZD 5%-os valószínűségi szinten. A permetezési programok közötti különbségeket külön elemeztük az integrált és az ökológiai termesztésben.

6. táblázat: Csökkentett permetezési programokhoz felhasznált növényvédőszer (Eperjeske, 2008, 2009).

Ökológiai ültetvényekben használt növényvédő szerek				
Növényvédő szer	Hatóanyag	Gyártó	Alkalmazhatóság	Dózis
Champion 50 WP	77% rézhidroxid	Kwizda	almatermésűek, csonthéjasok	2-3 l/ha
Dipel Wp	<i>Bacillus thuringiensis</i> var <i>kurstaki</i> spóra, toxin	Biocont	almatermésűek, csonthéjasok	1-3 kg/ha
Kocide 2000	53,8 % rézhidroxid	DuPont	almatermésűek, csonthéjasok	1-3 kg/ha
Kumulus S	80 % kén	BASF	almatermésűek, csonthéjasok	0,3-0,7 %
Nordox 75 WG	86 % réz-oxid	Nordox Industrier AS	almatermésűek, csonthéjasok	1,2-1,6 kg/ha
Olajos rézkén	90 g/l réz, 210 g/l kén, 420 g/l paraffinolaj	Agroterm	almatermésűek, csonthéjasok	3-4 %
Rézkén 650 FW	200g/l fémréz, 450g/l kén	Agroterm	almatermésűek, csonthéjasok	0,4-0,55 l/ha
Rézoiklorid 50 WP	50% rézoiklorid	Agroterm	alatermésűek, csonthéjasok	2-3 kg/ha
Vektafid S	7% poliszulfid kén, 58%	Corax-Bioner Zrt	alatermésűek,	25-50 kg/ha

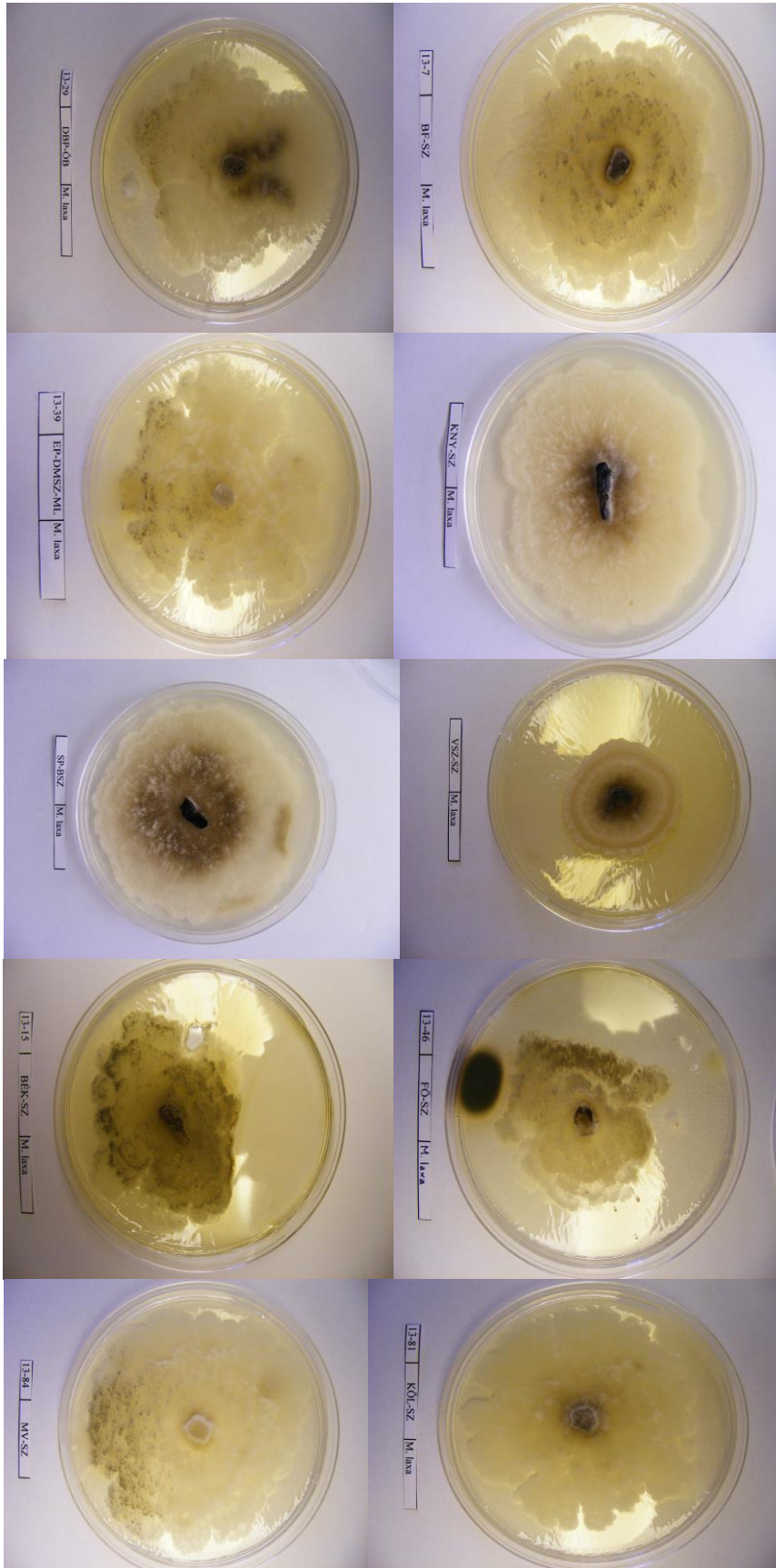
	vazelinolaj		csonthéjasok	
Integrált termesztésben használt növényvédő szerek				
Növényvédő szer	Hatóanyag	Gyártó	Alkalmazhatóság	Dózis
Alsystin 25 WP	25% triflumuron	Bayer	almatermésűek	0,4-0,75 kg/ha
Dimilin 25 WP	25% diflubenzuron	Crompton	almatermésűek	0,1 l/m ²
Efuzin 500 Sc	500 g/l dodin	Arysta	alma, körte, őszibarack	1 l/ha
Folicur Solo	25% tebukonazol	Bayer	csonthéjasok, alma	0,5 l/ha
Insegar 25 WG	25% fenoxikarb	Syngenta	csonthéjasok, alma	0,3-0,6 kg/ha
Rovral Aquaflow	500 g/l iprodion	BASF (DE)	almatermésűek	1 l/ha
Runner 2F	240g/l metoxifenozyd	Dow Agroscienses	almatermésűek	0,4-0,5 l/ha
Score 250 EC	250 g/l difenokonazol	Syngenta (CH)	őszibarack	0,2 l/ha
Sythane Duplo	240 g/l miklobutanil	Dow AgroScienses	csonthéjasok	0,13 l/ha
Vertimec 1,8 EC	1,8 % abamektin	Syngenta	almatermésűek	0,75 l/ha
Zato Plusz	50% trifloxistrobin, 80% kaptán	Bayer	almatermésűek	1db kombi csomag/ha

3.5. Fungicid-rezisztencia vizsgálat

A vizsgálatokhoz a *Monilinia* fajok ellen használt növényvédő szerek közül tizet teszteltünk (7. táblázat). A gombaölő szerek csomagolásán feltüntetett gyártó által javasolt dózis alapján 0,5x, 1x és 2x-szeres töménységeket PDA táptalajba kevertük. Erre helyeztük a kiválasztott *M. laxa* izolátumok 3 napos tenyészeiből kivágott táptalaj korongot (kb. 6mm átmérő). Összesen 12 *M. laxa* izolátumot teszteltünk (MLX-SP-P18, MLX-FO-P7, MLX-DBP-O1, MLX-SF-SC3, MLX-VSZ-P21, MLX-BF-P1, MLX-KL-P10, MLX-EP-P6, MLX-KNY-P9, MLX-KB-SC1, MLX-BE-P3, MLX-MV-P12) (8. ábra). A PDA táptalajon sötétben, 22 °C-on tartott izolátumok növekedését (telepátmérőt) mértük 5 és 10 napos inkubálást követően és a fungicid hatóanyagok növekedést gátló hatását %-ban fejeztük ki. A kísérletet négyszer ismételtük meg.

7. táblázat: Fungicid rezisztencia vizsgálatokhoz felhasznált növényvédő szerek jellemzői.

Növényvédő szer	Hatóanyag	Gyártó	Alkalmazhatóság	Dózis
Captan 50 WP	50 % kaptán	Arysta (US)	almatermésűek	2-3,2 kg/ha
Chorus 50 WG	500 g/kg ciprodinil	Syngenta (CH)	alma, körte	0,4-0,45 kg/ha
Indofil M-45	80% mankoceb	Indofil Ch. (I)	almatermésűek	2-3,2 kg/ha
Kén 800 FW	800 g/l kén	Agrokémia Sellye Rt.	kajszibarack	6-7 l/ha
Mirage 45 EC	450 g/l prokloráz	Makhteshim (IL)	csonthéjasok	0,3-0,5 l/ha
Signum WG	27% boszkalid+7% piraklostrobin	BASF (DE)	csonthéjasok	0,75-1 kg/ha
Sythane Duplo	240 g/l miklobutanil	Dow AgroScienses	csonthéjasok	0,13 l/ha
Teldor 500 SC	500 g/l fenhexamid	Bayer (DE)	csonthéjasok	1 l/ha
Topas 100 Ec	10% penkonazol	Syngenta (CH)	csonthéjasok	0,5 l/ha
Topsin M 50 WP	70% tiofenát-metil	Nippon Soda (JP)	almatermésűek	0,8-1,6 kg/ha



8. ábra: A fungicid rezisztencia vizsgálatban tesztelt *Monilia laxa* izolátumok (MLX-SP-P18, MLX-FO-P7, MLX-DBP-O1, MLX-VSZ-P21, MLX-BF-P1, MLX-KL-P10, MLX-EP-P6, MLX-KNY-P9, MLX-BE-P3, MLX-MV-P12).

4. EREDMÉNYEK

4.1. Fajazonosítás klasszikus és molekuláris biológiai módszerekkel

Az ország minden tájáról származó, összesen 202 fertőzött növényi részből 138 *M. fructigena* és 64 *M. laxa* fajt sikerült izolálni. Ez az eredmény is alátámasztja azt a korábbi megfigyelést (Holb, 2003; Petróczy és mtsai., 2012; Szódi és mtsai., 2012), mely szerint hazánkban döntően ez a két faj fordul elő országos szinten. Alma gyümölcsről 97 izolátumot gyűjtöttünk, melyek mindegyike *M. fructigena* volt. Birsalmán 5 *M. fructigena* izolátumot találtunk, körtén pedig 9-et. 80 szilváról származó izolátumot vizsgáltunk meg, melyek közül 25 *M. fructigena* és 55 *M. laxa* volt. Őszibarack mintáinkon 2 *M. fructigena*-t és 2 *M. laxa*-t azonosítottunk, míg cseresznye mintáinkon 2 és meggyen 6 *M. laxa*-t azonosítottunk. Ezzel azt a korábbi megfigyelést támasztottuk alá, miszerint a *M. fructigena* elsősorban almagyümölcsöket betegít meg, míg a *M. laxa* kedvelt gazdanövényei pedig inkább a csonthéjasok (Wormald, 1954; Byrde és Willetts, 1977; Willetts és Bullock, 1993 és Glits, 2000; Van Leeuwen és mtsai., 2002; Gell és mtsai., 2007; Ma és mtsai., 2003; Cote és mtsai., 2004)

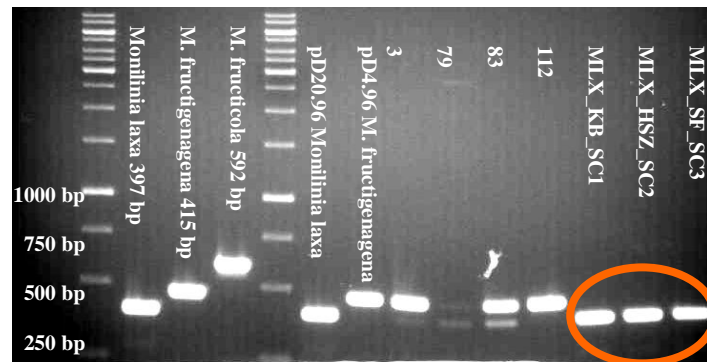
A Koch-féle posztulátum alapján visszafertőzött almagyümölcsökön 1-2 mm nagyságú, okkersárga, illetve szürke színű exogén sztrómák jelentek meg, mely alapján egyértelműen *M. fructigena* volt azonosítható (9a ábra). A táptalajon történő azonosítás egyértelműen *M. fructigena* és *M. laxa* telepmorfológiai jellemzőit igazolta vissza (9b,c ábra).



9. ábra: a) *Monilinia fructigena* gombafajjal visszafertőzött alma gyümölcs b) *M. laxa* PDA táptalajon c) *M. fructigena* PDA táptalajon (Fotók: Fazekas Mónika).

A molekuláris biológiai módszerrel történő azonosítás is igazolta, hogy az izolátumok a *M. laxa* és a *M. fructigena* fajokhoz tartoznak. A 10. ábra mutatja, hogy a referencia törzsek

által adott sávok a gélfotón milyen mérettartományban helyezkednek el és ezekhez viszonyítva a saját izolátumaink melyik fajhoz tartoznak.



10. ábra: *Monilinia* fajok fajazonosítása molekuláris biológiai módszerrel.

4.2. Genetikai variabilitás vizsgálat

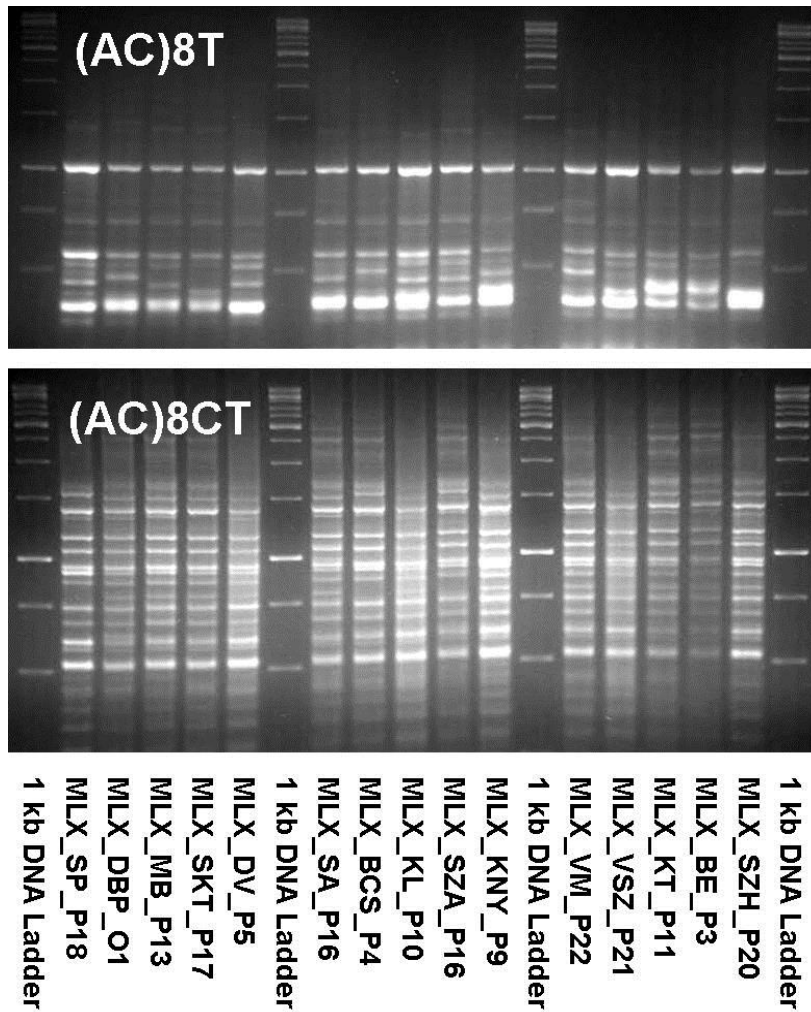
4.2.1. ISSR-PCR értékelés

A *Monilinia laxa* izolátumok esetében a kísérlethez felhasznált primerek közül 4 bizonyult a vizsgálat szempontjából alkalmasnak, melyek összesen 53 sávot adtak a PCR reakció során (11. ábra, 8. táblázat), ezek közül 20 volt monomorf, 33 pedig polimorf. Primerekre lebontva ez azt jelentette, hogy az (AC)₈T primerrel végzett reakció során összesen 8 sávot kaptunk, ezek közül 4 volt monomorf és 4 polimorf. Az (AG)₈TC esetén 13 sávot kaptunk (5 monomorf, 8 polimorf). Az (AC)₈TC primernél 12 sávot kaptunk (2 monomorf, 10 polimorf) és az (AC)₈CT esetén pedig összesen 20 sávot kaptunk (9 monomorf, 11 polimorf) (8. táblázat).

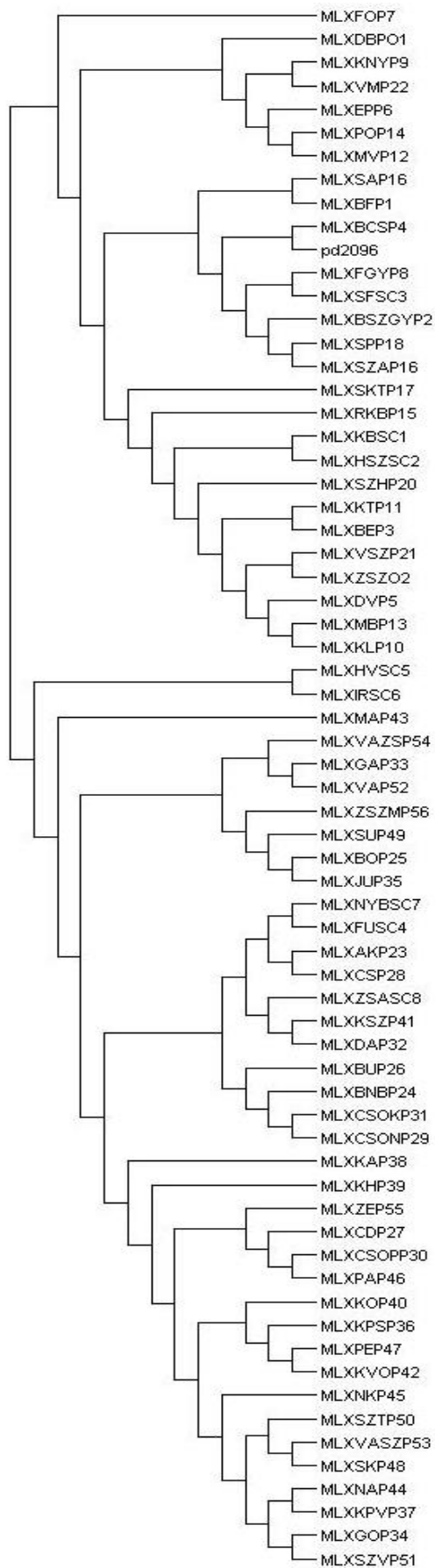
A kapott sávmintázatok (GelAnalyzer 2010) (<http://www.gelanalyzer.com>) elemzését követően bináris mátrixok készültek: a sávok megléte 1, a sávok hiánya 0. UPGMA (<http://genomes.urv.cat/UPGMA/index.php?entrada=Example3>) segítségével dendrogram készült (12. ábra). A törzsfa szerkezetén jól látható, hogy alapvetően két nagy ágat különböztethetünk meg, melyek aztán több kisebbre ágaznak el. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a különböző csoportok kialakulása nem köthető egyértelműen sem az izolátumok földrajzi elterjedéséhez, sem pedig a gazdanövényhez.

8. táblázat: *Monilinia laxa* izolátumok ISSR-PCR vizsgálat eredménytáblázat.

Primer szekvencia	Monomorf fragmentumok	Polimorf fragmentumok	Σ / pr	Mérettartomány (bp)
(AC)8T-209	4	4	8	420-1018
(AG)8TC-214	5	8	13	347-1147
(AC)8TC-215	2	10	12	394-879
(AC)8CT-218	9	11	20	521-1487
Σ	20	33	53	~350 - ~1500



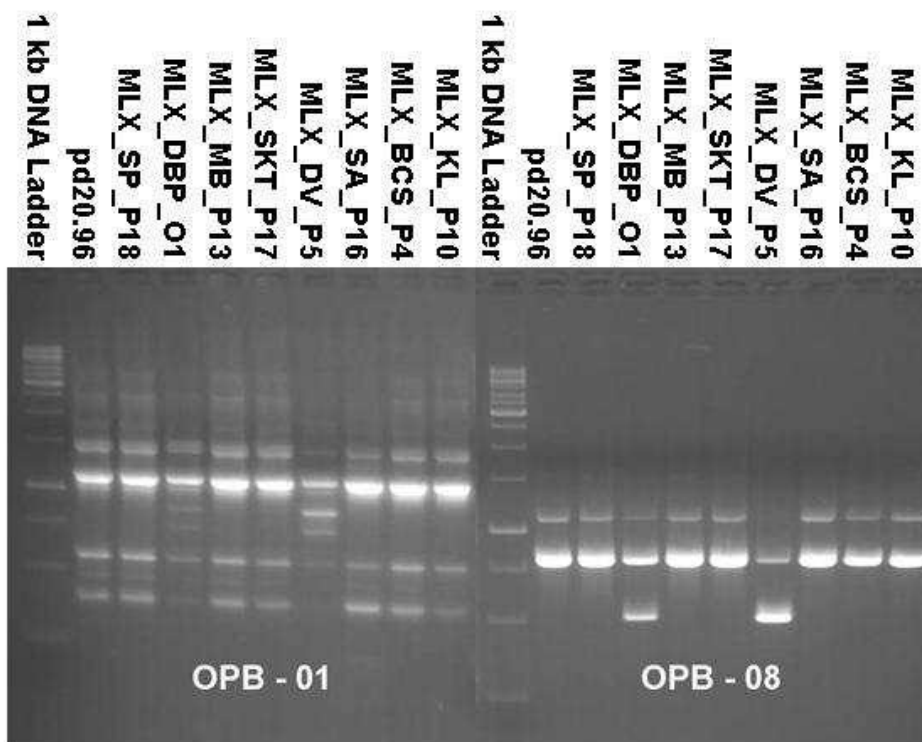
11. ábra: *Monilinia laxa* izolátumok ISSR-PCR analízise (AC)8T és (AC)8CT primerekkel. (Az ISSR-PCR analízis ismétlésekor ugyanazon mintánál minden esetben ugyanaz a mintázat alakult ki).



12. ábra: *Monilinia laxa* izolátumok ISSR-PCR analízise során készült dendogramja.

4.2.2. RAPD-PCR értékelés

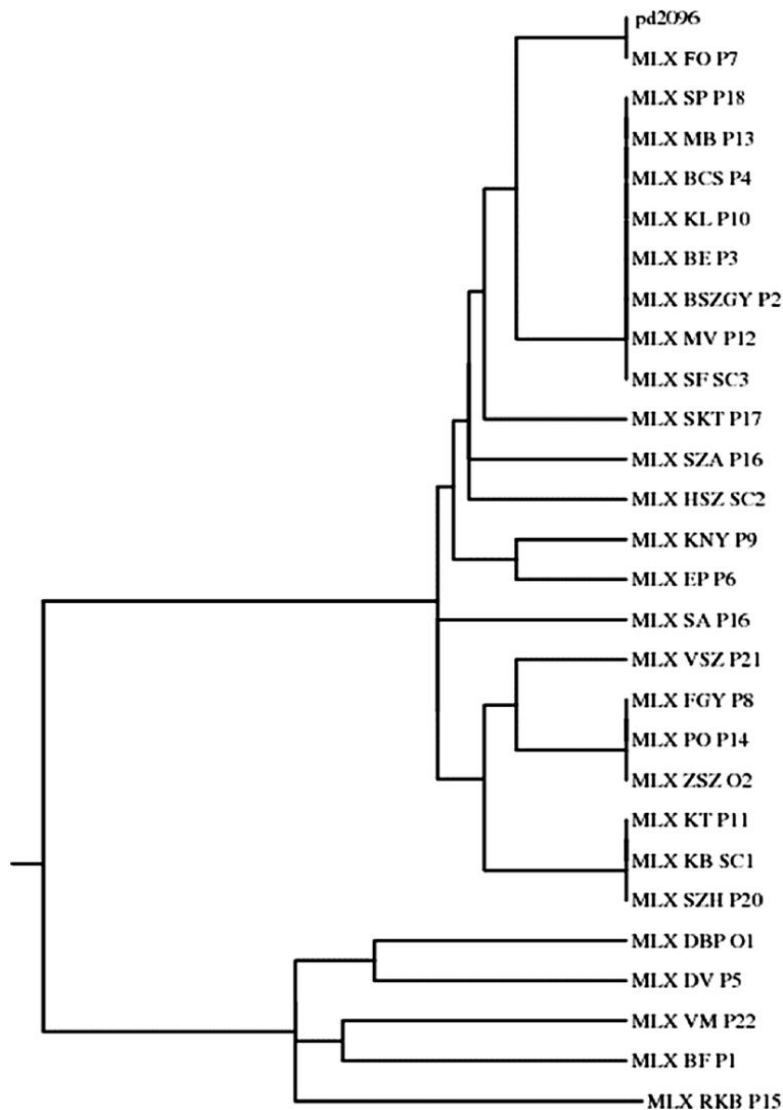
A *Monilinia laxa* izolátumok esetében a tesztelt 39 primerből 20 bizonyult alkalmasnak a vizsgálat szempontjából, ahol tiszta és reprodukálható sávok jöttek létre (13. ábra) és ezek RAPD markerekként voltak használhatóak. Mindegyik 1-8 sávot eredményezett, melyek mérete 200 és 1500 bázispár mérettartományba esik. A PCR vizsgálat eredményéből összesen 82 sáv jött létre, melyekből 28 volt polimorf és 54 monomorf (9. táblázat). A RAPD-PCR vizsgálat eredményei alapján is az állapítható meg, hogy a különböző csoportok kialakulása nem köthető egyértelműen sem az izolátumok földrajzi elterjedéséhez, sem pedig a gazdanövényhez (14. ábra).



13. ábra: *Monilinia laxa* izolátumok RAPD-PCR analízise OPB-01 és OPB-08 primerekkel. (Az RAPD-PCR analízis ismétlésekor ugyanazon mintánál minden esetben ugyanaz a mintázat alakult ki).

9. táblázat: *Monilinia laxa* izolátumok RAPD-PCR vizsgálat eredménytáblázata.

Primer	5' - 3' szekvencia	Polimorf fragmentumok	Monomorf fragmentumok	Teljes
(323)OPB-01	GTTTCGCTCC	2	4	6
(324)OPB-02	TGATCCCTGG	0	1	1
(325)OPB-03	CATCCCCCTG	1	1	2
(326)OPB-04	GGACTGGAGT	0	5	5
(327)OPB-05	TGCGCCCTTC	0	3	3
(328)OPB-06	TGCTCTGCCC	0	1	1
(329)OPB-07	GGTGACGCAG	3	2	5
(330)OPB-08	GTCCACACGG	2	1	3
(331)OPB-09	TGGGGGACTC	3	0	3
(332)OPB-10	CTGCTGGGAC	2	4	6
(333)OPD-06	ACCTGAACGG	7	0	7
(334)OPD-07	TTGGCACGGG	0	3	3
(335)OPD-08	GTGTGCCCCA	4	2	6
(336)OPD-09	CTCTGGAGAC	0	2	2
(337)OPD-10	GGTCTACACC	0	6	6
(338)OPD-16	AGGGCGTAAG	4	0	4
(339)OPD-17	TTCCCACGG	0	0	0
(340)OPD-18	GAGAGCCAAC	0	7	7
(341)OPD-19	CTGGGGACTT	0	8	8
(342)OPD-20	ACCCGGTCAC	0	4	4
Összesen:	20 primers	28	54	82



14. ábra: *Monilinia laxa* izolátumok RAPD-PCR analízise során készült dendogramja.

4.2.3. ITS szekvenálás értékelése

A 356 bp hosszú termékeket (ITS1-5,8S rRNS gén-ITS2) megszekvenáltattuk (Eurofins MWG Operon's DNA sequencing service: Eurofins Genomics, Ebersberg, Németország). Valamennyi izolátum esetében a nukleotid sorrend teljesen azonosnak bizonyult. Azonban a többszörös illesztés során az EMBL-EBI adatbázisban található szekvenciák egyikétől (FM999834) különbség mutatkozott. Az ott megadott szekvencia (Batra, 1991) 215. bp-ja guanin volt, míg a mi szekvenciáink és az adatbázis másik szekvenciája (AB125618) ugyanitt adenint tartalmaz (15. ábra). Az eltérés szekvenálási

hibának valószínűsíthető, amely származhat a szekvenálási kromatogram nem megfelelő vizuális elemzéséből.

(<http://www.ebi.ac.uk/ena/data/view/FM999834>,<http://www.ebi.ac.uk/ena/data/view/AB125618>)

```

CLUSTAL format alignment by MAFFT (v6.832b)

ML1      gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
ML6      gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
ML12     gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
ML24     gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
ML18     gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
AB125618 gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
FM999834 gtactatataaatagttaaaactttcaacaacggatctcttgggtctggcatcgatgaaga
*****

ML1      acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
ML6      acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
ML12     acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
ML24     acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
ML18     acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
AB125618 acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
FM999834 acgcagcgaatgcgataagtaaatgtgaattgcagaatcagtgatcatcgaatctttg
*****

ML1      aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
ML6      aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
ML12     aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
ML24     aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
ML18     aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
AB125618 aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
FM999834 aacgcacattgcgccccttgggatccgggggggcatgcctgttcgagcgtcatttcaacc
*****

ML1      ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
ML6      ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
ML12     ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
ML24     ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
ML18     ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
AB125618 ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
FM999834 ctcaagcacagcttggataggatctatgtcagcaatggcaggctctaaaatcagtgggc
*****

ML1      gcgccgtgggtcctgaacgtagtaata-----
ML6      gcgccgtgggtcctgaacgtagtaataatct-----
ML12     gcgccgtgggtcctgaacgtagtaataatc-----
ML24     gcgccgtgggtcctgaacgtagtaataatctctc----
ML18     gcgccgtgggtcctgaacgtagta-----
AB125618 gcgccgtgggtcctgaacgtagtaataatctctcgtta
FM999834 -----

```

15. ábra: *Monilinia laxa* ITS szekvenálás analízise.

4.2.4. A genetikai szerkezet elemzése

Az *M. laxa* izolátumok genetikai szerkezetének elemzésékor a földrajzi elhelyezkedés, a gazdanövény és a gyümölcs érettségi állapotának figyelembe vételével az ISSR-PCR és RAPD-PCR adatok azt mutatták, hogy a szubpopulációkon belüli diverzitás ($H_S=0,824-0,382$ és $0,956-0,961$) a teljes genetikai diverzitásnak a 99%-a ($H_T=0,832-0,838$ és $0,962-0,968$) (10. táblázat).

10. táblázat: Nei-féle genetikai diverzitás értékek (teljes genetikai diverzitás, szubpopulációkon belüli és közötti genetikai diverzitás, géndifferenciálódási együttható) *M. laxa* populációk közötti génáramlás 3 földrajzi elhelyezkedés (Nyugat-Magyarország, Északkelet-Magyarország, Dél-Magyarország), 3 gazdanövény (szilva, őszibarack, meggy) és 3 gyümölcsérési állapot (fiatal, érett, mumifikált) esetén.

Populációk	H_T	H_S	D_{ST}	G_{ST}	N_m
ISSR-PCR					
3 földrajzi elhelyezkedés	0,838	0,832	0,006	0,007	70,29
3 gazdanövény	0,832	0,824	0,007	0,009	53,86
3 gyümölcs érettségi állapot	0,836	0,831	0,004	0,005	99,15
RAPD-PCR					
3 földrajzi elhelyezkedés	0,962	0,957	0,005	0,005	93,98
3 gazdanövény	0,962	0,956	0,006	0,006	81,31
3 gyümölcs érettségi állapot	0,963	0,957	0,006	0,006	83,06

A szubpopulációk közötti genetikai diverzitás ($D_{ST}=0,004-0,007$ és $0,005-0,007$) ugyanilyen feltételek mellett viszont mindössze 1%-os volt. A szubpopulációk közötti gén differenciálódás (G_{ST}) relatív terjedelme 0,005 és 0,009, illetve 0,005 és 0,007 közötti értékeket mutatott. A generációnkénti migrációs szám (N_m) 53,9 és 99,2, illetve 73,8 és 93,0 közöttinek mutatkozott, ami a populációk közötti csekély különbségre utal. Az eredményekből arra következtethetünk, hogy a három populáció egymáshoz nagyon hasonló.

4.3. Járványdinamikai vizsgálatok és az előrejelző módszerek kidolgozása

4.3.1. Időjárási tényezők

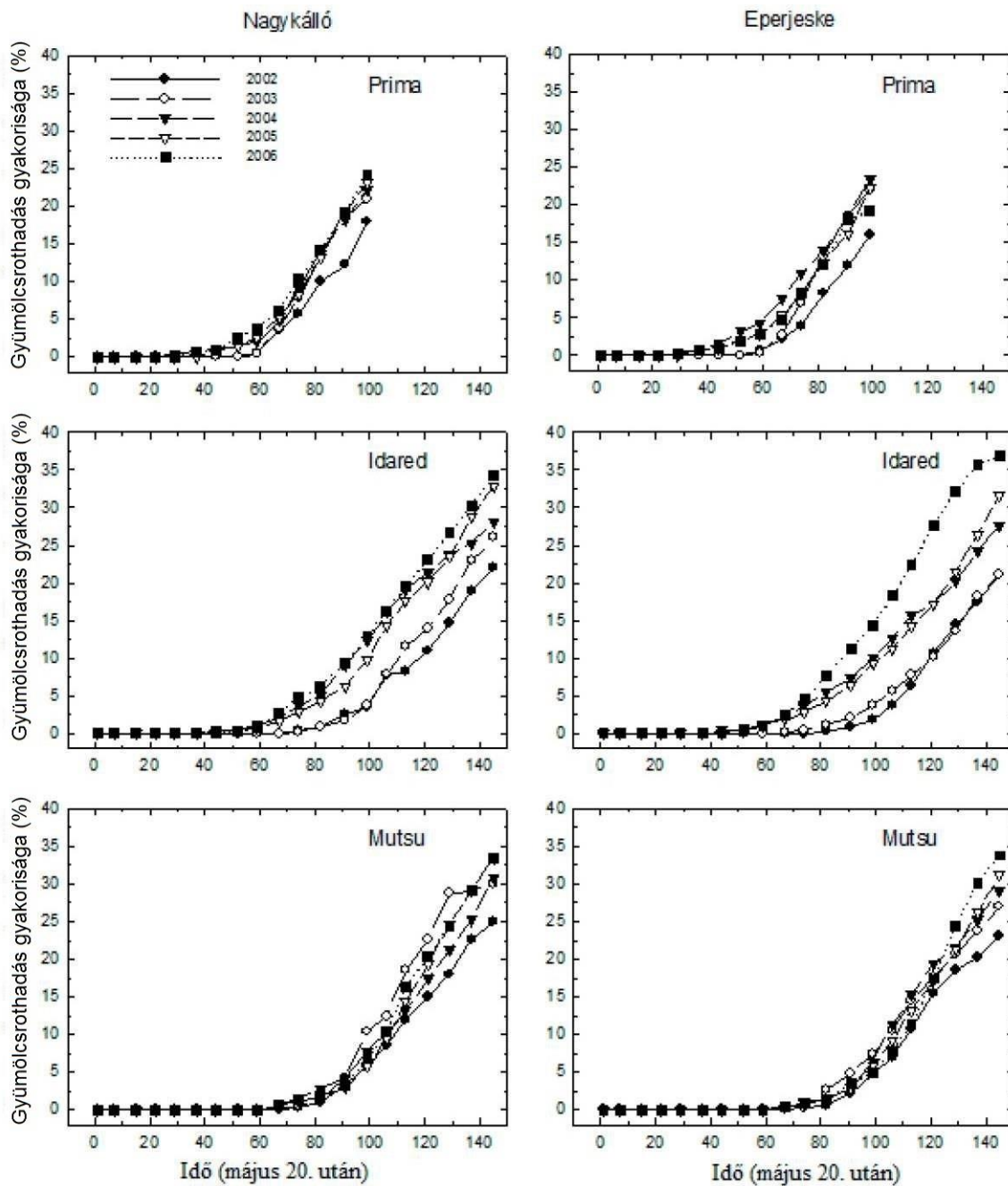
A 2002-2008 időszak havi középhőmérséklet és a csapadékmennyiség eloszlását a 11. táblázat mutatja. A 2003 szárazabb évjárat kedvező volt az almamoly kártételének, míg a 2005, 2006, 2007 és 2008 évek a betegségek kialakulásának kedveztek.

11. táblázat: Havi középhőmérsékleti (minimum és maximum) és csapadékmennyiségi adatok (Eperjeske és Nagykálló, 2002-2008)

Év	Középhőmérséklet (°C)		Csapadékmennyiség (mm)	
	Nagykálló	Eperjeske	Nagykálló	Eperjeske
2002	11,2; 23,3	10,2; 22,1	227,3	298,7
2003	10,9; 22,6	10,6 ; 21,5	185,2	202,5
2004	10,6; 21,9	10,1; 22,1	287,3	278,2
2005	11,4; 23,1	10,1; 20,9	300,2	303,2
2006	10,1; 21,9	10,8; 20,7	321,1	311,1
2007	10,9; 23,3	10,9; 22,0	314,1	298,1
2008	10,1; 22,0	10,4; 21,9	345,1	333,2

4.3.2. Gyümölcsrothadás időbeni gyakorisága

Prima almafajtánál a monilíniás megbetegedés minden évben és mindkét helyszínen június végén vagy július elején kezdődött, míg Idared és Mutsu fajtáknál július végére vagy augusztus első napjaira tehető. A betegség lefolyása folyamatos növekedést mutatott 6-8 hétig a szüret előtti időszakban, majd kiegyenlítődött évtől, ültetvénytől és elhelyezkedéstől függően (16. ábra).



16. ábra: A *Monilinia fructigena* által előidézett gyümölcsrothadás gyakorisága 3 almafajta esetében (Prima, Idared és Mutsu) két almaültetvényben (Nagykálló és Eperjeske) 2000-2006 években.

A monilíniás gyümölcsrothadást, ahogy az 14. ábrán is látható az év, a fajta és a helyszín is befolyásolta. Valamennyi variációban az adatokra legjobban illeszkedő modell a 3 paraméteres logisztikus modell volt, ezért a modell kialakításánál is erre a modellre alapoztunk.

4.3.3. Gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégia

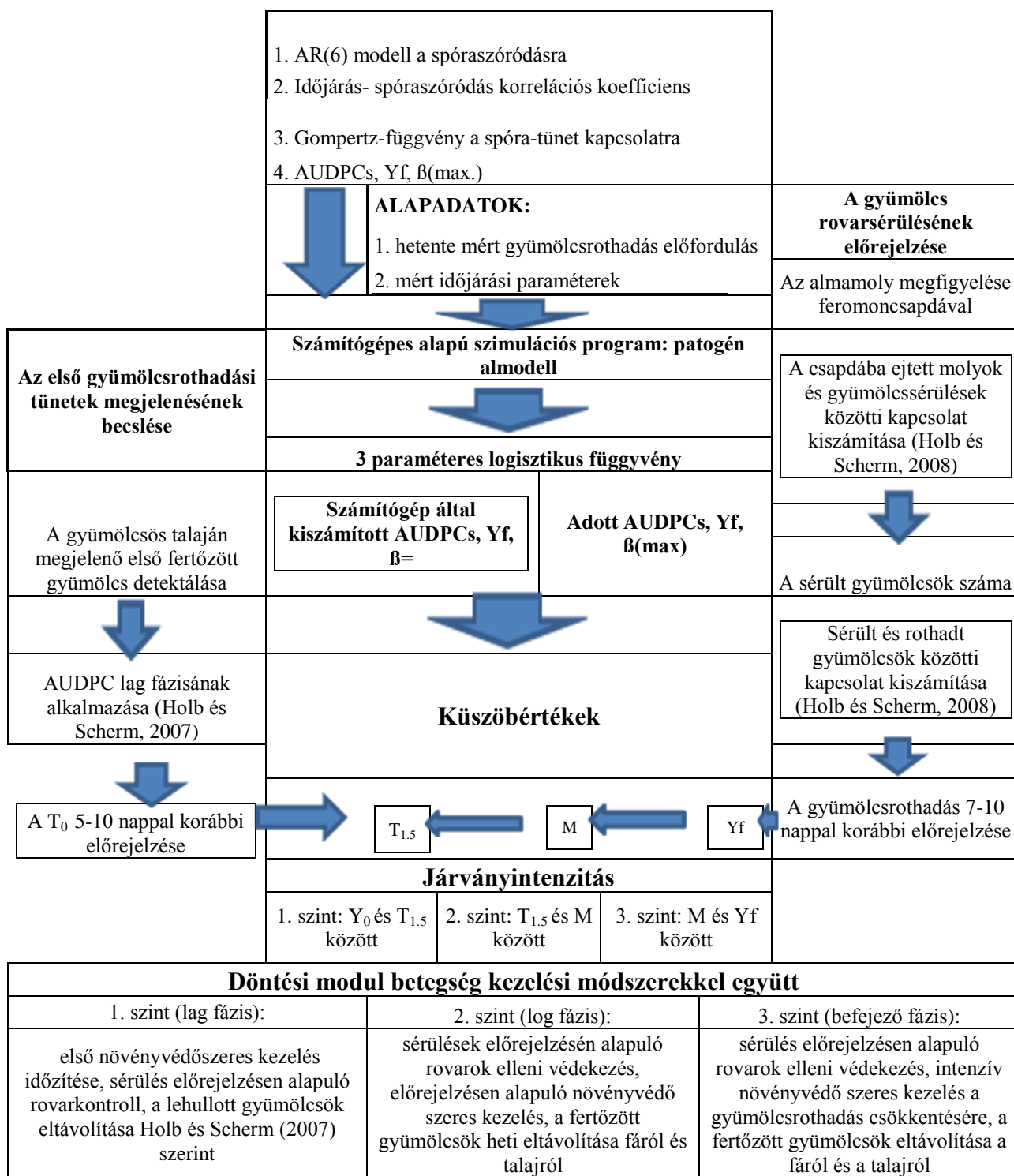
A gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégiánk megalkotásához egy számítógépes kórokozó almodellt használtunk, amelyhez az ültetvényekben gyűjtött adatokat és matematikai elemzési módszereket (matematikai függvényeket, illetve azokból származtatott paramétereket) használtunk fel (17. ábra). Ezek a következők: i) AR6 modell a spóraszóródásra, ii) korrelációs együtthatók az időjárási tényezőkre, iii) 3 változós Gompertz függvény, a spóraterjedés és a betegség terjedése közti kapcsolat leírására, iv) a járványt leíró 3 paraméteres logisztikus függvényből származó $AUDPC_s$, Y_f és β értékek. Az $AUDPC_s$, Y_f és β értékek egy adott időponthoz tartozó függvényre vonatkoznak. Ezeket hasonlítottuk össze a számítógépes program futtatásakor megadott maximum értékekkel. Ha a kiszámított értékek elérték a megadott maximális szintet, akkor szükségessé vált a fertőzöttségi gyakoriság küszöbértékeinek meghatározása. Az első küszöbérték az az időpont, amikor a gyümölcsfertőzöttség eléri a 1,5 %-ot ($T_{1,5}$), a második az inflexiós pont (M), a harmadik (egyben utolsó) pedig a maximális fertőzöttségi érték (Y_f). Mindegyik küszöbérték a betegség egy intenzitási szintjének felel meg (17. ábra).

Az GEVS első küszöbértéke az első fertőzött gyümölcs megjelenési idejének előrejelzésére szolgál. Holb és Scherm (2007) vizsgálatai szerint ehhez a gyümölcsös talaján megjelenő első fertőzött gyümölcsöt kell detektálni, majd az $AUDPC$ lag fázisának alkalmazásával előre tudjuk jelezni az első tünetek megjelenését a fákon (T_0) (17. ábra). Ezzel a megközelítéssel lehetővé válik, hogy 5-10 nappal az első tünetek megjelenése előtt előrejelezhessük a betegséget a fákon.

A GEVS hatékonysága nagyban függ a rovarsérülések előrejelzésétől. Ennek alapja az almamolyok feromoncsapdázása. A befogott molyok és gyümölcssérülések közötti kapcsolat kiszámításához Holb és Scherm (2008) regressziós modelljeit használhatjuk fel. Majd erre alapozva a sérült és megbetegedett rothadt gyümölcsök közötti kapcsolat kiszámítását is elvégezhethetjük (17. ábra). Mindezek alapján 7-10 nappal korábban tudjuk előre jelezni az újonnan fertőzött, sérült gyümölcs megjelenését.

A fentiek alapján a döntési modellben 3 védekezési szakaszt lehet elkülöníteni. Az első a rovarok elleni megelőző védekezésre és földre hullott sérült gyümölcsök eltávolítására alapoz Holb és Scherm (2007) eredményei alapján. A második a sérülések előrejelzésén alapuló rovarok elleni védekezés és a fertőzött gyümölcsök heti eltávolítása fáról és talajról. A harmadik, egyben utolsó szakaszban, sérülés előrejelzésen alapuló folyamatos rovarok elleni

védekezés, valamint a gyümölcsrothadás csökkentése érdekében fungicides permetezés és a fertőzött gyümölcsök folyamatos eltávolítása.

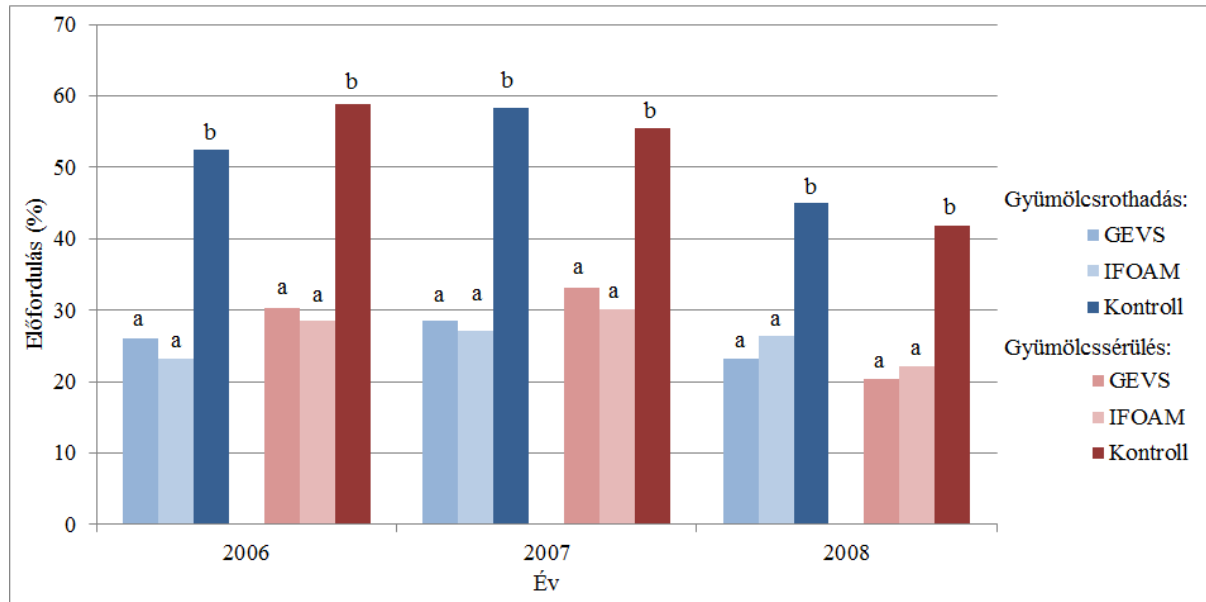


17. ábra: Gyümölcsrothadás előrejelző és kezelési stratégia (GEVS) *Monilinia fructigena* ellen almagyümölcsösben. AR6 modell: autoregresszív modell 6 autoregresszív paraméterrel, AUDPC: a betegség folyamatát leíró görbe alatti terület (% napok); AUDPCs: a betegség folyamatát leíró görbe alatti egységes terület (% napok); Y_f : az utolsó betegség előfordulás (%); β : relatív növekedési változó (nap^{-1}); T_0 : az az időpont, amikor a gyümölcsön előforduló tünetek először megjelennek a fán (nap); $T_{1.5}$: az az időpont, amikor a betegség eléri az 1.5 %-ot (nap), és M : inflexió pont napokban mérve.

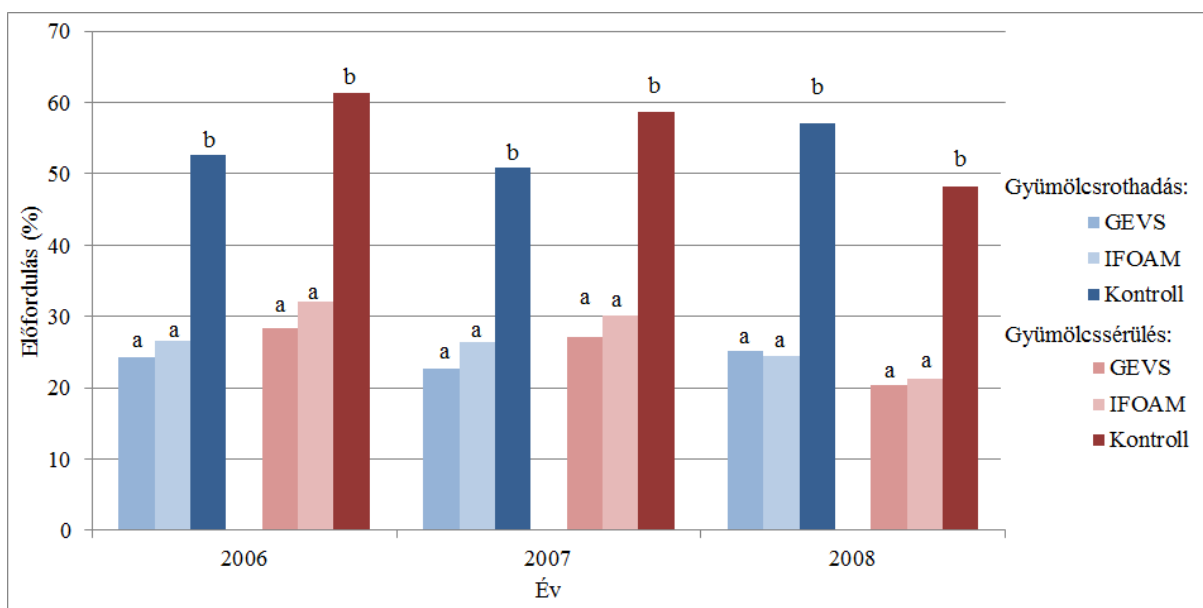
4.3.4. A GEVS gyakorlati értékelése általános permetezési programokban

A gyümölcsrothadás elleni éves permetezésszám 8 és 12 között változott a hagyományos IFOAM permetezési rendszerben, ugyanakkor az új GEVS védekezési stratégiával ez 6-8 alkalomra csökkenthető mindkét ültetvényben és mindhárom évben (18., 19. ábrák). Az új GEVS stratégiával a gyümölcsrothadás elleni védekezések száma ökológiai almaültetvényekben 22.2-33.3%-kal csökkent az IFOAM általános permetezési rendjével szemben. A gyümölcsrothadás és gyümölcssérülés gyakorisága szignifikánsan nem különbözött a GEVS és az IFOAM permetezési programokban, ugyanakkor mindkét programban szignifikánsan ($P < 0,05$) alacsonyabb volt a kezeletlen kontroll területekhez képest.

A GEVS stratégia az éves permetezések számát harmadával csökkentette, ami 2-4-szer kevesebb kezelést jelent a nyár folyamán (18., 19. ábrák). A gyümölcsrothadás elleni nyári permetezéscsökkenés egybeesik a varasodás elleni kezelés elhagyásával, mivel az időszak második felében a gyümölcs ellenállóbbá válik a ventúriás varasodással szemben.



18. ábra: Permetezésszám, utolsó gyümölcsrothadás előfordulása és a sérülések előfordulásának aránya szüret idején (%) a három hónapos permetezési programban a két almagyümölcsösben (Nagykálló, 2006-2008). Permetezésszám GEVS 2006 8,3; 2007 7,5; 2008 7,5; permetezésszám IFOAM 2006 12,0; 2007 9,3; 2008 10,5; $LSD_{0,05}$ 2006 2,6; 2007 1,4; 2008 2,0. Gyümölcsrothadás $LSD_{0,05}$ 2006 10,7; 2007 12,1; 2008 8,9; gyümölcssérülés $LSD_{0,05}$ 2006 11,2; 2007 10,1; 2008 9,6.

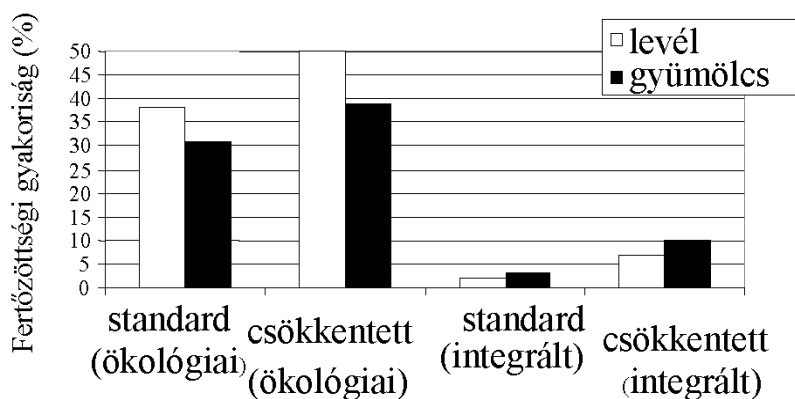


19. ábra: Permetezésszám, utolsó gyümölcsrothadás előfordulása és a sérülések előfordulásának aránya szüret idején (%) a három hónapos permetezési programban a két almagyümölcsösben (Eperjeske, 2006-2008). Permetezésszám GEVS 2006 7,3; 2007 6,5; 2008 8,3; IFOAM 2006 9,5; 2007 8,8; 2008 11,8; $LSD_{0,05}$ 2006 1,6; 2007 1,4; 2008 2,8. Gyümölcsrothadás $LSD_{0,05}$ 2006 14,2; 2007 13,1; 2008 16,1; gyümölcssérülés $LSD_{0,05}$ 2006 15,1; 2007 9,9; 2008 11,9.

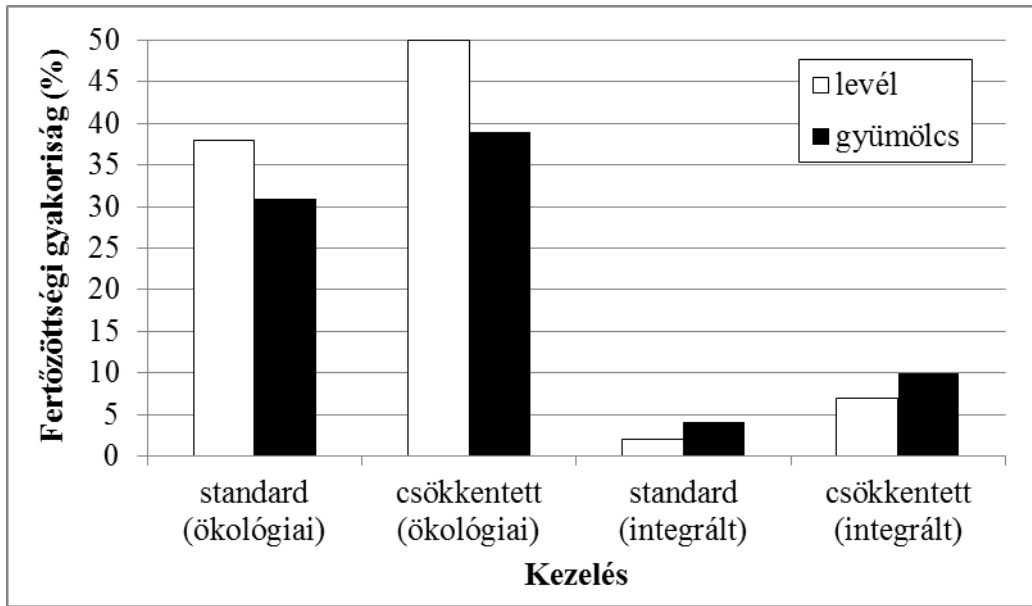
4.4. Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóira környezetkímélő termesztési rendszerekben

2008 évi eredmények

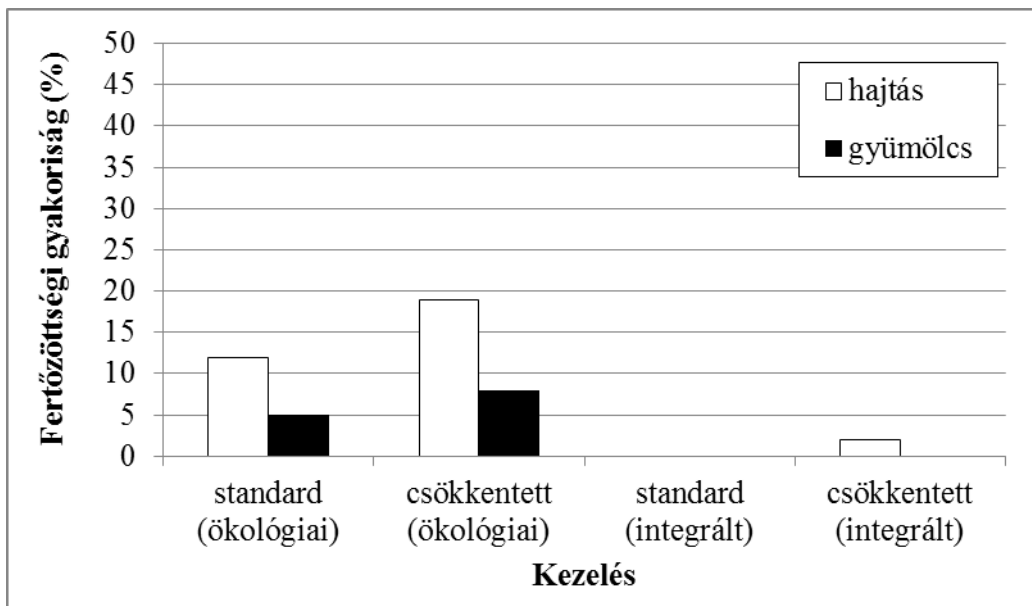
Az alma ventúriás varasodás gyakorisága integrált termesztési rendszerekben elérte a 10%-ot, míg az ökológiai termesztésben 30% fölötti volt ez az érték (20. ábra). Csökkentett permetezésszám esetén ökológiai termesztésben a gyakoriság 50% fölé emelkedett.



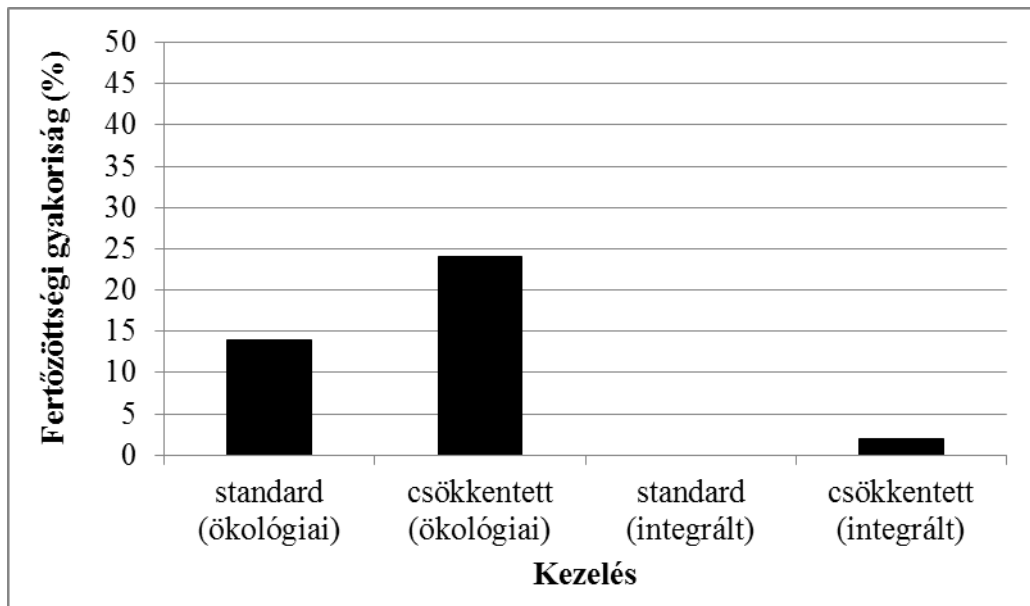
mind a standard mind a liztharmat fertőzöttség ökológiai termesztésben a gyakorisága szignifikánsan csökkent a csökkentett permetezési programokban (22. ábra). Hatásosabbá vált mindkét ökológiai



20. ábra: Standard és csökkentett permetezési programok hatása a levél és gyümölcs ventúriás varasodás fertőzöttségére integrált és ökológiai almatermesztési programokban 2008-ban (SZD5% = 5,7 - integrált; SZD5%= 9,3 - ökológiai)



21. ábra: Standard és csökkentett permetezési programok hatása a hajtás és gyümölcs lisztharmat fertőzöttségére integrált és ökológiai almatermesztési programokban 2008-ban (SZD5% = 1,4 - integrált; SZD5%= 6,3- ökológiai)



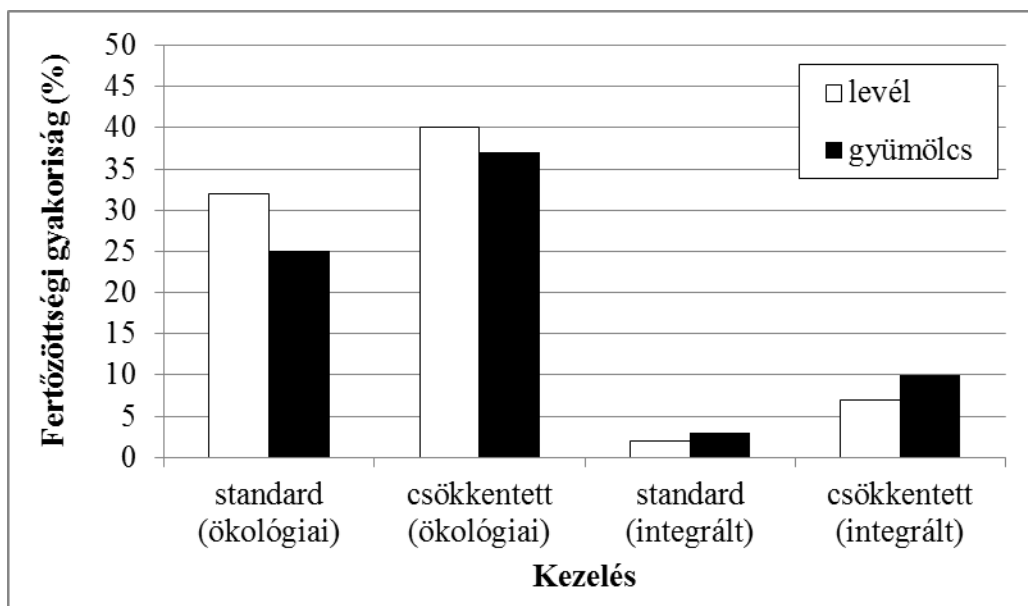
22. ábra: Standard és csökkentett permetezési programok hatása a gyümölcsrothadás fertőzöttségére integrált és ökológiai almatermesztési programokban 2008-ban (SZD5% = 2,3 - integrált; SZD5%= 7,1 - ökológiai)

2009. évi eredmények

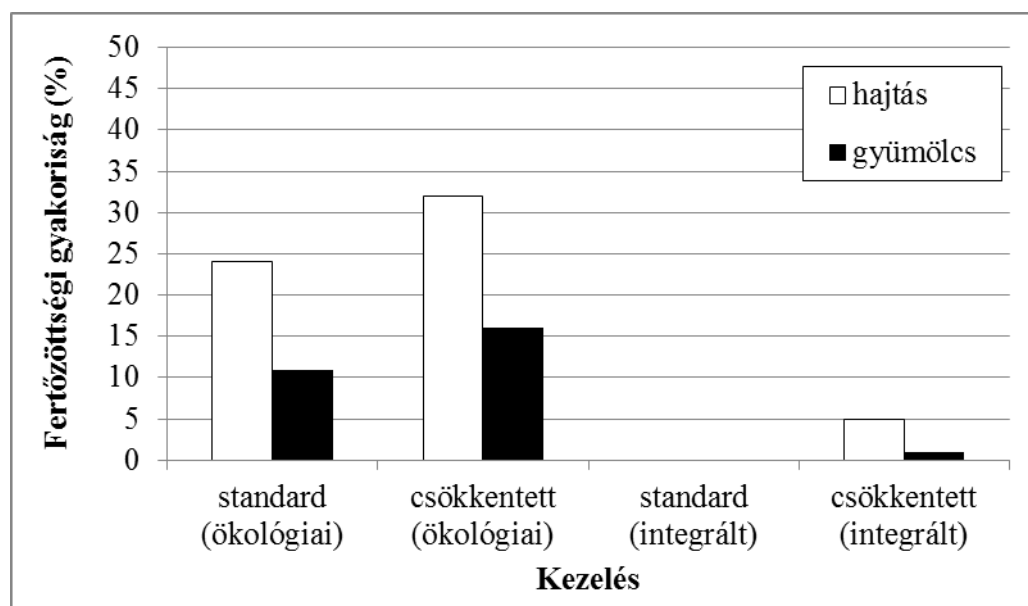
Az alma ventúriás varasodás gyakorisága integrált termesztési rendszerekben nem haladta meg a 10%-ot, míg az ökológiai termesztésben 20% fölötti volt ez az érték (23. ábra). A csökkentett integrált permetezési programban nem növekedett a fertőzöttségi gyakoriság, míg ökológiai termesztésben a gyakoriság 30% fölé emelkedett.

Az almafalisztharmat előfordulási gyakorisága alacsony volt mind a standard mind a csökkentett integrált permetezési programokban (5% alatti). A lisztharmat fertőzöttség gyakorisága 20% fölött volt az ökológiai ültetvényben (24. ábra). Ökológiai termesztésben a csökkentett permetezési programban a lisztharmat-fertőzöttség gyakorisága szignifikánsan növekedett.

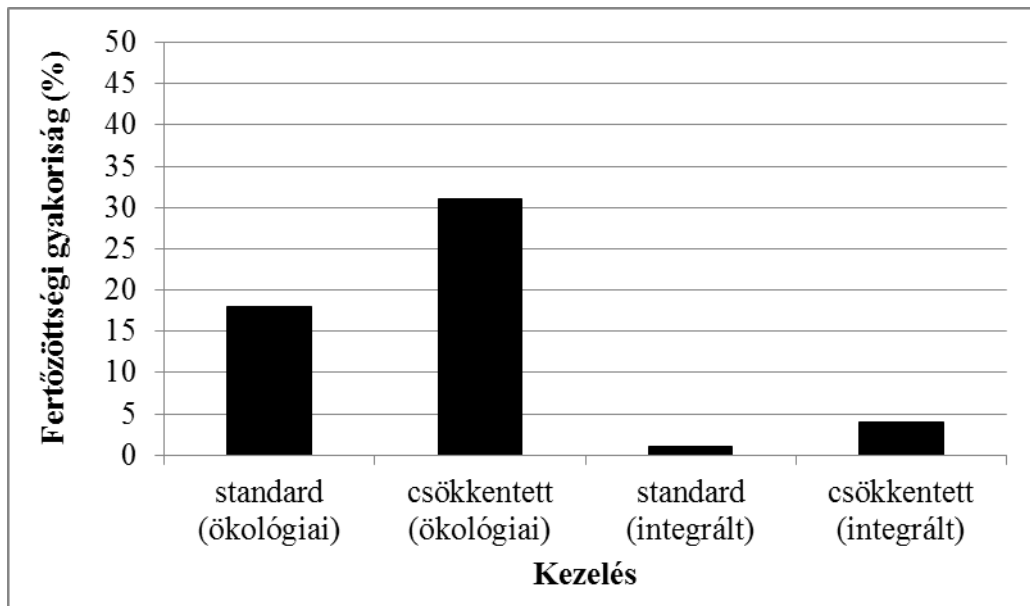
A monília-fertőzöttség minimális volt az integrált permetezési programokban (25. ábra). Ugyanakkor jelentős mértékű gyümölcsfertőzöttség volt tapasztalható az ökológiai termesztési programokban és a csökkentett permetezési programban a fertőzöttségi érték duplájára emelkedett.



23. ábra: Standard és csökkentett permetezési programok hatása a levél és gyümölcs ventúriás varasodás fertőzöttségére integrált és ökológiai almatermesztési programokban 2009-ben (SZD5% = 4,8 - integrált; SZD5%= 7,6 - ökológiai)



24. ábra: Standard és csökkentett permetezési programok hatása a hajtás és gyümölcs lisztharmat fertőzöttségére integrált és ökológiai almatermesztési programokban 2009-ben (SZD5% = 3,2 - integrált; SZD5%= 9,4- ökológiai)



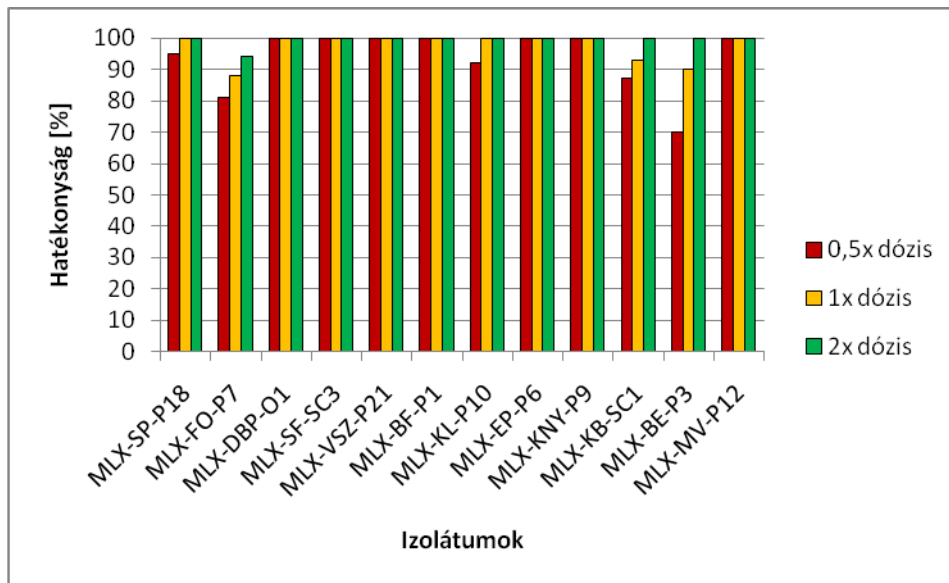
25. ábra: Standard és csökkentett permetezési programok hatása a gyümölcsrothadás fertőzőségére integrált és ökológiai almatermesztési programokban 2009-ben (SZD5% = 3,7 - integrált; SZD5%= 10,4 - ökológiai)

Eredményeink azt mutatták, hogy a tenyészidő második felében végzett permetezésszám csökkentésnek az integrált termesztésben lehet gyakorlati alkalmazása. Ökológiai termesztésben a jelentős betegségi szint emelkedés a növényvédelmi kezelések elhagyásának súlyos növényvédelmi kockázatát mutatta, ezért annak gyakorlati alkalmazása nem javasolt.

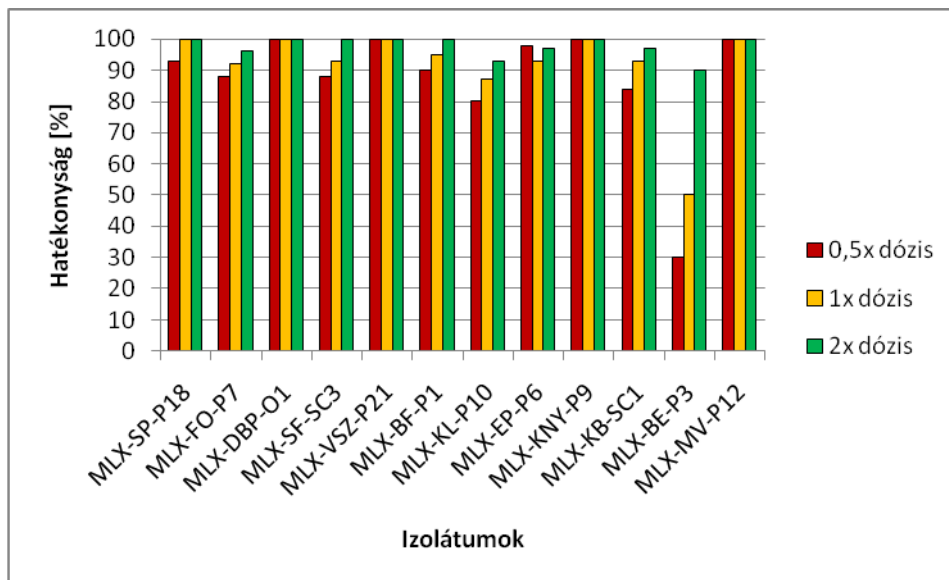
4.5. Fungicid-rezisztencia vizsgálat

A fungicid hatóanyagok *M. laxa* izolátumok növekedésére gyakorolt *in vitro* PDA táptalajon történő gátló hatását a 26-35. ábrák szemléltetik. A kísérletet négyszer végeztük el, így átlagértékeket tüntettünk fel. Öt gombaölőszer (tiofanát-metil, kaptán, penkonazol, miklobutanil, mankoceb) teljesen gátolta (100%) mind a 12 izolátum növekedését mindhárom dózis alkalmazásakor már az 5. napi inkubálást követően. Ugyanakkor a többi hatóanyagcsoport (boszkalid+piraklostrobin, elemi kén, ciprodinil, fenhexamid és prokloráz) esetén az izolátumok eltérő érzékenységet mutattak (26-35. ábrák). Az izolátumok érzékenységének különbsége a 10 napos inkubáció után magasabb volt, mint 5 nap után. Majdnem mindegyik vizsgált *M. laxa* izolátum szignifikánsan ($P < 0,05$) érzéketlen volt az elemi kénre. Az MLX-FO-P7, MLX-SF-SC3, MLX-KL-P10 és MLX-BE-P3 izolátumok szintén részlegesen érzéketlenek voltak boszkalid+piraklostrobin, ciprodinil és fenhexamid

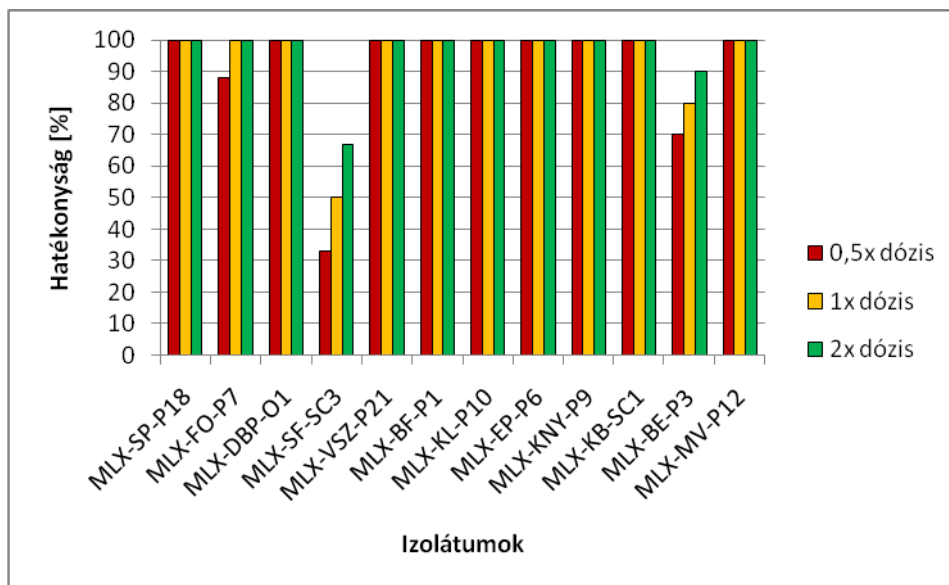
hatóanyagokra ($P < 0,05$). Ráadásul az MLX-BE-P3 izolátum ellenálló volt a proklorázra is ($P < 0,05$).



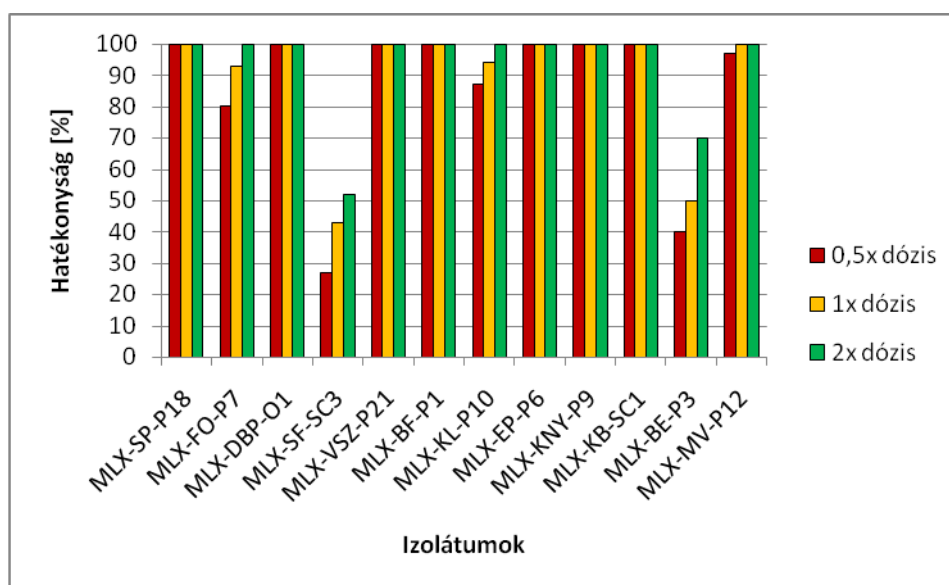
26. ábra: Boszkalid és piraklostrobin *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 5 napos inkubálást követően 22 °C-on.



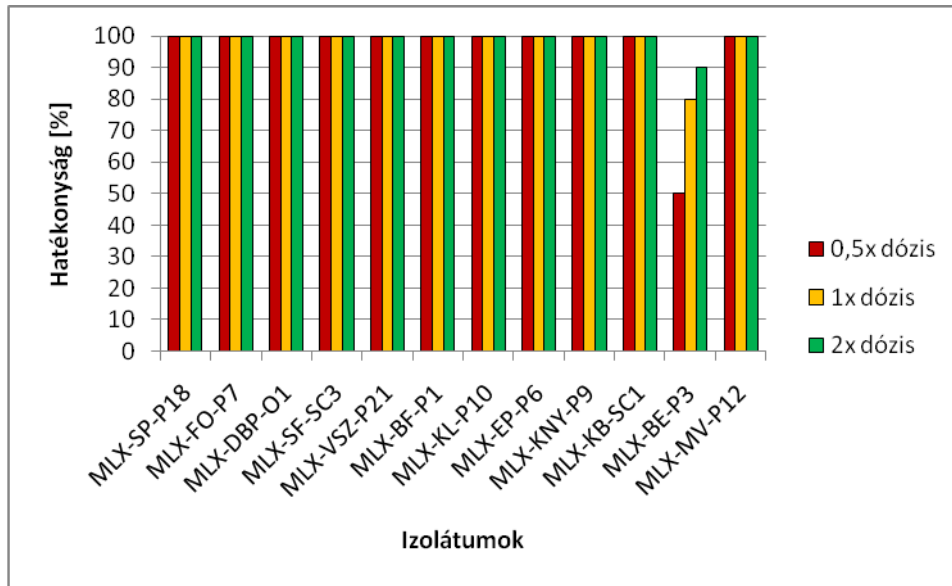
27. ábra: Boszkalid és piraklostrobin *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 10 napos inkubálást követően 22 °C-on.



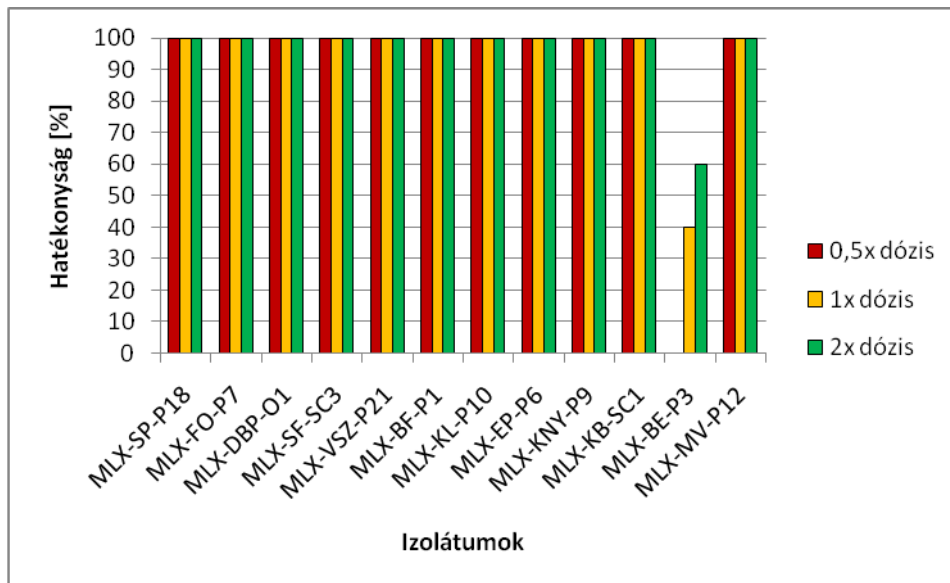
28. **ábra:** Fenhexamid *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 5 napos inkubálást követően 22 °C-on.



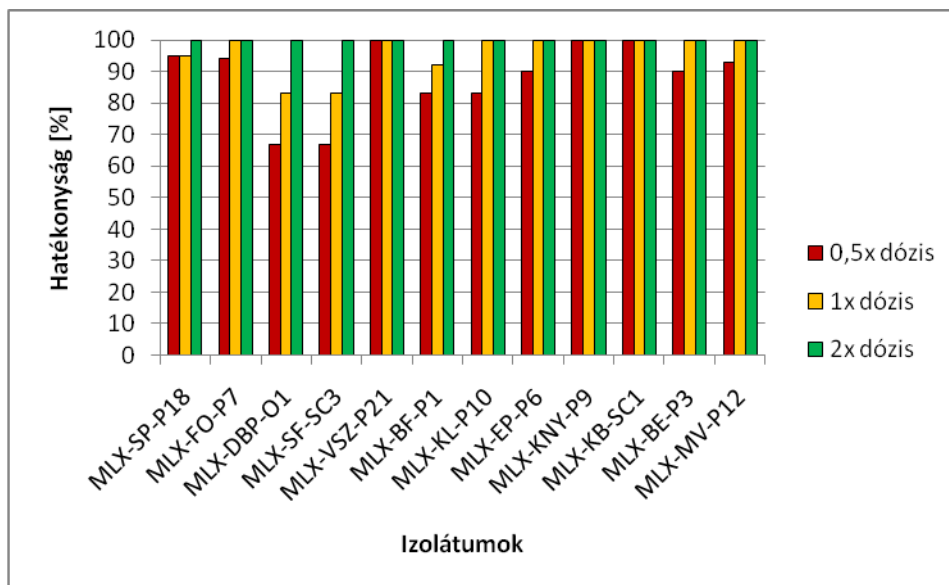
29. **ábra:** Fenhexamid *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 10 napos inkubálást követően 22 °C-on.



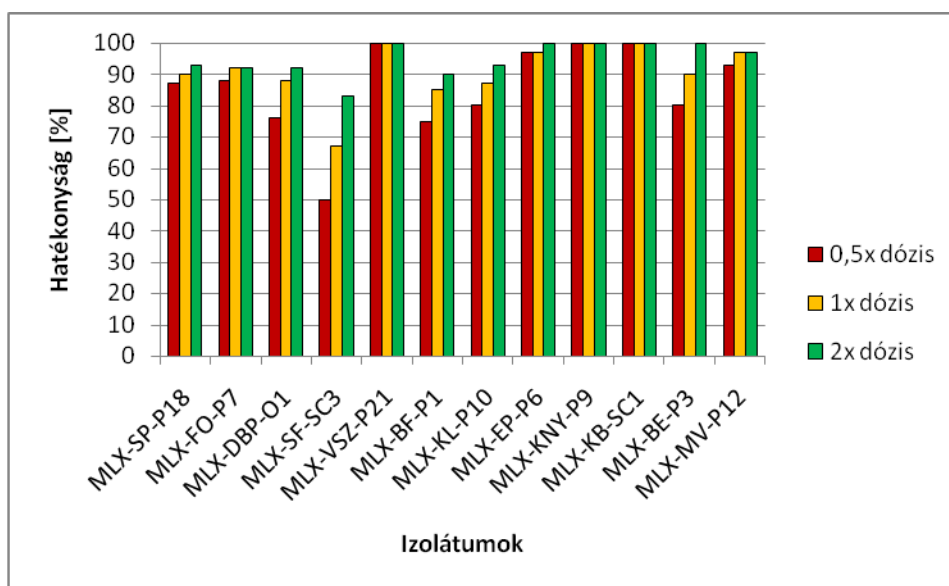
30. ábra: Prochloráz *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 5 napos inkubálást követően 22 °C-on.



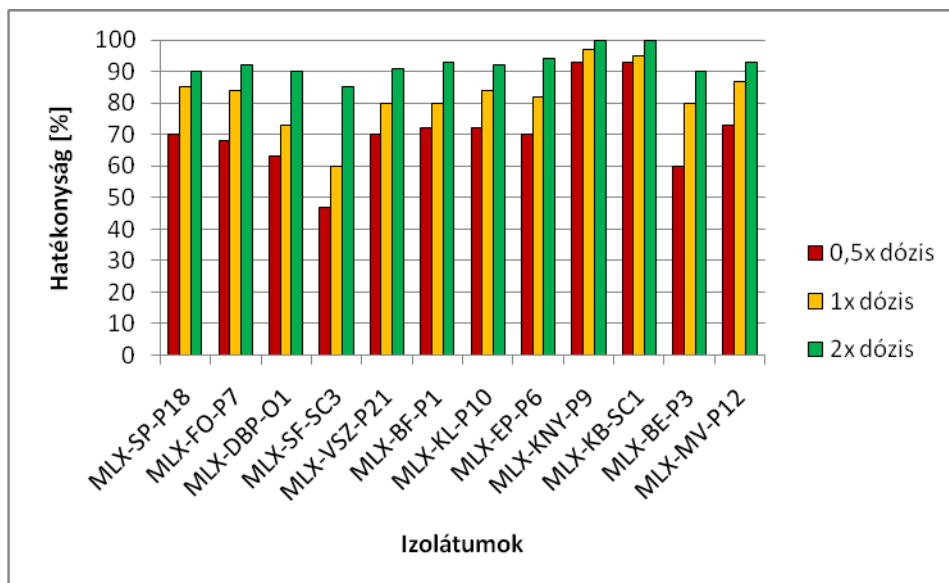
31. ábra: Prochloráz *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 10 napos inkubálást követően 22 °C-on.



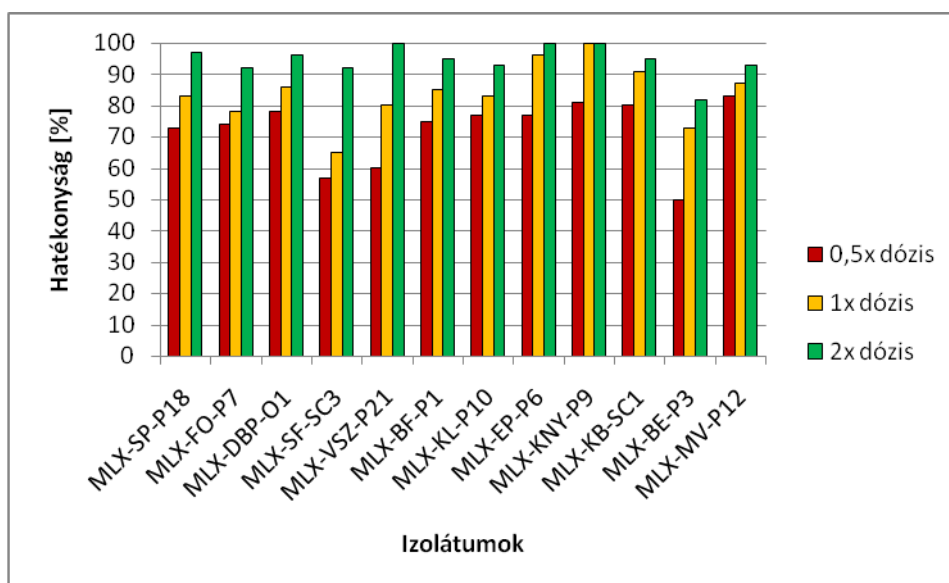
32. ábra: Ciprodinil *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 5 napos inkubálást követően 22 °C-on.



33. ábra: Ciprodinil *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 10 napos inkubálást követően 22 °C-on.



34. **ábra:** Elemi kén *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 5 napos inkubálást követően 22 °C-on.



35. **ábra:** Elemi kén *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 10 napos inkubálást követően 22 °C-on.

5. MEGVITATÁS, KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. Genetikai variabilitás

A virág- és ágelhalást okozó *M. laxa* hazánkban esős tavaszi időjárás esetén komoly károkat idéz elő csonthéjas gyümölcsfajokon (Holb, 2003; Holb és Schnabel, 2005). Járványos években a betegség elleni védekezés nehéz, ami valószínűleg a gomba genetikai változékonyságára is visszavezethető (Förster és Adaskaveg, 2000; Gell és mtsai., 2007). Igazoltuk, hogy a *M. laxa* faj populáción belüli genetikai diverzitása nagy, míg a populációk közötti alacsony. UPGMA analízissel kapott eredményekből arra következtettünk, hogy nem alkotnak külön genetikai variabilitási csoportot sem földrajzi elhelyezkedés, sem inokulum forrás, sem gazdanövény, sem pedig fungicid-érzékenység alapján. Fulton és munkatársai (1999) 20 *Prunus* fajokról származó izolátumot vizsgált meg, de nem tapasztaltak földrajzi elkülönülést, továbbá Gell és munkatársai (2007) vizsgálatai során különböző gazdanövényekről származó *M. laxa*-k sem voltak elkülöníthetők a gyűjtési helyszín szerint. A földrajzilag elkülönülő 3 populáció genetikai diverzitás elemzésekor az ISSR-PCR és a RAPD-PCR adatok alapján a H_T értékek 0.832 és 0.838 között, illetve 0.962 és 0.968 között változtak. Ezek az értékek nagyobbak voltak, mint a korábbi, *Sclerotiniaceae* családba tartozó egyéb gombafajokon végzett tanulmányokban (Gell és mtsai., 2007; $H_T=0.585$ *M. laxa* és Alfonso és mtsai., 2000; $H_T=0.401-0.518$). Korábbi vizsgálatok azt mutatták, hogy a genetikai diverzitás összefüggésben áll a gomba morfológiai és fiziológiai variabilitásával (Grindle, 1979; Di Lenna és mtsai., 1981). A növekedési rátában (1.2-38.3mm), a telep szél morfológiájában (hullámos, részben hullámos, nem hullámos) és a telep színében (szürke, barnássárga, barnás és ezen színek kombinációi) általuk megfigyelt különbségek is jelentős genetikai diverzitásra utaltak. De Cal és Melgarejo (1999) spanyol *M. laxa* populációban szintén kimutatott morfológiai és fiziológiai variabilitást. A populáción belüli genetikai variabilitás számos tényezőtől függhet (pl. szexuális/paraszexuális rekombináció, mutáció és migráció). A szexuális rekombináció számos növénypatogén gomba esetében jelentheti a genetikai diverzitás forrását, de *M. laxa*-nál az ivaros termőtest (apotécium) ritka (Byrde és Willetts, 1977; Ogawa és English, 1991) és Magyarországon nem is fordul elő (Holb, 2003). Éppen ezért a gyakori rekombináció és kereszteződés a hazai *M. laxa* izolátumok esetében nem valószínű. A heterokariózis a variabilitás egyik kiváltója lehet bizonyos gombafajok populációiban (Alfonso és mtsai., 2000). A *M. laxa* hifa sejteinek és makrokonídiumainak is

létezik többsejtmagos állapota, ami a heterokarionok kialakulását eredményezi (Hoffman, 1974). Ugyanakkor *M. fructicola* fajon végzett vizsgálatok igazolták, hogy az izolátumok közötti vegetatív kompatibilitás mindössze 3,8%, tehát a heterokariózis nem lehet a variabilitás kiváltója (Scherer és Emery, 2003). Korábbi vizsgálatok azt igazolják, hogy a heterokariózis és a mutáció önmagában nem eredményez genetikai diverzitást *M. laxa* izolátumoknál (Gell és mtsai., 2007). Ez várható a hazai populációk esetében is. Vizsgálataink során a génáramlás mértéke (Nm) 53,9 és 99,2 között változott, ami csekély különbségre utal a populációk között. A magas Nm érték arra utal, hogy a *M. laxa* migráció nagymértékű. Ez összefüggésben van a *M. laxa* járványtanával, mivel a gomba több millió spórát képes termelni egyetlen gyümölcsön és ezáltal gyorsan terjedhet gyümölcsösök, földrajzi régiók és gazdanövények között. A *Monilinia* fajok ráadásul rovarok által, esővízzel és légáramlatok segítségével is könnyen terjednek gyümölcsösökön belül (Ogawa és mtsai., 1995; Xu és Robinson, 2000; Xu és mtsai., 2001; Holb és Scherer, 2008) és a spórák nagy távolságokat is képesek megtenni a levegőben (Holb, 2008). Ez a gyors terjedés, hatékony és többirányú védekezést követel meg a termelőtől pl. fungicid kezelések, mumifikált gyümölcsök, elhalt virágok és ágak, valamint lehullott gyümölcsök eltávolítása (Byrde és Willetts, 1977; Holb és Schnabel, 2005). Jelen munka során bebizonyosodott, hogy a különböző gazdanövényekről származó izolátumok gazdanövények szerint nem különíthetők el alátámasztva Gell és munkatársai (2007) korábbi megfigyelését. Azonban *M. laxa* izolátumok AFLP analízise során szignifikáns különbséget tapasztaltak almán, illetve egyéb növényen élő izolátumok között (Gril és mtsai., 2008). A csonthéjas gazdanövényekről (meggy, sárgabarack, szilva és őszibarack) származó izolátumok nem mutattak különbséget, hasonlóan a hazai eredményeinkhez.

5.2. Járványdinamikai vizsgálatok, előrejelző és védekezési stratégia kidolgozása

Munkánk során kimutattuk, hogy az ökológiai almaültetvényekben a *M. fructigena* okozta gyümölcsrothadás szüret idején 1,9-15,6-szor magasabb volt, mint a korábbi tanulmányokban integrált és hagyományos ültetvényekben (Moore, 1950; Berrie, 1989; Van Leeuwen és mtsai., 2000, 2002; Xu és Robinson, 2000; Xu és mtsai., 2001; Holb és Scherer, 2007). Ennek oka lehet, hogy a betegség ellen alkalmazott készítmények kevésbé hatékonyak ökológiai ültetvényekben (Anon, 2000; Tamm és mtsai., 2004). Az ökológiai gyümölcsösökben kis hatékonyságú a kártevők elleni védekezés is az integrált és hagyományos ültetvényekhez képest (Xu és mtsai., 2001; Holb, 2004; Tamm és mtsai., 2004;

Holb és Scherm, 2008). Tehát az ökológiai ültetvényben a sérült gyümölcsök nagyobb arányára lehet számítani, ami elősegíti *M. fructigena* fertőzéseit, igazolva magas gyümölcsfertőzöttségi eredményeinket (Byrde és Willetts, 1977; Lack, 1989; Batra, 1991; Xu és mstai., 2001; Holb, 2004; Holb és Scherm, 2008). Burchill és Edney (1972) és Holb (2004) 36 és 46%-os szüret előtti gyümölcsrothadásról számoltak be, ami a mi kísérletünkben leírtaknál magasabb volt. Ennek oka, hogy Burchill és Edney (1972) kezeletlen gyümölcsösben végeztek felvételezéseket, ahol sem fungicid sem inszekticid kezelést nem alkalmaztak, ami a sérült és fertőzött gyümölcsök nagyobb számában realizálódott. Holb (2004) kísérletében a nagyobb fertőzött gyümölcsszámot a földre hullott fertőzött gyümölcsök száma adta. Holb és Scherm (2007) vizsgálatai igazolták, hogy a gyümölcsrothadás előfordulása a talajon nagyobb volt, mint a fán a jelentősebb számú sérült gyümölcsöknek köszönhetően.

Járványelemzéseink kimutatták, hogy a *M. fructigena* járványok időbeni dinamikáját a háromparaméteres logisztikus függvénnyel lehet a legprecízebben ábrázolni. A logisztikus függvényeket a betegség időbeli lefolyásának jellemzésére más növénybetegségeknél is sikeresen alkalmazták (pl. Ngugi és mtsai., 2000; Holb és mtsai., 2005). Vizsgálataink azt is igazolták, hogy a háromparaméteres logisztikai függvény alkalmas a gyümölcsrothadás járványok jellemzésére a helyszínek, az évek és a fajták tekintetében is. A korai érésű Prima esetében a gyümölcsrothadás előfordulási gyakorisága szüret előtt 7 héttel kevesebb, mint 1%. Ezek az adatok Xu és munkatársai (2001), illetve Van Leeuwen és munkatársai (2000) kísérleteit visszaigazolják, miszerint a gyümölcsrothadás kialakulása szüret előtt 6-8 héttel kezdődik.

Munkánk során bebizonyosodott, hogy a háromparaméteres logisztikus modell három változója (β , Y_f és $AUDPC_s$) alkalmas a gyümölcsrothadási folyamat leírására. A három változó használata korábbi vizsgálatokban egyéb növénybetegségeknél is igazolódott (Mora-Aguilera és mtsai., 1996, papaja gyűrűsfoltosság, Holb és mtsai., 2005 alma ventúriás varosodás esetében). Zadoks és Schein (1979), Campbell és Madden (1990), Berrie és Xu (2003) és Holb és munkatársai (2005) rámutattak arra, hogy ezen információk alapján naprakész előrejelzést lehet készíteni, ami sikeresen felhasználható a betegség elleni védekezésben. Mindezek alapján fejlesztettük ki azt az alapmodellt, amely ökológiai természetűre volt alkalmazható és erre alapozva alkottuk meg elsőként a gyümölcsrothadás előrejelzési és védekezési stratégiát (GEVS). A korábbi stratégiák inszekticid kezelések és az azt követő rendszeres fungicid permetezéseken alapulnak (Lack 1989; Holb 2004; Holb és Scherm 2008). Így a korábbi kezelések elsősorban az almamoly és az alma ventúriás

varasodás elleni vegyszeres kezelésekre öszpontosítottak, amelyek bizonyos szintű, de nem elégséges hatékonyságot mutattak gyümölcsrothadás ellen. A GEVS egyedülálló módon harmonizált a betegség szintjével és a rovarsérülésekkel, a betegség küszöbértékeivel és a járványintenzitással, és így képessé válhatott az éves permetezésszámok csökkentésére. A GEVS gyakorlati alkalmazása az éves permetezések számát 15-25%-kal csökkentette. A szüret előtti permetezések azonban soha nem hagyhatók el, mivel a gyümölcsök érés előtt fogékonyabbá válnak a gyümölcsrohadásra. Továbbá az almamoly okozta sérülések száma is megnövekedhet ebben az időszakban.

5.3. Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóra környezetkímélő termelési rendszerekben

A standard védekezési programokban mindhárom betegség (ventúriás varasodás, almafalisztharmat, monilíniás gyümölcsrothadás) gyakorisági értékei hasonlóak voltak a korábbi munkákban mért értékekkel (Holb, 2005, 2008). Az integrált és ökológiai termesztés közötti fungicid-hatékonysági különbség mindhárom betegség esetében tapasztalható volt igazolva a korábbi eredményeket (Holb és mtsai., 2005). A 2009. évben a korábbiaknál jóval jelentősebb lisztharmat-fertőzés jelentkezett, melynek értékei különösen ökológiai termesztésben voltak magasak. A nyári időjárás különösen kedvezett a másodlagos lisztharmatfertőzések kialakulásának. A monilínia-fertőzöttség mindkét évben szoros összefüggést mutatott a molyfertőzöttség mértékével, különösen ökológiai termesztésben. Méréseink szerint a gyümölcs-sérülések 80%-a az almamolytól származott és a molyok elleni hatékony védekezés szignifikáns csökkenést eredményezett a monilíniás gyümölcsrothadás esetében is, igazolva Holb és Scherm (2008) korábbi munkáját. Eredményeink azt mutatták, hogy a tenyészidő második felében végzett permetezésszám csökkentésnek az integrált termesztésben lehet gyakorlati lehetősége. Ökológiai termesztésben a fertőzöttségi szintek nagy értékei miatt a növényvédelmi kezelések elhagyása csak abban az esetben javasolható, ha az kellő előrejelzési és nem-kémiai elemekre is épülő védekezési elemek alkalmazására épül.

5.4. Fungicid-rezisztencia vizsgálat

Fungicid rezisztencia vizsgálataink azt mutatták, hogy a *M. laxa* izolátumaink a legtöbb hatóanyagra érzékenyek voltak a földrajzi elhelyezkedéstől és a gazdanövénytől

függetlenül. Azonban néhány izolátum csökkent érzékenységet mutatott boszkalid+piraklostrobin, elemi kén, ciprodinil, fenhexamid és prokloráz összetevőkre, mely jelenség ezen szerek gyakoribb alkalmazásával magyarázható (Holb, 2004a). Az elemi kén kisebb hatékonyságot mutat *Monilinia* fajokkal szemben (Holb és Schnabel, 2005, 2008), viszont ökológiai természetben kevés lehetőség van ennek kiváltására (Tamm és mtsai., 2004). Ma és munkatársai (2003a) eredményeihez hasonlóan nem tapasztaltunk összefüggést az ISSR vizsgálatok során kapott csoportok és az izolátumok fungicid érzékenysége között. Ők 39 *M. fructicola* izolátum genetikai kapcsolatát vizsgálták mikroszatellit primerekkel ismerve az izolátumok benzimidazollal szembeni érzékenységét. Azt tapasztalták, hogy az alacsony és magas rezisztenciát mutató minták nem különülnek el egymástól. Az elmúlt 20-30 évben a *M. fructicola* fungiciddel szembeni ellenállóságáról több esetben is beszámoltak (Zehr és mtsai., 1991, 1999; Elmer és Gaunt, 1994; Sanoamuang és Gaunt, 1995; Wherret és mtsai., 2001; Ma és mtsai., 2003a; Holb és Schnabel, 2007). Azonban a *M. laxa*-ra Európa legtöbb csonthéjas gyümölcsstermő régiójában kevesebb fungicidet alkalmaznak és a faj rezisztenciájáról csak néhány esetben számoltak be (Ma és mtsai., 2005). Vizsgálataink során rávilágítottunk arra, hogy a magyarországi *M. laxa* populáció genetikai variabilitása nagy, és ez független a földrajzi elhelyezkedéstől, az inokulum forrástól, a gazdanövénytől és emellett a gomba fungicidekkel szembeni érzékenységétől is. A jelentős génváltozatok kialakulása valószínűleg a gyümölcsösök, a földrajzi régiók és a gazdanövények közötti gombaspóra terjedésnek köszönhető, igazolva ezzel a gyümölcsrothadás elleni védekezés fontosságát regionális és kontinentális léptékben is.

6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- A *M. laxa* izolátumaink genetikai vizsgálatai alapján megállapítottuk, hogy a *M. laxa* populáció genetikai variabilitása független a földrajzi elhelyezkedéstől, az inokulumforrástól, a gazdanövénytől és emellett a gomba fungicidekkel szembeni érzékenységétől is. A szubpopulációkon belüli diverzitás viszont nagy, 99% körüli volt.
- Munkám során a betegség időbeni dinamikáját háromparaméteres logisztikus függvénnyel írtuk le, mely lehetőséget adott arra, hogy a *Monilinia* fajok által okozott fertőzés kialakulását, illetve időbeni járványdinamikáját jellemezzük és felhasználhassuk a betegség elleni előrejelzésben is.
- Kidolgoztunk egy olyan előrejelző és védekezési rendszert (GEVS), amely a *M. fructigena* okozta gyümölcsrothadás elleni permetezések éves számát 15-25%-kal csökkentette ökológiai almaültetvényekben a hagyományosan alkalmazott védekezési programokhoz képest.
- A csökkentett permetezési programok hatékonyságát vizsgáltuk az alma 3 jelentős gombakórokozója ellen és megállapítottuk, hogy a tenyészidő második felében végzett permetezésszám csökkentésnek az integrált termesztésben lehet gyakorlati alkalmazási lehetősége, ugyanakkor az ökológiai termesztésben a nagy fertőzöttségi értékek miatt a növényvédelmi kezelések elhagyása nem javasolt.
- A *M. laxa* izolátumok fungicid-rezisztencia vizsgálata során öt hatóanyag (tiofanát-metil, kaptán, penkonazol, miklobutanil, mankoceb) hatékonysága 100%-os volt valamennyi izolátum esetében, míg a boszkalid+piraklostrobin, elemi kén, ciprodinil, fenhexamid és prokloráz hatóanyagok esetén az izolátumok jelentősen eltérő érzékenységet/ellenállóságot mutattak.

7. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

- Az általunk kidolgozott előrejelzési és védekezési rendszer (GEVS) a *M. fructigena* okozta gyümölcsrothadás elleni permetezések éves számát 15-25 %-kal csökkentette, mellyel költséghatékonyabb termesztés valósítható meg.
- Csökkentett permetezési programok hatását vizsgálva egyértelműen megállapítható, hogy a fungicid kezelések számát csak az integrált termesztésben csökkenthetjük biztonságosan, ugyanakkor az ökológiai termesztésben a nagy fertőzöttségi értékek miatt a növényvédelmi kezelések elhagyása nem javasolt.
- Fungicid-rezisztencia vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a vizsgált tíz hatóanyag közül öt (tiofanát-metil, kaptán, penkonazol, miklobutanil, mankoceb) a gyakorlatban is teljes biztonsággal alkalmazható, mivel ezek 100 %-ban gátolták az izolatumok növekedését. A másik öt hatóanyag esetében azonban az izolatumok eltérő érzékenységet mutattak, ezért ezek gyakorlati alkalmazása nem javasolt, mivel az a rezisztencia kialakulás kockázatával jár.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A *Monilinia* fajok igen jelentős károkat okoznak nemcsak a hazai gyümölcsösökben, hanem az egész világon, ezért jelentős szerepe van a betegség járványvizsgálatának, valamint az erre alapozott betegség előrejelző modell megalkotásának és a hatékony védekezési stratégia kifejlesztésének is.

A kutatómunka során kitűzött célok a következők voltak: 1) Fertőzött növényi részekről gyűjtött *Monilinia* izolátumok azonosítása, faji besorolása klasszikus, illetve molekuláris biológiai módszerek segítségével. Majd az országos szinten és számos gazdanövényről begyűjtött izolátumok közötti genetikai diverzitás kimutatása és esetleges genotípusok elkülönítése és meghatározása. 2) *M. fructigena* által okozott járványok időbeni vizsgálata és a járványok elemzése. 3) Előrejelző módszerek és védekezési stratégiák kidolgozása *M. fructigena* ellen ökológiai almaültetvényekben. 4) Csökkentett permetezésszámú programok hatékonyságának vizsgálata a *M. fructigena* okozta gyümölcsrothadás mértékére integrált és ökológiai almaültetvényben. 5) A *M. laxa* faj egyes izolátumainak különböző hatásmechanizmusú fungicidekkel szembeni érzékenység-vizsgálata.

Az ország különböző területeiről gyűjtött *Monilinia* izolátumok (202 db) faji besorolását klasszikus és molekuláris biológiai módszerekkel is elvégeztük, melyek közül 138 *M. fructigena*, 64 *M. laxa*, 0 *M. fructicola* és 0 *Monilia polystroma* volt.

A további vizsgálatokat *M. laxa* izolátumokkal folytattuk. ISSR-PCR és RAPD-PCR módszerekkel a populációk genetikai diverzitását vizsgáltuk. Az eredmények azt mutatták, hogy a szubpopulációkon belüli diverzitás a teljes genetikai diverzitásnak a 99%-a. A szubpopulációk közötti genetikai diverzitás viszont mindössze 1%-os volt, azaz a populációk közötti hasonlóság nagy, a populációk függetlenek voltak a földrajzi elhelyezkedéstől, az inokulum forrástól, a gazdanövénytől és emellett a gomba fungicidekkel szembeni érzékenységétől is.

Többéves szabadföldi vizsgálatokban 3 almafajtán a gyümölcsrothadás időbeni dinamikáját háromparaméteres logisztikus függvénnyel írtuk le, mely lehetőséget adott arra, hogy a *Monilinia* fajok által okozott fertőzés kialakulását, illetve időbeni járványdinamikáját jellemezzük és felhasználhassuk a betegség elleni előrejelzésben is.

A logisztikus függvény paramétereinek felhasználásával kidolgoztunk egy olyan előrejelző és védekezési rendszert (GEVS), amely alkalmas volt szabadföldi kipróbálásra is. A GEVS segítségével *M. fructigena* okozta gyümölcsrothadás elleni permetezések éves

számát 15-25%-kal csökkentettük ökológiai almaültetvényekben a hagyományosan alkalmazott védekezési programokhoz képest.

A további szabadföldi kísérleteinkben a csökkentett permetezési programok hatékonyságát vizsgáltuk az alma 3 jelentős gombakórokozója ellen integrált és ökológiai almaültetvényben. Megállapítottuk, hogy a tenyészidő második felében végzett permetezésszám csökkentésnek az integrált termesztésben lehet gyakorlati alkalmazási lehetősége, ugyanakkor az ökológiai termesztésben a nagy fertőzöttségi értékek miatt a növényvédelmi kezelések elhagyása nem javasolt.

A *M. laxa* izolátumok fungicid-rezisztencia vizsgálata során öt hatóanyag (tiofanát-metil, kaptán, penkonazol, miklobutanil, mankoceb) 100%-ban csökkentette mind a 12 izolátum növekedését mindhárom dózis (0,5x, 1x, és 2x) alkalmazásakor már az 5. napi inkubálást követően. Ugyanakkor a többi hatóanyagcsoport (boszkalid+piraklostrobin, elemi kén, ciprodinil, fenhexamid és prokloráz) esetén az izolátumok eltérő érzékenységet mutattak. Az izolátumok érzékenységének különbsége a 10 napos inkubáció után magasabb volt, mint 5 nap után. Majdnem mindegyik vizsgált *M. laxa* izolátum szignifikánsan ($P < 0,05$) érzéketlen volt az elemi kénre. Egyes izolátumok több hatóanyagra (boszkalid+piraklostrobin, ciprodinil és fenhexamid) is részleges ellenállóságot mutattak.

9. SUMMARY

Monilinia species cause significant damage not only in Hungarian fruit orchards, but in orchards all over the world. Therefore studies on disease epidemic have an important role in plant pathology, furthermore they are essential to develop a disease forecasting and management strategy.

Aims of our study were: 1) identification and systematization of *Monilinia* isolates from different plant parts with classical and molecular biological methods and then studying genetic diversity among isolates collected from different host plants all over the country, 2) epidemiological analyses of disease incidence caused by *M. fructigena*, 3) developing disease warning and management strategies against *M. fructigena* in organic apple orchards, 4) studying the effect of reduced spray programmes in integrated and organic apple orchards and 5) studying the sensitivity of some *M. laxa* isolates to various fungicides.

202 *Monilinia* isolates collected from all over the country were identified with both classical and molecular biological methods from which there were 138 *M. fructigena*, 64 *M. laxa*, 0 *M. fructicola* and 0 *Monilia polystroma* isolates.

Further laboratory experiments were done with *M. laxa* isolates. Genetic diversity of populations was studied with ISSR-PCR and RAPD-PCR methods. Our results showed that genetic diversity in subpopulations was 99% of total genetic diversity. Genetic diversity between subpopulations was only 1%, so similarity between populations was large, which was independent on geographic location, inoculum source, host and sensitivity of the fungus against fungicides.

During several-year studies, temporal dynamics of brown rot caused by *M. fructigena* were also studied on three apple cultivars with a three-parameter logistic model, which allowed to characterise temporal development the brown rot and then allowed us to develop a disease warning system.

Using disease variables derived from logistic function, a brown rot forecasting and management strategy (BRFMS) we developed, which was suitable to test in apple orchards. BRFMS reduced the number of annual sprays with 15-25 % against brown rot caused by *M. fructigena* in organic apple orchards in contrast with conventional management programmes.

In further field experiments, effects of reduced spray programmes were tested against three key fungal diseases of apple in integrated and organic apple orchards. Our results showed that the number of annual sprays can be successfully reduced in the second part of the

season in integrated orchards, while reduction of the number of annual sprays caused significant increase of disease incidences in organic orchards.

Fungicide sensitivity experiments showed that five active ingredients (thiophanate-methyl, captan, penconazole, myclobutanil and mancozeb) fully reduced mycelium growth of all the 12 isolates in application of three doses (0.5x, 1x, and 2x) after five-day incubation periods. However, the isolates showed various sensitivity to other fungicides (boscalid+piraclostrobin, elementary sulphur, cyprodinil, fenhexamid and prochloraz). Differences among isolates were higher after ten days than after five-day incubation. Almost all *M. laxa* isolates were significantly ($P < 0.05$) insensitive to elementary sulphur. Some isolates were partially resistant to some active substances such as boscalid+piraclostrobin, ciprodinil and fenhexamid.

10. IRODALMI HIVATKOZÁS

- 1) *Agrios, G. N.*: 1997. Plant Pathology. *Academic Press*, New York, USA. 635.
- 2) *Alfonso, C. Raposo, R. and Melgarejo, P.*: 2000. Genetic diversity in *Botrytis cinerea* populations on populations on vegetable crops in greenhouses in south-eastern Spain. *Plant Pathology* 49: 243–251.
- 3) *Anderson, H. W.*: 1956. Disease of fruit crops. *McGraw-Hill*, New York, USA. 501.
- 4) *Anon*: 1997. Biotermékek előállításának és minősítésének feltételrendszere. [Processing and qualifying organic products.] Budapest: Biokultúra Egyesület. In Hungarian.
- 5) *Anon*: 2000. Basic standards for organic production and processing. New York: Tholey-Theley.
- 6) *Anon*: 2008. A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- 7) *Anon.*: 2009. European Molecular Biology Laboratories (EMBL-EBI adatbázis). <http://www.ebi.ac.uk/ena/data/view/AB125618>, <http://www.ebi.ac.uk/ena/data/view/FM999834>
- 8) *Anon.*: 2010. GelAnalyzer 2010a. <http://www.gelanalyzer.com>
- 9) *Apostol, J., Véghelyi, K.*: 1992. Meggyomonília. Ígéretesen ellenálló fajták. *Kertészet és Szőlészet* 41(20): 8-9.
- 10) *Barlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M. and Parr-Dobrzanski, B.*: 2002. The strobilurin fungicides. *Pest Management Science* 58: 647–662.
- 11) *Batra, L. R. and Harada, Y.*: 1986. A field record of apothecia of *Monilinia fructigena* in Japan and its significance. *Mycologia* 78: 913-917.
- 12) *Batra, L. R.*: 1991. World species of *Monilinia* (Fungi): Their ecology, biosystematics and control. *Mycologia Memoir* No. 16, J. Cramer, Berlin 246.
- 13) *Beever, R. H., Laracy, E. P. and Pak, H. A.*: 1989. Strains of *Botrytis cinerea* resistant to dicarboximide and benzimidazole fungicides in New Zealand vineyards. *Plant Pathology*. 38: 427-437.
- 14) *Benedek, P., Nyéki, J. and Vályi, I.*: 1990. Csonthéjas gyümölcsfajták érzékenysége a fontosabb kórokozókkal és kártevőkkel szemben – a fajtaspecifikus növényvédelmi technológia kidolgozása. *Növényvédelem* 26: 12-31.

- 15) *Benedek, P., Szabó, Z., Soltész, M., Nyéki, J. and Kovács, J.:* 1993. Fruit varieties, plant disease susceptibility, pest control and cultivar improvement. *Hungarian Agricultural Research* 2 (2): 4-10.
- 16) *Benes, S. E. and Ritchie, D. F.:* 1984. Evidence for increased melanine content in dicarboximide-resistant strains of *Monilinia fructicola*. *Phytopathology*. 74: 877. (Abstract)
- 17) *Berend, I.:* 1957. A meggymonilinia elleni védekezés újabb módszerei. *A növényvédelem újszerű kérdései* 2: 42-46.
- 18) *Berrie, A. M. and Xu, X. M.:* 2003. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using Adem. *International Journal of Pest Management* 49: 243-249.
- 19) *Berrie, A. M.:* 1989. Storage rots of apple and pear in South East England 1980-88: incidence and fungicide resistance. In *C. Gessler (Ed.), Integrated control of pome fruit diseases* 229-239. Locarno: IOBC.
- 20) *Biggs A. R. and Northaver J.:* 1988. Influence of temperature and wetness duration on infection of peach and sweet cherry fruits by *Monilinia fructicola*. *Phytopathology* 78: 1352-1356.
- 21) *Boesewinkel, H. J. and Corbin, J. B.:* 1970. Inoculum sources for *Monilinia fructicola* in Ontario peach Orchards. *Canadian Journal of Plant Pathology* 7: 302-307.
- 22) *Brannen, P. M., Horton, D., Bellinger, B. and Ritchie, D.:* 2005. 2005 Southeastern Peach, Nectarine and Plum Pest Management and Culture Guide. University of Georgia, Athens, GA.
- 23) *Burchill, R. T. and Edney, K. L.:* 1972. An assessment of some new treatments for the control of rotting of stored apples. *Annals of Applied Biology* 72: 249-255.
- 24) *Byrde, R. J. W. and Willetts, H. J.:* 1977. The brown rot fungi of fruit. Their biology and control. *Pergamon Press*, Oxford, 171.
- 25) *Calavan, E. C. and Keitt, G. W.:* 1948. Blossom and spur blight (*Sclerotonia laxa*) of sour cherry. *Phytopathology* 38: 857-882.
- 26) *Calonge, F. D., Fielding, A. H., Byrde, R. J. W. and Akinrefon, O. A.:* 1969. Changes in ultrastructure following fungal invasion and the possible relevance of extracellular enzymes. *Journal of Experimental Botany* 20: 350-357.
- 27) *Campbell, C. L. and Madden, L. V.:* 1990. Introduction to plant disease epidemiology. New York: Wiley.

- 28) *Canez, V. M. and Ogawa, J. M.:* 1982. Reduced fitness of benomyl-resistant *Monilinia laxa*. *Phytopathology*. 72: 980. (Abstract).
- 29) *Cekic C., Battey, M. H. and Wilkinson, M. J.:* 2001. The potential of ISSR-PCR primer-pair combinations for genetic linkage analysis using the seasonal flowering locus in *Fragaria* as a model. *Theoretical and Applied Genetics* 103: 540–546.
- 30) *Childers, C. C., Villaneuva, R., Agilar, H., Chewning, R. and Michaud, J. P.:* 2001. Comparative residual toxicities of pesticides to the predator *Agistemus industani* (Acari: Stigmaeidae) on citrus in Florida. *Experimentia Applicata Acarologica* 25: 461-474.
- 31) *Corbin, J. B., Ogawa, J. M. and Schultz, H. B.:* 1968. Fluctuations in numbers of *Monilinia laxa* conidia in an apricot orchards during the 1966 season. *Phytopathology* 58: 1387-1394.
- 32) *Corbin, J. B. and Ogawa, J. M.:* 1974. Springtime dispersal patterns of *Monilinia laxa* conidia in apricot, peach, prune and almond trees. *Canadian Journal of Botany* 52: 1387-1394.
- 33) *Corbin, J. B. and Cruickshank, I. A. M.:* 1963. Environment and sporulation in phytopathogenic fungi. V. *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey: Effect of water relations on regeneration of spores in vivo. *Australian Journal of Biological Science* 16: 99-110.
- 34) *Cote, M. J., Tardif, M. C. and Meldrum, A. J.:* 2004. Identification of *Monilinia fructigena*, *Monilinia fructicola*, *Monilinia laxa* and *Monilia polystroma* on inoculated and naturally infected fruit using multiplex PCR. *Plant Disease* 99 (11): 1219-1225.
- 35) *Cross, J. V. and Dickler, E.:* 1994. Guidelines for integrated production of pome fruits in Europe. Technical guideline III, IOBC/WPRS Bulletin, 17. 9: 1-8.
- 36) *Croxall, H. E., Collingwood, C. A. and Jenkins, J. E. E.:* 1951. Observations on brown rot (*Sclerotinia fructigena*) of apples in relation to injury caused by earwigs (*Forficula auricularia*). *Annals of Applied Biology*. 38: 833-843.
- 37) *De Cal, A. and Melgarejo, P.:* 1999. Effects of long-wave UV light on *Monilinia* growth and identification of species. *Plant Disease* 83: 62-65.
- 38) *Di Lenna, P., Marciano, P. M. and Magro, P.:* 1981. Comparative investigation on morphological and physiological features of three isolates of *Botrytis cinerea*. *Journal of Phytopathology* 100: 203-211.

- 39) Dahmen, H., Hoch, H. C. and Straub, T.: 1988. Differential effects of sterol inhibitors on growth, cell membrane permeability, and ultrastructure of two target fungi. *Phytopathology* 78: 1033-1042.
- 40) EFSA: 2011. Pest risk assessment of *Monilinia fructicola* for the EU territory and identification and evaluation of risk management options. *EFSA Journal* 9 (4): 2119.
- 41) Elmer, P. A. G. and Gaunt, R. E.: 1994. The biological characteristics of dicarboximide resistant isolates of *Monilinia fructicola* from New Zealand stone-fruit orchards. *Plant Pathology* 43:130–137.
- 42) Emery, K. M., Scherm, H. and Savelle, A. T.: 2002. Assessment of interactions between components of fungicide mixtures against *Monilinia fructicola*. *Crop Protection* 21: 41-47.
- 43) Erickson, E. O. and Wilcox, W. F.: 1997. Distributions of sensitivities to three sterol demethylation inhibitor fungicides among populations of *Uncinula necator* sensitive and resistant to triadimefon. *Phytopathology* 87: 784–791.
- 44) Ezekiel, W. N.: 1921. Some factors affecting the production of apothecia of *Sclerotinia cinerea*. *Phytopathology* 11: 495-499.
- 45) Ezekiel, W. N.: 1924. Fruit Rotting *Sclerotinias*. II. The American brown rot fungi. *Bulletin of the Maryland Agricultural Experiment Station* 271: 87-142.
- 46) Fan, J. Y., Guo, L. Y., Xu, J. P., Luo, Y. and Michailides, T. J.: 2009. Genetic diversity of populations of *Monilinia fructicola* (Fungi, Ascomycota, Helotiales) from China. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 1-7.
- 47) Fourie, P. H. and Holz, G.: 2003a Germination of dry, airborne conidia of *Monilinia laxa* and disease expression on nectarine fruit. *Australasian Plant Pathology* 32 (1): 9-18.
- 48) Fourie, P. H. and Holz, G.: 2003b Germination of dry, airborne conidia of *Monilinia laxa* and disease expression on plum fruit. *Australasian Plant Pathology* 32 (1): 19-25.
- 49) Förster, H. and Adaskeweg, J. E.: 2000. Early brown rot infection in sweet cherry fruit are detected by *Monilinia*-specific DNA primers. *Phytopathology* 90: 171-178.
- 50) Friis, K., Damgaard, C. and Holmstrup, M.: 2004. Sublethal soil copper increase mortality in the earthworm *Aporrectodea caliginosa* during drought. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 57: 65-73.

- 51) *Fulton, C. E. and Brown, A. E.:* 1997. Use of SSU rDNA group-I intron to distinguish *Monilinia fructicola* from *Monilinia laxa* and *Monilinia fructigena*. *FEMS Microbiology Letters* 157: 307-312.
- 52) *Garcia-Vallvé, S. and Puigbo P.:* 2002. DendroUPGMA: A dendrogram construction utility. Universitat Rovira i Virgili (URV). Tarragona. Spain <http://genomes.urv.cat/UPGMA/index.php?entrada=Example3>
- 53) *Gell, I., Larena, I. and Melgarejo, P.:* 2007. Genetic diversity in *Monilinia laxa* populations in peach orchards in Spain. *Journal of Phytopathology* 155: 549-556.
- 54) *Glits, M.:* 2001. A meggy moniliniás betegsége. *Kertgazdaság*. 33 (1): 91.
- 55) *Gilts, M. and Folk, Gy.* 2000.: Kertészeti növénykórtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 167-189., 151.
- 56) *Gold, R.:* 2004. Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) homepage. <http://www.frac.info.frac.html>.
- 57) *Gonda, I.:* 1995. Intenzív almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza, 163.
- 58) *Gonda, I.:* 2000. Minőségi almatermesztés. Primom Kiadó, Nyíregyháza, 271.
- 59) *Gril, T., Celar, F., Munda, A., Javornik, B. and Jakse, J.:* 2008. AFLP analysis of intraspecific variation between *Monilinia laxa* isolates from different hosts. *Plant Disease* 92: 1616–1624.
- 60) *Grindle, M.:* 1979. Phenotypic differences between natural and induced variants of *Botrytis cinerea*. *Journal of General Microbiology* 111: 109–120.
- 61) *Groppe, K., Sanders, I., Wiemken, A. and Boller, T.:* 1995. A microsatellite marker for studying the ecology and diversity of fungal endophytes (*Epichlöe* spp.) in grasses. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 3943–3949.
- 62) *Gupta, G. K. and Byrde, R. J. W.:* 1988. *Monilinia laxa* associated with blossom wilt of apricot and almond in Himachal Pradesh, India. *Plant Pathology* 37: 591-593.
- 63) *Hall, M. P.:* 1933. An analysis of the factors controlling the growth form of certain fungi, with especial reference to *Sclerotinia (Monilinia) fructigena*. *Annals of Botany* 47: 543-578.
- 64) *Harada, Y.:* 1977. Studies on the Japanese species of *Monilinia (Sclerotiniaceae)*. *Bulletin of Faculty of Agriculture Hirosaki University* 27: 30-109.
- 65) *Hasey, J. and Salmon, T. P.:* 1993. Crow damage to almonds increasing; no foolproof solution in sight. *California Agriculture* 47: 21-23.
- 66) *Hewitt, W. B. and Leach, L. D.:* 1939. Brown rot *Sclerotinias* occurring in California and their distribution on stone fruits. *Phytopathology* 29: 337-351.

- 67) Hoffman, G. M.: 1974 Zum Vorkommen von Heterokaryose bei *Monilinia laxa*. *Phytopathologische Zeitschrift* 79: 193–202.
- 68) Hogmire, H. W. and Biggs, A. R.: 1994. Reduced pesticide programme for peach based on tree phenology. *Crop Protection* 13: 227-280.
- 69) Holb, I. J.: 2003a. Analyses of temporal dynamics of brown rot development on fruit in organic apple production. *International Journal of Horticultural Science* 9 (3-4): 97-100.
- 70) Holb, I. J.: 2003. The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia spp.*): I. Important features of their biology. *International Journal of Horticultural Science* 9 (3-4): 23-36.
- 71) Holb, I. J.: 2004. The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia spp.*). II. Important features of their epidemiology. *International Journal of Horticultural Science* 10 (1): 17–33.
- 72) Holb, I. J.: 2004a The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia spp.*): III. Important features of disease management. (review paper) *International Journal of Horticultural Science* 10 (4): 31-49.
- 73) Holb, I. J.: 2005. Effect of pruning on apple scab in organic apple production. *Plant Disease* 89: 611-618.
- 74) Holb, I. J.: 2008. Monitoring conidial density of *Monilinia fructigena* in the air in relation to brown rot development in integrated and organic apple orchards. *European Journal of Plant Pathology* 120: 397–408.
- 75) Holb, I. J.: 2009. Fungal disease management in environmentally friendly apple production – a review. *Sustainable Agriculture Reviews* 2: 219-293.
- 76) Holb, I. J., Heijne, B., Withagen, J. C. M., Gáll, J. M. and Jeger, M. J.: 2005. Analysis of summer epidemic progress of apple scab at different apple production systems in the Netherlands and Hungary. *Phytopathology* 95: 1001-1020.
- 77) Holb, I. J. and Schnabel, G.: 2005. Comparison of fungicide treatments combined with sanitation practices on brown rot blossom blight incidence, phytotoxicity, and yield for organic sour cherry production. *Plant Disease* 89: 1164–1170.
- 78) Holb, I. J. and Schnabel, G.: 2007. Differential effect of triazoles on mycelial growth and disease measurements of *Monilinia fructicola* isolates with reduced sensitivity to DMI fungicides. *Crop Protection* 26: 753–759.

- 79) *Holb, I. J. and Schnabel, G.:* 2008. The benefits of combining elemental sulfur with a DMI fungicide to control *Monilinia fructicola* isolates resistant to propiconazole. *Pest Management Science* 64: 156-164.
- 80) *Holb, I. J. and Scherm, H.:* 2007. Temporal dynamics of brown rot in different apple management systems and importance of dropped fruit for disease development. *Phytopathology* 97: 10004-1111.
- 81) *Holb, I. J. and Scherm, H.:* 2008. Quantitative relationships between different injury factors and development of brown rot caused by *Monilinia fructigena* in integrated and organic apple orchards. *Phytopathology* 98: 79-86.
- 82) *Honey, E. E.:* 1928. The moniloid species of *Sclerotinia*. *Mycologia* 20: 127-157.
- 83) *Honey, E. E.:* 1936. North American species of *Monilinia*. I. Occurrence, grouping, and life-histories. *American Journal of Botany* 23: 100-106.
- 84) *Horton, D., Gorsuch, C. and Ritchie, D.:* 2001. Southern Peach, Nectarine and Plum Pest Management and Culture Guide. University of Georgia, Athens, GA.
- 85) *Hsiang, T., Yang, L. and Barton, W.:* 1997. Baseline sensitivity and crossresistance to demethylation-inhibiting fungicides in Ontario isolates of *Sclerotinia homoeocarpa*. *European Journal of Plant Pathology* 103: 409–416.
- 86) *Hughes, K. J. D., Fulton, C. E., McReynold, D. and Lange, C. R.:* 2000. Development of new PCR primers for identification of *Monilinia* species. EPPO Conferences on diagnostic techniques for plant pests, 1-4 February 2000, Wageningen, the Netherlands, 54. (Abstract)
- 87) *Ioos, R. and Frey, P.:* 2000. Genomic variation within *Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*, and application to species identification by PCR. EPPO Conferences on diagnostic techniques for plant pests, 1-4 February 2000, Wageningen, the Netherlands, 52 (Abstract).
- 88) *Jackson, H. S.:* 1915. Notes on plant diseases: Pear canker *Monilinia* sp. In: Oregon Agricultural Experimental Station Bien. Corp and Pest Report 1913-1914: 271-272.
- 89) *Jenkins, P. T.:* 1965. *Sclerotinia laxa* Aderh. and Ruhl: a cause of brown rot of stone fruits not previously recorded in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 16: 141-144.
- 90) *Jerebzooff, S.:* 1956 Action de la durée de la lumipériode sur la croissance des conidiophores fertiles et l'apparition des zonations chez *Monilinia fructicola* (Wint.). *Rehm. C. r. hebd. Séanc. Academic Science, Paris* 242: 1059-1061.

- 91) Jones, A. L. and Ehret, G. R.: 1976. Isolation and characterization of benomyl-tolerant strains of *Monilinia fructicola*. *Plant Disease Reporter*. 60: 765-769.
- 92) Kable, P. F. and Parker, K. G.: 1963. The occurrence of the imperfect stage on *Monilinia laxa* on *Prunus cerasus* var. *austeria* in New York State. *Plant Disease Reporter* 47: 1104.
- 93) Kable, P. F.: 1965. The fruit peduncle as an important overwintering site of *Monilinia fructicola* in the Murrumbidgee Irrigation Areas. *Australian Journal of Experimental Agriculture, Animal Husbandry* 5: 172-175.
- 94) Kable, P. F.: 1969. Brown rot of stone fruits on the Murrumbidgee irrigation areas. I. Aetiology of the disease in canning peaches. *Australian Journal of Agricultural Research* 20: 301-316.
- 95) Keitt, G. W., Duain Moore, J., Calavan, E. C. and Shay, J. R.: 1943. Occurrence of the imperfect stage of *Sclerotinia laxa* on *Prunus cerasus* in Wisconsin. *Phytopathology* 33: 1212-1213.
- 96) Kendall, S. J., Hollomon, D. W., Cooke, L. R. and Jones, D. R.: 1993. Changes in sensitivity to DMI fungicides in *Rhynchosporium secalis*. *Crop Protection* 12: 357–362.
- 97) Kennel, W.: 1968. Physikalische Bekämpfung von Obstbaum-Krankheiten als Kultumaß-name. *Zeitschrift für Pflanzen-krankheiten, Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz* 75: 585-591.
- 98) Kim, Y. S., Dixon, E. W., Vincelli, P. and Farman, M. L.: 2003. Field resistance to strobilurin (QoI) fungicides in *Pyricularia grisea* caused by mutations in the mitochondrial cytochrome b gene. *Phytopathology* 93: 891–900.
- 99) Koball, D. C., Wilcox, W. F. and Seem, R. C.: 1997. Influence of incubation-period humidity on the development of brown rot blossom blight of sour cherry. *Phytopathology* 87: 42-49.
- 100) Köller, W., Parker, D. M., Turecheck, W. W., Avila-Adame, C. and Cronshaw, K.: 2004. A two-phase resistance response of *Venturia inaequalis* populations to the QoI fungicides kresoxim-methyl and trifloxystrobin. *Plant Disease* 88: 537–544.
- 101) Lack, H.: 1989. The spread of apple brown rot (*Monilinia fructigena*) by insects. *Annals of Applied Biology* 115 (2): 221-227.
- 102) Lancon, J., Wery Rapidel, J., Angokaye, B., Gérardeaux, M., Gaborel, E., Ballo, C. and Fadegnon, D. B.: 2007. An improved methodology for integrated crop management systems. *Agronomy of Sustainable Development* 27.

- 103) Landgraf, F. A. and Zehr, E. I.: 1982. Inoculum sources for *Monilinia fructicola* in South Carolina peach orchards. *Phytopathology* 72: 185-190.
- 104) Lim, S., Notley-McRobb, L., Lim, M. and Carter, D. A.: 2004. A comparison of nature and abundance of microsatellite in 14 fungal genomes. *Fungal Genetics and Biology* 41:1025–1036.
- 105) Luo, Y., Morgan, D. P. and Michailides, T. J.: 2001. Risk analysis of brown rot blossom blight of prune caused by *Monilinia fructicola*. *Phytopathology* 91 (8): 759-768.
- 106) Luo, Y. and Michailides, T. J.: 2003. Threshold conditions that lead latent infection to prune fruit rot caused by *Monilinia fructicola*. *Phytopathology* 91 (3): 102-111.
- 107) Ma, Z. H., Luo, Y. and Michailides, T. J.: 2003a. Nested PCR assays for detection of *Monilinia fructicola* in stone fruit orchards and *Botryosphaeria dothidea* from pistachios in California. *Journal of Phytopathology* 151: 312-332.
- 108) Ma, Z. H., Yoshimura, M. A. and Michailides, T. J.: 2003. Identification and characterization of benzimidazole resistance in *Monilinia fructicola* from stone fruit orchards in California. *Applied and Environmental Microbiology*. 69: 7145-7152.
- 109) Ma, Z. H., Yoshimura, M. A., Holtz, B. A. and Michailides, T. J.: 2005. Characterization and PCR-based detection of benzimidazole-resistant isolates of *Monilinia laxa* in California. *Pest Management Science* 61: 449–457.
- 110) Marquenie, D., Lammertyn, J., Geeraerd, A. H., Soontjens, C., Van Impe, J. F., Nicolai, B. M. and Michiels, C. W.: 2002. Inactivation on conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. *International Journal of Food Microbiology* 74 (1-2): 27-35.
- 111) McCallan, S. E. .: 1930. Studies on fungicides. II. Testing protective fungicides in the laboratory. *New York Agricultural Experimental Station Memoir no. 128*.
- 112) Michailides, T. J. and Morgan, D. P.: 1997. Influence of fruit-to-fruit contact on the susceptibility of French prune to infection by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease* 81: 1416-1424.
- 113) Michailides, T. J., Ogawa, J. M. and Opgenorth, D. C.: 1987. Shift of *Monilinia* spp. and distribution of isolates sensitive and resistant to benomyl in California prune and apricot orchards. *Plant Disease* 71: 893–896.
- 114) Mix, A. J.: 1930. A blight of flowering almond, *Prunus glandulosa* Thunb. *Phytopathology* 20: 265.

- 115) Moore, M. H.: 1950. Brown rot of apples: fungicide trials and studies of the relative importance of different wound agents. *Journal of Horticultural Science* 25: 225-234.
- 116) Mora-Aguilera, G., Nieto-Angel, D., Campbell, C. L., Téliz, D. and Garcia, E.: 1996. Multivariate comparison of papaya ringspot epidemics. *Phytopathology* 86: 70-78.
- 117) Moral, J., Muñoz-Díez, C., Cabello, D., Arquero, O., Lovera, M., Benítez, M. J. and Trapero, A.: 2011. Characterization of monilia disease caused by *Monilinia linhartiana* on quince in Southern Spain. *Plant Pathology* 60: 1128-1139.
- 118) Nei, M.: 1975. Molecular Population Genetics and Evolution. New York, USA, American Elsevier: 175.
- 119) Nei, M.: 1987. Molecular Evolutionary Genetics. New York, NY, USA, Columbia University Press: 187.
- 120) Ngugi, H. K., Julian, A. M., King, S. B. and Peacocke, B. J.: 2000, Epidemiology of *Sorghum antracnose* (*Colletotrichum sublineolum*) and leaf blight (*Exserohium turcicum*) in Kenya. *Plant Pathology* 49: 129-140.
- 121) Northover, J. and Cerkauskas, R. F.: 1998. Fungicidal suppression of symptomless latent infections of *Monilinia fructicola* in European plums. *Canadian Journal of Plant Pathology* 20(3): 234-242.
- 122) Norton, J. B. S., Ezekiel, W. N. and Jehle, R. A.: 1923. Fruit-rotting *Sclerotinias* I. Apothecia of the brown rot fungus. *Maryland Agricultural Experimental Station Bulletin* 256: 1-32.
- 123) OEPP/EPPO. (2003): EPPO Standards, Diagnostic Protocols for regulated pests. *EPPO Bulletin* 33: 245–247.
- 124) Ogawa, J. M., Gubler, W. D. and Manji, B. T.: 1988. Effect of sterol biosynthesis inhibitors on diseases of stone fruits and grapes in California. 262-287. In: Berg, D. and Plempel, M. (eds.): Sterol biosynthesis inhibitors. Ellis Horwood Ltd. Chichester, England, 583.
- 125) Ogawa, J. M., Manji, B. T. and Sonoda, R. M.: 1985. Management of the brown rot disease on stone fruits and almonds in California. *New York State Agricultural Experiment Station Geneva Specific Reporter* 55: 8–15.
- 126) Ogawa, J. M., Manji, B. T., Rostock, R. M., Canez, V. M. and Bose, E. A.: 1984. Detection and characterization of benomyl-resistant *Monilinia laxa* on apricots. *Plant Disease* 68: 29-31.
- 127) Ogawa, J. M. and English, W. H.: 1954. Means of differentiating atypical isolates of *Sclerotinia laxa* and *S. fructicola*. *Phytopathology* 44: 500.

- 128) Ogawa, J. M., English, W. H. and Wilson, E. E.: 1954. Survey for brown rot of stone fruits in California. *Plant Disease Reporter* 38: 254-257.
- 129) Ogawa, J. M., Hall, D. M. and Koepsell, P. A.: 1967. Spread of pathogens within crops as effected by life cycle and environment. 247-267. In: Air-borne microbes. *Society for Genetic Microbiology*, London, UK
- 130) Ogawa, J. M. and English, H.: 1991. Diseases of temperate zone tree fruit and nut crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, CA. USA 461.
- 131) Ogawa, J. M., English, H., Moller, W. J., Manji, B. T., Rough, D. and Koike, S. T.: 1980. Brown rot of stone fruits. *California University Division Agricultural Science Leaf* 2206: 7.
- 132) Ogawa, J. M., Zehr, E. I. and Biggs, A. R.: 1995 Brown rot. In: Ogawa JM, Zehr EI, Bird GW, Ritchie DF, Uriu K, Uyemoto JK. (eds) *Compendium of Stone Fruit Diseases*. St. Paul, MN, USA, APS Press: 7-10.
- 133) Osirio, Adaskaveg, J. E. and Ogawa, J. M.: 1994. Inhibition of mycelial growth of *Monilinia* species and suppression and control of brown rot blossom blight of almond with iprodione and E-0858. *Plant Disease* 78: 712-716.
- 134) Paszternák, F., Vályi, I. and Nyéki, J.: 1982. A vegyszeres kezelések hatása a Pándy meggy gyümölcskötődésére és a monília jelentősége üzemi ültetvényekben. *Növényvédelem*. 13 (9): 407-411.
- 135) Pauvert, P., Fournet, J. and Rapilly, F.: 1969. Études sur la dispersion d'un inoculum par des gouttes d'eau en fonction du conceptacle sporifère. *Annales de Phytopathologie* 1: 491-493.
- 136) Paoletti, M. G., Sommaggio, D., Favretto, M. R., Petruzzelli, G., Pezzarossa, B. and Barbaferri, M.: 1998. Earthworms as useful bioindicators of agrosystem sustainability in orchards and vineyards with different inputs. *Applied Soil Ecology* 10: 137-150.
- 137) Penrose, L., Koffmann, J. W. and Nicholls, M. R.: 1985. Field occurrence of vinclozolin resistance in *Monilinia fructicola*. *Plant Pathology* 34: 228-234.
- 138) Penrose, L. J., Tarran, J. and Wong, A. L.: 1976. First record of *Sclerotinia laxa* Aderh. and Ruhl. in New South Wales: differentiation from *S. fructicola* (Wint.) Rehm. by cultural characteristics and electrophoresis. *Australian Journal of Agricultural Research* 27: 547-556.

- 139) *Persoon, C. H.*: 1796. *Observationes Mycologicae*, p. 26 (cited in Byrde and Willets, 1977)
- 140) *Petróczy M.* 2009. A *Monilinia fructicola* és a *Monilia polystroma* megjelenése Magyarországon és a védekezés újabb lehetősége (doktori értekezés). Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar 180 pp.
- 141) *Petróczy, M. és Palkovics, L.*: 2005. A *Monilinia fructicola* karantén kórokozó hazai megjelenése és azonosítása import őszibarackon. *Növényvédelem* 41 (12): 603–608.
- 142) *Petróczy, M. and Palkovics, L.*: 2006. First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* on imported peach in Hungary. *Plant Disease* 90 (3): 375.
- 143) *Petróczy, M. and Palkovics, L.*: 2009. First report of *Monilia polystroma* on apple in Hungary. *European Journal of Plant Pathology* 125: 343-347.
- 144) *Petróczy, M., Szigethy, A. and Palkovics, L.*: 2012. *Monilinia* species in Hungary: morphology, culture characteristics, and molecular analysis. *Trees* 26: 153-164.
- 145) *Prischmann, D. A., James, D. G., Wright, L. C., Teneyck, R. D. and Synder, W. E.*: 2005. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (*Acari tetranychidae*) and their natural enemies. *Biological Control* 33: 324-334.
- 146) *Rayner, R. W.*: 1970. A mycological colour chart. Commonwealth mycological institute, Kew, Surrey, England.
- 147) *Rewall, N., Coley-Smith, J. R. and Selay-Lewis, H. M.*: 1991. Studies on resistance to dichlofluanid and other fungicides in *Botrytis cinerea*. *Plant Pathology*. 40: 554-560.
- 148) *Ridgway, R.*: 1912. Colour standards and colour nomenclature. 111 Pls., 43. Washington, D. C. USA.
- 149) *Ritchie, D. F.*: 1981. Effect of dichloran, iprodione, procymidone and vinclozolin on the growth and sporulation of *Monilinia fructicola*. *Phytopathology*. 71: 252.
- 150) *Ritchie, D. F.*: 1983. Mycelial growth, peach fruit-rotting capability, and sporulation of strains of *Monilinia fructicola* resistant to dichloran, iprodione, procymidone and vinclozolin. *Phytopathology*. 73: 44-47.
- 151) *Roberts, J. W. and Dunegan, J. C.*: 1924. Fungus causing the common brown rot of fruits in America. *Journal of Agricultural Research* 28: 955-960.
- 152) *Sanoamung, N., Gaunt, R. E. and Fautrier, A. G.*: 1995. The segregation of resistance to carbendazim in sexual progeny of *Monilinia fructicola*. *Mycological Research* 99: 677-680.

- 153) Sanoamuang, N. and Gaunt, R. E.: 1991. Survival of *Monilinia fructicola* resistant to MCB and dicarboximide fungicides on twig cancers and mummified fruits. *Proceedings of the New Zealand Weed and Pest Control Conference* 44: 225-228.
- 154) Sanoamuang, N. and Gaunt, R. E.: 1995. Persistence and fitness of carbendazim-resistant and dicarboximide-resistant isolates of *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey in flowers, shoots and fruit of stone fruit. *Plant Pathology* 44: 448-457.
- 155) Sansavini, S.: 1997. Integrated fruit production in Europe: research and strategies for a sustainable industry. *Horticultural Science* 68: 25-36.
- 156) Scherm, H. and Emery, K. M.: 2003. Vegetative compatibility in populations of *Monilinia fructicola* from Georgia peach orchards. *Acta Horticulture* 592: 725-728.
- 157) Schlagbauer, H. E. and Holz, G.: 1990. Infection and colonization of plum blossoms by *Monilinia laxa*. *Phytophylactica* 22: 419-422.
- 158) Schnabel, G. and Dai, Q.: 2004. Heterologous expression of the P450 sterol 14a-demethylase gene from *Monilinia fructicola* reduces sensitivity to some but not all DMI fungicides. *Pesticide Biochemical Physiology* 78: 31-38.
- 159) Schnabel, G., Bryson, P. K., Bridges, W. C. and Brannen, P.M.: 2004. Reduced sensitivity in *Monilinia fructicola* to propiconazole in Georgia and implications for disease management. *Plant Disease* 88: 1000-1004.
- 160) Schofl, U. A. and Zinkernagel, V.: 1997. A test method based on microscopic assessments to determine curative and protectant fungicide properties against *Septoria tritici*. *Plant Pathology* 46: 545-556.
- 161) Sharma, R. L. and Kaul, J. L.: 1987. Blossom blight and fruit rot of apple. *Indian Journal of Plant Pathology* 5: 205-206.
- 162) Shyma, Y.: 1936. Studies on the young fruit rot of apple tree. *Journal of Faculty of Agriculture Hokkaido University* 39: 143-149.
- 163) Siegel, M. R.: 1981. Sterol-inhibiting fungicides- effects on sterol biosynthesis and sites of action. *Plant Disease* 65: 986-989
- 164) Smith, W. R., Jr., Miller, W. H. and Bassett, R. D.: 1965. Effects of temperature and relative humidity on germination of *Rhizopus stolonifer* and *Monilinia fructicola* spores. *Phytopathology* 55: 604-606.
- 165) Soltész, M.: 1997. Integrált gyümölcsstermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- 166) Soltész, M., Szabó T. : 1997. Alma. Fajták. 428-437. In.: Soltész M. (ed.): Integrált gyümölcsstermesztés. Mezőgazda kiadó, Budapest.

- 167) *Sonoda, R. M. and Ogawa, J. M.*: 1982. Growth rate of *Monilinia fructicola* resistant and sensitive to benomyl on potato-dextrose agar and on peach fruit. *Plant Disease* 66: 1155–1156.
- 168) *Staub, T.*: 1991. Fungicide resistance: practical experiences with antiresistance strategies and the role of integrated use. *Annual Review of Phytopathology*. 29: 421-442.
- 169) *Stensvand, A., Talgo, V. and Borve, J.*: 2001. Seasonal production of conidia of *Monilinia laxa* from mummified fruits, blighted spurs and flowers of sweet cherry. *Gartenbauwissenschaft* 66 (6): 273-281.
- 170) *Sussmann, A. S.*: 1968. Longevity and survivability of fungi. 447-486. In: *Ainsworth, C. G. & Sussmann, A. S. (eds.): The fungi: An advanced treatise. Academic Press, New York, USA.*
- 171) *Sutton, T. B. and Clayton, C. N.*: 1972. Role and survival of *Monilinia fructicola* in blighted peach branches. *Phytopathology* 62: 1369-1373.
- 172) *Szabó, Z. and Nyéki, J.*: 1995. A *Monilinia laxa* és a *Venturia carpophila* súlyosbodó kártétele a szilván. *Növényvédelmi fórum 95' Keszthely, Összefoglalók* 38.
- 173) *Szepessy, I.*: 1977. Növénybetegségek. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. 368–400.
- 174) *Szkolnik, M., Ogawa, J. M., Manji, B. T., Frate, C. A. and Bose, E. A.*: 1978. Impact of benomyl treatments on populations of benomyl-tolerant *Monilinia fructicola*. *Phytopathological News*. 23: 239. (Abstract)
- 175) *Szkolnik, K. M.*: 1981. Protective and after-infection activity of sterol inhibitors against *Monilinia fructicola*. *Phytopathology*. 71: 565-565.
- 176) *Sződi, Sz., Komjáti, H. and Turóczy, Gy.*: 2012. Characterization of *M. laxa* and *M. fructigena* isolates from Hungary with MP-PCR. *Horticultural Science* 3: 116-122.
- 177) *Sződi, Sz., Rozsnyai, Zs., Rózsa, E. and Turóczy, Gy.*: 2008. Susceptibility of sour cherry cultivars to isolates of *Monilia laxa* (Ehrenbergh) Saccardo et Voglino. *International Journal of Horticultural Science* 14 (1-2): 83-87.
- 178) *Sztejnberg, A. and Jones, A. L.*: 1978. Tolerance of the brown rot fungus *Monilinia fructicola* to iprodione, vinclozolin and procymidone. *Phytopathological News* 12: 187-188.
- 179) *Tamm, L., Minder, C. E. and Fückiger, W.*: 1995. Phenological analysis of brown rot blossom blight of sweet cherry caused by *Monilinia laxa*. *Phytopathology* 85: 401-408.

- 180) Tamm, L., Häseli, J., Fuchs, J. G., Weibel, F. P. and Wyss, E.: 2004. Organic fruit production in humid climates of Europe: bottlenecks and new approaches in disease and pest control. *Acta Horticultural* 638: 333-339.
- 181) Tate, K. G., Ogawa, J. M., Manji, B. T. and Bose, E.: 1974. Survey of benomyl-tolerant isolates of *Monilinia fructicola* and *Monilinia laxa* in stone fruits orchards of California. *Plant Disease Reporter* 58: 663-665.
- 182) Tate, K. G.: 1974. Survey of peach orchards for benomyl-tolerant isolates of brown rot fungus *Monilinia fructicola*. *New Zealand Orchardist* 47: 231.
- 183) Terui, M. and Harada, Y.: 1966. On the brown rot fungus *Monilinia fructicola* of fruit trees in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan* 32: 291-294.
- 184) Thanos, A.: 1951. Effect of ultraviolet light on the germination of spores of *Monilinia fructicola*, *Cladosporium cucumerinum*, and *C. epipyttum*. *Phytopathology* 41: 35.
- 185) Tobin, M. E., Dolbeer, R. A. and Woronecki P. P.: 1989. Bird damage to apples in the Mid-Hudson Valley of New York. *International Journal of Horticultural Science* 24: 859.
- 186) Vályi, I., Benedek, P., Nyéki, J. and Soltész, M.: 1985. A fajta-specifikus növényvédelem alapjai. *Növényvédelem* 21: 312.
- 187) Vályi, I., Benedek, P., Nyéki, J. and Soltész, M., Gáspár I-né and Katona, A.: 1986. A fajta-specifikus almavédelem lehetőségei. *Növényvédelem* 22: 145-151.
- 188) Van den Bossche, H., Willemsens, G., Marichal, P., Cools, W. and Lauwers, W.: 1984. The molecular basis for the antifungal activities of N-substituted azole derivatives. Focus on R51 211. 321-340. [In: Trinci, A. P. J. & Ryley, J. F. (eds.): Mode of action of antifungal agents] British Mycological Society. New York, London.
- 189) Van Leeuwen, G. C. M., Holb, I. J. and Jeger, M. J.: 2002. Factors affecting mummification and sporulation of pome fruit infected by *Monilinia fructigena* in Dutch orchards. *Plant Pathology* 51: 787-793.
- 190) Van Leeuwen, G. C. M., Stein, A., Holb, I. J. and Jeger, M. J.: 2000. Yield loss caused by *Monilinia fructigena* (Aderh. & Ruhl.) Honey, and spatio-temporal dynamics of disease development. *European Journal of Plant Pathology* 106: 519-528.
- 191) Van Rhee, J. A.: 1976. Effects of soil pollution on earthworms. *Pedobiologia* 17: 201-208.
- 192) Van't Westeinde, P.: 1999. Overheid heeft geen juist beeld van omvang vogelschade. *De Fruitteelt* 89. (31): 10-11.

- 193) Véghegyi, K.: 1996. Védekezés csonthéjas gyümölcsfáink moniliniás betegsége ellen. *Új Kertgazdaság* 2 (1): 67-68.
- 194) Villarino, M., Larena, I., Martinez, F., Melgarejo, P. and De Cal, A.: 2011. Analysis of genetic diversity in *Monilinia fructicola* from the Ebro Valley in Spain using ISSR and RAPD markers. *European Journal of Plant Pathology* volume 132, number 4. 511-522(14).
- 195) Wattson, W. A., Zehr, E. I. and Grimes, L. W.: 2002. Influence of temperature and wetting period on inoculum production by *Monilinia fructicola* in peach twig cankers. *Plant Disease* 86 (6): 666-668.
- 196) Weaver, L. O.: 1950. Effect of temperature and relative humidity on occurrence of blossom blight of stone fruits. *Phytopathology* 40: 1136-1153.
- 197) Weibel, F. and Häseli, A.: 2003. Organic apple production – with emphasis on European experiences. In D. C. Ferree and I. J. Warrington (Eds.), Apples: Botany, production and uses (551-583.). Wallingford: CAB International.
- 198) Wellman, R. H. and McCallan, S. E. A.: 1942. An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. IV. *Time and temperature. Contrib. Boyce Thompson Institute* 12: 431-449.
- 199) Whan, J. H.: 1976. Tolerance of *Sclerotinia fructicola* to benomyl. *Plant Disease Reporter* 55: 69-72.
- 200) Wherret, A. D., Sivasithamparam, K. and Kumar, S.: 2001. Detection of possible systemic fungicide resistance in Western Australian *Monilinia* populations. *Phytopathology* 91: 95.
- 201) Wilcox, W. F.: 1989. Influence on environment and inoculum density on the incidence of brown rot blossom blight of sour cherry. *Phytopathology* 79: 530-534.
- 202) Wilcox, W. F. and Burr, J. A.: 1994. Base-line sensitivity of *Monilinia fructicola* to six DMI fungicides (Abstract). *Phytopathology* 84: 1078.
- 203) Willets, H. J.: 1969. Cultural characteristics of the brown rot fungi (*Sclerotinia* spp.) *Mycologia* 61: 332-339.
- 204) Willets, H. J.: 1971. The survival of fungal *Sclerotinia* under adverse environmental conditions. *Biological review* 46: 387-407.
- 205) Willetts, H. J. and Bullock, S.: 1993. Cytology, histology and histochemistry of fruit infection by *Monilinia* species. In A. R. Biggs (eds.) *Handbook of Cytology, Histology and Histochemistry of Fruit Tree Diseases* 113-136. CRC Press: Boca Raton.

- 206) Willetts, H. J. and Calonge, F. D.: 1969. Spore development in the brown rot fungi (*Sclerotinia* spp.). *New Phytologist* 68: 123-131.
- 207) Willetts, H. J. and Harada, Y.: 1984. A review of apothecal production by *Monilinia* fungi in Japan. *Mycologia* 76: 314-325.
- 208) Willetts, H. J., Byrde, R. J. W., Fielding, A. H. and Wong, A. L.: 1977. The taxonomy of the brown rot fungi (*Monilinia* spp.) related to their extracellular cell wall-degrading enzymes. *Journal of General Microbiology* 103: 77-83.
- 209) Willetts, H. J.: 1968. Factors influencing the production of stromata and microconidia by *Sclerotinia fructicola* (Wint.) Rehm. *Annals of Botany* 32: 219-232.
- 210) Willetts, H. J.: 1968a. The development of stromata of *Sclerotinia fructicola* and related species II. In fruits. *Transactions of British Mycological Society* 51: 633-642.
- 211) Wilson, E. E. and Baker, G. A.: 1946. Some aspects of the aerial dissemination of spores, with special reference to conidia *Sclerotinia laxa*. *Journal of Agricultural Research* 72: 301-327.
- 212) Wilson, E. E.: 1950. Sodium pentachlorophenate and other materials as eradicated fungicides against *Sclerotinia laxa*. *Phytopathology* 40: 567-583.
- 213) Wormald, H.: 1920. The 'brown rot' diseases of fruit trees, with special reference to two biologic forms of *Monilinia cinerea*. *Bon. II. Annals of Botany, London* 34: 143-171.
- 214) Wormald, H.: 1927. Further studies of the brown rot fungi. II. A contribution to our knowledge of the distribution of the species of *Sclerotinia* causing brown-rot. *Annals of Botany* 41: 287-299.
- 215) Wormald, H.: 1954. The brown rot disease of fruit trees. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Technical Bulletin no. 3, London
- 216) Woronin, M.: 1900. Über *Sclerotinia cinerea* und *Sclerotinia fructigena*. *Memorial Academic Imperial Science St. Petersburg*, VIII: 10 (5): 1-37.
- 217) Wright, S. 1951. The genetical structure of populations. *Annals Eugenics* 15: 323-354.
- 218) Xu, X. M. and Robinson, J. D.: 2000. Epidemiology of brown rot (*Monilinia fructigena*) on apple: infection of fruits by conidia. *Plant Pathology* 49: 201-206.
- 219) Xu, X. M., Guerin, L. and Robinson, J. D.: 2001a. Effects of temperature and relative humidity on conidial germination and viability, colonization and sporulation of *Monilinia fructigena*. *Plant Pathology* 50 (5): 561-568.

- 220) Xu, X. M., Robinson, J. D., Berrie, A. M. and Harris, D. C.: 2001. Spatio-temporal dynamics of brown rot (*Monilinia fructigena*) on apple and pear. *Plant Pathology* 50: 569-578.
- 221) Xu, X. M., Robinson, J. D., Berrie, A. M. and Harris, D. C.: 2001b. Spatio-temporal dynamics of brown rot (*Monilinia fructigena*) on apple and pear. *Plant Pathology* 50 (5): 569-578.
- 222) Yoder, K. S., Cochran, A. E. I., Royston, W. S. and Kilmer, S. W.: 1995. Effects of pre-harvest fungicide treatments on preharvest and postharvest disease development on Redskin peach. *F & N Tests* 50: 63.
- 223) Zadoks, J. C. and Schein, R. D.: 1979. Epidemiology and plant disease management. Oxford: Oxford University Press.
- 224) Zalom, F. G.: 1993. Reorganizing to facilitate the development and use of integrated pest management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 245-256.
- 225) Zehr, E. I.: 1982. Control of brown rot in peach orchards. *Plant Disease* 66: 1101-1105.
- 226) Zehr, E. I.: 1985. Importance and control of blossom blight in the southeastern United States. *New York State Agricultural Experimental Station Specific Report* 55: 2-4.
- 227) Zehr, E. I., Luszcz, L. A., Olien, W. C., Newall, W. C. and Toler, J. E.: 1999. Reduced sensitivity in *Monilinia fructicola* to propiconazole following prolonged exposure in peach orchards. *Plant Disease* 83: 913-916.
- 228) Zehr, E. I., Toler, J. E. and Luszcz, L. A.: 1991. Spread and persistence of benomyl-resistant *Monilinia fructicola* in South Carolina peach orchards. *Plant Disease* 75: 590-593.
- 229) Zhang, Y., Boomer, M. and Rüegg, J.: 1991. Variation in sensitivity to sterol biosynthesis inhibitors (SBI) of different isolates of *Monilinia species*. *Journal of Plant Disease and Plant Protection* 98: 317-322.
- 230) Zhu, X. Q., Chen, X. Y. and Luo, L. Y.: 2005. First report of *Monilinia fructicola* on peach and nectarine in China. *Plant Pathology* 54: 575.

11. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN



DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR
PUBLIKÁCIÓK



Iktatószám: DEENKÉTK/194/2014.
Tételszám:
Tárgy: Ph.D. Publikációs Lista

Jelölt: Fazekas Mónika
Neptun kód: NXKPNG
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Növénytermesztési- és Kertészeti
Tudományok Doktori Iskola

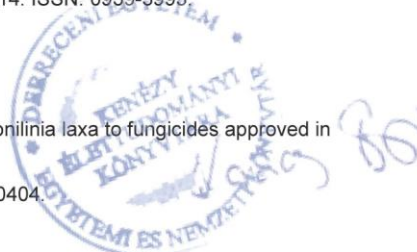
A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (3)

1. **Fazekas M.**, Abonyi F., Balla B., Lakatos P., Holb I.: Előzetes vizsgálatok a *Venturia inaequalis* populációk in vitro érzékenységeire egyes fungicid-hatóanyagokkal szemben.
Agrártud. közl. - 50, 165-168, 2012. ISSN: 1587-1282.
2. **Fazekas M.**, Szalóki S., Madar A., Miklós I., Sipiczki M., Holb I.: Néhány hazai *Monilinia* faj azonosítása és biológiai vizsgálata.
Agrártud. közl. 46, 27-29, 2012. ISSN: 1587-1282.
3. Balla B., **Fazekas M.**, Lakatos P., Abonyi F., Holb I.: Csökkentett permetezési programok hatása az alma jelentősebb gombakórokozóira környezetkímélő termesztési rendszerekben.
Agrártud. Közl. 42, 13-16, 2010. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (6)

4. **Fazekas, M.**, Madar, A., Sipiczki, M., Miklós, I., Holb, I.J.: Genetic diversity in *Monilinia laxa* populations in stone fruit species in Hungary.
World J. Microbiol. Biotechnol. 30 (6), 1879-1892, 2014. ISSN: 0959-3993
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-014-1613-4>
IF:1.353 (2013)
5. Holb, I.J., **Fazekas, M.**, Abonyi, F.: In vitro sensitivity of *Monilinia laxa* to fungicides approved in integrated and organic production systems.
Int. J. Hort. Sci. 17 (4-5), 59-62, 2011. ISSN: 1585-0404.



Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. □ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 45. □ Tel.: (52) 518-600
E-mail publikaciok@lib.unideb.hu □ Honlap: lib.unideb.hu



6. Holb, I.J., Balla, B., Abonyi, F., **Fazekas, M.**, Lakatos, P., Gáll, J.M.: Development and evaluation of a model for management of brown rot in organic apple orchards.
Eur. j. plant pathol. 129 (3), 469-483, 2011. ISSN: 0929-1873.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-010-9710-1>
IF:1.413
7. Holb, I.J., **Fazekas, M.**, Lakatos, P., Balla, B., Gáll, J.: Possibilities of blossom and twig blight management in organic stone fruit production.
Int. J. Hortic. Sci. 16 (3), 103-105, 2010. ISSN: 1585-0404.
8. **Fazekas, M.**, Abonyi, F., Madar, A., Lakatos, P., Gáll, J., Holb, I.: Some aspects of reduced disease management against *Monilinia* spp. In sour cherry production.
Int. J. Hortic. Sci. 16 (1), 51-53, 2010. ISSN: 1585-0404.
9. Holb, I.J., **Fazekas, M.**, Abonyi, F., Lakatos, P., Thurzó, S., Nyéki, J., Szabó, Z., Kruppa, J., Balla, B.: Effect of reduced spray programmes on incidences of apple scab, powdery mildew and codling moth damage in environmentally friendly apple production systems.
Int. J. Hortic. Sci. 15 (4), 75-78, 2009. ISSN: 1585-0404.

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

10. Madar A., **Fazekas M.**, Miklós I., Sipiczki M., Abonyi F., Lakatos P., Balla B., Holb I.: *Monilinia laxa* izolátumok ISSR-markeren alapuló polimorfizmus vizsgálata.
In: IX. Magyar Genetikai Kongresszus és, XVI. Sejt- és Fejlődésbiológiai Napok : Siófok ..., 2011. március 25-27. : program, összefoglalók. Szerk.: ... Hohol Róbert ; rend. a Magyar Genetikusok Egyesülete és a Magyar Biológiai Társaság Sejt- és Fejlődésbiológiai Szakosztálya, Diamond Congress Kft., Budapest, 182, [2011]. ISBN: 9789638801944

Idegen nyelvű konferencia közlemény(ek) (3)

11. Madar, A., **Fazekas, M.**, Sipiczki, M., Miklós, I., Holb, I.J.: Genetic diversity of *Monilinia laxa* populations from three geographic areas of Hungary.
Acta Microbiol. Immunol. Hung. 60 (Suppl.), 48, 2013. ISSN: 1217-8950.





12. Madar, A., **Fazekas, M.**, Miklós, I., Sipiczki, M., Abonyi, F., Lakatos, P., Balla, B., Holb, I.J.: Are ITS sequences suitable for detecting interspecific polymorphism of *Monilinia laxa*?
In: A Magyar Mikrobiológiai Társaság 2010. évi Nagygyűlése : Absztraktfüzet. Közread.: Magyar Mikrobiológiai Társaság és a MMT Alapítványa, Magyar Mikrobiológiai Társaság és a MMT Alapítványa, Keszthely, 57-58, 2011.
13. **Fazekas, M.**, Madar, A., Sipiczki, M., Miklós, I., Abonyi, F., Lakatos, P., Balla, B., Holb, I.: Genetic diversity of *Monilinia fructigena* population from Hungary.
Acta Microbiol. Immunol. Hung. 58 (Suppl. 1), 26, 2011. ISSN: 1217-8950.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/AMicr.58.2011.Suppl.1>

A kutatási témához közvetlenül nem kapcsolódó publikációk

Idegen nyelvű közlemény(ek) külföldi folyóiratban (1)

14. Holb, I., Fodor, B., Lakatos, P., Balla, B., **Fazekas, M.**, Gáll, J.: Effect of production system and pruning on *Aphis sambuci* dynamics over time and on elderberry yield.
J. Appl. Entomol. 134, 615-625, 2010. ISSN: 0931-2048.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01511.x>
IF:1.276

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 4,042

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
2,766

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2014.08.15.



12. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni témavezetőmnek Prof. Dr. Holb Imrének, hogy biztosította a pénzügyi háttérrel a tudományos munka elvégzéséhez, a kísérleti munkaanyagokat és hogy hathatós segítséget nyújtott jelen doktori értekezés létrejöttéhez.

Köszönöm a Debreceni Egyetem Természettudományi Kar Genetika és Alkalmazott Mikrobiológia tanszék vezetőinek, Prof. Dr. Sipiczki Mátyásnak, illetve Dr. Miklós Idának és munkatársainak a doktori munka kísérleti fázisában nyújtott segítségüket.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni családomnak, hogy anyagilag biztosították számomra a háttérrel a tanuláshoz, valamint páromnak és barátaimnak az erkölcsi támogatást.

13. NYILATKOZATOK:

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Kerpely Kálmán Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2014.

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy Fazekas Mónika doktorjelölt 2009–2013 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom.

Debrecen, 2014.

.....
a témavezető aláírása

14. MELLÉKLETEK

1. táblázat: A fungicid hatóanyagok *Monilinia laxa* izolátumok növekedését gátló hatásának %-os értékei 0,5x; 1x és 2x-es dózisok alkalmazása mellett *in vitro* PDA táptalajon 5 és 10 napos inkubálást követően 22 C-on.

Hatóanyag	boszkalid+piraklostrobin			elemi kén			ciprodinil			fenhexamid			prokloráz		
Dózis	0,5x	1x	2x	0,5x	1x	2x	0,5x	1x	2x	0,5x	1x	2x	0,5x	1x	2x
izolátumok															
5. nap															
MLX-SP-P18	95	100	100	70	85	90	95	95	100	100	100	100	100	100	100
MLX-FO-P7	81	88	94	68	84	92	94	100	100	88	100	100	100	100	100
MLX-DBP-O1	100	100	100	63	73	90	67	83	100	100	100	100	100	100	100
MLX-SF-SC3	100	100	100	47	60	85	67	83	100	33	50	67	100	100	100
MLX-VSZ-P21	100	100	100	70	80	91	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-BF-P1	100	100	100	72	80	93	83	92	100	100	100	100	100	100	100
MLX-KL-P10	92	100	100	72	84	92	83	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-EP-P6	100	100	100	70	82	94	90	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-KNY-P9	100	100	100	93	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-KB-SC1	87	93	100	93	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-BE-P3	70	90	100	60	80	90	90	100	100	70	80	90	50	80	90
MLX-MV-P12	100	100	100	73	87	93	93	100	100	100	100	100	100	100	100
10. nap															
MLX-SP-P18	93	100	100	73	83	97	87	90	93	100	100	100	100	100	100
MLX-FO-P7	88	92	96	74	78	92	88	92	92	80	93	100	100	100	100
MLX-DBP-O1	100	100	100	78	86	96	76	88	92	100	100	100	100	100	100
MLX-SF-SC3	88	93	100	57	65	92	50	67	83	27	43	52	100	100	100
MLX-VSZ-P21	100	100	100	60	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-BF-P1	90	95	100	75	85	95	75	85	90	100	100	100	100	100	100
MLX-KL-P10	80	87	93	77	83	93	80	87	93	87	94	100	100	100	100
MLX-EP-P6	98	93	97	77	96	100	97	97	100	100	100	100	100	100	100
MLX-KNY-P9	100	100	100	81	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-KB-SC1	84	93	97	80	91	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MLX-BE-P3	30	50	90	50	73	82	80	90	100	40	50	70	0	40	60
MLX-MV-P12	100	100	100	83	87	93	93	97	97	97	100	100	100	100	100

2. táblázat: Permetezésszám, utolsó gyümölcsrothadás előfordulása és a sérülések előfordulásának aránya szüret idején (%) a három hónapos permetezési programban a két almagyümölcsösben (Nagykálló és Eperjeske, 2006-2008)

Kezelések ^b	Permetezésszám			Gyümölcsrothadás és -sérülés előfordulás (%) ^a		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
NAGYKÁLLÓ						
GEVS	8,3 ^c b ^d	7,5 a	7,5 b	26,1 (30,3) a	28,6 (33,1) a	23,3 (20,3) a
Általános IFOAM	12,0 b	9,3 b	10,5 b	23,3 (28,6) a	27,1 (30,2) a	26,4 (22,2) a
Kezeletlen kontroll	- ^e	-	-	52,5 (58,9) b	58,4 (55,5) b	45,1 (41,8) b
LSD _{0,05} ^f	2,6	1,4	2,0	10,7 (11,2)	12,1 (10,1)	8,9 (9,6)
EPERJESKE						
GEVS	7,3 a	6,5 a	8,3 a	24,2 (28,3) a	22,6 (27,2) a	25,2 (20,4) a
Általános IFOAM	9,5 b	8,8 b	11,8 b	26,5 (32,1) a	26,4 (30,1) a	24,4 (21,2) a
Kezeletlen kontroll	-	-	-	52,6 (61,4) b	50,8 (58,7) b	57,1 (48,2) b
LSD _{0,05}	1,6	1,4	2,8	14,2 (15,1)	13,1 (9,9)	16,1 (11,9)

^a Zárójelben a rovarsérülés előfordulás százalékos aránya.

^b GEVS: gyümölcsrothadás előrejelzés és kezelési stratégia szerint alkalmazott permetezés, Általános IFOAM: általános gyümölcsrothadás kezelés, és kontroll: nincs gyümölcsrothadás és rovarkezelés.

^c A négy ismétlés átlagértékei.

^d Az értékeket az oszlopokon és a helyszíneken belül különböző betűk követik, amelyek szignifikáns különbséget mutatnak.

^e Nem történt kezelés. A kontrollt nem tartalmazza a statisztikai elemzés.

^f Az egyes kezelések átlagértékeinek összehasonlítása legkisebb szignifikáns különbség teszttel (P = 0,05).