

SZENT ISTVÁN EGYETEM

ILLÓOLAJOK NÖVÉNYVÉDELMI ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGE
A KAJSZI-, ŐSZIBARACK-, ALMA- ÉS ŐSZI BÚZA EGYES KÁROSÍTÓI
ELLEN

Hochbaum Tamás

Gödöllő

2018

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

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

Témavezetők: Dr. Nagy Géza PhD
növénykórtani mérnökszakértő
Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatóság

Dr. Petróczy Marietta
egyetemi docens, Phd
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Növénykórtani Tanszék

A jelölt a Szent István Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, azért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. Bevezetés	6
2. Irodalmi áttekintés	8
2.1 Az alma, kajszi-, őszibarack, őszi búza jelentősebb betegségei	8
2.1.1 Az alma ventúriás varasodása (kórokozója: <i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) G. Winter)	8
2.1.1.1 A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre	8
2.1.1.2. A betegség tünetei.....	9
2.1.1.3. A kórokozó fejlődése	9
2.1.1.4. A betegség elleni védekezési lehetőségek	11
2.1.2. Az almafalisztharmat (kórokozója: <i>Podospahera leucotricha</i> (Ellis & Everh) E.S. Salmon)	12
2.1.2.1. A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre.....	12
2.1.2.2. A kórokozó fejlődése, a betegség tünetei	12
2.1.2.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek	13
2.1.3 A kajszi monilíniás betegsége (kórokozója: <i>Monilinia laxa</i> (Aderh. & Ruhland) Honey; <i>M. fructigena</i> Honey; <i>M. fructicola</i> (G. Winter) Honey)	14
2.1.3.1. A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre.....	14
2.1.3.2. A betegség tünetei, a kórokozó fejlődése	15
2.1.3.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek	16
2.1.4. A kajszi sztigminás betegsége (kórokozója: <i>Thyrostroma carpophilum</i> (Lév.) B. Sutton (syn.: <i>Stigmia carpophila</i> (Lév.) M.B. Ellis).....	17
2.1.4.1. A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre.....	17
2.1.4.2. A betegség tünetei.....	17
2.1.4.3. A kórokozó fejlődése	18
2.1.4.4. A betegség elleni védekezési lehetőségek	18
2.1.5. Az őszibarack tafrinás betegsége (kórokozója: <i>Taphrina deformans</i> (Berk.) Tul.)	19
2.1.5.1. A betegség jelentősége.....	19
2.1.5.2. A betegség tünetei, a kórokozó fejlődése	19
2.1.5.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek	20
2.1.6. Az őszibarack-lisztharmat (kórokozója: <i>Podosphaera pannosa</i> (Wallr.) de Bary)	20
2.1.6.1. A betegség jelentősége.....	20
2.1.6.2. A kórokozó fejlődése, a betegség tünetei	20
2.1.6.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek	21
2.1.7. A kalászfuzáriózis (kórokozója: <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe, <i>F. culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc., <i>F. avenaceum</i> (Fr.) Sacc., <i>F. poae</i> (Peck) Wollen, <i>F. nivale</i> (Fr.) Sorauer, <i>F. sporotrichioides</i> Sherb., <i>F. incarnatum</i> (Desm.) Sacc).....	21
2.1.7.1. A betegség jelentősége.....	21
2.1.7.2. A betegség tünetei.....	22
2.1.7.3. A kórokozó fejlődése	23
2.1.7.4. A kalászfuzáriózis elleni védekezési lehetőségek	23
2.2. Az illóolajok, növényi kivonatok betegségek elleni alkalmazásának lehetősége	25
2.2.1. Az illóolajok és növényi kivonatok gombák elleni hatásmechanizmusa ...	25
2.2.2. Az illóolajok, növényi kivonatok alkalmazásának lehetősége a csonthéjasok kórokozói elleni védekezésben.....	28
2.2.2.1. <i>Monilinia</i> fajok ellen felhasznált illóolajok	28
2.2.2.2. <i>Stigmia carpophila</i> ellen felhasznált illóolajok	32
2.2.2.3 <i>Taphrina deformans</i> ellen alkalmazott illóolajok.....	32
2.2.3. A növényi olajok, illóolajok és növényi kivonatok alkalmazása az alma- és körtevarasodás valamint almafalisztharmat ellen	32

2.3. A barackmoly (<i>Anarsia lineatella</i>) Zeller, keleti gyümölcsmoly (<i>Grapholita molesta</i>) Busck és az almamoly (<i>Cydia pomonella</i>) Linné	37
2.3.1. A barackmoly (<i>Anarsia lineatella</i>) és a keleti gyümölcsmoly (<i>Grapholita molesta</i>)	37
2.3.2. Az almamoly (<i>Cydia pomonella</i>)	37
2.3.3. Az illóolajok gyümölcsmolyok elleni hatása.....	38
2.4. Az illóolajok növényre gyakorolt hatása	40
3. Anyag és módszer.....	41
3.1. A vizsgálatban felhasznált illóolajok	41
3.2. A tapadásfokozó segédanyagok diszpergáló hatásának értékelése	42
3.3. Az illóolajok hatékonyságának értékelése kajszi- és őszibarackon	42
3.3.1. A vizsgálat helye	42
3.3.2. A vizsgálat anyaga.....	43
3.3.2.1. A kajszi- és őszibarackfajták	43
3.3.2.2. Kórokozók	43
3.3.2.3. Táptalaj	44
3.3.3. A vizsgálat módszere.....	44
3.3.3.1. Az illóolajok hatásának vizsgálata 2011-ben	44
3.3.3.2. Az illóolajok hatásának vizsgálata 2013-ban	45
3.3.4. Illóolajok antifungális hatásának <i>in vitro</i> feltárása.....	47
3.3.4.1. A kórokozó izolálása és tenyésztése	47
3.3.4.2. Hatásvizsgálat mérgezett agarlemezen	48
3.4. Az illóolajok hatékonyságának értékelése almán.....	48
3.4.1. A kísérlet helye	48
3.4.2. A vizsgálati évek jellemzése.....	49
3.4.3. A vizsgálat anyaga.....	50
3.4.3.1. Az almafajták	50
3.4.3.2. A kísérletben felhasznált inokulum forrása	50
3.4.3.3. Az illóolajok és a tapadásfokozó segédanyag	51
3.4.4. A vizsgálat módszere.....	51
3.4.4.1. A laboratóriumi vizsgálat	51
3.4.4.2. Növényre gyakorolt hatás értékelése	53
3.4.4.3. A szabadföldi vizsgálatok.....	53
3.5. Az illóolajok hatékonyságának értékelése őszi búzán	58
3.5.1. A kísérlet helye	58
3.5.2. A vizsgálati évek jellemzése.....	58
3.5.3. A kísérlet elrendezése	59
3.5.3.1. Az illóolajok hatékonyságának értékelése Rőjtökmuzsajon.....	59
3.5.3.2. A fahéj illóolaj kalászfuzáriózis elleni hatékonyságának értékelése	
Martonvásáron	62
3.6. Az értékelés során használt biometriai módszerek.....	64
3.6.1. Az illóolajok <i>in vitro</i> hatásának értékelése.....	64
3.6.2. A kajszi- és őszibarackon kialakult fertőzések összehasonlító vizsgálata	64
3.6.3. Az almán kialakult fertőzések <i>in vitro</i> összehasonlító vizsgálata	65
3.6.4. Az almán kialakult fertőzések <i>in vivo</i> összehasonlító vizsgálata	65
3.6.5. Az őszi búzán kialakult fertőzések összehasonlító vizsgálata.....	66
4. Eredmények.....	67
4.1. Az illóolajok oldékonysága	67
4.2. Az illóolajok <i>in vitro</i> hatékonysága.....	67
4.2.1. A fahéj és kakukkfű illóolajainak <i>Stigmina carpophila</i> kórokozóra gyakorolt hatása <i>in vitro</i>	67

4.2.1.1. A telepek területének időbeli változása	67
4.2.1.2. Az illóolajok hatása a tenyészbélyegekre	74
4.2.2. A fahéj, kakukkfű és narancs illóolajainak <i>Venturia inaequalis</i> kórokozóra gyakorolt hatása <i>in vitro</i>	75
4.2.2.1. A konídiumcsírázás gátlása	75
4.3. Az illóolajok hatékonysága szabadföldön	76
4.3.1. Az illóolajok kajszi betegségeire gyakorolt hatása szabadföldön	76
4.3.1.1. A kakukkfű és fahéj monilíniás virágfertőzés elleni hatékonysága	76
4.3.1.2. Az illóolajok sztigminás gyümölcsfoltosság elleni hatékonysága	80
4.3.2. Az illóolajok ősziarack betegségeire gyakorolt hatása	83
4.3.2.1. A kakukkfű és fahéj tafrinás levélfodrosodás és ősziarack-lisztharmat elleni hatékonysága	83
4.3.3. Az illóolajok ventúriás varasodásra és almafalisztharmatra gyakorolt hatása	85
4.3.3.1. Az illóolajok ventúriás varasodás elleni hatékonysága 2013-ban és 2014-ben	85
4.3.3.2. Az illóolajok ventúriás varasodás és almafalisztharmat elleni hatékonysága 2017-ben	89
4.3.4. Az illóolajok őszi búza betegségeire gyakorolt hatása	91
4.3.4.1. A fahéj és kakukkfű illóolajainak őszi búza kórokozói elleni hatékonysága, Röjtökmuzsaj – 2013	91
4.3.4.2. A fahéj illóolajának kalászfuzáriózis elleni hatékonysága Martonvásáron 2015-ben	95
4.3.5. Az illóolajok kajszi, ősziarack és alma kártevő molyfajaira gyakorolt hatása	97
4.3.5.1. A fahéj és kakukkfű kajszi- és ősziarack kártevő molyfajaira gyakorolt hatása	97
4.3.5.2. A fahéj almamoly elleni hatékonysága	98
4.4. Az illóolajok hatásmódját és hatástartamát befolyásoló tényezők	99
4.4.1. A fahéj illóolajának hatásmódja és hatástartama modellnövényeken	99
4.4.1.1. A kuratív (mesterséges fertőzés utáni kezelés) hatékonyság vizsgálata az almamagoncokon	99
4.4.1.2. A preventív (mesterséges fertőzést megelőző kijuttatás) hatékonyság vizsgálata az almamagoncokon	100
4.4.2. A fahéj illóolajával végzett kezelés esőállósága	100
4.5. Az illóolajok növényre gyakorolt hatása	101
4.6. Új tudományos eredmények	104
5. Következtetések	105
6. Összefoglalás	111
Irodalomjegyzék	114
Köszönetnyilvánítás	137

1. Bevezetés

Az elmúlt évek időjárási körülményei és szélsőségei - például a 2010-es, 2014-es vagy a 2016-os évben tapasztaltak - különösen igazolták, hogy jövedelmező növénytermesztés legkönnyebben a szintetikus növényvédő szerek alkalmazásával érhető el. Ugyanakkor a szigorodó Európai Unió növényvédő szer-engedélyezés és hatóanyag kivonások, illetve a fokozódó fogyasztói igények miatt szükségessé válik a termesztési technológia korszerűsítése mellett, az egyéb alternatív védekezési lehetőségek kutatása. Ilyen megoldást jelenthet például a gyógy- és aromanövényekből kivont illóolajok és a növényi kivonatok növényvédelmi célú alkalmazása, melyek különböző károsítókra gyakorolt hatásáról a nemzetközi szakirodalomban egyre több adatot találunk (pl.: Jobling, 2000; Neri *et al.*, 2007; Exadaktylou és Thomidis, 2010). Ezeknek a vizsgálatoknak a jórészt azonban csak *in vitro* körülmények között végezték el, szabadföldi vizsgálatok eredményei alig állnak rendelkezésre. Éppen ezért fontos a gyakorlat számára közvetlenül is hasznosítható *in vivo* vizsgálatok elvégzése és az eredmények, tapasztalatok közzététele. A növényi kivonatok és illóolajokat különböző típusú vegyületek alkotják, amelyek hatásmechanizmusai nagyon eltérőek lehetnek, így több ponton képesek a kórokozók életfolyamataiba beavatkozni. Jellemző hatásmechanizmus például a gombák ergoszterol bioszintézisének a gátlása (Pinto *et al.*, 2006; Yahyazadeh *et al.*, 2008; Lucas *et al.*, 2012; Tian *et al.*, 2012).

Hazánkban a csonthéjas gyümölcsökön, almán valamint őszi búzán fellépő kórokozók évről évre jelentős veszteséget okoznak a termesztésben. A kajszi esetében a moniliniás betegség (*Monilinia laxa* és *M. fructigena*) és a sztigminás betegség (*Stigmia carpophila* (syn.: *Thyrostroma carpophilum*)), az őszibarack esetében a tafrinás levélfodrosodás (*Taphrina deformans*) és az őszibarack-lisztharmat (*Podosphaera pannosa* (syn.: *Spaerotheca pannosa* var. *persicae*)) elleni védekezések adják a növényvédelem gerincét. Alma esetében a ventúriás varasodás (*Venturia inaequalis*) ellen az olyan járványos években, mint amilyen a 2010-es vagy a 2014-es évjárat is volt, nem ritka, hogy, a betegségre fogékony fajtáknál, a kezelések száma meghaladja a 15–20 permetezést is. Az őszi búza termesztése során a járványos években jelentős mennyiségi és minőségi kárt okozó kalászfuzáriózis (pl.: *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*) elleni kémiai védekezés megkerülhetetlen. A *Fusarium* fajok közvetett módon emberekre, állatokra is veszélyesek, hiszen káros másodlagos anyagcseretermékeket, mikotoxinokat termelnek.

Dolgozatomban elsősorban a fahéj (*Cinnamomum verum* J. S. Presl.) és kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) illóolajainak hatását vizsgáltuk önállóan és kombinációban kijuttatva a kajszi- és őszibarack, alma és őszi búza főbb károsítóival szemben *in vivo* és *in vitro* körülmények között.

Alapvető kérdésként fogalmaztuk meg, hogy a korábban *in vitro* hatékonynak bizonyult illóolajok milyen hatékonyságot érnek el szabadföldi körülmények között az említett károsítókkal szemben.

Ennek tükrében munkánk során célul tűztük ki:

- különböző fenológiai stádiumokban végzett illóolajos kezelések hatékonyságának értékelését kispárcellás körülmények között:
 - kajsziabarackon a *Monilinia laxa* okozta virágfertőzéssel, a *Stigmina carpophila* kórokozó okozta termésfoltossággal szemben, az illóolajokat kombinációban és önállóan is kijuttatva;
 - őszibarackon a *Taphrina deformans* okozta levélfodrosodás és a *Podosphaera pannosa* var. *persicae* gyümölcsfertőzése ellen;
 - almán az illóolajokat kombinációban és önállóan, eltérő koncentrációkban is kijuttatva a *Venturia inaequalis* és *Podosphaera leucotricha* kórokozók okozta betegségek ellen;
 - őszi búzán elsősorban a kalászfuzáriózis kórokozói (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*) ellen mesterséges és természetes fertőzési körülmények között, az illóolajokat több koncentrációban is kijuttatva, a kalászok szabadföldi bonitálása valamint a magok belső fertőzöttségének értékelése alapján;
 - a gyümölcsökön károsító kártevő molyfajok (*Anarsia lineatella*, *Grapholita molesta*, *Cydia pomonella*) elleni kiegészítő értékelések elvégzését; és
- az illóolajok növényekre gyakorolt hatásának megállapítását.

További célkitűzésként fogalmaztuk meg:

- a fahéj és kakukkfű illóolajok hatékonyságának feltárását *Stigmina carpophila* kórokozóval szemben *in vitro* körülmények között önálló és kombinált felhasználás mellett;
- az illóolajok *Venturia inaequalis* konídiumainak csírázására gyakorolt hatásának feltárását *in vitro*;
- a fahéj hatásmódjának- és hatástartamának vizsgálatát modellnövényeken;
- a fahéj illóolajával végzett kezelés esőállóságának értékelését.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Az alma, kajszli-, őszibarack, őszi búza jelentősebb betegségei

2.1.1 Az alma ventúriás varasodása (kórokozója: *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter)

2.1.1.1 A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre

A ventúriás varasodás szerte a világon az alma növényvédelmének egyik leginkább meghatározó betegsége (Heald, 1933; Tomerlin és Jones, 1983; MacHardy *et al.*, 2001; Jones és Sundin, 2006; Holb *et al.*, 2017). A betegséget a *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter faj okozza. A termőteste a pszeudotécium, mely valódi fallal nem rendelkezik, a növény szövetébe ágyazott, benne meddő gombafonalak ún. pszeudoparafízisek vannak, melyek az aszkuszokat választják el egymástól (Sivanesan és Waller, 1974; Ellis és Ellis, 1997; Holb, 2002). A kórokozó számára kedvező feltételek teljesülése esetén hazánkban is jelentős termés kiesést képes okozni (Holb *et al.*, 2005a). Járványos években a gombaölő szerek permetezések száma a vegetációs időszakban a 15-20 kezelést is meghaladhatja (Gygax *et al.*, 2004; Tüh, 2012). Az alma védelmének legnehezebben megoldható területe 2003 és 2004-ben a ventúriás varasodás elleni védekezés volt (Lenti, 2004). Hazánkban, ahol almatermesztéssel foglalkoznak, elsősorban a Dunántúlon, az északi, az észak-keleti országrészben, de csapadékosabb években az Alföldön is jelentős károkat képes okozni (Glits, 2000). Erős fertőzés esetén bekövetkező korai lombhullás a következő évi termésmennyiségre is negatív hatással van (Bognár *et al.*, 1978).

A betegség az almafélék alcsaládjába (*Maloideae*) tartozó növényfajokon, alma (*Malus domestica* L.) mellett például a galagonyán (*Crataegus monogyna* Jacq.), a tüztövisen (*Pyracantha coccinea* Roemer), a körtén (*Pyrus communis* L.) és a berkenyén (*Sorbus aucuparia* L.) is felléphet (Kövics, 2000). Az almafajták fogékonyágánál nagymértékű eltérések mutatkoznak (Bognár *et al.*, 1978). Nagyon fogékony a kedvelt fajták közül a 'Golden Delicious', a 'Gloster', a 'McIntosh', a 'Lodi' (Griegel, 2004) és a 'Cox narancs renet' (Véghelyi, 1984). Lenti (2004) a fogékonyak között említi a következőket: a 'Jonathan' fajtakört, az 'Idared'-et, a 'Starking'-ot, a 'Summared'-et, a 'Red Rome'-ot, a 'Gála'-t, az 'Elstar'-t, a 'Jonagold'-ot, a 'Braeburn'-t és a 'Fuji'-t. Veisz *et al.* (2004) szerint a 'Mutsu', a 'Red Delicious' fogékony, a 'Granny Smith' kis mértékben fertőződik. Ugyanakkor Véghelyi (1984) az ellenállóak között említi a 'Baumann renet' és az 'Entz rozmaring' fajtákat, míg Holb *et al.* (2001) szerint a 'Batul', 'Retina', 'Reanda' és 'Pinova' fajták kifejezetten ellenállóak.

2.1.1.2. A betegség tünetei

A tünetek a levélen, virágon és a gyümölcsön egyaránt jelentkezhetnek. A leveleken kezdetben néhány mm átmérőjű kerek, halványzöld foltok alakulnak ki (**1. ábra**), melyek később erős fertőzés esetén összeolvadhatnak. Később a levél színi és fonáki oldalán a foltokon barna színű konídiumtartó-gyep alakul ki. A levélfoltok később elhalnak, szürkésbarna színűek lesznek. A foltokban az ivartalan spórák (konídiumok) képződnek, biztosítva ezzel a nyári fertőzések kialakulását (Heald, 1933; Holb, 2002; Beckerman, 2006).

Virágfertőzés esetén leggyakrabban a virágkocsányon és a szíromleveleken fordulnak elő a varas tünetek, de a kórokozó képes a csészeleveleket is megfertőzni. Kerek, vagy sugarasan szétterülő konídiumtartó-gyep figyelhető meg rajtuk, a virágok nem kötődnek, lehullanak (Glits, 2000), illetve gyenge fertőzés esetén – ha a kocsányt nem ölelik körül a foltok – a fán maradhatnak, melyek fontos másodlagos fertőzési források (Holb, 2002).

A frissen kötődött terméseken kezdetben apró, néhány mm-es foltok, majd a termés fejlődésével egyre növekvő, 5–10 mm átmérőjű, sötétbarna konídiumtartó-gyep jelenik meg. A foltok elparásodnak, varasak lesznek (MacHardy, 1996; Holb, 2002). A termés a virágzás végétől (BBCH69) egészen betakarításig (BBCH87) megfertőződhet (Holb, 2005). Tomerlin és Jones (1983) szerint a gyümölcsök a szíromhullást követő két hétben a legfogékonyabbak, igaz az ontogenetikai ellenállóképesség a fajták között eltér.



1. ábra: Az almavarasodás kezdeti tünete levélen (fotó: Hochbaum 2017)

2.1.1.3. A kórokozó fejlődése

A kórokozó elsősorban a beteg levelekben pszeudotéciummal telel át (MacHardy, 1996; Jones és Sundin, 2006), ugyanakkor a szakirodalom beszámol más, kisebb jelentőségű fennmaradási lehetőségekről is. Becker *et al.* (1992) és Holb *et al.* (2004) szerint fennáll a veszélye a konídiumos áttelelésnek a rügyekben. Egyes megfigyelések szerint a gomba micéliuma a vesszővégeken is áttelelhet (Moosherr és Kennel, 1995), illetve a fás részekben konídiumképzést is megfigyelt a tavaszi időszakban (Cook, 1974).

A pszeudotéciumok kialakulását a fényhiány, a levelek gyors elkorhadása és a hosszantartó száraz időjárás hátráltatja. A termőtestek általában rügypattanásra érnek be, amikor a szájnnyílásuk áttöri a növény epidermiszét. Az aszkospórák kiszoródásához szükséges a levelek átnedvesedése valamint azok kiszáradása, melyhez legalább 10 mm-nyi csapadékra és 2 °C feletti hőmérsékletre van szükség. Az aszkospóraszóródás mértéke rügypattanástól virágzásig növekszik (Gadoury és MacHardy, 1982; MacHardy, 1996; Jones és Sundin, 2006). Sallai (2001) szerint Magyarországon ez az időszak általában április közepétől június elejéig tart. Szkolnik (1969) szerint az aszkospóraérés és szóródás a virágzás időszakában a legintenzívebb. Aszályos tavaszon ez késhet, vagy el is húzódhat. Az aszkospórák légmozgással jutnak a növényi részekre, ahol a spórák csírázása megtörténik és a hifák a növényi szövetbe hatolnak. Mills és LaPlante (1951) szerint a fertőzés két meghatározó tényezője: a növényfelület-nedvességének időtartama és a léghőmérséklet. Megállapították, hogy a fertőzés bekövetkeztéhez, minél alacsonyabb a léghőmérséklet, annál hosszabb levélfelület-nedvesség szükséges. Gessler és Strumm (1984) szerint egy spóra néha képezhet több csíratömlőt is, mely a preszórórummal rögzül a növényi szövethez (Smereka *et al.*, 1987). A micélium a kutikula alatt (szubkutikulárisan) fejlődik ki, és az idősebb levelek egyaránt megfertőződhetnek (Li és Xu, 2002). A lappangás idejének hosszát elsősorban a hőmérséklet határozza meg. Holb (2002) szerint a gazdanövény fogékonyságától és a környezeti tényezőktől függően az inkubációs idő hosszúsága 8–21 nap között változik, azonban idősebb növényi szerveken akár 55 nap is lehet. Az inkubációs idő letelte után a kórokozó konídiumtartót fejleszt, amely áttörve a kutikulát konídiumokat képez, megkezdődik a sporuláció (Glits, 2000). A konídiumok lefűződésére Holb *et al.* (2001) szerint a hőmérsékletet figyelembe véve a fertőzést követő 9–30 napon kerül sor a foltokon belül. Egy folton belül akár 100 ezer konídium is lefűződhet. A konídiumtermeléshez szükséges 60–70 % relatív páratartalom is. Az első tünetek április végén – május elején jelennek meg. A levélen és a gyümölcsön megjelent konídiumok a még szóródó aszkospórákkal társulva nagymértékben növelheti a fertőzés nyomását, a szükséges védekezési időszak több hónapig is eltarthat (MacHardy, 1996; Sallai, 2001). Az ivaros és ivartalan fertőzés terjedésének sebességét több tényező határozza meg, melyek közül a legfontosabbak a hőmérséklet, a csapadék mennyisége, a levélfelület-nedvesség időtartama, a gazdanövény szöveti szerkezete és az életkora (Rossi *et al.*, 2001). A konídiumok terjedésében az esőcseppek játszik a legnagyobb szerepet, azonban terjedési távolságuk igen csekély (Holb, 2002). A csírázásukhoz – az aszkospórákhoz hasonlóan – két tényező, a növényfelület-nedvesség megfelelő időtartama és léghőmérséklet szükséges. A konídiumnemzedékek az évjáratától függően, kettő-három hetenként követik egymást, mely akár novemberig is elhúzódhat (MacHardy, 1996).

2.1.1.4. A betegség elleni védekezési lehetőségek

Agrotechnikai, mechanikai eljárások

A varasodás elleni sikeres védekezés csak komplex, az integrált növényvédelmi alapelvek alkalmazásával hajtható végre (Lenti, 2004; Tüh, 2012; Holb *et al.*, 2017). A védelem egyik alappillére a rezisztens és toleráns fajták használata (MacHardy, 1996; Washington *et al.*, 1998; Gessler *et al.* 2006; Tóth, 2008), mellyel jelentősen lecsökkenthető a permetezések száma (Ellis *et al.*, 1998.) Az almaültetvény létesítésekor kerülni kell a mélyfekvésű, vízállásos, fagyzugos területeket (Sallai, 2001; Holb, 2002), és a sorokat az uralkodó széliránnyal párhuzamosan kell kialakítani (Leo, 1994; Sallai, 2001). A metszésekkel szellős lombfalat célszerű kialakítani, az esőzések utáni fertőzések kialakulásának csökkentésére, így kevésbé alakulhatnak ki a kórokozó számára kedvező körülmények a fertőzéshez (Kolbe, 1983; Griegel, 2004; Holb *et al.*, 2005a; Holb *et al.*, 2017).

A kórokozó a talajra lehullott levelekben telel át, melyek a következő évi fertőzéseket biztosítják (MacHardy *et al.*, 2001; Jones és Sundin; 2006). Fontos megakadályozni a kórokozó áttelelő képletének kialakulását, melynek egyik módja a lehullott levelek összegyűjtése, elégetése, vagy a talajba forgatása (Becker és Burr, 1993). Az áttelelő képletek mennyiségének csökkentését a levelek lebontásával, ősszel nitrogéntartalmú műtrágyák kipermetezésével is elősegíthetjük (Sutton *et al.*, 2000; Holb *et al.*, 2006). A nitrogénműtrágyák egyoldalú, túlzott használata jelentősen megnövelik a varasodás fertőzésének esélyét, elsősorban a folyamatos hajtásnövekedés miatt. Ezért törekedni kell a harmonikus tápanyag utánpótlásra (Sallai, 2001; Leser és Treutter, 2005).

Kémiai eljárások

A varasodás elleni védekezés jelenleg elképzelhetetlen kémiai növényvédelem nélkül, azonban a betegség ellen a növényvédő szereket az integrált alapelveknek megfelelően javasolt felhasználni (Boller *et al.*, 2004; Holb *et al.*, 2017). Holb (2002) szerint a védekezési technológiák időzítésük szerint lehetnek preventív (programszerű, megelőző jelleggel 5–15 naponta), fenológiához kötött (a fertőzési viszonyoktól függetlenül a növény fogékony fenológiai állapotához igazítva) és célzott (akkor történik kezelés, ha a fertőzés összes feltétele adott) kezelések. A szerző szerint azonban egyféle, mindig sikeresen működő növényvédelmi technológiát kialakítani nehéz, így a hazánkban alkalmazott technológia ötvözi a fent említett három technológia pozitív elemeit. A növényvédő szeres védekezéseket tavasszal az aszkospóraszóródás időszakában, egérfüles és bimbós állapotban preventíven kell megkezdeni (Ellis *et al.*, 1994; Jones és Sundin, 2006). A permetezéseket a fertőzés erősségétől függően 6–9 naponta kell megismételni kisgyümölcs nagyságig (Holb, 2002), majd a későbbi fertőzések elkerülésének érdekében a permetezéseket tovább kell folytatni (Glits, 2000). A kórokozó ellen a kontakt hatóanyagok közül hatékonyak, többek között, a rézszulfát,

rézoxiklorid, rézhidroxid, bordói-keverék, klórtalonil, kaptán, mankoceb hatóanyagok, míg a felszívódó hatóanyagok közül a triazolok (pl.: difenokonazol, tebukonazol), az SDHI hatóanyagcsoportba tartozó hatóanyagok (fluopiram, fluxapiroxad, pentiopirad) illetve a metionin bioszintézist gátló hatóanyagok (ciprodinil, pirimetanil) (Ocskó *et al.*, 2018).

2.1.2. Az almafalisztharmat (kórokozója: *Podospahera leucotricha* (Ellis & Everh) E.S. Salmon)

2.1.2.1. A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre

Az egyik legjelentősebb növényvédelmi problémát a különböző lisztharmat-gombafajok (*Erysiphaceae*) okozzák szerte a világon (Ellis és Ellis, 1997; Yoder, 2000; Braun *et al.*, 2002), melyeknek fertőzése Horsfall és Dimond (1957) szerint szorosan összefügg a gazdanövény szénhidrát tartalmával. Az almafalisztharmat betegséget a *Podospahera leucotricha* (Ellis & Everh) E.S. Salmon kazmotéciumos gombafaj okozza. A konídiumai láncokban képződnek. (Heald, 1933; Ellis és Ellis, 1997; Kövics, 2000). A betegséget Európában először Franciaországban 1851-ben, majd Tirolban 1884-ben, az USA-ban pedig 1877-ben találták meg (Glits, 2000). Az alma ventúriás varasodása mellett az alma növényvédelmének egyik leginkább meghatározó betegsége szerte a világon (Heald, 1933; Tomerlin és Jones, 1983; Butt és Jeger, 1986). A kórokozó elsősorban almán (*Malus domestica*) okoz problémát, de megjelenik többek között körtén (*Pyrus communis* L.), birsalmán (*Cydonia oblonga* MILL.), naspolyán (*Mespilus germanica* L.) és galagonya fajokon (*Crataegus* spp.) is (Farr és Rossman, 2018). Ellis *et al.* (1981) megállapították, hogy az almafalisztharmat fertőzés következtében szignifikánsan lecsökken a levelek fotoszintézise és respirációja. A termesztett fajták közül a lisztharmatra legfogékonyabbak a 'Jonathan', 'Idared', 'McIntosh' és 'Granny Smith', míg a 'Golden Delicious' és 'Starking' fajták közepes ellenállóképességgel rendelkeznek (Aldwinkle, 1974; Yoder, 2000; Benedek, 2007; Cacaj *et al.*, 2015). Washington *et al.* (1998) a lisztharmatra fogékony fajták között említik a 'Jonagold' és 'Pink Lady' fajtákat, míg a 'Red Fuji' és 'Redfree' fajtákat a betegségre ellenálló közé sorolják.

2.1.2.2. A kórokozó fejlődése, a betegség tünetei

A kórokozó elsősorban a fertőzött rügyekben telel át micélium formájában, ami a következő évi fertőzések elindítója. A fertőzött rügyekből beteg hajtások fejlődnek, melyeken később nagy számban képződnek az oidium típusú konídiumok (Goidánich, 1964). *Primer fertőzés* esetén tavasszal, kihajtáskor a fertőzött rügyekből beteg hajtások kezdenek fejlődni, melyek rövid ízközűek, a hajtásokon a levelek keskenyek és deformáltak lesznek (**2. ábra**). A fertőzött növényi részeket szürkésfehér, epifita micéliumbevonat borítja. A primer tünetek a virágokon is kialakulhatnak. A másodlagos (*szekunder*) tünetet, az elsődlegesen megfertőzött növényi részeken képződött nagy számú konídiumok okozzák, melyek kedvező időjárás esetén folyamatosan, 8-12 naponként

képződnek. A levelek ilyenkor hullámosak lesznek, a fertőzés mértékétől függően eldeformálódnak, rajtuk foltszerű, szürkésfehér epifita micélium jelenik meg (**2. ábra**), mely a rügyekbe a levélnyélén keresztül behatol (Heald, 1933; Sutton és Jones, 1979, Körtvély, 1984). A fiatal levelek megfertőződése esetén, a levelek csak hosszirányban növekednek, és vékonyabbak, mint az egészségesek. A beteg levelek a fertőzés következtében elszíneződnek, majd fokozatosan elhalnak, mely súlyos fertőzés esetén az egész hajtásra is kiterjedhet. A termésen a fertőzés következtében hálózatos, parásodás figyelhető meg (Körtvély, 1984; Penrose, 1995; Yoder, 2000).



2. ábra: Az almafalisztharmat primer- és szekunder tünetei
(fotók: Hochbaum 2017-2018)

Járványtani szempontból a legfontosabb a konídiumos terjedés. A konídiumok elsősorban légmozgással jutnak el a fiatal növényi részekre. A csírázásuk széles tartományban (50–98% páratartalom és 10–35 °C) bekövetkezik, azonban számukra a legkedvezőbb a magas páratartalom, és a 20–24 °C. A csírázáshoz levélfelületnedvességre nincs szükség. A kicsírázott konídiumok 48 óra alatt csíratömlőt, majd hausztóriumot fejlesztenek (Csorba, 1962; Burchill, 1965; Xu és Butt, 1998; Holb *et al.*, 2005a).

2.1.2.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek

Agrotechnikai, mechanikai eljárások

A sikeres védekezés alapja – mint ahogy minden növényi betegség elleni védekezés esetén – az integrált növényvédelmi alapelvek alkalmazása, aminek egyik eleme a rezisztens illetve toleráns fajták használata (Aldwinlde, 1974; Benedek, 2007; Holb *et al.*, 2017). A védelem fontos részét képezi az egyéb agrotechnikai és termesztési elemek (harmonikus tápanyagutánpótlás, metszés stb.) helyes alkalmazása (Gonda, 1993; Soltész, 1997). A nyugalmi időszakban elvégezett metszések hozzájárulnak a primer fertőzési anyag mennyiségének csökkentéséhez (Borovinova, 1982; Hickey és Yoder, 1990; Holb *et al.*, 2001; Holb *et al.*, 2016).

Kémiai eljárások

A termés a virágzást követő néhány hétben kifejezetten fogékony a kórokozóra, ezért a lombozaton megelőző módon kell a permetezéseket megkezdeni már a vegetáció kezdetétől. A virágzás előtti kezelések szintén döntő fontosságúak, viszont a későbbi védekezések sem maradhatnak el a fiatal, fogékony levelek megjelenése miatt (Penrose, 1995). Az első permetezéseket rügyfakadást követően kontakt hatóanyagú készítményekkel kell megkezdeni, azonban a kén hatóanyagú készítmények 11 °C alatti hőmérsékleten nem nyújtanak megfelelő védelmet (Vétek és Nagy, 2011), valamint magasabb hőmérsékleten fennáll a fitotoxicitás veszélye (Heijne *et al.*, 2006). A növényvédelmi kezeléseket az évjáráthatástól függően legalább az intenzív hajtásnövekedés végéig folytatni kell (Csorba, 1962; Butt és Jeger, 1986; Hickey és Yoder, 1990). A felszívódó hatóanyagok közül a kórokozó ellen hatékonyak, többek között, a triazolok (pl.: penkonazol, tetraokonazol) vagy az SDHI hatóanyagcsoportba tartozó hatóanyagok (fluopiram, fluxapiroxad, pentiopirad) (Ocskó *et al.*, 2018).

2.1.3 A kajszi monilíniás betegsége (kórokozója: *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey; *M. fructigena* Honey; *M. fructicola* (G. Winter) Honey)

2.1.3.1. A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre

A különböző monilínia fajok a csonthéjasokon, így a kajszin is jelentős károkat okoznak (Byrde és Willets, 1977; Ioos és Frey, 2000; Papavasileiou *et al.*, 2015), ugyanakkor fertőzik a díszcsonthéjas növényeket is (Petróczy *et al.*, 2005). A kajszin általában két *Monilinia* faj károsít, a *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey és a *M. fructigena* Honey (Rungjindamai *et al.*, 2014), azonban a csonthéjas gyümölcsöket és almatermésűeket a *M. fructicola* (G. Winter) Honey is fertőzheti (Lazar-Baker *et al.*, 2011; Elshafie *et al.*, 2015a). A *M. fructicola* (G. Winter) Honey kórokozót importált őszibarackon azonosították először hazánkban (Petróczy és Palkovics, 2006), melynek jelenlétét egy évvel később természetes körülmények között, több ültetvényben is igazolták (Kiss, 2007). A *M. fructicola* okozta tüneteket vizuálisan nehéz elkülöníteni a *M. laxa* virág- és hajtás tüneteitől (Lichou *et al.*, 2002).

A *M. fructicola* kórokozó az EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) A2-es karantén listáján szerepel (Duchoslavova *et al.*, 2007), mely több kontinensen is megtalálható, például Ázsiában, Észak-Amerikában, Ausztráliában, de jelen van Európa több országában is (Lichou *et al.*, 2002; Duchoslavova *et al.*, 2007; Cal és Gell, 2009; Pellegrino *et al.*, 2009; Ceredi *et al.*, 2012; Elshafie *et al.*, 2015a). Magyarországon kajszin a *Monilinia laxa* a jelentősebb gomba faj, mely virág- és hajtáspusztulást, ágrakot és gyümölcsrothadást okozhat (Jenser *et al.*, 1981; Mustafa *et al.*, 2006; Nagy és Péntes, 2017) (**3. ábra**). A kajszifajták fogékonyságánál

nagymértékű eltérések mutatkoznak. Benedek *et al.* (1990) a fogékony fajták között említik a 'Gönci magyarkajszit', a 'Nagykőrösi óriást', a 'Ceglédi óriást', a 'Ceglédi bíborkajszit' és a 'Mandulakajszit'. Nagy és Péntes (2017) szintén a 'Mandulakajszi' fogékonyságáról számolnak be, míg Péntes *et al.* (2003) a betegségekre közepesen fogékonyak közt említik többek között például a 'Pannónia', 'Korai zamatos', 'Harmat' és 'Bergeron' fajtákat.

2.1.3.2. A betegség tünetei, a kórokozó fejlődése

A fákon maradt gyümölcs múmiákon képződő konídiumok jelentős fertőzési forrásai a kórokozónak (Batra, 1991; Péntes *et al.*, 2003; Berrie *et al.*, 2017). Terjedésének a csapadékos, hűvös időjárás kedvez (Wormald, 1954; Tóth, 2008; Nagy és Péntes, 2017). A virágfertőzés – melynek következménye az egész virág elhalása – a bibén, vagy a szíromleveleken keresztül is történhet, ha a virágzás időszakában hűvös, csapadékos az idő (Corbin és Ogawa, 1974). Albert és Thomas (2006) szerint a *M. laxa* virágfertőzés száraz időben is gondot okoz, annak ellenére, hogy a fertőzések bekövetkeztéhez néhány órás virágfelület-nedvesség szükséges. Ezt azzal magyarázzák, hogy a kórokozó képes a fás részekben látens módon is fennmaradni.

Miután a kórokozó a bibén, szírom- vagy csészeleveleken keresztül bejutott a vesszőbe, a fás részekben továbbterjed (Ogawa és English, 1960; Tóth, 2008; Albert és Thomas, 2006; Vének és Nagy, 2011). Gutermuth (2013) szerint a *M. laxa* kórokozó, a korábbi nézetekkel ellentétben, a bibén keresztül nem képes behatolni. Ogawa és English (1960) szerint a kajszi virágok a virágzás kezdete és fővirágzásban a betegsége egyaránt fogékonyak, míg a mandula és őszibarack a fővirágzásban a legérzékenyebbek. Kajszin és őszibarackon a *M. laxa* által okozott gyümölcsrothadás veszélye a teljes érés előtt 4–5 héttel jelentősen megnő (Mari *et al.*, 2003). Gyümölcsrothadást mindhárom kórokozó okozhat, azonban a *M. laxa* és *M. fructigena* kórokozó sebsparazita, így a fertőzéshez sebzésre van szükség, melyet előidézhetnek a kártevő állatok, illetve a különböző időjárási körülmények is (Wormald, 1954; Péntes *et al.*, 2003; Vének és Nagy, 2011). A *M. fructicola* kórokozó fertőzéséhez nincs szükség sérülésre, az ép bőrszövetet is képes megfertőzni, ami a védekezést jelentősen megnehezíti (Rungjindamai *et al.*, 2014; Nagy és Péntes, 2017).



3. ábra: A monilíniás virágfertőzés következtében elhalt virágok (fotó: Hochbaum 2017)

2.1.3.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek

Agrotechnikai, mechanikai eljárások

A monilíniás hajtás- és virágelhalás (*Monilinia laxa*) elleni védekezés a kajszi termesztés növényvédelmének gerincét adja (Bognár *et al.*, 1978; Ioos és Frey, 2000; Mustafa *et al.*, 2006). A védekezés a termőhely megfelelő kiválasztásával kezdődik (Drén *et al.*, 2005; Mező és Schweigert, 2005). A fertőzésre hajlamos fajtákat nem szabad mély fekvésű, ködös helyre telepíteni (Rozsnyai, 2005; Nagy és Péntes, 2017). A korona kialakításakor a szellős lombkorona biztosítására kell törekedni, mely nagyban hozzájárul a kórokozó okozta kártétel csökkentéséhez (Holb *et al.*, 2004; Rozsnyai, 2005). A mumifikálódott gyümölcsöket és a fertőzött ágrészeket legkésőbb a tavaszi metszés során el kell távolítani és azokat meg kell semmisíteni (Péntes *et al.*, 2003; Holb *et al.*, 2005b, Adaskaveg *et al.*, 2010). A metszések után a sebkezelésnek kiemelt szerepe van (Rozsnyai, 2005). Az elpusztult ágrészeket és a fertőzött gyümölcsöket lehetőleg már a szedést követő időszakban el kell távolítani (Vétek és Nagy, 2011). Szüretkor különösen ügyelni kell arra, hogy a gyümölcsöket kellő óvatossággal szedjék, így elkerülhető a sebzések kialakulása, továbbá fontos a szedés során a gyümölcsök átválogatása is (Holb *et al.*, 2005b), mely által csökkenthető a tárolás során fellépő rothadás kialakulásának veszélye (Glits, 2000; Holb, 2004).

Kémiai eljárások

A monília elleni védelem alapja a rügypattanás előtti réztartalmú készítménnyel végzett lemosó permetezés (Kern, 1912; Jenser, 1984; Mező és Schweigert, 2005), mely hozzájárul a vágási felületek lezárásához is (Tóth, 2008), azonban a lemosó permetezés nem orvosol egyéb növényvédelmi hiányosságokat, úgymint a fertőzött részek fákön hagyását (Tóth, 2001; Holb *et al.*, 2005b). Rozsnyai (2005) szerint a gombaölő szeres lemosó permetezéseket már ősszel el kell kezdeni és tavasszal folytatni kell. Az időjárástól függően, virágzás ideje alatt általában 2–4 kezelés szükséges pirosbimbós állapottól a szíromhullásig (Gouramanis, 1999; Adaskaveg *et al.*, 2010; Vétek és Nagy, 2011). Begaláné és Báthory (2004), valamint Drén *et al.* (2005) a virágzás alatt 1–3 kezelést javasol a *Monilinia laxa* okozta virágfertőzés megakadályozása céljából. Glits (2000) a kezeléseket virágzás kezdetére és végére időzíti. A kajszi csészelevelei is fogékonyak a fertőzésre, így a pirosbimbós stádiumban elvégzett kezelés kiemelt jelentőségű (Adaskaveg *et al.*, 2010; Vétek és Nagy, 2011). A kórokozó terjedésének különösen kedvez a nagymennyiségű csapadék, vagy a magas hajnali páratartalom, így ekkor a permetezési fordulót 7–10 napra kell rövidíteni (Mező és Schweigert, 2005).

Gouramanis (1999) vizsgálatai során az iprodion, vinklozolin és karbendazim hatóanyagokat találta hatékonyak. Glits (2000) a védekezésre a prokloráz, tiofanát-metil, benomil, iprodion, procimidon, vinklozolin, triforin és a kaptán hatóanyagokat javasolja. Hansen (2006) vizsgálatai

alapján, a betegség ellen a leghatékonyabb hatóanyagok a tebukonazol, a fenbukonazol és a propikonazol. Dimova (2013) a ciprodinil, tiofanát-metil és tebukonazol hatóanyagú készítményeket javasolja kijuttatni a virágzás ideje alatt 2 – 3 alkalommal. Rasera *et al.* (2016) a pentiopirad kajszi moníliniás betegsége elleni kiváló hatékonyságáról számoltak be. Magyarországon a kajszi monilíniás betegsége ellen jelenleg 17 hatóanyag engedélyezett. Ezek közül 6 kontakt (rézszulfát, rézhidroxid, rézoxilkorid, kaptán, mankoceb, fludioxonil) hatásmódú, 10 mélyhatású, vagy szisztémikus (boszkalid, ciprodinil, fenhexamid, fluopiram, iprodion, miklobutanil, piraklostrobin, penkonazol, prokloráz, tebukonazol). Gyakran a hatóanyagok kombinációját hozzák forgalomba (ciprodinil+fludioxonil, boszkalid+piraklostrobin, tebukonazol+fluopiram) (Ocskó *et al.*, 2018).

2.1.4. A kajszi sztigminás betegsége (kórokozója: *Thyrostroma carpophilum* (Lév.) B. Sutton (syn.: *Stigmina carpophila* (Lév.) M.B. Ellis)

2.1.4.1. A betegség jelentősége, a kórokozó gazdanövényköre

A betegséget Európában Franciaországban találták meg 1846-ban (Zala *et al.*, 2008). A *Prunoideae* alcsaládba tartozó fajok egyik legjelentősebb betegségét, a *Thyrostroma carpophilum* (Lév.) B. Sutton (syn.: *Stigmina carpophila* (Lév.) M.B. Ellis) konídiumos gomba okozza (Ellis és Ellis, 1997; Vajna, 2008), mely üzemi gyümölcsösökben és házi kertekben egyaránt megtalálható (Jenser *et al.*, 1981). A sztigminás betegség a kajszi jelentősebb betegségei közé tartozik, ugyanis ennek kórokozója a levélen és termésen egyaránt károsít (Pénzes *et al.*, 2003). A fertőzés mértékét illetően az egyes évjáratok között jelentős különbségek lehetnek, a legnagyobb gondot akkor okozza, ha a gyümölcsfejlődés kezdetén hűvös, csapadékos az idő. A kórokozóra fogékonyabb fajták többek között a 'Bergeron', 'Ceglédi bíbor' és 'Mandulakajszi', míg a 'Harcot' viszonylag ellenálló (Nagy és Pénzes, 2017).

2.1.4.2. A betegség tünetei

A kórokozó a levelet, a hajtást, a vesszőt és a termést is megfertőzi (Pénzes *et al.*, 2003). A leveleken először apró, kerekded, vöröses szegélyű foltok tűnnek fel sárga középpel, melyek később megnagyobbodnak. A foltok középső része fokozatosan elhal, megbarnul, és gyakran kitöredezik (Husz, 1941; Ubrizsy, 1965; Jenser *et al.*, 1984; Nagy és Pénzes, 2017). Nagy (2017) szerint a nyár végi, őszi időszakban megjelenő levélfoltok lassabban, vagy egyáltalán nem hullanak ki a levéllemezből. Glits (2000) szerint a foltok legtöbbször meddők, ritkán azonban közepükön 1–2 fekete, pontszerű konídiumtartó nyaláb figyelhető meg.

2.1.4.3. A kórokozó fejlődése

A konídiumok vízcseppekkel a levelekre, zöld gyümölcsökre kerülnek, ott kicsíráznak, majd csíratömlőjük a sztómán keresztül a növénybe hatol (Pénzes *et al.*, 2003). Zala *et al.* (2008) szerint a konídiumok csírázása akár már 2 °C-on is elkezdődhet. Védekezés nélkül a fogékony csonthéjas fajtákon a lombozat akár teljes mértékben fertőződhet, és korai levélhullás következhet be (Vajna, 2008). Molnár (1991) szerint a kórokozó csak azokban az években okozhat gondot, amikor tavasszal bőséges a csapadék mennyisége. A fertőzés veszélyét fokozza, hogy a konídiumok is áttelelhetnek, csírázókéességüket két évig is megtarthatják (Jenser és Véghelyi, 1981). Nagy (2017) szerint a kórokozó elsősorban idősebb fás részeken, fekélyes sebekben, vagy a vesszők felületén telel micélium vagy konídium formájában. A kórokozó gomba a rügyet is megtámadhatja, melynek következtében azok nem hajtanak ki. Az alvórügyek fertőzöttsége a kajszibarackon a leggyakoribb (Ubrizsy, 1965; Pintér, 1996). Jenser *et al.* (1984) szerint a kórokozó rendszeresen permetezett gyümölcsösben kárt nem okoz.

2.1.4.4. A betegség elleni védekezési lehetőségek

A tavaszi fertőzés mértéke jelentősen lecsökkenthető a levelek beforgatásával, illetve az elszáradt, beteg vesszők lemetésével és a sebek kezelésével (Ubrizsy, 1965; Rozsnyai, 1999; Nagy, 2017).

Az agrotechnikai védekezés mellett a kémiai védekezés is elengedhetetlen (Nagy és Pénzes, 2017). Ősszel, a lombhullás előtt jelentősen lecsökkenthetjük a kórokozó áttelelő képleteinek számát valamilyen réz hatóanyagú készítmény kijuttatásával (Hegyi és Mező, 2002). Zala *et al.* (2008) szintén a lombhulláskori réztartalmú kezelést hangsúlyozza. A fertőzés fő ideje tavasszal van, így a tavaszi permetezések nélkülözhetetlenek a hatékony védekezés érdekében (Nagy, 2017). A gomba alacsony hőmérsékleten is fertőz, így fontos a bimbós állapottól szíromhullás végéig 2–3 permetezés megismétlése (Jenser *et al.*, 1984). A nyugalmi állapotban, rügyfakadáskor és virágzás előtt történő monília elleni védekezések a kórokozó ellen is hatékonyak. Azza és Korra (2010) többek között a penkonazol, miklobutanil hatóanyagokat *in vitro* és szabadföldön egyaránt hatékonyak találták. A különböző réz hatóanyagú készítmények – rézszulfát, rézoxiklorid vagy rézhidroxid – használata indokolt, de azok a szerves hatóanyagú gombaölő szerek is hatásosak, amelyek gátolják a konídiumok csírázását (Ubrizsy, 1965; Jenser *et al.*, 1981).

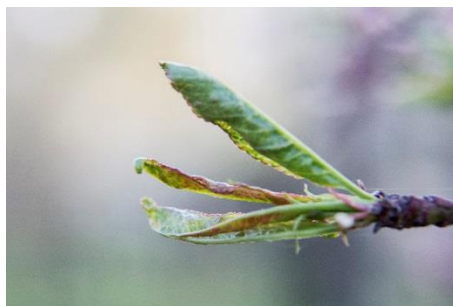
2.1.5. Az őszibarack tafrinás betegsége (kórokozója: *Taphrina deformans* (Berk.) Tul.)

2.1.5.1. A betegség jelentősége

Az őszibarack tafrinás betegsége az egyik legismertebb és legveszélyesebb betegség őszibarackon, mely közvetett módon jelentős termés kiesést képes okozni (Bognár, 1978; Cissé *et al.*, 2013). A betegség kórokozója a *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. exoaszkuszos gomba, mely főként őszibarackon, ritkábban mandulán és kajszin fordul elő, és leginkább a leveleket, hajtásokat, de a gyümölcsöt is megfertőzheti (Ellis és Ellis, 1994). Növényvédelem hiányában a betegség súlyos lombhullással jár, ami a fák teljes legyengüléséhez vezethet (Glits, 2011). Parveaud *et al.* (2012) az őszibarack betegségeivel szemben ellenálló fajták ('Reine des Vergers', 'Belle de Montélimar') termesztésére hívja fel a figyelmet. Timon (2000) a betegségre fogékony fajták között említi például a 'Starcrest', 'Ford', 'Babygold 5' fajtákat.

2.1.5.2. A betegség tünetei, a kórokozó fejlődése

A levéllemez megnagyobbodik, a levelek szövete megvastagszik, sárgászöld színű lesz, és a felületén szürkésfehér exoaszkuszos bevonat figyelhető meg (Heald, 1933; Glits, 2000) (**4. ábra**). A beteg levelek mérete sokszor kétszerese a fajtára jellemző levélméretnek (Jenser *et al.*, 1981; Broome és Ingels, 2012). A levél színén képződő exoaszkuszosokból az aszkospórák kilövellnek, majd sarjadzással aszkokonídiumokat hoznak létre (Rossi *et al.*, 2005, Glits, 2011). A spórák a kéregrepedésekben, rügypikkelyek alatt telelnek át (Booth, 1981). Sziráki *et al.* (1975) szerint a fertőzött levelek szöveteiben megnő a citokinin aktivitás, és ezek a levelek jelentősen több indolécetsavat tartalmaznak. A fotoszintézis lecsökken, a respiráció egyértelműen megnő (Raggi, 1995). A gomba okozta súlyos járványt a sok csapadék, a magas páratartalom és a hűvös tavaszi idő segíti elő (SeongYong *et al.*, 1998). Rossi *et al.* (2006) az időjárási tényezőket vizsgálta a *T. deformans* fertőzésének tekintetében. Megállapították, hogy a fertőzések bekövetkeztéhez a levélfelületnedvesség sokkal fontosabb tényező, mint a csapadék mennyisége.



4. ábra: A tafrinás levélfodrosodás tünete őszibarackon
(fotó: Hochbaum 2018)

2.1.5.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek

Az őszibarack ültetvény létesítésekor kerülni kell a zárt, mély fekvésű völgyek betelepítését (Jenser *et al.*, 1981). Rossi (2008) szerint a kezdő lépés a fertőzés megelőzésére az inokulum forrás megsemmisítése. Feltétlenül szükséges a lombhullás időszakában az őszi, illetve a metszés időszakában rügyattanás előtti tavaszi réz tartalmú lemosó permetezések elvégzése (Brunelli *et al.*, 1992; Mándoki, 2002). Rügypattanás után is folytatni kell a kezeléseket difenokonazol, ditianon, dodin, kaptán, klórtalonil vagy tebukonazol hatóanyagú készítményekkel (Bognár *et al.*, 1978; Czaka *et al.*, 2000.; Ocskó *et al.*, 2018). Tate és Wood (1994) a különböző hatóanyagok (ziram, kaptafol, thiram, dodin, kaptán, klórtalonil, mankoceb, ditianon, rézoxilkorid) hatékonyságát vizsgálták a tafrinás levélfodrosodással szemben. Eredményeik alapján a ziram, kaptafol és a thiram bizonyult a leghatékonyabbnak, a dodint, kaptánt és klórtalonilt megelőzve. A többi hatóanyag gyakorlatilag hatástalan volt a kórokozóval szemben. Ko *et al.* (1998) a klórtalonil, thiram, ditianon, fluzilazol és prokloráz hatóanyagokkal végeztek szabadföldi vizsgálatokat. Ezen hatóanyagok közül a ditianon és klórtalonil voltak a leghatékonyabbak a kórokozóval szemben. Rigo *et al.* (2007) a difenokonazol hatóanyagot vizsgálták, és arra a következtetésre jutottak, hogy az őszibarack monilíniás gyümölcsrothadása mellett, a tafrinás levélfodrosodással szemben is hatékony.

2.1.6. Az őszibarack-lisztharmat (kórokozója: *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary)

2.1.6.1. A betegség jelentősége

Az őszibarack lisztharmatos betegsége az őszibarack egyik legjelentősebb betegsége Európában (Foulongne *et al.*, 2003). A betegség fő kórokozója a *Podosphaera pannosa* (Wallr.) de Bary kazmotáciumos gomba főként őszibarackon, de mandulán is előfordul (Bognár, 1978), valamint a *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh) E.S. Salmon (Jankovics *et al.*, 2011). A fertőzés mértéke évenként változó (Jenser *et al.*, 1981), mely üzemi ültetvényekben és házi kertekben egyaránt előfordulhat (Jenser, 1969). A fajták a betegséggel szemben változó fogékonyságot mutatnak, a 'Champion' például az egyik legfogékonyabb fajta (Jenser *et al.*, 1981). Ivascu *et al.* (2006) a betegségekre ellenálló őszibarack fajták ('Alexia', 'Amalia', 'Antonia', 'Dida', 'Eugen') termesztésére hívja fel a figyelmet. Timon (2000) a 'Champion', 'Starcrest', 'Babygold 5' fajtákat a betegségekre fogékonyak között említi.

2.1.6.2. A kórokozó fejlődése, a betegség tünetei

Az őszibarack-lisztharmat a rügypikkelyek között és a vesszők felületén micélium formájában telel át (Bognár *et al.*, 1978; Foschi *et al.*, 1993).

A tünetek általában tavasz végén – nyár elején jelennek meg a fiatal részeken, hajtásvégeken, majd a gyümölcsökön is megfigyelhetők (Tóth, 2008). A fejlődő gyümölcsök borszövege parásodik, repedezik, mely lehetőséget ad a monilíniás gyümölcsrothadás kialakulásának is (Wormald, 1954; Vétek és Nagy, 2011).

2.1.6.3. A betegség elleni védekezési lehetőségek

A fertőzés megelőzésében nagy szerepe van a tavaszi metszésnek, mely során az egyéves vesszők felső egyharmad részét eltávolítják, így az áttelelő micélium nagy része lekerül a fáról (Dyankov és Dimitrova, 1998; Jenser *et al.*, 1981; Vétek és Nagy, 2011). A kémiai védekezésben a kén tartalmú készítmények, illetve a tafrinás betegség ellen használt felszívódó hatásmódú készítmények – pl.: difenokonazol – is hatékonyak (Vétek és Nagy, 2011). Cuellar és Mendoza (1990) öt hatóanyaggal végeztek kísérleteket, melyek közül a leghatékonyabb a triadimenol volt, amelyet hatékonyságában a triadimefon, tebukonazol, oxythioquinox és a triforin követett. Scannavini *et al.* (2006) a szterol bioszintézis gátló (SBI) fungicidekkel (tebukonazol, propikonazol, miklobutanil, fenbukonazol), illetve a quinoxifen és quinoxifen+miklobutanil hatóanyagokkal végeztek vizsgálatokat a tünetek első megjelenésekor. Az eredményeik megerősítették azt a tényt, hogy az SBI fungicidek a leghatékonyabbak a kórokozóval szemben. A quinoxifen+miklobutanil hatóanyag kombináció csak magasabb dózisban volt hatékony, míg a quinoxifen önmagában gyakorlatilag hatástalan volt (Cuellar és Mendoza, 1990).

2.1.7. A kalászfuzáriózis (kórokozója: *Fusarium graminearum* Schwabe, *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. poae* (Peck) Wollen, *F. nivale* (Fr.) Sorauer, *F. sporotrichioides* Sherb., *F. incarnatum* (Desm.) Sacc)

2.1.7.1. A betegség jelentősége

A kalászfuzáriózis az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) egyik legmeghatározóbb betegsége szerte a világon (McMullen *et al.*, 1997; Békési, 2014). Hazánkban az 1970-es évek eleje óta a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Növény-, Talaj- és Agrárkörnyezet-védelmi Igazgatósága és annak jogelődjei figyelemmel kíséri minden évben az őszi búza *Fusarium* fajokkal való belső fertőzöttségét (Halász és Hochbaum, 2014). Száraz években a belső szemfertőzöttség 5–6% között alakul, viszont azokban az években, amikor a betegség számára a környezeti feltételek kedvezőek, ez az érték meghaladhatja a 20%-ot is. Magyarországon az első nagy járványt 1970-ben jegyezték fel, és további kalászfuzáriózis járványok voltak 1979, 1985, 1997, 1998 és 1999-ben. A belső szemfertőzöttség például 1999-ben 24,9% (Mesterházy *et al.*, 2003), 2013-ban 7,4% volt (Halász és Hochbaum, 2014).

A betegség szerte a világon komoly gondot okoz, Európában régóta jelen van, az Egyesült Királyságban a 19. század végén írták le először (Smith, 1995). A gabonafélék egyik legjelentősebb betegsége, mely a járványos években jelentős mennyiségi – minőségi kárt, termés kiesést okoz (Bíró, 1982; Clear és Patrick, 1990). A betegség kórokozói a búza mellett számos termesztett gabonafélét, például kukoricát, árpat is képesek megfertőzni (Szőke *et al.*, 2017a). A kórokozó a növény minden részét fertőzi (Bíró, 1982). A *Fusarium* fajok közvetett módon emberekre, állatokra veszélyesek, mivel toxikus anyagokat, másodlagos anyagcseretermékeket mikotoxinokat termelnek (Chelkowski, 2001; Desjardin, 2006; Békési, 2014), melyek emésztőszervi és ivarszervi károsodásokat, gyulladást okoznak (Horváth *et al.*, 1995; Bottalico, 1998; Bottalico és Perrone, 2002; Békési, 2013), továbbá rákkeltő hatásuk is bizonyított (Szőke *et al.*, 2017b). Kínában 130 ezer ember ért emésztőrendszeri betegség a mikotoxinok fogyasztása miatt 1991-ben (Huang, 1992). A toxinok képződése – amennyiben a termés szárítása és kezelése nem megfelelő – a betakarítást követően is folytatódik. A kórokozók által termelt legfontosabb mikotoxinok a következők: *Fusarium graminearum*: deoxynivalenol (DON) és zearalenon (ZEA), *F. culmorum*: deoxynivalenol (DON), *F. avenaceum*: moniliformin (MON), *F. poae*: nivalenol (NIV) és diacetoxiszeirpenol (DAS) (Bíró, 1982; Bottalico és Perrone, 2002; Békési, 2013). Megtámadhatják a veséket, májat, az idegrendszert, az endokrin- valamint keringési rendszert és a vért. A toxinokat tartalmazó gabonakészletek az élelmiszerláncba való bekerülése miatt számos megbetegedés, haláleset történt (Joffe, 1978; Bhat *et al.*, 1989). Az Európai Bizottság megszabta a legmagasabb megengedett mikotoxin tartalmát a különböző gabonatermékeknek, például a kalászosok maximum 750 ppb deoxynivalenolt tartalmazhatnak (IARC, 1993; Galtier *et al.*, 2000).

Hazánkban a *Fusarium graminearum* és *F. culmorum* fajok vannak túlsúlyban, de jelen lehetnek a *F. avenaceum*, *F. nivale*, *F. sporotrichoides* és a *F. poae* is (Horváth *et al.*, 1995; Halász és Hochbaum, 2013). Békési (2014) szerint a nagy járványok idején a *F. graminearum* faj van túlsúlyban. Azonban a tőlünk északabbra elhelyezkedő országokban, ahol az átlaghőmérséklet alacsonyabb a *F. culmorum* faj tekinthető domináns kórokozónak (Parry *et al.*, 1995; Desjardin, 2006). Rossi *et al.* (2005) szerint a *F. graminearum* jóval szélesebb hőmérsékleti tartományban képes fertőzni, és a fertőzések jóval gyorsabban bekövetkezhetnek a többi *Fusarium* fajhoz képest.

2.1.7.2. A betegség tünetei

A kórokozók a búzát minden fenológiai állapotban megfertőzhetik. Korai fertőzés esetén csírapusztulást, később szár- és gyökérrothadást, kalászhányás – virágzás idején pedig kalászbetegséget okoznak (**5. ábra**). A csírapusztulás kiváltó oka lehet a fertőzött talaj illetve mag, és az elhalás bekövetkezhet kelés előtt és után is. A szárfertőzés esetén a fertőzés helyeit rózsaszínű spóratömeg takarja, és a szár belsejét a betegségre jellemző fehéres micéliumszövedék tölti ki. A

kalászfertőzés esetében a kalászkok sterilek vagy csak minimális számú telt szemeket tartalmaznak. A kalászkokon a fertőzést követően barna, vizenyős foltok jelennek meg, később kifehérednek, és a koraérés tüneteit mutatják (Atanasoff, 1920; Andersen 1948; Horváth *et al.*, 1995; Parry *et al.*, 1995; Winson *et al.*, 2001).



5. ábra: Kalászfuzáriózis tünete (fotó: Nagy 2015)

2.1.7.3. A kórokozó fejlődése

A fuzáriózist okozó gombák félszaprofiton (nekrotróf) szervezetek, melyek életük csak bizonyos szakaszában válnak parazitává, leginkább, amikor a gazdanövény gyengültségi állapotba kerül. Az ivaros (*Gibberella* sp.) és ivartalan (*Fusarium* sp.) alak egyaránt lehet a fertőzés elindítója. Paulitz (1996) szerint az aszkospórák a késő délutáni – kora esti órákban szóródnak. Az áttelelésben az ivaros alak, micélium és klamidospórák játszanak szerepet. A kórokozó fennmaradhat a talajban, a fertőzött növényi maradványokon, vetőmagban és annak felületén (Gilbert és Fernando, 2004). Az erősen fertőzött magok ki sem kelnek, illetve a kelést követően a kis növénykék elpusztulnak, biztosítva ezzel a gomba további szaporodását. A betegség kialakulásában meghatározó szerepe van a környezeti, időjárási tényezőknek (Békési, 2014). A kalászhányás kezdete fenológiai állapottól a virágzás végéig hullott csapadékmennyiség és hőmérséklet meghatározó a fertőzés szempontjából (Wilcoxson *et al.*, 1992). Ha ebben az időszakban nagy mennyiségű csapadék hullik, és a levegő relatív páratartalma 75–80% fölött marad, számítani kell a fertőzések bekövetkeztére (Sutton, 1982; Horváth *et al.*, 1995; Beyer *et al.*, 2005). Hertelendy (2012) szerint a kalászolástól viaszérés elejéig kialakuló harmat is képes a fertőzést elindítani.

2.1.7.4. A kalászfuzáriózis elleni védekezési lehetőségek

Agrotechnikai megoldások

Ahogy az összes károsító ellen, a kalászfuzáriózis elleni védekezés során is az integrált szemléletmód alkalmazása szükséges (Horváth *et al.*, 1995; Krupinsky *et al.*, 2002; Halász és Hochbaum, 2013). Fontos a vetésváltás, a monokultúrát kerülni kell, ugyanakkor meg kell említeni, hogy hazánkban a szántóföldi növények vetésterületének nagyságát tekintve a kukorica és a kalászosok dominálnak, ezért szükséges a megfelelő agrotechnikai műveletek alkalmazása. Holbert

et al. (1919) megfigyelései szerint abban az esetben, ha kukorica volt a búza előveteménye átlagosan 15% volt a kalászfuzáriózis fertőzés gyakorisága, míg hüvelyes elővetemény esetén ez a fertőzés 4% volt. Dill-Macky és Jones (2000) hasonló megállapításra jutott, szója elővetemény esetén jelesen csökkent a fuzáriózis fertőzés. Fontos a kiegyensúlyozott, harmonikus tápanyagellátás. Martin *et al.* (1991) szabadföldi vizsgálataiban azt tapasztalta, hogy a szükségesnél magasabb nitrogén mennyiség kijuttatása (170 kg/ha) jelentősen megnövelte a kalászfuzáriózis fertőzésének gyakoriságát. A *Fusarium* fajok szaprofitaként is megélnek, ezért fontos a betakarítás utáni tarlóhántás mihamarabbi elvégzése, mellyel lecsökkenthető a kórokozók áttelelő képleteinek mennyiége. A megelőzés szempontjából meghatározó az egészséges vetőmag, és jó betegség ellenállóképességgel, toleranciával rendelkező fajták, például 'Zombor' használata (Mesterházy *et al.*, 2003). Az optimális vetésidő és vetésmélység a védekezés egyik szintén fontos eleme, mely a növényvédelemre, ezáltal a termelés sikerességére közvetett hatással van. Többek között hatással van a virágzás idejére, ezáltal a fertőzés hosszának lehetséges idejére is, hiszen a búza kalászfertőzés szempontjából legérzékenyebb fenológiai állapota a kalászhányás vége (BBCH 59) – virágzás kezdetétől (BBCH 61) tekinthető (Lacey *et al.*, 1999; Békési, 2014). A 20%-ot meghaladó belső fertőzöttségű vetőmag használata nem megengedett (Halász és Hochbaum, 2013). A betegség elleni rezisztencianemesítés a védelem egyik meghatározó eleme, melynek több fajtája ismert (Miller és Arnison, 1986; Wang és Miller, 1988). Az agrotechnikai megoldások egyik sarokpontja, hogy a beérett terményt mielőbb be kell takarítani, megfelelő nedvességtartalommal (max. 14%) kell azt betárolni, mely szintén részét képezi a betegség elleni védekezésnek (Békési, 2011).

Kémiai megoldások

A kalászfuzáriózis elleni kémiai védelem sikere több tényezőtől – fajta ellenállóképességtől, gombaölő szer hatékonyságától, fedettségtől, időzítéstől valamint a kórokozó agresszivitásától – függ (Mesterházy *et al.*, 2003; Mesterházy *et al.*, 2013). Az őszi búza virágzáskor a legfogékonyabb, azonban a növényvédő szeres kezelések optimális idejének kezdete a kalászhányás végére tehető, hiszen a búza ekkor már majdnem olyan fogékony, mint fogékonyágának tetőpontján, virágzáskor. A túl korai és a megkésett permetezések kevésbé hatékonyak. Fontos továbbá, hogy a kalászokat viaszérés fenológiai stádiumig meg kell védeni a kalászfuzáriózis kórokozóinak támadásától (Békési, 2014; Békési és Hertelendy, 2015). Ha a kalászok megjelentek, a permetezésekkel nem szabad megvárni a virágzást, hiszen a kalászhányás fenológiai állapotban lévő búza fogékonyága nem sokkal marad el a virágzáskori állapotától (Békési és Hertelendy, 2011; Békési és Hertelendy, 2015). Törekedni kell a teljes fedettség elérésére, fontos a megfelelő kijuttatástechnológia is, a

készítményeket amennyire csak lehet, a kalászosok teljes felületére kell juttatni (Mesterházy *et al.*, 2013).

A kalászfuzáriózis ellen már a 80-as, 90-es évektől rendelkezésre állnak jó hatékonysággal rendelkező felszívódó hatóanyagú (fenpropimorf, tridemorf) gombaölő szerek, melyek rendelkeztek kuratív-eradikatív hatással (Horváth *et al.*, 1995), azonban ma már ezek a hatóanyagú gombaölő szerek hazánkban nem engedélyezettek (Ocskó *et al.*, 2018). Hutcheon és Jordan (1992) szabadföldi vizsgálataik során a prokloráz, propikonazol és karbendazim hatóanyagokat hatékonyak találták *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum* és *F. graminearum* kórokozók ellen. Mesterházy *et al.* (2003) vizsgálatai során több fungicid készítmény *Fusarium* elleni hatékonyságát vizsgálta kisparcellás körülmények között. A vizsgált készítmények hatékonysága között jelentős különbségeket figyeltek meg. A tebukonazol hatóanyagú készítmények jól szerepeltek, de alacsonyabb dózisban kijuttatva kevésbé voltak hatékonyak. A karbendazim+tebukonazol+triadimefon kombináció adta a legmagasabb kalászfuzáriózis elleni hatékonyságot, szinergista hatást tapasztaltak. Azonban fontos megjegyezni azt is, hogy még a legjobb eredményt adó kezelés sem eredményezett teljes védelmet a betegséggel szemben (Abbott: 1997: 56,3%; 1998: 70,3%). Mesterházy *et al.* (2013) szabadföldi körülmények között, több gombaölő készítmény hatékonyságát összehasonlítva, a tebukonazol+protiokonazol hatóanyagú fungicidek 1:1 arányú keverékét találták a leghatékonyabbnak a kórokozó ellen. Magyarországon a gombaölő szeres védekezésekhez jelenleg többnyire a triazol hatóanyag csoportba tartozó (propikonazol, tebukonazol, ciprokonazol, epoxikonazol, protiokonazol stb.), a klórtalonil, tiofanát-metil, illetve ezen hatóanyagok kombinációit tartalmazó készítmények alkalmazhatók (Halász és Hochbaum, 2014; Ocskó *et al.*, 2018).

2.2. Az illóolajok, növényi kivonatok betegségek elleni alkalmazásának lehetősége

2.2.1. Az illóolajok és növényi kivonatok gombák elleni hatásmechanizmusa

Bolygónk növényvilágát 250 ezer fajra becsülik, és a 20. század végéig ennek mindössze 10%-át sikerült kémiaiilag is azonosítani, így további lehetőségek rejlenek a növényi kivonatokban lévő megoldásokban (Benner, 1993). A növényi kivonatok használata ígéretes lehetőségnek bizonyul a különböző *fungicidek* alkalmazása helyett, ugyanis a kemikáliák használatának csökkenésére már a '90-es években is nagy volt a fogyasztói igény (Gonda, 1999). Az illóolajokban rejlő lehetőségekre többen is felhívják a figyelmet (Exadaktylou és Thomidis, 2010; Gong *et al.*, 2011). Jobling (2000) szerint a különböző növények illóolajai antifungális tulajdonságokkal rendelkeznek. Az illóolajokban található összetevők egymás hatását felerősítik, szinergista hatással rendelkeznek. A növényi illóolajok, mint például a fahéj, rozsmaring illóolajai (Mairel, 2016), antimikrobiális, fungicid és

rovarölő hatással is rendelkeznek (Wilson *et al.*, 1997; Höferl *et al.*, 2015). Endah (2005) a fahéj, szegfűszeg, citromfű jelentős csírázásgátló, fungisztikus hatásáról számoltak be.

Lucas *et al.* (2012) a szegfűszeg antibakteriális hatása mellett, arról számolt be, hogy a gyógynövényekben található másodlagos anyagcseretermékek hatással vannak a növény-kórokozó kapcsolatra is. Conner *et al.* (1984) szerint az illóolajok kórokozók életfolyamatait több ponton is képesek befolyásolni. Ezek közül az egyik legfontosabb a kórokozók enzimrendszer-működésének a károsítása.

A fenolos szerkezetű anyagok, mint például a timol vagy karvakrol, jelentős antimikrobiális tulajdonságokkal rendelkeznek (Das *et al.*, 2010). Pinto *et al.* (2006) vizsgálatai igazolták, hogy a hegyi kakukkfű (*Thymus pulegioides*) illóolaja antifungális hatással rendelkezik, és jelentős mértékben képes gátolni a membrán ergoszterol bioszintézisét. Zambonelli *et al.* (2004) a kakukkfű illóolajok és azok főbb komponenseinek antifungális hatását vizsgálta *Fusarium solani* Mart. és *Rhizoctonia solani* Kühn talajlakó kórokozókkal szemben. A kakukkfű, melynek fő összetevője a timol, 200 ppm-es koncentrációban 56,1% és 78,5%-os mértékben gátolta a gombák micélium növekedését. A gombák hifáit citomorfológiai vizsgálatoknak is alávetették és megfigyeléseik alapján a sejtekben tapasztalt elváltozásokat az illóolaj sejtmembrán roncsoló hatása okozza. Seyed *et al.* (2012) a kerti kakukkfű, orvosi zsálya, golyós eukaliptusz és borsmenta összetevőinek (cineol, timol, kámfor, thujon, menthol és menthon) antifungális tulajdonságáról számoltak be. Az illóolajok a vizsgált kórokozók közül a *Trichoderma* sp. ellen voltak a leghatékonyabbak.

Yahyazadeh *et al.* (2008) a vizsgálataik során a szegfűszeg és a kakukkfű a *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. gomba elleni hatékonyságát vizsgálták. A szegfűszeg illóolaja eugenolt és β -kariofillént, a kakukkfű timolt, p-cimént tartalmazott. Mindkét illóolaj a kórokozó micélium-növekedésére gátlólag hatott, melyet az illóolajok fenoltartalmával hozták összefüggésbe. Daferera *et al.* (2003) szerint az antimikrobiális hatás az illóolajok fő komponenseinek, és az egyes összetevők között fellépő szinergizmusnak köszönhető. Vizsgálataikban nyolc illóolaj (oregánó, majoránna, kakukkfű, nagyzezerjófű, levendula, rozmaring, zsálya, csombormenta) *Botrytis cinerea* Pers., *Fusarium* sp. és *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis elleni hatását vizsgálták. Az olajok a legnagyobb mennyiségben a következő komponenseket tartalmazták: az oregánóban timol, a majoránnában, a kakukkfűben és a nagyzezerjófű a karvakrol, a levendulában a linalool és linalil-acetát, a rozmaring és zsályában eukaliptol, valamint a csombormenta-olajban cisz-menton és pulegon. A *B. cinerea* és *Fusarium* sp. kórokozóra jó hatékonyságot mutattak a majoránna, az oregánó-, a kakukkfű- és a nagyzezerjófű-olajok, míg ugyanazon dózis esetén a többi illóolaj mérsékelt hatást fejtett ki. Moretti *et al.* (1998) az orvosi zsálya illóolajának *B. cinerea* elleni fungisztikus hatását vizsgálták. Az illóolajat 5 és 10 g/l koncentrációban alkalmazva teljes

micéliumnövekedés-gátlást tapasztaltak. Edris és Farrag (2003) a borsmenta illóolajából származó mentol *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary elleni antifungális tulajdonságáról számoltak be. A bazsalikom illóolajában található összetevők esetében a linalol közepes antifungális hatását tapasztalták. Scarito *et al.* (2007) *in vitro* vizsgálataik során a szurokfű illóolajának konídium csírázásra gyakorolt hatását tapasztalták rózsaszín lisztharmat kórokozója ellen.

Soylu *et al.* (2006) a kakukkfű, szurokfű, rozmarin, édeskömény, francia levendula és babér illóolajok gombagátló hatásáról számoltak be *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary kórokozóval szemben. A kakukkfűben és a szurokfűben a karvakrol, a rozmarinban a borneol, az édesköményben a transz-anetol, a francia levendulában és a babérban a cineol voltak a főbb komponensek. Az oregánó, kakukkfű és édeskömény teljes mértékben gátolta a kórokozó növekedését valamint az illóolajokat gőz fázisban alkalmazva a gomba morfológiai változását eredményezték. Az összes illóolaj rendelkezett antimikrobiális tulajdonságokkal, az alkalmazott dózisok között viszont jelentős különbségeket tapasztaltak. Cosic *et al.* (2010) összesen 11 növény (szegfűszeg, rozmarin, fahéj levél, orvosi zsálya, erdeifenyő, narancsvirág, borsmenta, ánizs, fűszerkömény, levendula, kerti kakukkfű) illóolajának antifungális hatását vizsgálták *in vitro*. Az erdeifenyő és narancsvirág kivételével mindegyik illóolaj antifungális hatásáról számoltak be. A kórokozókra a legkiemelkedőbb antifungális hatást a kerti kakukkfű, fahéj levél, szegfűszeg és ánizs esetében tapasztalták. Velluti *et al.* (2004) a citromfű, fahéj, szegfűszeg, pálmazsír és szurokfű illóolajainak *Fusarium* fajok elleni antifungális hatását tapasztalták.

A kakukkfű illóolaja szabadföldi és laboratóriumi körülmények között hatékonynak bizonyult a *Geotrichum citri-aurantii* ellen. Az illóolaj erős hatást gyakorolt a konídium csírázására valamint a spóratömlő hosszára *in vitro*. A kezelés szabadföldi körülmények között is hatékonynak bizonyult, igaz az *in vivo* hatékonyság a laboratóriumi hatékonyságnál gyengébbnek bizonyult (Liu *et al.*, 2009). La Torre *et al.* (2014) teafa- és a szegfűszegolaj illóolaját hatékonynak találták szőlőperonoszpóra (*Plasmopara viticola*) (Berk. et Curt.) Berl. et de Toni ellen *in vitro* és *in vivo* körülmények között. A vizsgált illóolajok gátolták a micélium növekedését valamint a sporangiumcsírázást is. A kakukkfű illóolaja az *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. micéliumának növekedését hatékonyan csökkentette (Feng *et al.*, 2011). Az *in vivo* kísérletben a laboratóriumihoz hasonlóan a hatásmódokat vizsgálták. Az illóolaj mind gőz fázisban, mind kontakt módon egyaránt hatékonynak bizonyult. Az alkalmazott dózisok között azonban jelentős különbségeket tapasztaltak. A fungisztikus hatást a monoterpéneknek tulajdonították. Kim *et al.* (2008) hasonlóan jó eredményeket kapott. Vizsgálataik során a kerti kakukkfű a *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) J. Schröt. és a *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M. E. Barr. ellen 100%-os gátló hatást adott *in vitro*.

Tian *et al.* (2012) a kapor illóolajának *Aspergillus flavus* Link elleni antifungális hatékonyságáról számoltak be. Az illóolaj a gomba morfológiai változását eredményezte, jelentősen gátolta a membrán ergoszterol bioszintézisét valamint csökkentette a mitokondriális ATP-áz működését. Svoboda és Deans (1995) 11 gyógynövény antimikrobiális és antifungisztikus hatását vizsgálta. 25 baktérium- valamint 14 gombafajon végeztek kísérleteket. Az antibakteriális hatás szempontjából kakukkfű és hegyi pereszlény bizonyultak a leghatékonyabbak. Ezt elsősorban a magas fenol, timol és karvakrol tartalommal magyarázták, melyek erőteljes antibakteriális hatással rendelkeznek. Plotto *et al.* (2003) az oregáno, kakukkfű, citromfű és koriander kórokozókra gyakorolt antimikrobiális és fungisztikus hatását vizsgálták *in vitro*. A kakukkfű, oregáno és citromfű teljes mértékben gátolta *Botrytis cinerea* és *Alternaria arborescens* E. G. Simmons fejlődését, míg a *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. fejlődésére a kakukkfű és oregáno illóolaja volt hatással. A timol és karvakrol összetevők az összes vizsgált kórokozó (*Botrytis cinerea*, *Alternaria arborescens*, *Geotrichum candidum* Link., *Rhizopus stolonifer*) elleni fungicid és fungisztikus hatásáról számoltak be.

2.2.2. Az illóolajok, növényi kivonatok alkalmazásának lehetősége a csonthéjasok kórokozói elleni védekezésben

2.2.2.1. *Monilinia* fajok ellen felhasznált illóolajok

Monilinia fajok ellen számos illóolaj hatását vizsgálták (1. táblázat). Neri *et al.* (2007) a *Monilinia laxa* okozta gyümölcsrothadás ellen 9 illóolaj összetevő hatékonyságát vizsgálták. *In vitro* körülmények között a konídiumok csírázását és a micélium növekedését a karvakrol, a citrál és a trans-2-hexenál gátolta, melyek közül az utóbbi bizonyult a leghatékonyabbnak. A trans-2-hexenált, a karvakrolt és a citralt szabadföldi körülmények között is tanulmányozták, ahol szintén a trans-2-hexenál bizonyult a leghatékonyabbnak. A vizsgált kultúrákban (őszi-, kajszibarack, szilva) nem jelentkezték fitotoxikus tünetek. Snieskiene *et al.* (2008) *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia* és *Picea abies* illóolajainak hatását vizsgálták *Monilinia* fajok ellen *in vitro*. Az illóolajokat magasabb koncentrációban alkalmazva, a kórokozóra gyakorolt hatékonyság is nőtt. A kerti zsálya olaja bizonyult a leghatékonyabbnak. Svircev *et al.* (2007) a timolt hatékonyan találták *M. fructicola* ellen.

Tanovic *et al.* (2013) a kakukkfű és teafa illóolajainak *M. fructigena* elleni hatékonyságát vizsgálta *in vitro* és *in vivo*. Mindkét illóolaj agar táptalajon szignifikánsan gátolta a kórokozó micéliumának növekedését. A vizsgált két illóolaj között szignifikáns különbséget tapasztaltak, a kakukkfű lényegesen jobb hatékonyságot mutatott. A szabadföldi vizsgálatok során szintén a kakukkfű illóolaja bizonyult hatékonyabbnak.

Lazar-Baker *et al.* (2011) a ceyloni fahéj (*Cinnamomum zeylanicum*), a szurokfű (*Origanum vulgare*), a kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris*), az orvosi macskagyökér (*Valeriana officinalis*) és egy mirtusz faj (*Backhousia citriodora*), illóolajainak fő komponensét hatékonyan találta a tárolás során gyakran előforduló *M. fructicola* ellen. A micélium növekedését mindegyik illóolaj gátolta. Lopez-Reyes *et al.* (2011) a kerti kakukkfű illóolaja fő komponensének – timol – hatékonyságát vizsgálták őszibarackon *M. laxa* ellen. A timol majdnem olyan hatékonyaknak bizonyult a kórokozó ellen, mint a tebukonazol hatóanyaggal kezelt kontroll. A gyümölcsökön nem tapasztaltak semmilyen fitotoxicitást.

Elshafie *et al.* (2015a) a kakukkfű (*Thymus vulgaris*) és a közönséges vasfű (*Verbena officinalis*) *Monilinia laxa*, *M. fructigena* és *M. fructicola* elleni hatékonyságát tanulmányozták *in vivo*. A kakukkfű egyik fő összetevője a p-cimén (56,2%), a vasfűjé a citrál (44,5%) és isobornyl (45,4%) volt. Az illóolajok magasabb dózisban alkalmazva (vasfű: 1000 ppm; kakukkfű: 500 ppm) szignifikánsan gátolták a gyümölcsrothadás fertőzésének mértékét.

Lazar *et al.* (2010) *in vitro* körülmények között több illóolaj összetevőjét (karvakrol, anetol, timol, dekanol, cinnamaldehyd, eugenol, citral) hatékonyan találták számos tárolási betegség kórokozójával (*Monilinia* spp., *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp.) szemben. Corato *et al.* (2010) a laurelt, a babér illóolaját jó hatékonysággal alkalmazták *in vitro* illetve *in vivo* őszibarack és kivi gyümölcsökön *Monilinia laxa* és *Botrytis cinerea* ellen. Caccioni és Guizzard (1994) néhány illóolaj fő komponensét – mint a karvakrol, anetol, karvon – hatékonyan találta a tárolás során gyakran előforduló *Monilinia laxa* ellen. Wang YaFei *et al.* (2011) *Pyrola rotundifolia* növényi kivonattal végeztek kísérleteket a *Monilinia fructicola* ellen *in vitro*. Olvasószemfa mag kivonatának hatását vizsgálták Wang JingFa *et al.* (2010) tárolás során fellépő kórokozókkal – *Monilinia fructicola*, *Penicillium expansum*, *Trichothecium roseum* és *Alternaria alternata* – szemben. A kezelések szignifikánsan csökkentették a fertőzés mértékét a kontrollhoz képest.

Gatto *et al.* (2011) kilenc gyógynövény – a kerti borágó (*Borago officinalis*), szádor (*Orobancha crenata*), útifű fajok (*Plantago coronopus*, *P. lanceolata*), csabaíre-vérfű (*Sanguisorba minor*), hólyagos habszegfű (*Silene vulgaris*), csorbóka fajok (*Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*) és a gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*) hatását vizsgálták *Monilinia laxa* ellen. A koffeinsav, flavonoidok származékait azonosították ezekben a növényekben, melyek közül a *S. minor* és *O. creanata* bizonyult a leghatékonyabbnak. A csabaíre-vérfű *in vitro* teljes mértékben gátolta a *M. laxa* konídiumainak csírázását. *In vivo* körülmények között kajszin és őszibarackon a moniliniás gyümölcsrothadás kialakulását a csabaíre-vérfű gátolta legjobban, míg a szádor szőlő, narancs, kajszi és őszibarack terméseken a rothadás és penészgombák megjelenését akadályozta.

Elshafie *et al.* (2015b) a szurokfű komponenseinek (timol, karvakrol, linalool, transz-kariofillén) *Monilinia laxa*, *M. fructigena* és *M. fructicola* elleni hatékonyságát vizsgálták *in vitro* és *in vivo* körülmények között. A laboratóriumi vizsgálatok során megállapították, hogy a timol és karvakrol összetevőknek köszönhető az antifungális hatás. Az őszibarack gyümölcsökön elvégzett gyümölcsrothadás elleni szabadföldi vizsgálatok megerősítették az *in vitro* eredményeket. A vizsgált magasabb dózisban (500 ppm) a karvakrol és timol mindhárom *Monilinia* faj esetében jelentősen csökkentette a betegség fertőzésének mértékét. A legjobb hatékonyságot a karvakrol esetében tapasztalták *M. fructicola* ellen.

Tsao és Zhou (2000) 22 monoterpenoid hatását vizsgálta *Monilinia fructicola* kórokozó ellen. Eredményeik szerint a konídium csírázását legnagyobb mértékben a timol, a karvakrol, a citral, citronellol, mentol és engenol komponensek gátolták. Nakamura *et al.* (2010) *Artemisia capillaris* növényi kivonatának hatását vizsgálták őszibarack tárolási betegségei ellen. Az üröm gombaölő hatása elsősorban a benne található kapilinnak volt köszönhető. *Monilinia fructicola* ellen rendkívül jelentős gombaölő hatását figyelték meg őszibarackon. Feng *et al.* (2008) őszibarackokat kezeltek amuri parásfa (*Phellodendron* spp.) kéreg kivonatával. A növényi kivonat 0,8; 1,6 és 3,2 mg/ml koncentrációban teljesen gátolta a konídiumok csírázását, a micélium növekedését és a sporulációt, elsősorban *Monilinia fructicola* esetében *in vitro*. Szabadföldi kezeléseket is elvégeztek virágzás kezdetén, 30, 60 és 90 nappal a virágzás után 21 mg/ml koncentrációban, amely jelentősen csökkentette a betakarítás utáni gyümölcsrothadás kialakulását.

1. táblázat: Az illóolajok *Monilinia* spp. kórokozókra gyakorolt hatása a megvizsgált irodalmak alapján

Növény / fő komponens	Kórokozó	Vizsgálat körülménye	Hatékonyság	Szerző
zsálya levendula erdei fenyő	<i>M. laxa</i>	<i>in vitro</i>	kiváló jó jó	Snieskiene <i>et al.</i> (2008)
karvakrol, citrál, trans-2- hexánál	<i>M. laxa</i>	<i>in vitro</i>	konídium- csírázásgátlás	Neri <i>et al.</i> (2007)
timol	<i>M. fructicola</i>	<i>in vitro</i>	kiváló	Svircev <i>et al.</i> (2007)
kakukkfű teafa	<i>M. fructigena</i>	<i>in vitro</i>	micélium növekedés- gátlás	Tanovic <i>et al.</i> (2013)
kakukkfű teafa	<i>M. fructigena</i>	<i>in vivo</i>	kiváló jó	Tanovic <i>et al.</i> (2013)
fahéj szurokfű	<i>M. fructicola</i>	<i>in vitro</i>	kiváló micélium	Lazar-Baker <i>et al.</i> (2011)

kakukkfű orvosi macskagyökér			növekedés- gátlás	
kakukkfű (timol)	<i>M. laxa</i>	<i>in vivo</i>	kiváló konídium csírázás- gátlás	Lopez-Reyes <i>et al.</i> (2011)
kakukkfű vasfű	<i>M. fuctigena</i>	<i>in vivo</i>	gyümölcs- rothadás gátlása	Elshafie <i>et al.</i> (2015a)
karvakrol anetol timol dekanol cinnamaldehyd eugenol cital	<i>Monilinia spp.</i>	<i>in vitro</i>	kiváló micélium növekedés és csírázásgátlás	Lazar <i>et al.</i> (2010)
babér kivonat (laurel)	<i>M. laxa</i>	<i>in vitro</i> , <i>in vivo</i>	gyümölcs- rothadás gátlás	Corato <i>et al.</i> (2010)
olvasószemfa magkivonat	<i>M. fructicola</i>	<i>in vivo</i>	gyümölcs- rothadás gátlás	JingFa <i>et al.</i> (2010)
csabaíre-vérfű szádor	<i>M. laxa</i>	<i>in vitro</i>	kiváló konídium csírázás- gátlás	Gatto <i>et al.</i> (2011)
csabaíre-vérfű szádor	<i>M. laxa</i>	<i>in vivo</i>	gyümölcs- rothadás gátlás	Gatto <i>et al.</i> (2011)
szurokfű (timol, karvakrol, linalool)	<i>M. laxa</i> <i>M. fructigena</i> <i>M. fructicola</i>	<i>in vitro</i> <i>in vivo</i>	kiváló antifungális hatás, gyümölcs- rothadás gátlás	Elshafie <i>et al.</i> (2015b)
timol, karvakrol, cital, mentol	<i>M. fructicola</i>	<i>in vitro</i>	kiváló konídium csírázás- gátlás	Tsao és Zhou (2000)
amuri parásfa (kivonat)	<i>M. fructicola</i>	<i>in vitro</i> , <i>in vivo</i>	kiváló konídium csírázás- gátlás, gyümölcs- rothadás gátlás	Feng Xiao Yuan <i>et al.</i> (2008)

2.2.2.2. *Stigmina carpophila* ellen felhasznált illóolajok

A megvizsgált irodalomban csupán egyetlen utalást találtunk az illóolajok *Stigmina carpophila* elleni hatására. Gál (2010) a kakukkfű, fodormenta, édeskömény és levendula illóolajait vizsgálta *in vitro* körülmények között (**6. ábra**). Vizsgálatai során a kakukkfű illóolaja teljesen gátolta a kórokozó fejlődését, valamint a fodormenta, az édeskömény és a levendula illóolajai is jelentős gátlást mutattak.

2.2.2.3 *Taphrina deformans* ellen alkalmazott illóolajok

Becker (2005) vizsgálatai során arra a következtetésre jutott, hogy a szurokfű és kakukkfű növényi kivonataiból származó alkotóelem, a karvakrol kifejezetten hatékony a tafrinás levélfodrosodás kórokozója ellen a fertőzés időszakában.

2.2.3. A növényi olajok, illóolajok és növényi kivonatok alkalmazása az alma- és körtevarasodás valamint almafalisztharmat ellen

Az illóolajok és növényi kivonatok alma- és körtevarasodás, valamint almafalisztharmat elleni hatását többen vizsgálták (**2. táblázat**). Az almafalisztharmat és almavarasodás kórokozói ellen többféle növényi kivonat is sikeresnek bizonyult. Bosshard *et al.* (1987) a réti lórom kivonatát vizsgálta varasodás és lisztharmat ellen, mely üvegházi körülmények között hatékonyabbnak bizonyult, mint szabadföldön. A közönséges borostyán kivonata preventíven alkalmazva mérsékelte az almafalisztharmat és varasodás fertőzésének kialakulását, valamint gátolta a *Venturia inaequalis* konídiumainak csírázását *in vitro* (Bosshard, 1992). Bálint *et al.* (2014) a fekete nyár kivonatának (populin) varasodás elleni hatékonyságát vizsgálta *in vitro* és *in vivo* körülmények között. Laboratóriumi körülmények között az egynyári üröm-, a kerti kakukkfű- és a fekete nyár kivonata jelentősen csökkentette a kórokozó konídiumainak csírázását a kontrollhoz viszonyítva. A kezelt, kicsírázott inokulumok hifái a kontrollhoz viszonyítva rövidebbek voltak. Szabadföldön 'Golden' és 'Jonathan' fajtákon a populinos kezelés hatékonysága a termésen a konvencionális védekezéshez képest jobb hatékonyságot adott. A kétéves vizsgálat során a kivonattal végzett kezelések nagymértékben gátolták a fertőzés kialakulását.

Pfeiffer (2002) több növényi kivonat *Venturia inaequalis* kórokozóra gyakorolt hatását vizsgálta üvegházi körülmények között. A vizsgálat során a közönséges édesgyökerű-páfrány és az orvosi szappanfű kivonata bizonyult a leghatékonyabbnak. A szappanfű a konídiumok csírázását erőteljesen gátolta, melyet a szerző a szaponin összetevővel magyarázott. Pfeiffer *et al.* (2004) egy későbbi vizsgálatában a szappanfű kivonata szintén hatékony volt az almavarasodás kórokozója ellen. Thiesz *et al.* (2007) a *Venturia inaequalis* aszkospórái ellen a timolt, mentolt, populint hatékonynak találták. Az olajokkal kezelt spórák élettartama lecsökkent.

Northover és Schneider (1993) a napraforgó-, az olíva-, a repce-, a szójabab- és a szőlőmagolaj almavarasodás és almafalisztharmat elleni hatékonyságát vizsgálták konténeres alma palántákon. A szójabab és repce olaj hatékonyságát megvizsgálták szabadföldi körülmények között is termő ültetvényben. A glicerines olajok az aszkuszos gombák közül a liztharmatra nagyobb, míg a varasodásra kisebb hatással voltak.

Gong *et al.* (2009) a lepárolt szecsuanai bors (*Zanthoxylum bungeanum*) illóolajának hatását vizsgálták többek között a *Venturia pyrina*-val szemben. A kontakt hatásmód vizsgálatában az olaj jelentős mértékben gátolta a gombák életfolyamatait, azok fejlődését. Ezt követően elvégeztek egy újabb vizsgálatot, melynek során gőzfázisban tanulmányozták az olajok illékony komponenseinek hatását. A kocentráció és a hatékonyság között szoros összefüggés mutatkozott. Tan *et al.* (2007) a *Russowia sogdiana* illóolaját vizsgálták baktérium és gombafajok ellen. A *Russowia* olaja a *V. pyrina* ellen gyenge hatással volt. Ezt a hatást a limonén jelenlétével magyarázták.

2. táblázat: A növényi olajok, illóolajok és növényi kivonatok alkalmazása az alma- és körtevarasodás valamint almafalisztharmat ellen a megvizsgált irodalmak alapján

Növény / fő komponens	Kórokozó	Vizsgálat körülménye	Hatékonyság	Szerző
réti lórom (kivonat)	<i>Podosphaera leucotricha</i> <i>Venturia inaequalis</i>	<i>in vivo</i> (szabadföld üvegház)	üvegházban hatékonyabb volt	Bosshard <i>et al.</i> (1987)
borostyán (kivonat)	<i>P. leucotricha</i> <i>V. inaequalis</i>	<i>in vivo</i>	fertőzések kialakulását mérsékelte	Bosshard (1992)
	<i>V. inaequalis</i>	<i>in vitro</i>	konídium-csírázásgátlás	
fekete nyár (populin)	<i>V. inaequalis</i>	<i>in vitro</i>	konídium-csírázásgátlás	Bálint <i>et al.</i> (2014)
		<i>in vivo</i>	kiváló	
édesgyökerű-páfrány szappanfű (kivonat)	<i>V. inaequalis</i>	<i>in vivo</i>	konídium-csírázásgátlás	Pfeiffer (2002)
édesgyökerű-páfrány szappanfű (kivonat)	<i>V. inaequalis</i>	<i>in vivo</i>	konídium-csírázásgátlás	Pfeiffer (2004)
timol mentol populin	<i>V. inaequalis</i>	<i>in vitro</i>	spórák élettertama lecsökkent	Thiesz <i>et al.</i> (2007)
napraforgó olíva repce	<i>P. leucotricha</i> <i>V. inaequalis</i>	<i>in vivo, in vitro</i>	liztharmatra jobb a hatékonyság	Northover és Schneider (1993)

szójabab szőlőmagolaj				
szecsuaáni bors	<i>V. pyrina</i>	<i>in vitro</i>	kiváló	Gong <i>et al.</i> (2009)
limonén	<i>V. pyrina</i>	<i>in vitro</i>	gyenge	Tan <i>et al.</i> (2007)

2.2.4. Az illóolajok *Fusarium* fajok elleni alkalmazásának lehetősége

A *Fusarium* fajok ellen több növényi illóolaj hatását vizsgálták (**3. táblázat**). Solimana és Badeaab (2002) 12 gyógy- és aromanövény (*Pimpinella anisum*, *Carum carvi*, *Foeniculum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Mentha viridis*, *Ocimum basilicum*, *Matricaria chamomilla*, *Calendula officinalis*, *Achillea millefolium*, *A. fragrantissima*, *Agrimonia eupatoria*, *Cinnamomum zeylanicum*) illóolajának fungisztikus hatását vizsgálta *Fusarium fujikorui* (syn. *F. moniliforme*) kórokozó ellen *in vitro*. A kakukkfű a kórokozó ellen hatékony volt, és a *Lamiaceae* családból származó másik kettő növényhez (fodormenta, bazsalikom) képest ez adta a legjobb hatékonyságot. Már 250 ppm-es koncentrációban alkalmazva is hatásos volt a *F. moniliforme* kórokozó ellen. A kakukkfű fungisztikus hatását már 250 ppm koncentrációban is tapasztalták, 500 ppm-ben pedig már a fungicid hatás is érvényesült. A bazsalikom és a fodormenta esetén ezek a hatások nagyságrenddel nagyobb koncentrációban érvényesültek 2000 ppm (fungisztikus hatás) és 3000 ppm (fungicid hatás). A fahéj illóolaja 1000 ppm és afölötti töménységben alkalmazva teljes gátló hatást eredményezett. Az ánizs, fűszerkömény és édeskömény közül az ánizs illóolaja volt a leghatékonyabb, mely 500 ppm-es koncentrációban megegyező hatékonyságot ért el a másik két növény 2000 ppm-es töménységével.

Dambolena *et al.* (2008) több terpén vegyület, a limonén, menthol, menthon és timol hatékonyságát vizsgálta *F. verticillioides* ellen *in vitro*. A kísérletet több koncentrációban (25, 50, 75, 150, 200, 250, 500 és 1000 ml/l) állították be. A kórokozó ellen a limonén és a timol volt a leghatékonyabb. Terzi *et al.* (2007) a teafa (*Melaleuca alternifolia*) illóolajának (TTO) valamint annak elsődleges komponenseinek (eukaliptol, terpinén) *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* kórokozók elleni *in vitro* hatékonyságát vizsgálták összesen hat koncentrációban (0%; 0,25%; 0,5%; 1,0%; 2,0%; 5,0%) PDA táptalajon. A TTO szignifikáns micélium növekedés gátló hatását tapasztalták már 0,25%-os koncentrációban is. Pawar és Thaker (2007) 77 növényi illóolaj *F. oxysporum* kórokozóra gyakorolt hatását vizsgálta *in vitro*. A legjobb hatást a citromfű, szegfűszeg, fahéj, édeskömény, bazsalikom és a kankalin esetében tapasztalták. Horváth *et al.* (2013) több gyógy- és aromanövény (fodormenta, borsosmenta, fahéj) illóolajainak hatékonyságát vizsgálta kalászfuzáriózis ellen *in vitro* és *in vivo*. Szabadföldön az illóolajok hatását kisparcellás körülmények között, mesterséges fertőzés mellett értékelték. A provokatív fertőzéseket a *Fusarium graminearum* és *F. culmorum* kórokozók tenyészetből nyert konídiumszuszpenziójával ($1,1 - 1,6 \times 10^6$ konídium /

cm³) végezték. Az illóolajokat különböző időpontokban – a preventív és kuratív védelmet célozva – juttatták ki 0,1%-os koncentrációban. A leghatékonyabb védelmet a fahéj kuratív módon végrehajtott kezelése adta. *In vitro* szintén a fahéj illóolaja gátolta a legnagyobb mértékben a kórokozó micéliumának növekedését.

Riccioni és Orzali (2011) a kerti kakukkfű illóolajának hatását vizsgálták *in vitro*. Az illóolaj 0,05%-os koncentrációban alkalmazva hatékonyan (93%) gátolta a *Fusarium graminearum* kórokozó micéliumának növekedését.

Stevic *et al.* (2014) 16 növény illóolajának *Fusarium* fajok (*Fusarium solani*, *F. tricinctum*, *F. sporotrichioides*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*, *F. semitectum*, *F. subglutinans*, *F. equiseti*), elleni hatékonyságát vizsgálták. A borsikafű (karvakrol: 50%), kakukkfű (timol: 43,7%) és oregánó (karvakrol: 75,8%) illóolajai a bennük található fenolos vegyületeknek köszönhetően adták a legjobb hatékonyságot minden vizsgált kórokozó ellen. Az egyes komponensek (pl. karvakrol és timol) közti szinergista hatást is megfigyelték.

Velluti *et al.* (2004) 37 illóolaj *Fusarium verticillioides*, *F. proliferatum* és *F. graminearum* kórokozók micélium növekedésére gyakorolt hatását vizsgálták különböző koncentrációkban *in vitro*. A citromfű, fahéj, szegfűszeg, pálmárózsa és szurokfű illóolajai jelentősen gátolták a kórokozók fejlődését. A fahéj és szegfűszeg illóolajai 1000 µg/ml koncentrációban alkalmazva jelentősen gátolták a *Fusarium verticillioides*, *F. proliferatum* és *F. graminearum* telepeinek növekedését. Tyagi és Malik (2011) a borsmenta illóolaját és annak fő komponensét hatékonyan találta *F. oxysporum* és *F. verticillioides* kórokozók ellen *in vitro*. A szerzők a hatékonyság szempontjából a borsmenta illóolajának gőzfázisban való felhasználására hívják fel a figyelmet. Dambolena *et al.* (2010) laboratóriumi vizsgálatai során a mentol hatékonyan csökkentette a *F. verticillioides* kórokozó micéliumának növekedését, valamint jelentősen gátolta a fumozin B1 mikotoxin képződését. Marín *et al.* (2004) a fahéj, szegfűszeg, pálmárózsa, citromfű és szurokfű *F. graminearum* kórokozó által termelt mikotoxinok (ZEA, DON) elleni hatását vizsgálta fertőtlenítésben nem részesített kukoricaszemekken. A zearalenon mikotoxin termelődését leginkább citromfű, pálmárózsa és szegfűszeg gátolta. A fahéj a toxin termelődést nem gátolta, a szurokfű pedig növelte azt. Az illóolajok hatása a dezoxinivalenol termelődésre a hőmérséklettel szoros összefüggést mutatott.

3. táblázat: Az illóolajok *Fusarium* fajok elleni alkalmazásának lehetősége a megvizsgált irodalmak alapján

Növény / fő komponens	Kórokozó	Vizsgálat körülménye	Hatékonyság	Szerző
kakukkfű, bazsalikom, fodormenta	<i>Fusarium fujikorui</i>	<i>in vitro</i>	fungisztatikus, fungicid hatás	Solimana és Badeaab (2002)
limonén, mentol, menthon, timol	<i>F. verticillioides</i>	<i>in vitro</i>	limonén, timol volt a leghatékonyabb	Dambolena <i>et al.</i> (2008)
teafa (TTO)	<i>F. graminearum</i> <i>F. culmorum</i>	<i>in vitro</i>	kiváló micélium-növekedés gátlás	Terzi <i>et al.</i> (2007)
fodormenta, borsmenta, fahéj	<i>F. graminearum</i> <i>F. culmorum</i>	<i>in vitro</i> <i>in vivo</i>	micélium-növekedés gátlás	Horváth <i>et al.</i> (2013)
kakukkfű	<i>F. graminearum</i>	<i>in vitro</i>	micélium-növekedés gátlás	Riccioni és Orzali (2011)
borsikafű (karvakrol), kakukkfű (timol), oregánó (karvakrol)	<i>Fusarium</i> spp.	<i>in vitro</i>	komponensek szinergista hatása	Stevic <i>et al.</i> (2014)
fahéj, szegfűszeg	<i>F. verticillioides</i> <i>F. proliferatum</i> <i>F. graminearum</i>	<i>in vitro</i>	jelentős micélium növekedés-gátlás	Velluti <i>et al.</i> (2004)
borsmenta	<i>F. verticillioides</i> <i>F. oxysporum</i>	<i>in vitro</i>	jelentős micélium növekedés-gátlás, gőzfázis	Tyagi és Malik (2011)
mentol	<i>F. verticillioides</i>	<i>in vitro</i>	micélium növekedés-, fumozin B1 képződés gátlás	Dambolena <i>et al.</i> (2010)
citromfű, pálmarózsa, szegfűszeg	<i>F. graminearum</i>	<i>in vitro</i>	jelentős ZEA termelődés gátlás	Marín <i>et al.</i> (2004)

2.3. A barackmoly (*Anarsia lineatella*) Zeller, keleti gyümölcsmoly (*Grapholita molesta*) Busck és az almamoly (*Cydia pomonella*) Linné

2.3.1. A barackmoly (*Anarsia lineatella*) és a keleti gyümölcsmoly (*Grapholita molesta*)

A gyümölcskártevők közül a barackmoly (*Anarsia lineatella*) és a keleti gyümölcsmoly (*Grapholita molesta*) rendszeresen előforduló termés-kártevők, melyek szerte a világon az őszi- és kajszi-barack növényvédelmének meghatározó kártevői (Damos és Soultani, 2007). A két faj hajtáson és gyümölcsön okozott kártétele kajszin nem különíthető el (Pénzes *et al.*, 2003).

A barackmoly legkedveltebb tápnövénye az őszi-, kajszi-barack, szilva, ringló, mandula és cseresznye. Hazánkban három nemzedéke van, de meleg időjárás esetén kifejlődhet egy 4. hernyónemzedék is. A kártevő a harmadik és negyedik lárvastádiumban telel át (Reichart, 1962). A barackmoly tavaszi kártétele következtében a 2–3 cm-es hajtások hervadnak. A következő hernyónemzedék lárvái nyár elején hasonló kártételt okoznak, ekkor azonban már a gyümölcsöket is megtámadhatják (Reichart, 1993; Nagy és Pénzes, 2017). A nyári nemzedék a gyümölcsöket károsítja, melynek belsejébe a kocsánynál, vagy két gyümölcs találkozásánál rágnak be, mellyel lehetőséget adnak a moniliniás termésrothadás kialakulásának (Wormald, 1954; Vének és Nagy, 2011).

A keleti gyümölcsmoly hazánkban őszi-, kajszi-barackon, ringlón, körtén és birsen károsít (Seprős és Tiszáné, 1970). Évente négy nemzedéke fejlődik ki, és kifejlett lárva alakban telel. Tavasszal az áttelelt lárvák már nem táplálkoznak, hanem bábozódnak, majd áprilisban megjelennek az imágók, melyek párosodnak, és a nőtények petét raknak. Májusban a kikelt lárvák a hajtáscsúcson berágnak a hajtásokba. Kártétele a barackmoly kártételétől abban különbözik, hogy a keleti gyümölcsmoly a fakadó hajtásokat nem károsítja (Reichart, 1993). A fő kártételt a második nemzedék okozza, mely június közepén rajzik. Ennek a nemzedéknek a lárvái a gyümölcsbe a kocsánykörülük részén rágnak be. A károsított gyümölcsök lehullanak, vagy másodlagos kórokozók telepsznek meg rajtuk a kártevő okozta sebzések következtében (Wormald, 1954; Pénzes *et al.*, 2003; Tóth, 2008).

2.3.2. Az almamoly (*Cydia pomonella*)

Az almamoly (*Cydia pomonella*) az alma egyik legjelentősebb kártevője. Ahol almatermesztéssel foglalkoznak, az almamoly kártételére számítani kell (Hári *et al.*, 2013). Mérsékelten polifág fajról van szó, melynek főbb tápnövényei az alma, körte, birs. Kettő nemzedékes fajról van szó, de a kártevő számára kedvező feltételek teljesülése esetén (például korán induló, meleg tavaszi időjárás) kifejlődhet egy csonka harmadik nemzedék is. Kifejlett lárva alakban telel, védettebb helyeken, például a fák törzsén a kéregpedésekben. A nőtények 40–50 tojást helyeznek el

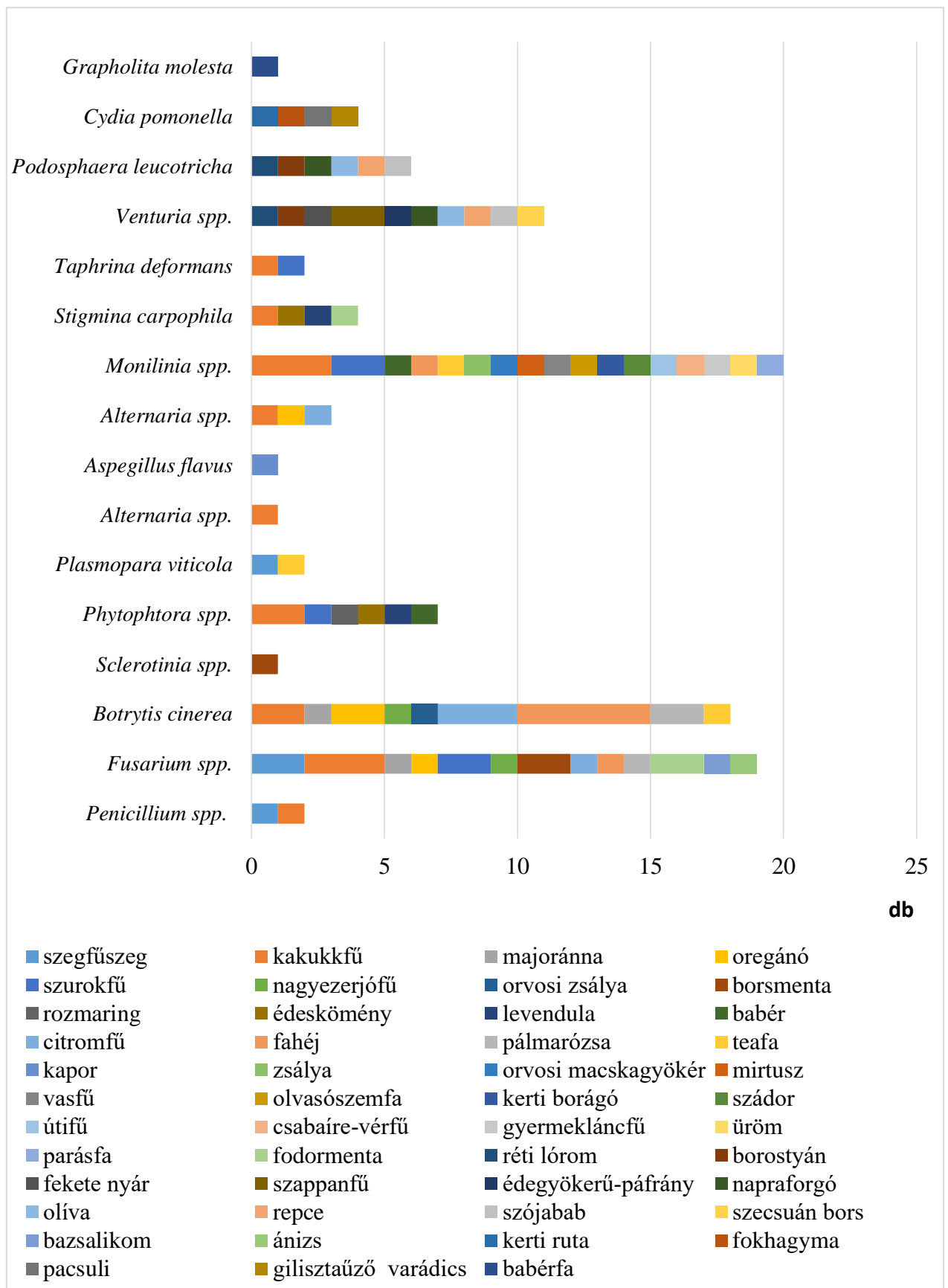
levelekre, gyümölcsökre ahonnan a kikelő lárvák a gyümölcsbe rágják magukat. Egy termésben akár több lárva is károsíthat, ilyenkor a kompetíció megfigyelhető (Geier, 1963; Reichart, 1993). A lárvák a termésben magházig hatoló járatot készítenek, ahová elérve a magokat is felélik, majd a szomszédos gyümölcsökbe is átrághatják magukat azok érintkezési felületén. Jelentős kártevő, a károsított gyümölcsök lehullanak a fáról (Kunka *et al.*, 2003; Reichart, 1993).

2.3.3. Az illóolajok gyümölcsmolyok elleni hatása

Isman (2000) az illóolajokban rejlő repellens és rovarölő hatásra hívja fel a figyelmet, aki az inszekticid hatást a terpén és fenol vegyületeknek tulajdonítja.

Obrzut és Carvalho (2011) a szasszafrász babérfa (*Ocotea odorifera*) illóolajának keleti gyümölcsmoly elleni hatékonyságát vizsgálták őszibarackon. A lárvák ellen minimális hatékonyságot figyeltek meg. Fitotoxikus hatását ennek az illóolajnak nem tapasztalták.

Landolt *et al.* (1999) több, összesen 27 növény illóolaját vizsgálta almamoly lárvéja ellen. A legjobb repellens hatást a kerti ruta, a fokhagyma (*Allium sativum*), a pacsul (Pogostemon cablin) és a gilisztaűző varádics (*Tanacetum vulgare*) illóolaja adta. Nerio *et al.* (2010) a különböző növények (*Cymbopogon* spp., *Ocimum* spp., *Eucalyptus* spp.) illóolajaiban rejlő repellens hatást elsősorban az α -pinén, limonén, timol, kámfor és citronellol komponenseknek tulajdonítják.



6. ábra: Az illóolajok és növényi kivonatok egyes károsítókra vonatkozó találatok száma a megvizsgált irodalmak alapján

2.4. Az illóolajok növényre gyakorolt hatása

Fekete *et al.* (2009) több illóolaj növényre gyakorolt hatását vizsgálták. Az illóolajokat egy pályázat keretében az Aromax Zrt. biztosította számukra, a különböző olajokat kódszámmal jelölték. A szamóca szíromleveleit az összes vizsgált illóolaj károsította, azonban a fitotoxicitás mértéke között jelentős különbségeket tapasztaltak. A 27-es kódszámú illóolajjal kezelt ciklámen növényeken a beöntözést követő harmadik napon, a kezeletlen kontrollhoz képest két héttel korábban jelentkezett a hervadás. A jelenségből a ciklámen károsító hatására következtek. A 2–4 lomblevelés fenológiai állapotban lévő salátán a 21-es számú illóolaj erőteljesen fitotoxikusnak bizonyult. Uborkán nem tapasztaltak növénykárosító hatást, és a 21-es valamint 27-es kódszámú illóolajokkal kezelt növények a kontrollhoz képest erőteljesebb lombozatot valamint gyökérzetet fejlesztettek. Plotto *et al.* (2003) vizsgálataik során több illóolaj növénykárosító hatásáról számoltak be paradicsomon.

Maffei *et al.* (2001) a borsmenta illóolajának vizsgálatakor megállapították, hogy annak egyik fő komponense, a pulegon, jelentősen, míg a mentol kisebb mértékben gátolja a gyökérlégzést. Endah (2005) vizsgálatai során a fahéj illóolajának fitotoxikus hatását tapasztalták, például papaja levelein. Moharam és Obiadalla (2012) a miatyánkcserje-magolajával (*Azadirachta indica*) kezelt bámia növényeken pozitív élettani hatásokat (növény hossza, termések mennyisége) tapasztaltak. Hegazi (2010) a fahéj, szegfűszeg, fokhagyma, gyömbér és édeskömény illóolajait vizsgálta pompás rézvirág (*Zinnia elegans*) lisztharmatos betegsége ellen 2006 és 2007-ben *in vivo*. A vizsgálatokat két koncentrációban (0,05 és 0,1 ppm) állította be, és a lisztharmat elleni hatékonyság mellett vizsgálta az illóolajok növényre gyakorolt hatását is. A növényre gyakorolt hatások közül kiemelendő, hogy a virágok számára a fahéj 0,1 ppm, a virágok átmérőjének méretére a fahéj 0,1 ppm és a gyömbér 0,05 ppm koncentrációban adta a legjobb eredményt. Az illóolajok zöldítő hatását is megfigyelte. A gyömbér és a fahéj illóolajával kezelt növényeken tapasztalta a legnagyobb zöldítő hatást. Sem Elshafie *et al.* (2015b) a timollal és karvakrollal kezelt őszibarackon, sem Tanovic *et al.* (2013) a kakukkfűvel kezelt alma terméseken nem tapasztaltak semmilyen növénykárosításra utaló tünetet. Cseh *et al.* (2013) ugyanakkor csírázó salátamagokon megfigyelték a kakukkfű fitotixikus hatását. Almeida *et al.* (2010) pedig a kakukkfű és szurokfű teljes csírázásgátló hatásáról számoltak be szintén a saláta magokon elvégzett vizsgálataik során.

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálatban felhasznált illóolajok

Munkánk során a kakukkfű, a fahéj (Aromax Zrt.) és a narancsolaj (Naturol Kft.) kórokozók elleni hatékonyságát vizsgáltuk. Az illóolajok kémiai összetételét a Szent István Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában 5975-ös fajsúly alapján szeparáló detektorral felszerelt GC 6890N típusú gázkromatográfval határoztuk meg (Agilent Technologies, Amerikai Egyesült Államok), amelynek eredményét az **4. táblázatban** összesítettük.

4. táblázat: A felhasznált illóolajok összetétele (%) (Budapest, 2013)

Összetevő	RI	LRI	Fahéj (%)	Kakukkfű (%)	Narancs (%)
α -pinén	5,56	938	-	0,67	0,31
kamfén	5,95	952	-	1,44	-
szabinén	6,52	976	-	-	0,19
β -mircén	6,99	995	-	1,47	1,25
α -terpinén	7,79	1018	-	2,15	-
ρ -cimén	8,09	1026	1,77	24,58	-
limonén	8,19	1029	0,86	-	97,64
1,8-cineol	8,38	1034	3,58	6,54	-
γ -terpinén	9,20	1056	-	7,42	-
linalool	10,76	1097	3,65	5,50	0,22
borneol	13,43	1162	-	0,63	-
terpinén -4-ol	13,96	1175	-	0,93	-
α -terpineol	14,55	1189	1,12	-	-
fenil-etil-alkohol	14,83	1201	1,64	-	-
timol	18,81	1290	-	40,64	-
karvakrol	9,2	1300	-	3,60	-
fahéj-aldehid	0,8	1351	67,90	-	-
eugenol	21,44	1361	6,83	-	-
geranil-acetát	22,43	1388	-	0,52	-
β -kariofilén	23,68	1420	2,50	3,08	-
metil-transz-cinnamát	24,14	1436	2,09	-	-
etil-cinnamát	24,2	1440	0,75	-	-
α -humulén	25,07	1454	-	0,32	-
fahéj-acetát	26,13	1488	6,62	-	-
kariofilén-oxid	30,2	1590	-	0,21	-
benzil-benzoát	35,67	1738	0,33	-	-
Összesen			99,64	99,7	99,61

Jelmagyarázat: RI - retenciós idő, LRI - Lineáris retenciós index a C₈-C₂₃ n-alkánokhoz viszonyítva a HP-5 oszlopliban

3.2 A tapadásfokozó segédanyagok diszpergáló hatásának értékelése

A szabadföldi hatékonysági vizsgálatok megkezdése előtt az illóolajok vízben való eloszlását a 2011-es év elején három segédanyag (Silwet Star, Tween20, Agrol Plusz) hozzáadásával értékeltük. Az illóolaj emulziót a segédanyagokat gyártó cégek technológiai ajánlása szerint készítettük el: a pontosan kimért vízmennyiséghez először az illóolajat adtuk 0,1% töménységben, ezt követően egyenletes keverés mellett a tapadásfokozó segédanyagokat 0,000; 0,025 illetve 0,050% koncentrációban. A diszpergáló hatást vizuálisan az ülepedés mértéke és az illóolaj cseppecskék mérete alapján értékeltük.

3.3. Az illóolajok hatékonyságának értékelése kajszi- és őszibarackon

3.3.1. A vizsgálat helye

Őszibarackon és kajszin az illóolajok kórokozók elleni hatását szabadföldi- és laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk. Szabadföldön a kezeléseket 2011-ben és 2013-ban Sóskúton a Sóskút Fruct Kft. csonthéjas fajtagyűjteményében végeztük. Az ültetvény a Budai-hegységhez tartozó dombvidéki, légiárta területen helyezkedik el. Az *in vitro* laboratóriumi vizsgálatokat 2011-ben a Szent István Egyetem (jogelődje: Budapesti Corvinus Egyetem) Kertészettudományi Kar, Növénykórtani Tanszék laboratóriumában végeztük.

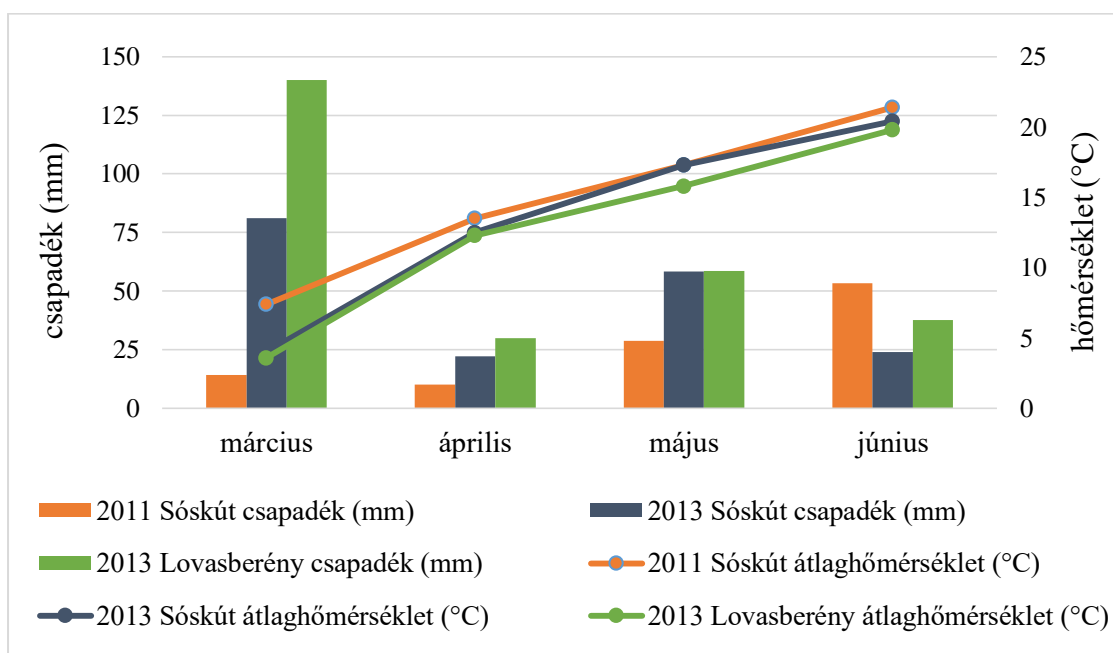
Az illóolajok monilíniás betegség elleni hatékonyságát 2013-ban Lovasberényben egy 14 éves termő ültetvényben is vizsgáltuk. A település térségének talajtípusa csernozjom, éghajlata szemiárid, az évi csapadékmennyiség átlagosan 300-400 mm között változik.

A vizsgálati évek jellemzése

A négy hónap átlaghőmérsékletét tekintve a 2011-es év volt a legmelegebb,

- Sóskút (2011): 14,9 °C
- Lovasberény (2013): 12,9 °C
- Sóskút (2013): 13,5 °C (**7. ábra**).

A lovasberényi adatok a Növény- és Talajvédelmi Igazgatóság Fejér megyei állomása által mért adatok, mely a kísérleti területtől légvonalban nagyjából 10 km-re található. A legcsapadékosabb terület a velencei állomás által mért időjárási adatok alapján 2013-ban Velence volt, ahol márciustól – június végéig hullott csapadék mennyisége 266,1 mm volt. Hazánk fölött, 2013 márciusban egy nagy nedvességtartalmú mediterrán ciklon találkozott sarkvidéki eredetű légtömeggel, melynek hatására nagy mennyiségű csapadék hullott, leginkább hó formájában. Az ország több pontján, így például Sóskúton és Lovasberényben is voltak olyan területek, ahol 10–15 cm hó esett. Ennek megfelelően a virágzás 2013-ban 10–12 nappal később indult, mint 2011-ben.



7. ábra: A kísérleti évek meteorológiai adatai (Sós-kút, Lovasberény)

3.3.2. A vizsgálat anyaga

3.3.2.1 A kajszi- és őszibarackfajták

A szabadföldi kísérletek során az illóolajok (fahéj, kakukkfű) hatékonyságát több, a monilíniára és sztigminára erősen-, illetve közepesen fogékony kajszi fajtán értékeltük. A vizsgált kajszi fajták 2011 és 2013-ban Sós-kúton: 'Ananász', 'Korai zamatos', 'Vesna', 'Szamarkandszkij Rovinüj', 'Skopska Krupna', 'Június szépe', 'Hough' voltak. Az illóolajok monilíniás virágfertőzés elleni hatékonyságát egy termő, 14 éves, a betegségekre erősen fogékony, 'Pannónia' fajtájú ültetvényben is értékeltük 2013-ban, Lovasberényben.

Az illóolajokkal 2011-ben az őszibarack fákat is kezeltünk. Az őszibarack fajták: 'Caldesi', 'Snow Queen', 'Olimpio', 'Primerose', 'Manon', 'Genadix', 'Piroska', 'Red Rubin', 'Redhaven', 'Impero', 'Maria Bianca', 'Maria Rose', 'K 10 Rikaku Sujimitsu', 'Incroccio Pieri', 'Meystar', 'Michelini', 'Shipley', 'Szinfonia', 'Szenzáció' voltak. A gyűjteményben fajtánkét négy-négy fát telepítettek.

3.3.2.2. Kórokozók

Szabadföldön az illóolajok hatékonyságát kajszi-barack fákon a *Monilinia laxa* és a *Monilinia fructigena*, illetve a *Stigmina carpophila* ellen értékeltük. Őszibarackon a *Taphrina deformans* és *Podosphaera pannosa* var. *persicae* elleni hatékonyságot vizsgáltuk.

Az illóolajok *in vitro* hatását kajszibarack 'Bergeron' fajtáról izolált *Stigmina carphophila* kórokozó gombára értékeltük.

3.3.2.3. Táptalaj

A tenyésztéshez a Biolab Zrt. termékét, maláta kivonat agar (malt extract agar, MEA: 5 g/l pepton; 30g/l maláta kivonat; 15g/l agar, desztillált víz 1000 ml; pH értéke 5,4) táptalajt használtunk fel.

3.3.3. A vizsgálat módszere

A szabadföldi kisparcellás hatékonysági vizsgálat

Az *in vivo* hatékonyság értékelésére az illóolajokkal szabadföldön kisparcellás körülmények között állománypermetezést végeztünk. Az illóolajokat mindegyik helyszínen a Silwet Star (0,02%) adjuváns alkalmazása mellett juttattuk ki a lombkorona méretétől függően, 600-1000 l/ha vízmennyiséggel.

3.3.3.1. Az illóolajok hatásának vizsgálata 2011-ben

A kísérlet elrendezése, az illóolajok kijuttatása

A kajszibarack ültetvényben fajtánként jelöltük ki a parcellákat, melyekben négy-négy fa volt. Parcellánként 2 fát az illóolajok alacsonyabb (A) koncentrációjú, 2 fát azok magasabb (M) koncentrációjú emulziójával kezeltünk. A magasabb koncentráció 0,1% (dózis: 0,6–1,0 l/ha) (2,5 ml kakukkfű + 2,5 ml fahéj / 5 liter víz) , míg az alacsonyabb 0,05% (dózis: 0,3–0,5 l/ha) (1,25 ml kakukkfű + 1,25 ml fahéj illóolaj / 5 liter víz) volt. A kezeletlen kontroll a sor végein található fák voltak. Őszibarack esetében az illóolajokat csak a magasabb – 0,1%-os – koncentrációban (dózis: 0,6–1,0 l/ha) juttattuk ki. A kísérlet beállítást megelőzően a teljes állományt az üzem rézhidroxid tartalmú Champion WG gombaölő szerrel kezelte 3 kg/ha dózisban lemosásszerűen 1000 l/ha permetlé mennyiséget kijuttatva.

Kajszin a kezeléseket virágzás kezdetén (március 30-án), fővirágzásban (április 6-án), szíromhullás idején (április 15-én), gyümölcsnövekedés kezdetén (április 27-én), majd a gyümölcsnövekedés fenológiai stádiumban még kétszer (május 11-én és június 1-én), összesen hat időpontban végeztük el. Őszibarackon az illóolajok kijuttatását egy héttel később kezdtük, virágzás kezdetén (április 6-án), fővirágzásban (április 15-én), szíromhulláskor (április 27-én), majd gyümölcsnövekedés idején még háromszor (május 11-én, június 1-én és június 22-én) permeteztünk (5. táblázat).

5. táblázat: A szabadföldi kezelések (Sóskút, 2011)

Parcella	Időpont	Fenológia	Koncentráció	Hőmérséklet (°C)
Kajszi (M)	március 30.	virágzás kezdete	0,1 %	14
Kajszi (A)		BBCH 61	0,05 %	
Kajszi (M)	április 6.	fővirágzás	0,1 %	15
Kajszi (A)		BBCH 65	0,05 %	
Őszibarack		virágzás kezdete	0,1 %	
Kajszi (M)	április 15.	szíromhullás	0,1 %	11
Kajszi (A)		BBCH 69	0,05 %	
Őszibarack		fővirágzás	0,1 %	
Kajszi (M)	április 27.	gyümölcsnövekedés kezdete	0,1 %	18
Kajszi (A)		BBCH 71	0,05 %	
Őszibarack		szíromhullás	0,1 %	
Kajszi (M)	május 11.	intenzív gyümölcsnövekedés	0,1 %	20
Kajszi (A)		BBCH 73	0,05 %	
Őszibarack		gyümölcsnövekedés kezdete	0,1 %	
Kajszi (M)	június 1.	gyümölcsnövekedés	0,1 %	21
Kajszi (A)		BBCH 75	0,05 %	
Őszibarack		intenzív gyümölcs-növekedés	0,1 %	
Őszibarack	június 22.	növekedés	0,1 %	22
		BBCH 75		

3.3.3.2. Az illóolajok hatásának vizsgálata 2013-ban

Az illóolajok hatékonyságát 2013-ban nem kombinációban, hanem azokat önállóan, 0,1 %-os koncentrációban (dózis: 0,8–1,0 l/ha) kijuttatva értékeltük.

A kísérlet elrendezése, az illóolajok kijuttatása Sóskúton

A monilíniás virágfertőzés és a sztigminás termésfoltosság ellen Sóskúton a Sóskút Fruct Kft. ültetvényében végeztük el a kezeléseket. A kakukkfű és a fahéj illóolajaival 11, és fiatalabb, 4 éves fákat permeteztünk. Fajtánként és illóolajanként 2–4 fát kezeltünk, 2–2 ismétlésben. A kísérlet beállítását megelőzően az üzem a teljes állományt rézhidroxid hatóanyagú gombaölő szerrel (3 kg/ha), lemosásszerűen, 1000 l/ha permetlé mennyiséget kijuttatva kezelte. A monilíniás virágfertőzés ellen két alkalommal (04.11., 04.17.), míg a sztigminás termésfoltosság ellen három alkalommal (05.01., 05.16., 05.31.) permeteztünk (**6. táblázat**).

6. táblázat: A szabadföldi kezelések (Sóskút, 2013)

Kezelés sorszáma	Kezelés időpontja	Fenológia	Hőmérséklet (°C)
1.	április 11.	virágzás kezdete BBCH 61	17
2.	április 17.	teljes virágzás BBCH 65	22
3.	május 1.	gyümölcsnövekedés kezdete BBCH 71	22
4.	május 16.	intenzív gyümölcsnövekedés BBCH 73	24
5.	május 31.	gyümölcsnövekedés BBCH 75	16

A kísérlet elrendezése, az illóolajok kijuttatása Lovasberényben

A lovasberényi kajszi ültetvényben a fahéj és kakukkfű illóolajainak monilíniás virágfertőzés elleni hatékonyságát értékeltük. Az illóolajokat 2013-ban a gyors elvirágzás miatt egyetlen alkalommal, teljes virágzásban (április 17.) tudtuk kijuttatni. Az illóolajok hatékonyságát 5–5 kezelt fán értékeltük. A hatékonyságot a fertőzött virágcsoportok illetve termőnyársak gyakorisága alapján értékeltük, és összevetettük az illóolajokkal nem kezelt (kezeletlen kontroll), illetve növényvédőszeres (üzemi) kezelésben részesített fákkal.

A kezelések hatékonyságának értékelése

Az illóolajok monilíniás virágfertőzés elleni hatékonyságát 2011-ben három időpontban, az első permetezés utáni héten (április 6.), majd árpilis 15-én és végül 27-én értékeltük. A bonitálást 2013-ban Sóskúton május 1-én, Lovasberényben május 6-án végeztük el, blokkonként 50 db 2–3 éves gallyakon elhelyezkedő termőnyársat vizsgálva, a fák mindkét oldalán 25–25-öt. A kártétel mértékére a fertőzött virágok gyakoriságából következtettünk.

A termésfoltosság előfordulását 2011-ben június 1-én és 22-én, 2013-ban május 31-én és június 21-én értékeltük. Parcellánként 50 darab gyümölcsöt vizsgáltunk, szintén a fák mindkét oldalán 25–25 darabot. A kártétel mértékére a fertőzés gyakoriságából és annak mértékéből következtettünk (**7. táblázat**). A fertőzés mértékének értékelésekor a fertőzött – egészséges gyümölcsrész arányát vettük figyelembe.

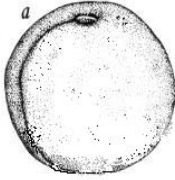
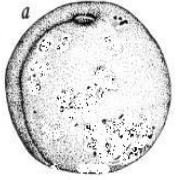
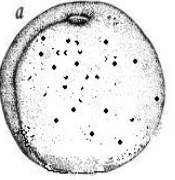
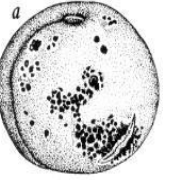
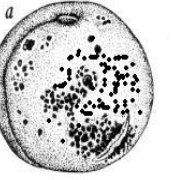
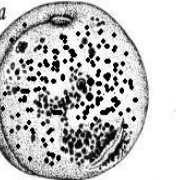
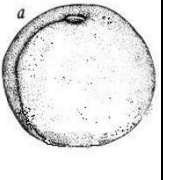
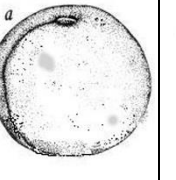
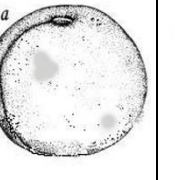

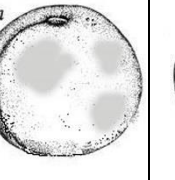
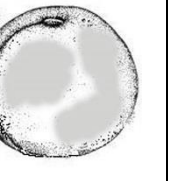
Az őszibarack tafrinás betegsége kártételét háromszor értékeltük, először a harmadik kezelés után április 27-én, majd a negyedik után május 11-én és végül június 1-én. Fánként értékeltük a fertőzött hajtások számát. A kártétel mértékére a fákon elhelyezkedő fertőzött hajtások számából

következtettünk. Az őszibarack-lisztharmat kártételét június 30-án a fákon található összes gyümölcsön a lisztharmatos foltok területének teljes gyümölcsfelülethez viszonyított aránya alapján értékeltük (7. táblázat). Megállapítottuk a fertőzés gyakoriságát és annak mértékét.

Az illóolajoknak a gyümölcsön károsító molyokra kifejtett hatását június 30-án értékeltük. A moly kártételre a gyümölcsön okozott rágásnyomokból következtettünk. Kajsziabaracknál blokkonként 50–50 db gyümölcsöt értékeltünk, őszibaracknál fánként vizsgáltuk a károsított gyümölcsök számát.

A kapott adatokat, mintákat később statisztikai elemzésnek vetettük alá.

7. táblázat: Az értékelés során alkalmazott betegség kategóriák

A fertőzött rész aránya a termés felületéhez képest					
0%	1%	5%	15%	30%	50%<
A kajszi termésfoltosságok betegségkategóriái					
					
Az őszibarack-lisztharmat betegségkategóriái					
					

3.3.4. Illóolajok antifungális hatásának *in vitro* feltárása

A laboratóriumi vizsgálat során a szabadföldön alkalmazott illóolaj kombináció összetevőinek gomba növekedésre kifejtett önálló és együttes hatását értékeltük mérgezett agarlemez módszerrel 2011-ben.

3.3.4.1. A kórokozó izolálása és tenyésztése

A *Stigmina carphophila* kórokozót fertőzött kajszi gyümölcsről izoláltuk MEA táptalajon. A tiszta tenyészet előállításához a fejlődő, különálló telepeket átoltottuk. A tenyészeteket 24 °C-on

sötétben inkubáltuk. A vizsgálatokhoz a 10–14 napos tiszta tenyészet széléről 5 mm-es dugófúróval kiemelt, micéliummal átszótt táptalajkorongokat használtunk.

3.3.4.2. Hatásvizsgálat mérgezett agarlemezen

A mérgezett agarlemezek elkészítéséhez az illóolajokat (fahéj, kakukkfű, fahéj+kakukkfű) kézmeleg, steril MEA táptalajhoz adagoltuk 0,05% illetve 0,1%-os végkoncentrációban. Az illóolajok oldékonyságának fokozására a táptalajhoz 0,025%-os koncentrációban Silwet Star tapadásfokozót kevertünk. A mérgezett lemezek közepére 5 mm átmérőjű, micéliummal átszótt táptalajkorongot helyeztünk. A kontroll lemezekbe csak adjuvánst adagoltunk. A lemezeket parafilmel lezártuk és 24 °C hőmérsékleten inkubáltuk. Mivel az alkalmazott illóolaj koncentrációban a kórokozó egyáltalán nem növekedett, a vizsgálatot megismételtük az illóolajok egy nagyságrenddel kisebb koncentrációjával, az olajok töménységét csökkentettük 0,005 és 0,01%-ra (**8. táblázat**). A vizsgálatot három ismétlésben végeztük el.

A tenyészetekben a telepátmérőt rendszeresen mértük. Az illóolajok fungisztikus vagy fungicid hatására a tenyészetek növekedésének mértékéből következtettünk. A telepek területének növekedés dinamikájából származó adatokat statisztikai módszerekkel feldolgoztuk.

8. táblázat: Hatásvizsgálat mérgezett agarlemezen

Leoltás dátuma: 2011.09.13.		
Kezelés	Kezelés jele	Koncentráció
Kakukkfű (alacsony koncentráció) + Silwet	KAK	0,005% + 0,025%
Kakukkfű (magas koncentráció) + Silwet	KMK	0,01% + 0,025%
Fahéj (alacsony koncentráció) + Silwet	FAK	0,005% + 0,025%
Fahéj (magas koncentráció) + Silwet	FMK	0,01% + 0,025%
Kakukkfű + Fahéj (alacsony koncentráció) + Silwet	KFAK	0,0025 + 0,0025% + 0,025%
Kakukkfű + Fahéj (magas koncentráció) + Silwet	KFMK	0,005 + 0,005% + 0,025%
Silwet Star	Kontroll	0,025%

3.4. Az illóolajok hatékonyságának értékelése almán

3.4.1. A kísérlet helye

A vizsgálatokat 2013-ban laboratóriumi és szabadföldi körülmények között, 2014-ben és 2017-ben szabadföldi körülmények között végeztük el.

A szabadföldi vizsgálatokra 2013 és 2014-ben Érdtől délnyugatra, a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Elvira - majori, 15–16 éves fajtagyűjteményében került sor (**8. ábra**). A terület jellegzetes talajtípusa a mészlepedékes csernozjom, éghajlata mérsékelt meleg-száraz, évi 500–550 mm csapadék mennyiséggel. A majorban főként almát, kajszit és meggyet

termesztenek. A laboratóriumi vizsgálatot a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Növénykórtani Tanszékén végeztük el.

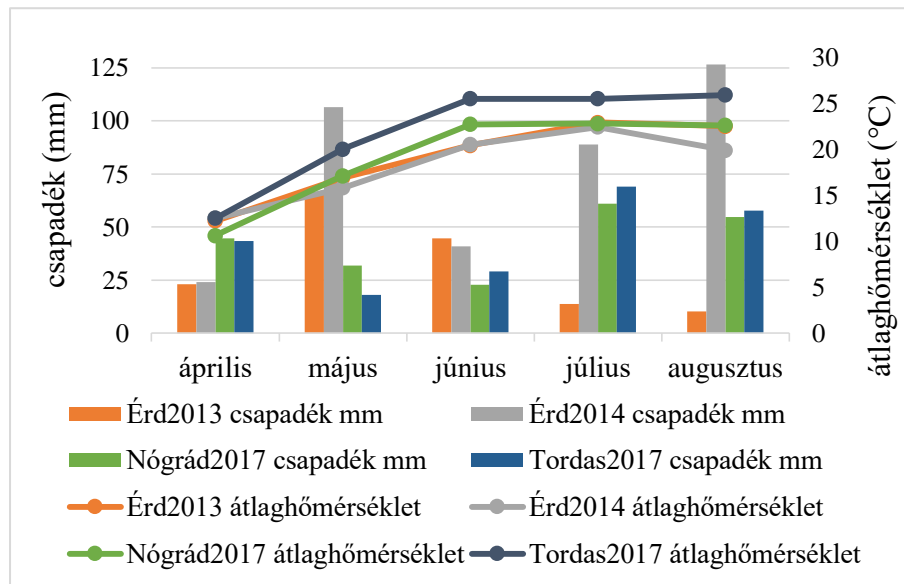
Az illóolajok kórokozók elleni hatékonyságát 2017-ben további két helyszínen Fejér megyében, Tordason egy 4 éves, valamint Nógrád megyében, Nógrádon egy 15 éves termő almaültetvényekben vizsgáltuk (**8. ábra**). A koronaforma mind három ültetvényben karcsúorsó volt.



8. ábra: Az illóolajokkal kezelt almaültetvények
(balra fent: Elvira-major (fotó: Nagy 2014), balra lent: Nógrád (fotó: Hochbaum 2017),
jobbra: Tordas (fotó: Hochbaum 2017))

3.4.2. A vizsgálati évek jellemzése

A vizsgálati évek közül a ventúriás varasodás kialakulásának leginkább a 2014-es év kedvezett, míg az almafalisztharmat kórokozójának a szárazabb, melegebb 2017-es év volt kedvezőbb. A három vizsgálati év közül a legcsapadékosabb év a 2014-es volt, a vegetációban ekkor összesen 386,9 mm csapadék hullott áprilistól – augusztusig. A legkevesebb csapadékot 2013-ban mértük, összesen 157,1 mm-t, mely a 2014-es vegetációban leesett eső kevesebb, mint fele volt. A három év közül a vizsgált hónapok tekintetében a legmelegebb Tordason volt 2017-ben, ekkor a havi átlag középhőmérséklet 21,9 °C volt, míg a legalacsonyabb átlaghőmérséklet 2014-ben volt, 18,2 °C (**9. ábra**).



9. ábra: A kísérleti évek meteorológiai adatai (Érd, Tordas, Nógrád)

3.4.3. A vizsgálat anyaga

3.4.3.1. Az almafajták

Az üvegházban és a növénynevelésre alkalmas pinchelyiségben végzett vizsgálatok során 4-6 teljesen kifejlődött levelű almamagoncokat használtunk fel. A magokat a varasodásra erősen fogékony, 'Gála' és 'Jonagold' almafajták terméseiből nyertük. A magokat rétegeztük, majd a csírázás megindulásától a növényeket fényszobában 18–24 °C-on, 12 órás pótmegvilágítás mellett 42 sejtes műanyagtálcában neveltük. Amikor a magoncok gyökere a termesztőközeget átszötte, azokat műanyag poharakba ültettük át.

A szabadföldi kísérletek során az illóolajok hatékonyságát több, a varasodásra erősen-, illetve közepesen fogékony almafajtákon értékeltük. Az almafajták 2013-ban a következők voltak: a 'Rubinette', 'Relinda', 'Fuji Yakata', 'Piralle', 'Retina', 'Pilot', 'Gala Galaxy', 'Remo', 'Reka', 'Decosta' és 'Jonaveld'. 2014-ben a 'Decosta' és 'Jonaveld' fajtán végeztünk vizsgálatokat, míg 2017-ben további két fajtán, Tordason a 'Red Jonaprince', míg Nógrádban a 'Granny Smith' fajtákon értékeltük az illóolajok hatékonyságát.

3.4.3.2. A kísérletben felhasznált inokulum forrása

A kísérlet beállításához az alma ventúriás varasodásának tipikus tüneteit mutató almaleveleket gyűjtöttük gombaölő szerez kezelésben nem részesült ültetvényből valamint házi kertekből, amelyeket a vizsgálat beállításáig hűtőszekrényben (4 °C), papírzacskóban tároltunk. A konídiumokat ecset segítségével steril, desztillált vízben gyűjtöttük össze, majd ezt követően az elkészített konídiumszuszpenzió töménységét hemocitóméterrel ellenőriztük.

Az almalevélfőzet előállításához 2 g száraz levelet morzsoltunk szét 200 ml sterilizált vízben, 10 percig főztük, majd a szűrést- és üvegbe töltést követően 20 percig sterilizáltuk. Az apróbb szennyeződések centrifugálással távolítottuk el (5 perc, 13400 rpm).

3.4.3.3. Az illóolajok és a tapadásfokozó segédanyag

A ventúriás varasodás elleni hatékonyság értékeléséhez a kakukkfű, a fahéj (Aromax Zrt.) és a narancsolaj (Naturol Kft) hatékonyságát vizsgáltuk. Az illóolajok kémiai összetétele a 3.1.-es fejezetben leírt módon került meghatározásra, amelynek eredményét a **4. táblázatban** összesítettük. Az illóolajok vízben történő diszpergálásának érdekében a korábbi eredményeink alapján a Silwet Star tapadásfokozó segédanyagot (Momentive, USA) 0,02%-os koncentrációban alkalmaztuk. Az adalékanyag az alkalmazott koncentrációban nem befolyásolta a konídiumok csírázását.

3.4.4. A vizsgálat módszere

3.4.4.1 A laboratóriumi vizsgálat

Az illóolajok hatásának vizsgálata a konídiumok csírázására

A vizsgálatot két alkalommal végeztük el. Mindkét esetben a kakukkfű, fahéj és narancs kezelések hatékonyságát értékeltük három koncentrációban (0,001%; 0,01%; 0,1%), három-három ismétlésben. Összehasonlításként beállítottunk egy kezeletlen kontroll-, valamint az alkalmazott tapadásfokozó segédanyag esetleges hatásának kiszűrésére egy Silwet Star-os kezelést is.

A konídium csírázás gátlását először almalevélfőzetben, később steril desztillált vízben vizsgáltuk. A csírázás gátlásának értékeléséhez mélyített tárgylemez vájataiba először 60–60 µl konídiumszuszpenziót ($7,2 \times 10^5$ konídium/ml) mértünk, majd 60–60 µl dupla töménységű, almalevél főzetben, vagy steril desztillált vízben diszpergált illóolaj szuszpenziót fecskendeztünk. A diszpergálást Silwet Star (0,02%) adalékanyaggal segítettük elő. Ezt követően az illóolajok párolgásának megakadályozása végett a vájatra fedőlemezt helyeztünk. A tárgylemezeket Petri-csészékbe, megnedvesített szűrőpapírra helyeztük. Az így elkészített szuszpenziót 20 °C-on, sötétben inkubáltuk, majd a csírázást 96 óra múlva mikroszkóp segítségével ellenőriztük. Kezelésként 3×30 spórát értékeltünk, majd összehasonlítottuk az illóolajos kezelések eredményeit az almalevél főzetes, desztillált vizes kontroll és a Silwet Star-os kezelés értékeivel. A konídiumokat akkor tekintettük kicsírázottnak, ha a csíratömlő hossza legalább a konídium hosszának kétszerese volt. Az illóolajok hatékonyságát az ún. Abbott-képlettel számítottuk ki (Abbott, 1925).

A preventív- és kuratív hatás feltárása az almamagoncokon

A preventív (mesterséges fertőzést megelőző kezelés) és kuratív (mesterséges fertőzést követő kezelés) hatékonyság feltárására irányuló vizsgálatot a Szent István Egyetem Növénykórtani Tanszékének üvegházában állítottuk be (**9. táblázat**). A cserepes, 4–5 valódi lomblevelű 'Gála' magoncokat az üvegházban elhelyezett műanyag dobozokban 10 – 27 °C-on, 70 % és 97 % közötti relatív páratartalom mellett, a természetes fényviszonyokat 12 óra pótmegvilágítással kiegészítve tartottuk. Egy dobozba 5–6 db növényt helyeztünk. A növényeket a kórokozó konídiumszuszpenziójával ($4,9\text{--}5,4 \times 10^5$ konídium/cm³) mesterségesen fertőztük úgy, hogy a levelek színére és fonákjára is juttattunk abból. A magoncokat a fahéj 0,2%-os koncentrációjú emulziójával, a mesterséges fertőzéshez képest eltérő időpontokban kezeltük a preventív- illetve kuratív védekezést megcélözva. Az illóolaj diszpergálásának elősegítésére a Silwet Star adjuvánst alkalmaztuk 0,02%-os koncentrációban. A fertőzéshez szükséges kedvező körülmények kialakítása miatt a dobozokat a műanyagfedelükkel lefedtük, hogy a 90%-os relatív páratartalom mellett a konídiumok csírázását biztosítsuk. A mesterséges fertőzést követően a kezelések hatékonyságát a 14. és 21. napon értékeltük, és kezelésként 30 db levelet mértünk a tünetes részek teljes levélfelületéhez viszonyított aránya alapján. A preventív- és kuratív hatásra és annak időtartamára a tünetek megjelenéséből és a fertőzés mértékéből következtettünk. A kezelések hatékonyságát az Abbott-képlettel (Abbott, 1925) számítottuk ki.

9. táblázat: A preventív- és kuratív hatás feltárására irányuló kezelések almamagoncokon

	Kezelés	A fertőzések és kezelések között eltelt idő
fertőzött kontroll	<i>Venturia inaequalis</i>	-
preventív 1 óra	<i>V. inaequalis</i>	-
	Fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	fertőzés előtt 1 óra
preventív 24 óra	<i>V. inaequalis</i>	-
	Fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	fertőzés előtt 24 óra
preventív 72 óra	<i>V. inaequalis</i>	-
	Fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	fertőzés előtt 72 óra
kuratív 24 óra	<i>V. inaequalis</i>	-
	Fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	fertőzés után 24 óra
kuratív 72 óra	<i>V. inaequalis</i>	-
	Fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	fertőzés után 72 óra

Esőállóság-vizsgálat

A fahéj illóolajának esőállóságát a Szent István Egyetem Rovartani Tanszékének állandó klímájú pincehelyiségében értékeltük 14–16 °C hőmérsékleten, 12 órás pótmegevilágítás és 80–95%-os relatív páratartalom mellett (**10. táblázat**). A mesterséges eső alkalmazása előtt a cserepes ‘Jonagold’ magoncokat 0,2%-os fahéj emulzióval permeteztük (az emulzióhoz adjuvánst nem adtunk). Az illóolajos kezelést követően a növényeket 15 °C-on, 80%-os relatív páratartalom mellett 4 órán át száradni hagytuk, majd a természetes esőt szimulálva a levelek száradása után a növényekre különböző mennyiségű (1 mm/m², 3 mm/m² és 5 mm/m²) desztillált vizet permeteztünk egyenletesen, nagy cseppméretben kijuttatva. A mesterséges fertőzés előtt a növényeket ismét 15 °C-on, 80%-os relatív páratartalom mellett 4 órán keresztül száradni hagytuk. A fertőzésnél az összes növényt (illóolajjal nem kezelt, csak illóolajos kezelésben (0 mm), és mesterséges esőben részesített) a *Venturia inaequalis* kórokozó konídium szuszpenziójával (4,9×10⁵ konídium/ml) lepermeteztük. Az esőállóságra a fertőzés mértékének alakulásából következtettünk. A fertőzés mértékének becslését a kezelést követő 14. és 21. napon végeztük el úgy, hogy kezelésként 30 levelet értékeltünk a tünetes levélfelület aránya alapján.

10. táblázat: Az illóolajok esőállóságának vizsgálata almamagoncokon (Budapest, 2014)

Doboz	Kezelés megnevezése
1.	<i>Venturia inaequalis</i>
2.	Fahéj 0,2% + <i>V. inaequalis</i>
3.	Fahéj 0,2% + 1 mm/m ² csapadék + <i>V. inaequalis</i>
4.	Fahéj 0,2% + 3 mm/m ² csapadék + <i>V. inaequalis</i>
5.	Fahéj 0,2% + 5 mm/m ² csapadék + <i>V. inaequalis</i>

3.4.4.2. Növényre gyakorolt hatás értékelése

A növényre gyakorolt hatást szabadföldi és növényházi körülmények között, valamint a növénynevelésre alkalmas pincehelyiségben végzett kísérletnél szabad szemmel, a különböző növényi részekben jelentkező elváltozások alapján értékeltük. Üvegházban a kuratív kezelések alkalmazásánál a magoncok magasságát is mértük.

3.4.4.3. A szabadföldi vizsgálatok

Az illóolajok diszpergálásának elősegítése érdekében mindegyik vizsgálat során az emulzióhoz Silwet Star tapadásfokozó segédanyagot adtunk 0,02%-os koncentrációban. A kijuttatott permetlé mennyiség a fák lombzatától függően 600–1000 l/ha volt. A kezeléseket Solo 450 típusú háti motoros permetezővel végeztük.

Az illóolajok hatékonyságának értékelése 2013-ban

A szabadföldi vizsgálatot Érd közelében, a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Érdi Kutató Állomásának Elvira-majori, 15 éves karsú orsó koronaformájú fajtagyűjteményében állítottuk be. Az almafákat az illóolajokkal 0,1%-os koncentrációban (dózis: 0,8–1,0 l/ha), Silwet Star (0,02%) adjuváns alkalmazása mellett kezeltük. Kezelésenként a fákat illóolajonként blokkokba rendeztük, egy blokk 3×3 fát tartalmazott. Összesen 8 alkalommal permeteztünk, 10–15 napos fordulóban (**11., 16. táblázat**). Az értékelést négy időpontban (június 3., június 13., július 11., augusztus 12.) végeztük el, melynek során a levél- és a gyümölcsfertőzés gyakoriságát- és mértékét határoztuk meg. Az adatokat összevetettük a kezelésben nem, illetve üzemi védelemben részesített fákéval. Az ültetvényben uralkodó csapadékos, hűvös tavaszi időjárás kedvezett a kórokozó aszkospórás és konídiumos fertőzésének.

11. táblázat: A szabadföldi kezelések időpontjai (Érd-Elviramajor, 2013)

Kezelés		Fenológia	Időjárás	2 kezelés között eltelt idő
sorsz.	időpontja			
1.	április 25.	virágzás kezdete BBCH 61	derült idő, 23 °C	-
2.	május 7.	5 mm-es gyümölcskezdemények BBCH 71	változóan felhős, enyhe szél, 21 °C	12
3.	május 22.	10 mm-es gyümölcskezdemények BBCH 72	közvetlenül eső után, napos derült, 22 °C	15
4.	június 3.	júniusi hullás BBCH 73	felhős, 13-14 °C	12
5.	június 13.	50%-os gyümölcsméret BBCH 75	derült idő, 24 °C	10
6.	június 29.	70%-os gyümölcsméret BBCH 77	derült, enyhe szellő, 21 °C	16
7.	július 11.	végző gyümölcsméret BBCH 80	gyenge szél, 22 °C	12
8.	július 23.	érés kezdete BBCH 81	derült, 25 °C	12

Az illóolajok hatékonyságának értékelése 2014-ben

A szabadföldi vizsgálatot 2014-ben szintén az Elvira-majori, 16 éves karsú orsó koronaformájú ültetvényben állítottuk be. A fahéj és kakukkfű illóolajainak ventúriás varasodás elleni hatékonyságát ebben az évben két, a varasodásra közepesen fogékony fajtán ('Decosta', 'Jonaveld') értékeltük. Az illóolajokat az előző évhez képest magasabb, 0,2%-os koncentrációban (dózis: 1,6 –

2,0 l/ha) juttattuk ki. Az illóolajokat külön-külön, és egy kereskedelmi forgalomban kapható réz hatóanyagú lombtrágya készítménnyel (Sergomil-L 60) kombinációban is kijuttattuk (**13., 16. táblázat**). Az illóolajos + lombtrágyás kombinációval csak a következő időpontokban permeteztünk: április 4., április 11., április 25., május 10., május 31., június 14., június 19. A kezeléseket 7–32 napos fordulóban, összesen 12 alkalommal végeztük el. Az elvégzett kezelések időpontjai és körülményei a **12. táblázaton** láthatók. A kezelések hatékonyságát levélen kettő (június 19., augusztus 18.), termésen egy időpontban (augusztus 18.) értékeltük, mely során a fertőzés gyakoriságát és mértékét határoztuk meg. A kezelések hatékonyságát a csak adjuváns készítménnyel kezelt kontrollhoz hasonlítottuk.

12. táblázat: A szabadföldi kezelések időpontjai (Érd - Elviramajor, 2014)

Kezelés		Fenológia		Időjárás		2 kezelés között eltelt idő
sorszáma	időpontja			Felhő borít. (%)	Hőm. (°C)	
1	április 4.	pirosbimbó	BBCH 58	25	20	-
2	április 11.	virágzás kezdete	BBCH 61	35	19	7
3	április 18.	50%-os szirmhullás	BBCH 68	5	21	7
4	április 25.	virágzás vége	BBCH 69	100	19	7
5	május 2.	gyümöleskötődés	BBCH 70	55	22	7
6	május 10.	5-10 mm-es gykezdemények	BBCH 71	0	21	8
7	május 17.	10-20 mm-es gykezdemények	BBCH 72	90	16	7
8	május 31.	10-20 mm-es gykezdemények	BBCH 72	100	12	14
9	június 9.	50%-os gyméret	BBCH 75	0	25	9
10	június 14.	60%-os gyméret	BBCH 76	30	19	5
11	június 19.	70%-os gyméret	BBCH 77	5	27	5
12	július 21.	érés kezdete	BBCH 81	80	25	32

13. táblázat: A szabadföldi kezelések (Érd - Elviramajor, 2014)

Kezelés neve	Alkalmazott koncentráció	Silwet Star adjuváns (%)
Fahéj (FAH)	0,2%	0,025%
Kakukkfű (KAK)	0,2%	
Fahéj + Sergomil-L 60	0,2 + 0,2%	
Kakukkfű + Sergomil-L 60	0,2 + 0,2%	
Silwet Star	0,025%	

Az illóolajok hatékonyságának értékelése 2017-ben

Az illóolajok ventúriás varasodás és almafalisztharmat elleni hatékonyságát 2017-ben két ültetvényben, Tordason és Nógrádban vizsgáltuk. A hatékonyságot mindkét helyszínen a Silwet Star-os kontrollhoz, valamint Tordason az üzemi növényvédelmi technológiához is hasonlítottuk. Az évjáráthatásnak megfelelően, 2017-ben az illóolajok almafalisztharmat elleni hatékonyságát is

lehetett értékelni. Tordason a sokévi átlagnál jóval kevesebb, májusban összesen 17,9 mm csapadék hullott, melyhez 20,0 °C-os havi átlaghőmérséklet társult. Ugyanez a tendencia jellemezte a nógrádi terület időjárását is (**8. ábra**).

Tordas

Az illóolajok almafalisztharmat és ventúriás varasodás elleni hatékonyságát a tordasi vizsgálatban 'Red Jonaprince' fajtán, egy 4 éves karcsú orsó korona formájú almaültetvényben értékeltük. Az illóolajokat önállóan (0,25%) (dózis: 2,0–2,5 l/ha) és egymással kombinációban (0,125%+0,125%) is kijuttattuk, összesen 20 alkalommal. A permetezéseket az előrejelzési adatokhoz igazítva, a fertőzési nyomástól függően 2–20 naponta végeztük el (**15., 16. táblázat**). A kísérlet 3 ismétlésben került beállításra, egy ismétlés 5 db fát tartalmazott. A ventúriás varasodás fertőzési nyomása ebben az évben a száraz és meleg időjárás miatt alacsonyabb volt a korábbi évekhez képest, ezért a varasodás és lisztharmat fertőzések hatékonyságát csak levélen lehetett értékelni 1 alkalommal (június 10-én). A terméseken az időjárási feltételek miatt nem alakultak ki a betegségekre jellemző tünetek. A kezelések hatékonyságát a csak adjuváns készítményhez-, valamint az üzemi növényvédelmi technológiához hasonlítottuk (**15. táblázat**).

14. táblázat: A szabadföldi kezelések az almaültetvényben (Tordas, 2017)

Kezelés neve	Koncentráció	Silwet Star adjuváns
Fahéj	0,25%	0.025%
Kakukkfű	0,25%	
Fahéj + kakukkfű	0,125+0,125%	
Silwet kontroll	-	
Üzemi technológia	-	

15. táblázat: A szabadföldi kezelések időpontjai (Tordas, 2017)

Kezelés		Fenológia		Időjárás			Két kezelés között eltelt idő (nap)
ssz.	idő-pontja			Hőm. (°C)	Felhő-borítottság (%)	Szél (km/h)	
1.	03.31.	korai zöldbimbó	BBCH 55	21	0	2	-
2.	04.08.	pirosbimbó	BBCH 57	13	90	12	8
3.	04.14.	virágzás kezdete	BBCH 61	8	95	2	6
4.	04.17.	40%-os virágzás	BBCH 64	13	100	4	3
5.	04.21.	teljes virágzás	BBCH 65	12	0	12	4
6.	04.28.	50%-os szíromh.	BBCH 67	10	100	2	7
7.	05.01.	virágzás vége	BBCH 69	11	0	3	3
8.	05.04.	gyümölcskötődés	BBCH 70	20	20	1	3

9.	05.06.	5 mm-es gyümölcskezd.	BBCH 71	18	5	1	2
10.	05.11.	10 mm-es gyümölcskezd.	BBCH 71	13	0	5	5
11.	05.13.	20 mm-es gyümölcskezd.	BBCH 72	22	40	18	2
12.	05.21.	20 mm-es gyümölcskezd.	BBCH 72	14	80	15	8
13.	05.25.	júniusi hullás	BBCH 73	14	50	18	4
14.	05.31.	50%-os gyümölcsméret	BBCH 75	24	5	2	6
15.	06.05.	50%-os gyümölcsméret	BBCH 75	22	0	2	5
16.	06.10.	60%-os gyümölcsméret	BBCH 76	20	20	3	5
17.	06.18.	60%-os gyümölcsméret	BBCH 76	23	25	14	8
18.	06.26.	70%-os gyümölcsméret	BBCH 77	20	0	2	8
19.	07.16.	90%-os gyümölcsméret	BBCH 79	15	50	6	20
20.	07.25.	végző gyümölcsméret	BBCH 80	23	20	10	9

Nógrád

A legalacsonyabb hatékony dózis megállapításához Nógrádban is beállításra került a kísérlet a GEP (Good Experimental Practice) alapelveinek megfelelően (EPPO PP 1/225 (1). számú módszere). A fahéj illóolaja két koncentrációban (0,2% és 0,25%) (dózis: 1,6–2,0 l/ha és 2,0–2,5 l/ha), a fertőzésnyomástól függően 7–18 naponta lett kijuttatva (**16. táblázat**). Az illóolaj hatékonyságát 'Granny Smith' fajtán egy 15 éves karsú orsó koronaformájú ültetvényben értékeltük. A terület időjárásának alakulása miatt a varasodás tünetei nem alakultak ki. A leveleken csak a liztharmat késői, másodlagos tüneteit figyeltük meg, így a betegségek közül csak az almafalisharmat elleni hatékonyságot lehetett értékelni, melyre július 4-én került sor. A kezelések hatékonyságát összevetettük a csak adjuvánszal kezelt (Silwet Star), valamint egy, kereskedelmi forgalomban kapható, elemi ként tartalmazó (hatóanyag tartalom: 80%) kontakt növényvédő szer hatékonyságával.

Szeptemberben elvégeztünk egy kiegészítő értékelést is, melynek során a fahéj illóolajának almamoly (*Cydia pomonella*) elleni hatékonyságát is értékeltük. Számba vettük a lehullott, egészséges és molyos almákat, és megállapítottuk a károsított termékek arányát.

16. táblázat: A szabadföldi kezelések az almaültetvényekben (2013, 2014, 2017)

	Érd, 2013	Érd, 2014	Tordas, 2017	Nógrád, 2017
Vizsgált illóolajok	fahéj, kakukkfű, narancs	fahéj, kakukkfű,	fahéj, kakukkfű	fahéj

Koncentráció	0,1%	0,2%	0,25% és 0,125%	0,2% és 0,25%
Össz. kezelésszám, permetezési forduló	8× 10–15 nap	12× 7–32 nap	20× 2–20 nap	9× 7–18 nap
Fenológiai stádium a kezelés időpontjában	BBCH 61, 71, 72, 73, 75, 77, 80, 81	BBCH 58, 61, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 77, 81	BBCH 55, 57, 61, 64, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80	BBCH 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
Vizsgált károsító	varasodás	varasodás	varasodás, lisztharmat	lisztharmat, almamoly
Értékelés	levél- és gyümölcsfertőzés mérték és gyakoriság alapján hullott gyümölcsök: károsított-egészséges gyümölcsök aránya alapján			

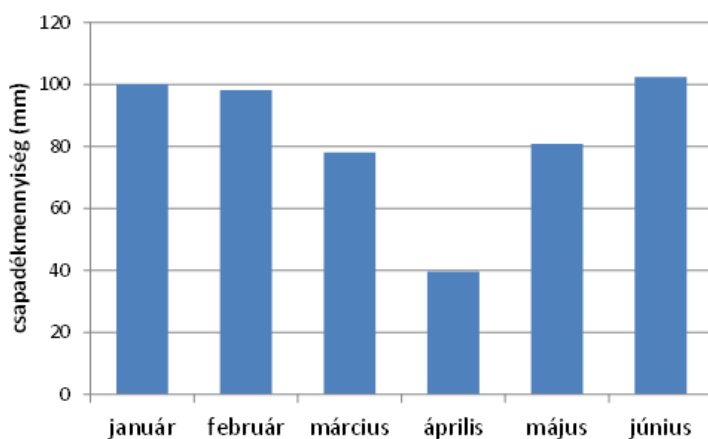
3.5. Az illóolajok hatékonyságának értékelése őszi búzán

3.5.1. A kísérlet helye

A korábban elvégzett *in vitro* és *in vivo* vizsgálatok (Horváth *et al.*, 2013) alapján 2013-ban az őszi búza betegségei ellen szabadföldi hatásvizsgálatot állítottunk be a NÉBIH Fajtakísérleti állomásán, Röjtökmuzsajon, ahol a hatósági fajtafogékonysági vizsgálatokat is végzik, így az illóolajok (fahéj, kakukkfű) hatékonyságának értékeléséhez szükséges fertőzési nyomás is rendelkezésre állt. A fahéj kalászfuzáriózis elleni szabadföldi hatékonyságát 2015-ben az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet martonvásári telephelyén értékeltük.

3.5.2. A vizsgálati évek jellemzése

A Röjtökmuzsajon uralkodó csapadékos időjárási körülmények az őszi búza betegségei számára kedvező feltételeket biztosítottak (**10. ábra**).



10. ábra. A röjtökmuzsaji kísérleti terület meteorológiai adatai (2013)

3.5.3. A kísérlet elrendezése

3.5.3.1. Az illóolajok hatékonyságának értékelése Rőjtökmuzsajon

Az illóolajok (kakukkfű, fahéj) gabonalisztharmat (*Blumeria graminis* f. sp. *graminis*), szárrozsda (*Puccinia graminis*) elleni hatását félprovokatív fertőzési viszonyok-, illetve a kalászfuzáriózis (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*) ellen mesterséges fertőzés mellett értékeltük. A kísérleti parcellák közvetlenül a fajtakísérletekben szereplő gabonalisztharmatra fogékony fajták mellett-, illetve rozsdánál közvetlenül a mesterségesen fertőzött parcellák mellett helyezkedtek el, biztosítva ezzel a rendkívül magas fertőzési nyomást. A vizsgálat kisparcellás körülmények között a betegségekre átlagos fogékonysággal rendelkező GK Szala szálkás őszi búza állományban került beállításra.

A gabonalisztharmat és szárrozsda elleni hatékonyság értékelése

A gabonalisztharmat és szárrozsda ellen az illóolajokat kézi nyomáspermetezővel két koncentrációban (0,1% és 0,2%), a Silwet Star (0,02 %) adjuváns hozzáadásával, a teljes fedettség elérésének érdekében 600–800 l/ha permetlé mennyiséget alkalmazva juttattuk ki (**17. táblázat**). A szabadföldi hatásvizsgálatot véletlenszerű elrendezésben, 4 ismétlésben, 2×1 méteres parcellákon állítottuk be.

Az illóolajokkal kezelt parcelláktól nagyjából 2 méter távolságra a provokatívan fertőzött fogékony fajták voltak, mely a kórokozók számára kedvező időjárási feltételek (kezdetben hűvös, majd megre forduló, párás időben) teljesülésének köszönhetően folyamatosan nagy fertőzési nyomást biztosított (**11. ábra**).



11. ábra: Gabonalisztharmat elleni hatásvizsgálat Rőjtökmuzsajon (fotó: Nagy 2013)

17. táblázat. A gabonalisztharmat és szárrozsdá ellen elvégzett kezelések

Cél kórokozó	Permetezés ideje / fenológiai állapot	Időjárási körülmények	Megjegyzés
<i>Blumeria graminis</i>	május 02. – szárbaindulás, 2 nóduszos állapot	18–20 °C, borult idő, szemerkélő eső	A kezelést követően fél órával kb. 3 mm závorszerű eső hullott
	május 22. – kalászhányás kezdete	18 °C, borult idő	A permetlé felszáradását követően rövid zápor
<i>Puccinia graminis</i>	május 22. – kalászhányás kezdete	18 °C, borult idő	A permetlé felszáradását követően rövid zápor

Az illóolajok hatékonyságának értékelését szabadföldi bonitálással végeztük, gabonalisztharmat esetében levélemeletenként, a szárrozsdánál a teljes lombfelületet figyelembe véve. A szárrozsdá értékeléseket a betegséget mutató tünetes részek összes levél- és szárfelülethez viszonyított aránya alapján végeztük el. A kezelések hatékonyságát a kezeletlen kontroll parcellákkal is összehasonlítottuk.

A kalászfuzáriózis elleni hatékonyság értékelése

A provokatív fertőzés elvégzéséhez a gabonaállományt a *Fusarium graminearum* és *F. culmorum* konídiumszuszpenziójával ($4,3-6,2 \times 10^4$ konídium / cm³) kezeltük. A provokatív fertőzéshez a konídiumszuszpenziót 600 l/ha lémenyiséggel juttattuk ki a virágzó kalászkra. A fahéj és kakukkfű illóolajaival a preventív hatékonyság értékeléséhez két nappal a mesterséges fertőzés előtt, a kuratív hatékonyság értékeléséhez két nappal a provokatív fertőzést követően permeteztünk. Az illóolajokkal egy későbbi időpontban felülkezelést végeztünk (**18. táblázat**).

Az illóolajokat két koncentrációban (0,1 és 0,2%), kézi nyomáspermetezővel 1000 l/ha vízmennyiséggel juttattuk ki. A maximális kalászvédelem érdekében a kalászkat több oldalról kezeltük, és az illóolajok diszpergálásának elősegítése érdekében a permetléhez a Silwet Star adjuvánst adagoltunk 0,02% koncentrációban. A kísérletet véletlenszerű elrendezésben, 4 ismétlésben, 2×2 méteres parcellákon állítottuk be (**13. ábra**).

A kalászfuzáriózis fertőzéshez a kísérleti területen 2013-ban uralkodó csapadékos időjárási körülmények kedvezőek voltak (**10. ábra**).

18. táblázat: A kalászfuzáriózis ellen elvégzett preventív- és kuratív kezelések (Röjtökmuzsaj, 2013)

Kezelés jele	Koncentráció	Kezelés ideje/fenológia	Időjárási körülmények
Kezeletlen kontroll	-	-	-
Fertőzött kontroll	-	05.28. teljes virágzás – mesterséges fertőzés	változatosan borult, napos idő 22 °C
FahK0,1	fahéj 0,1% + Silwet Star 0,02%	05.28. teljes virágzás – mesterséges fertőzés	05.28. változatosan borult, napos idő 22 °C 05.30. borult idő, szemerkélő eső 17 °C 05.20. napos, enyhén szeles idő 23 °C
FahK0,2	fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	05.30. teljes virágzás – illóolaj 06.20. tejesérés - illóolaj	
FahP0,1	fahéj 0,1% + Silwet Star 0,02%	05.28. teljes virágzás – illóolaj	
FahP0,2	fahéj 0,2% + Silwet Star 0,02%	05.30. teljes virágzás – mesterséges fertőzés 06.20. tejesérés - illóolaj	
KakK0,1	kakukkfű 0,1% + Silwet Star 0,02%	05.28. teljes virágzás – mesterséges fertőzés	
KakK0,2	kakukkfű 0,2% + Silwet Star 0,02%	05.30. teljes virágzás – illóolaj 06.20. tejesérés - illóolaj	
KakP0,1	kakukkfű 0,1% + Silwet Star 0,02%	05.28. teljes virágzás – illóolaj	
KakP0,2	kakukkfű 0,2% + Silwet Star 0,02%	05.30. teljes virágzás – fertőzés 06.20. tejesérés - illóolaj	

Az illóolajok kalászfuzáriózis elleni hatékonyságának értékelését szabadföldön és laboratóriumban végeztük el. A szabadföldi értékelések során a kalászfertőzöttség mértékét bonitálással állapítottuk meg. Parcellánként 2×10 darab normál magasságú kalász fertőzöttségének mértékét értékeltük, százalékosan meghatározva egy-egy fertőzött kalász arányát (**12. ábra**). A learatott kalászból a gabonaszemeket eltávolítottuk, melyek belső fuzárium fertőzöttségét szűrőpapíros-fagyasztásos módszerrel (Freezing Blotter Method) (Warham *et al.*, 1996) a Szent István Egyetem Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában vizsgáltuk. A módszertannak megfelelően a magokat 20%-os Clorox oldattal 20 percig fertőtlenítettük, leszűrtük, majd csapvízzel öblítettük, ezt követően Petri-csészékbe, kétrétegű, steril, nedves szűrőpapírra helyeztük azokat. A Petri-csészéket 2 napon át 20 °C-on, szórt fényben tároltuk, majd 5 órás időtartamra mélyhűtőben - 20 °C-on tároltuk azokat. A magokat további 7 napig szórt fényben inkubáltuk 20 °C-on. Kezelésenként 2×25 szem belső fuzárium fertőzöttségét mikroszkóp segítségével értékeltük.



12. ábra: A kalászfuzáriózis tünete őszi búzán (fotó: Nagy 2015)

3.5.3.2. A fahéj illóolaj kalászfuzáriózis elleni hatékonyságának értékelése Martonvásáron

A fahéj illóolajának kalászfuzáriózis elleni hatékonyságát Martonvásáron kisparcellás körülmények között, természetes valamint mesterséges fertőzési viszonyok mellett, egy korai érésű, intenzív típusú, féltörpe növényállományú, a betegség kórokozóra fogékony kenyérbúza-fajtán (Mv Bodri) vizsgáltuk (**13. ábra**).

A vizsgálat öntözött körülmények között, véletlenszerű elrendezésben, három ismétlésben, 1×1 méteres parcellákon került beállításra. A parcellák minden nap 18 órakor 3×20 percig tartó esőszerű öntözésben részesültek, aminek következtében a talaj kellően átnedvesedett, így az egész nap folyamán magas volt a relatív páratartalom a tenyészterületben, a kórokozó számára kedvező feltételeket biztosítva. A fahéj illóolaját két koncentrációban (0,2% és 0,3%) a Silwet Star (0,02%) adjuváns hozzáadásával kézi nyomáspertmetezővel, 350–400 l/ha-os lémenyiséggel juttattuk ki. A pertmetezéseket két időpontban végeztük el, május 19-én (kalászhányás vége – virágzás kezdete) és május 27-én (fővirágzásban). Az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Kutató Intézet munkatársa a provokatív fertőzés elvégzéséhez minden kezelés (kezeletlen kontroll; Silwet-es kontroll; fahéj 0,2%; fahéj 0,3%; tebukonazol) mindhárom ismétlését a *Fusarium culmorum* konídiumszuszpenziójával (5×10^4 konídium/cm³) kezelte (izolátum azonosító: IFA104), így az illóolajok hatékonyságát mesterséges- és természetes fertőzési körülmények között is lehetett értékelni (**19. táblázat**). A mesterséges fertőzések május 20-án és május 26-án kerültek sorra. A provokatív fertőzéshez a konídiumszuszpenziót 200 ml/m² lémenyiséggel juttattuk ki.

A kórokozó a kísérleti területen a mesterséges fertőzések, valamint a provokációs körülmények (öntözés minden nap, magas páratartalom) miatt nagy mértékben fel tudott szaporodni.



13. ábra. Kalászfuzáriózis elleni hatásvizsgálatok
(balra: Röjtökmuzsaj, 2013; jobbra: Tordas, 2015; fotó: Nagy)

19. táblázat: A kalászfuzáriózis ellen elvégzett szabadföldi kezelések, 2015

Kezelés jele	Koncentráció	Mesterséges fertőzés ideje	Kezelés ideje / fenológia	Időjárási körülmények
Kezeletlen kontroll	-	máj. 20. máj. 26.	-	05.19. napos idő, 25°C 05.27. közepesen borult idő, 23 °C
Silwet kontroll	0,02%		máj. 19. kalászhányás vége, virágzás kezdete máj. 27. fővirágzás	
Fahéj 0,2%	0,2% + Silwet 0,02%			
Fahéj 0,3%	0,3% + Silwet 0,02%			
Folicur Solo (tebukonazol)	0,1% + Silwet 0,02%			

A fahéj illóolajának kalászfuzáriózis elleni hatékonyságának értékelését szabadföldön és laboratóriumban végeztük el. A szabadföldi értékelések során a kalászfertőzöttség mértékét ismétlésenként 40 darab normál magasságú kalász bonitálásával állapítottuk meg, százalékosan meghatározva egy-egy fertőzött kalász arányát (**11. ábra**).

A learatott kalászból a gabonaszemeket eltávolítottuk. A szűrőpapíros-fagyasztásos vizsgálat 2015-ben a NÉBIH Növénytermesztési Kertészeti Igazgatóságának munkatársa által a Központi Vetőmagvizsgáló Laboratóriumban került beállításra. A módszertannak megfelelően a magok 20%-os Clorox oldattal 20 percig fertőtleníttve lettek, majd csapvizet öblítésben részesültek, ezt követően Petri-csészébe, kétrétegű nedves szűrőpapírra lettek helyezve. A Petri-csészéket klímakamrában inkubáltuk 20 °C-on 2 napig, majd 5 órás időtartamra mélyhűtőben -20°C-on tároltuk azokat. A magokat a klímakamrában további 7 napig inkubáltuk 20 °C-on 12 órás sötét és 12 órás NUV megvilágítás mellett. Kezelésenként 2×50 szem belső fuzárium fertőzöttségét mikroszkóp segítségével értékeltük.

3.6. Az értékelés során használt biometriai módszerek

Az eredmények statisztikai kiértékelésére az IBM SPSS 25 programcsomagot használtuk (Harnos és Ladányi, 2005).

Paraméteres próbák alkalmazásakor (t-próba, Welch-próba, ANOVA, MANOVA, illetve ismételt mérés ANOVA modellek) a hibatagok csoporton belüli varianciáinak egyezőségét Levene-teszttel, vagy kétmintás esetben F-teszttel ellenőriztük. Szignifikáns faktorhatás esetén a szóráshomogenitás teljesülése esetén a Tukey-féle, sérülése esetén a mintaelemszámok és szórások azonosságát nem feltételező Games-Howell-féle post hoc tesztet alkalmaztuk.

A különféle modelljeink hibatagjainak normalitását a ferdeség és a csúcosság alapján bizonyítottuk (Tabachnick és Fidell, 2013).

3.6.1. Az illóolajok *in vitro* hatásának értékelése

Az illóolaj koncentrációtól függő és a telep-terület növekedés sebességét korrelációanalízissel tártuk fel. A lineáris trendek meredekségeit, illetve azok szignifikanciáit kiszámoltuk, a meredekségeket páronként összehasonlítottuk.

Az ismételt mérés ANOVA feltételei nem teljesültek (Greenhouse-Geisser-féle $\epsilon < 0,3$), ezért egytényezős, többváltozós ANOVA modellel vizsgáltuk a faktor (kezelés) és az idő (6 időpont) hatását.

3.6.2. A kajszi- és őszibarackon kialakult fertőzések összehasonlító vizsgálata

Összehasonlító vizsgálataink során a kajszi- és őszibarack fák az alacsony és magas dózisú illóolaj kezelésekre *Monilinia laxa* és *Stigmina carpophila* kórokozók elleni hatását hasonlítottuk össze egymással és a kezeletlen kontroll fakkal. Ismételt mérés varianciaanalízist végeztünk, mivel több időpontban jegyeztük fel megfigyeléseinket, több betegségre (monilíniás virágfertőzés, sztigmínás termésfoltosság).

Az alacsony és magas dózisú illóolaj kezeléseknél a kajszi károsító molyok, illetve monilíniás termésrothadás elleni hatékonyságát egytényezős varianciaanalízissel hasonlítottuk össze.

Az őszibarack fák hajtásain a kezelésekre hatását a tafrinás levélfodrosodás fellépésére három időpontban, őszibarack lisztharmatra és molykártételre pedig egy időpontban figyeltük meg. A kezelt és kezeletlen kontroll fák összehasonlító vizsgálata során az első esetben ismételt mérés ANOVA módszert, utóbbi kettőben kétmintás (Student-féle) t-próbát alkalmaztunk.

A monilíniás virágfertőzés megfigyelt relatív gyakoriságainak összehasonlítását 2013-ban keresztábra-elemzéssel (Khi-négyzet-próbával) végeztük. Szignifikáns eredmény esetén a módosított hibatagok (Adjusted residuals) értékei alapján végeztünk post hoc tesztet.

A sztigminás gyümölcsfertőzöttség mértékét 2013-ban $\ln(x+0,1)$ transzformációt követően kéttényezős varianciaanalízissel hasonlítottuk össze kezelés (fahéj, kakukkfű, kontroll), illetve időpont (május 31., június 21.) faktorokkal. Szignifikáns interakció esetén az egyik faktor egyes szintjein külön is végeztünk összehasonlítást a másik faktor szintjeire.

3.6.3. Az almán kialakult fertőzések *in vitro* összehasonlító vizsgálata

Az elemzés megkezdése előtt az adatok normalizálásának és a varianciák homogenizálásának érdekében a konídiumok csírázási aránya esetén $\arcsin(x)$, a fertőzött levélfelület adatoknál pedig $\ln(x+0,0001)$ transzformációt végeztünk. Az illóolajok konídiumcsírázásra gyakorolt hatását kéttényezős blokkos elrendezésű varianciaanalízissel értékeltük, ahol a faktorok a következők voltak: kezelés (a különböző koncentrációjú fahéj, kakukkfű, narancs, Silwet Star és kontroll) és a csírázási közeg (víz, almalevélfőzet). A blokkokat a különböző növények alkották.

A fahéj preventív és kuratív hatását kéttényezős blokkos elrendezésű varianciaanalízissel elemeztük, ahol a tényezők a kezelés (1 óra, 24 óra, 72 óra, kontroll, 24 és 72 óra), illetve a fertőzést követő idő hossza (14. és 21. nap) voltak, a blokkokat a különböző növények alkották.

A fahéj hatását az esőszimulációnál szintén kéttényezős blokkos elrendezésű varianciaanalízissel elemeztük, ahol a tényezők a kezelés (0 mm, 1 mm, 3 mm, 5 mm eső, kontroll), illetve a fertőzést követő időtartam (14. és 21. nap) voltak, a blokkokat a különböző növények alkották.

A növény magasságára gyakorolt hatást egytényezős ANOVA modellel hasonlítottuk össze.

3.6.4. Az almán kialakult fertőzések *in vivo* összehasonlító vizsgálata

Az illóolajok ventúriás varasodás elleni hatékonyságának összehasonlítására 2013-ban levélen kéttényezős- (kezelés, idő), termésen egytényezős (kezelés) ANOVA modellt alkalmaztunk. Mindkét esetben szükség volt $\ln(x+0,1)$ transzformációra a normalizálás céljából.

Az illóolajos kezeléseknél a levelekre vonatkozó varasodás elleni hatásának összehasonlítására a 2014-es kísérleteink esetében kéttényezős blokkos elrendezésű ANOVA modellt alkalmaztunk (fajta, kezelés), ahol a blokkokat a hónapok alkották. Az adatok normalizálására $\ln(x+0,1)$ transzformációt használtunk. A gyümölcsökre vonatkozó összehasonlítást kéttényezős ANOVA módszerrel végeztük.

A liztharmat és alma varasodás elleni kezelés hatékonyságát a 2017-es kísérleteink esetében egytényezős ANOVÁ-val végeztük előzetesen $\ln(x+0,1)$ és $1/\sqrt{x+0,1}$ transzformációt alkalmazva.

A liztharmattal fertőzött leveleken megjelenő kártevők megjelenésének relatív gyakoriságait Marascuillo-féle eljárással hasonlítottuk össze.

Az almamoly elleni kezelések (fahéj két koncentrációban, kezeletlen kontroll) hatékonyságát Marascuillo-tesztel hasonlítottuk össze (Zwick és Marascuillo, 1984).

3.6.5. Az őszi búzán kialakult fertőzések összehasonlító vizsgálata

Az illóolajok gabonalisztharmat és szároztsda elleni hatékonyságának vizsgálatához egytényezős ANOVA modellt alkalmaztunk.

Az illóolajok kalászfuzáriózis elleni, 2013-ban felmért hatékonyságának vizsgálatához a fertőzés mértékét először $1/(x+0,1)^3$ függvénnyel transzformáltuk. Az összehasonlítást egytényezős varianciaanalízissel végeztük, ahol a rögzített faktor a kezelés volt (fahéj, illetve kakukkfű preventív és kuratív két-két dózisban, fertőzött kontroll, kezeletlen kontroll).

Az illóolajok kalászfuzáriózis elleni hatékonyságát 2015-ben természetes fertőzési viszonyok, illetve mesterséges fertőzés mellett értékeltük. A szabadföldi fertőzés mértékét arcus sinus függvénnyel transzformáltuk. Kéttényezős varianciaanalízist végeztünk, ahol a kezelés (fahéj két dózisban, Silwet Star, kezeletlen kontroll, tebukonazol-os kontroll), illetve a fertőzési viszonyok (természetes, mesterséges) alkották a faktorokat.

A fertőzés megfigyelt relatív gyakoriságainak összehasonlítását mindkét évre vonatkozóan (2013, 2015) mind a szabadföldi, mind pedig a laborkísérleteink eredményeire keresztábla-elemzéssel (Khi-négyzet-próbával) végeztük. Szignifikáns eredmény esetén a módosított hibatagok (Adjusted residuals) értékei alapján végeztünk post hoc tesztet. Szignifikáns interakció esetén az egyik faktor egyes szintjein külön is végeztünk összehasonlítást a másik faktor szintjeire.

4. Eredmények

4.1. Az illóolajok oldékonysága

A 0,1%-os töménységű emulzióban tapadásfokozó adalék nélkül az illóolaj külön fázist alkotott. Fahéj esetében az illóolaj cseppecskék a lombik aljára süllyedtek, kakukkfűnél a víz tetején kerültek el. A vizsgált tapadásfokozók közül mind a fahéj, mind a kakukkfű illóolaját tekintve a Silwet Star nyújtotta a legjobb diszpergáló hatást. A tapadásfokozó koncentrációjának emelése nem fokozta a diszpergáló képességet. A fahéj illóolaj cseppecskék a 0,025%-os töménységű Silwet Star tapadásfokozó hatására sokáig lebegtek az emulzióban (**14. ábra**). A kakukkfű esetében kismértékben hatékonyabb volt a diszpergáló képesség.



14. ábra: A fahéj illóolajának vizes emulziói eltérő adalékanyagokkal. Balról-jobbra: Silwet Star, Tween20, Agrol Plusz (0,025%), kontroll. (fotó: Hochbaum 2011)

4.2 Az illóolajok *in vitro* hatékonysága

4.2.1. A fahéj és kakukkfű illóolajainak *Stigmina carpophila* kórokozóra gyakorolt hatása *in vitro*

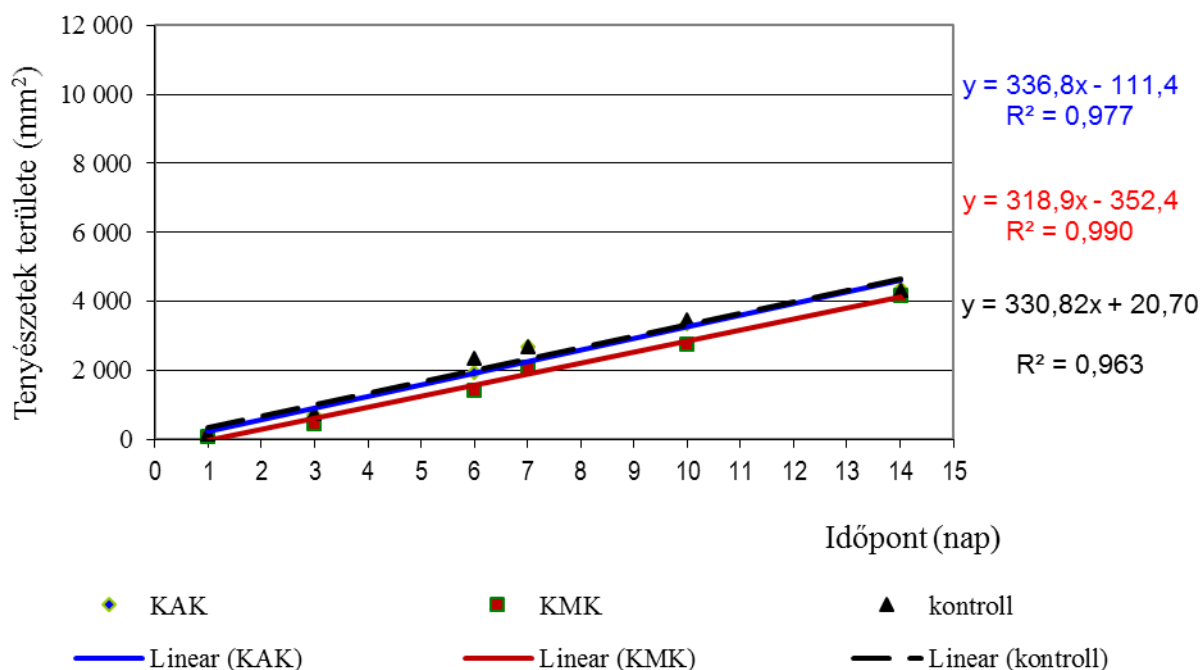
4.2.1.1. A telepek területének időbeli változása

A mérgezett agarlemez módszernél az illóolajok között, a kórokozóval szembeni hatékonyságuk tekintetében, a MANOVA eredménye alapján szignifikáns különbség mutatkozott (Wilk-féle $\lambda < 0,001$; $p < 0,001$). Az egyes időpontokénti összehasonlítás során szeptember 14-től 23-ig (első hét) szignifikáns különbség volt a kezelésszintek között ($F(4;14) > 3,3$; $p < 0,05$), míg a második héten az eltérés már nem volt szignifikáns ($F(4;14) < 1,7$; $p > 0,2$).

A kakukkfű illóolajának hatékonysága

A kakukkfű illóolaját 0,1% és 0,05% koncentrációban tartalmazó MEA táptalajokon a *Stigmina carphila* kórokozó az értékelés időpontjáig nem indult fejlődésnek, teljes gátlás mutatkozott.

A vizsgálat ismételt beállítását követően a kakukkfű illóolajával kezelt táptalajon a magasabb (KMK – 0,01%) koncentráció jobban gátolta a tenyészet területének növekedését, míg a kakukkfű alacsonyabb koncentrációja esetében nem tapasztaltunk gátló hatást (**15. ábra**).



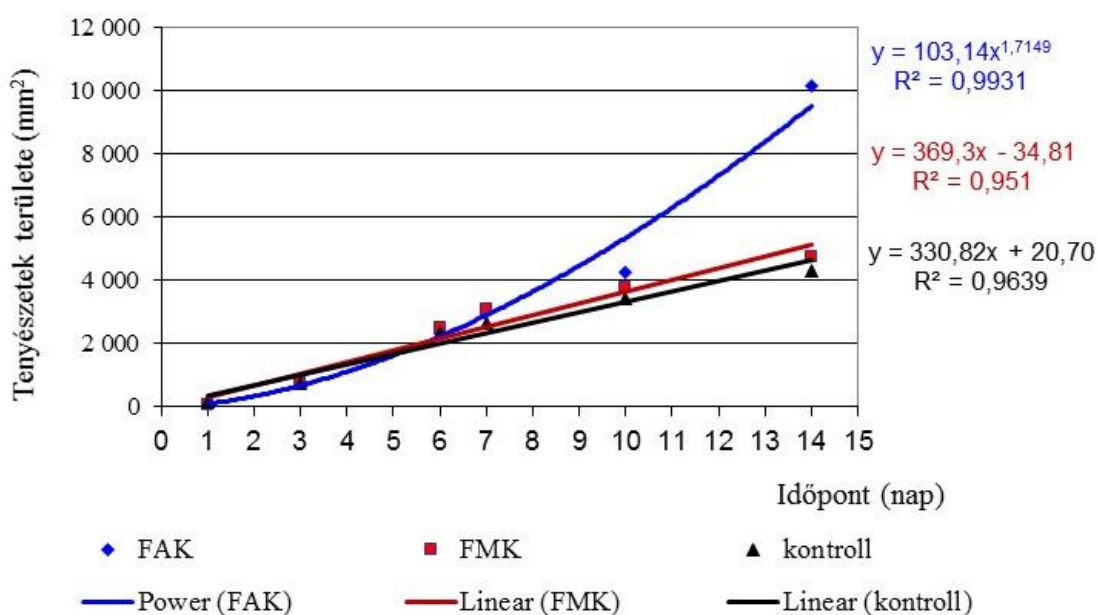
15. ábra: A kakukkfű illóolajával elvégzett kezelések időbeli hatása a *Stigmina carphila* tenyészetek növekedésére (Jelmagyarázat: KAK: kakukkfű alacsonyabb koncentráció (0,005%), KMK: kakukkfű magasabb koncentráció (0,01%))

A korellációs együtthatók értéke és szignifikanciája ($p < 0,05$) alapján mindegyik kezelésnél a tenyészet területének növekedése lineáris trenddel modellezhető, a kontroll és a kakukkfűvel kezelt tenyészetekben a növekedés mértéke (az egyenesek meredeksége) szignifikánsan nem különbözik ($p > 0,05$) (**15. ábra**).

A fahéj illóolajának hatékonysága

A fahéj illóolaját 0,1% és 0,05% koncentrációban tartalmazó MEA táptalajokon a *Stigmina carphila* kórokozó az értékelés időpontjáig nem indult fejlődésnek, teljes gátlás mutatkozott.

A vizsgálat ismételt beállítása során a leoltást követő egy-két napban lényegesen jobb gátlást mutatott a fahéj illóolaja a kakukkfűvel szemben (Tukey-féle post hoc teszt, $p < 0,05$), azonban később az illóolajjal kezelt táptalajon fejlődő tenyészetek területe gyors növekedésnek indult. A legnagyobb területű tenyészetek ezt az illóolajat tartalmazó táptalajokon képződtek. A kisebb (FAK – 0,005%) és a nagyobb (FMK – 0,01%) koncentrációjú illóolajat tartalmazó táptalajra oltott tenyészetek területe a leoltást követő hatodik nap után végig a kontroll tenyészetek fölött volt. A nagyobb koncentrációjú (0,01%) fahéj illóolajával végzett kezelés esetében a tenyészetek felületének növekedése csak kis mértékben haladta meg a kontrollét. A kisebb és magasabb koncentrációjú táptalajokon sem volt szignifikáns eltérés a tenyészetek növekedési üteme között ($p > 0,05$), bár az alacsonyabb koncentráció esetében a kezdeti lineáris trendet követően a 10. és 14. nap között hirtelen gyorsabb növekedést tapasztaltunk (16. ábra).



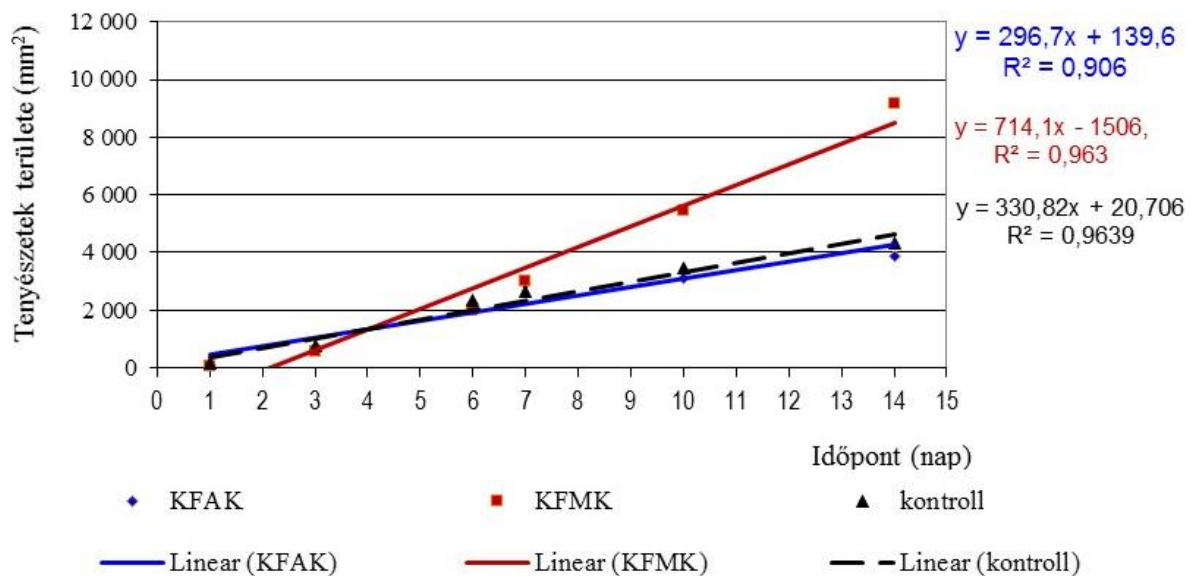
16. ábra: A fahéj illóolajával elvégzett kezelések időbeli hatása a *Stigmina carpophila* tenyészetek növekedésére (Jelmagyarázat: FAK: fahéj alacsonyabb koncentráció (0,005%), FMK: fahéj magasabb koncentráció (0,01%))

A kakukkfű + fahéj illóolajának hatékonysága

A fahéj+kakukkfű illóolaját 0,05+0,05% és 0,025+0,025% koncentrációban tartalmazó MEA táptalajokon a *Stigmina carpophila* kórokozó az értékelés időpontjáig nem indult fejlődésnek, teljes gátlás mutatkozott.

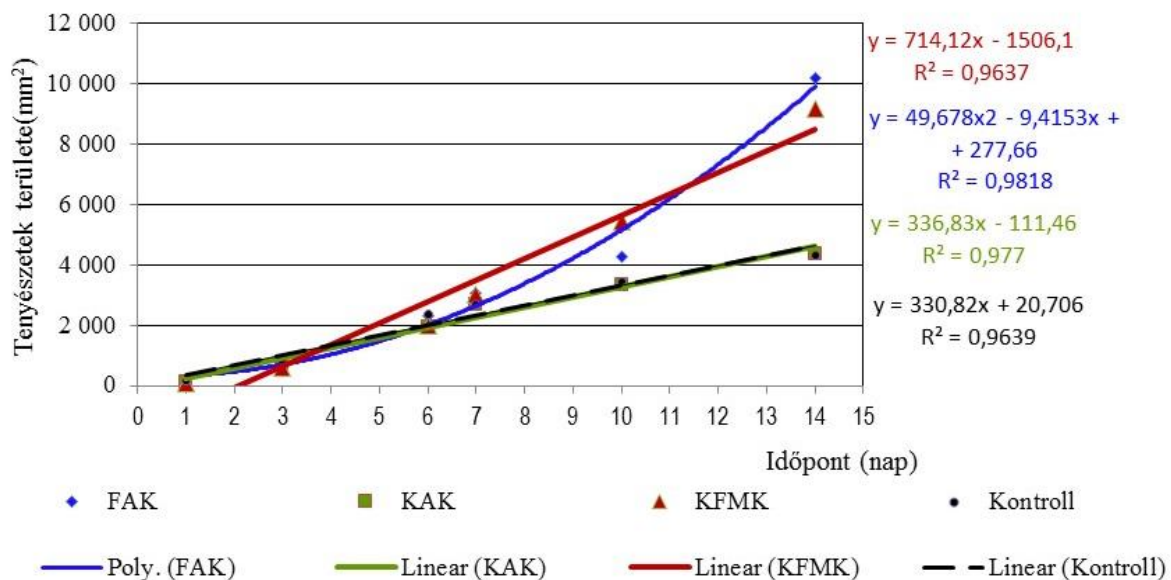
A vizsgálat ismételt beállítása során az illóolajokat a nagyobb koncentrációban (KFMK – 0,005+0,005%) tartalmazó táptalajra oltott tenyészetek jóval erősebb növekedést produkáltak, mint az alacsony koncentrációt (KFAK – 0,0025+0,0025%) tartalmazó táptalajon. A terület növekedése a

teljes vizsgált időszakban nem mutatott szignifikáns különbséget a kontroll tenyészet terület növekedésétől (Tukey, $p > 0,05$). A KFMK-val kezelt tenyészetek a negyedik nap után elkezdtek valamivel nagyobb ütemben nőni (17. ábra). A magasabb koncentrációjú kombinált kezelésben dominált a fahéj hatása, azaz a kakukkfű tenyészterületekre gyakorolt gátló hatását a fahéj illóolaja teljesen megszüntette. Mindhárom esetben lineárisan nőtt a tenyészetek felszíne, az alacsonyabb koncentrációjú kezelés esetében a kontrolléhoz hasonló ütemben, a magasabb koncentrációjú kezelésnél meredekebben, de a meredekségek közti különbség statisztikailag mégsem volt szignifikáns ($p > 0,05$) (18. ábra).



17. ábra: A kakukkfű és fahéj illóolajainak együttes hatása a *Stigmina carpophila* tenyészetek növekedésére

(Jelmagyarázat: KFAK: kakukkfű+fahéj alacsonyabb koncentráció (0,0025+0,0025%),
KFMK: kakukkfű+fahéj magasabb koncentráció (0,005+0,005%))



18. ábra: Az eltérő fahéj és kakukkfű illóolaj koncentrációk tenyésznövekedésre gyakorolt hatásának összehasonlítása

(Jelmagyarázat: FAK: fahéj alacsonyabb koncentráció, KAK: kakukkfű alacsonyabb koncentráció, KFMK: kakukkfű+fahéj magasabb koncentráció)

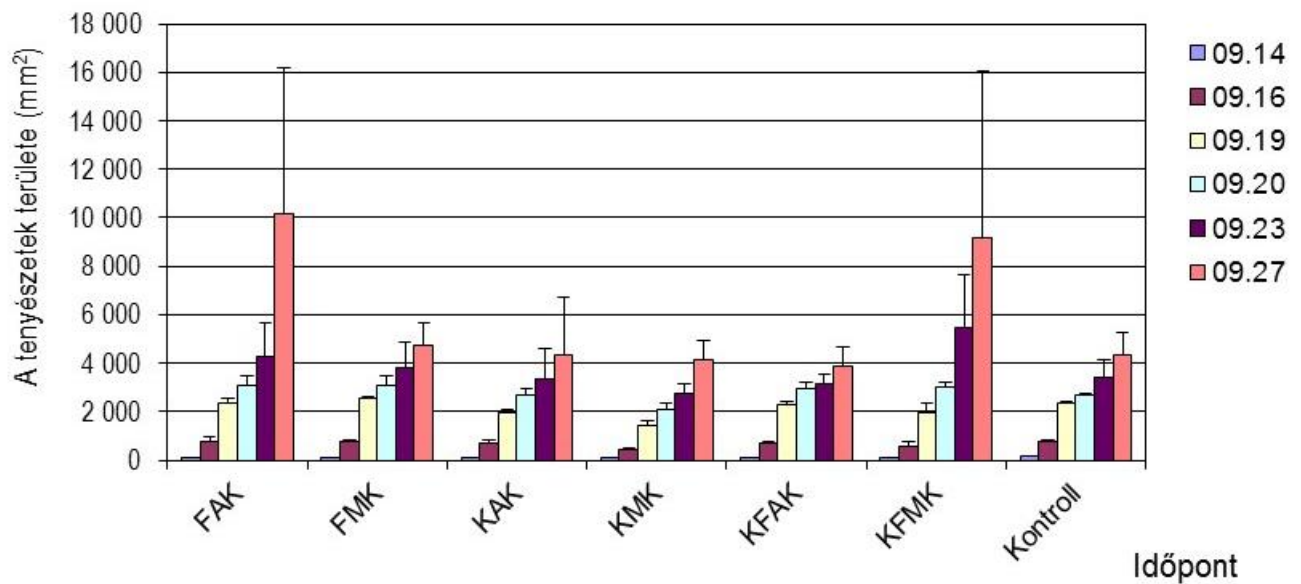
A *Stigmina carpophila* tenyészetek méretének alakulása kezelésenként

A második leoltás alkalmával, az első értékelési időpontban (09.14.) mindkét illóolaj alkalmazott magasabb koncentrációi (0,01%) teljes mértékben megakadályozták a tenyészetek fejlődését (**20. táblázat**). A második leolvasás időpontjától (09.16.) a micélium növekedést a kakukkfű illóolajának magasabb koncentrációja (KMK) gátolta leginkább. A fahéj illóolaját alacsonyabb koncentrációban (FAK) alkalmazva a kórokozó a kontrollhoz képest erőteljesebben növekedett, a különbség a 7. napig szignifikáns volt (Tukey, $p < 0,05$). Az értékelés utolsó időpontjára a növekedésben a különbség ugyan nagyobb, de a nagy szórások miatt a különbség már nem volt szignifikáns (Tukey, $p > 0,05$), ahogy a meredekségek sem különböznek szignifikánsan ($p > 0,05$). A kezelés beállítását követő 2–3. héten egy elenyésző mértékű, elsősorban vertikális irányú micélium növekedés megindulását tapasztaltuk.

A **19. ábrán** jól látható, hogy az utolsó, a szeptember 27-i, leolvasáskor a tenyészetek között nagyobb mértékű különbségek voltak, bár a szórás is igen nagy volt ekkor. A fahéj illóolaja a tenyészetek növekedéséhez nagyban hozzájárult, főként alacsony koncentrációban, míg a kakukkfű magasabb koncentrációban alkalmazva gátolta a micélium növekedést. Összességében elmondható, hogy a legerőteljesebb gátló hatást a KMK produkálta, kivéve az első leolvasáskor, mert akkor a gátló hatás megegyező volt a FMK és KFMK kezelésekkkel, ebben az időpontban ugyanis az ezeket az

illóolajokat tartalmazó táptalajokon nem indultak növekedésnek a tenyészetek, ekkor még teljes gátlást tapasztaltunk. Az utolsó értékelés időpontjában (09.27.) a KMK tenyészetek területe közel azonos volt a KFAK-val.

A tenyészetek növekedésének tendenciájában a FMK, KAK, KMK, KFAK kezelések hasonlóak voltak a kontroll kezeléshez, jelentős gátló hatás nem mutatkozott. Ugyanakkor a FAK és KFMK kezelések egyáltalán nem gátolták a micéliumnövekedést, sőt, a második értékelés időpontjától kezdődően ezeknél a kezeléseknél a tenyészetek a kontroll tenyészetekhez viszonyítva erősebben fejlődtek.



19. ábra: A tenyészetek méretének alakulása kezelésenként

20. táblázat: A *Stigmina carphyla* micélium növekedésének mértéke a kakukkfű és fahéj illóolajait tartalmazó táptalajokon

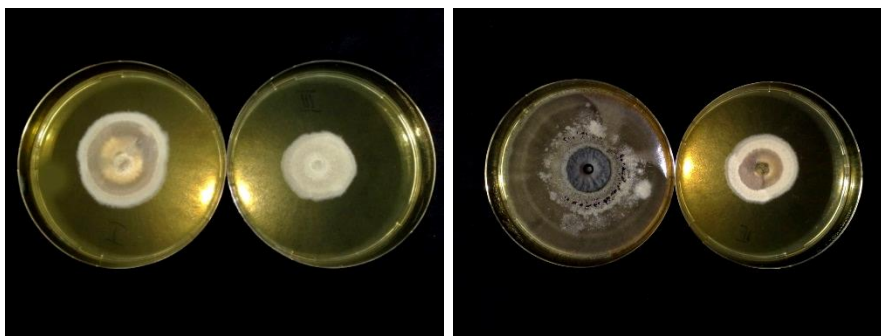
Leoltás ideje: 2011. 09. 13								
Kezelés	Kezelés jele	Ismétlés	Tenyészetek átmérőjének növekedése (mm) / dátum					
			09.14.	09.16.	09.19.	09.20.	09.23.	09.27.
Kakukkfű +Silwet	KAK	1.	1/1	8/11	18/23	25/27	33/35	40/45
		2.	1/1	8/10	18/19	23/24	24/25	27/27
		3.	1/2	10/13	19/22	21/25	21/26	23/27
		átlag	1/1,3	8,6/11,3	18,3/21,3	23/25,3	26/28,6	30/33
	KMK	1.	0/0	7/8	17/18	21/22	25/26	33/37
		2.	0/0	7/7	14/15	19/19	22/22	28/32
		3.	0/0	6/8	15/19	20/24	24/26	26/32
		átlag	0/0	6,6/7,6	15,3/17,3	20/21,6	23,6/24,6	29/33,6
Fahéj +Silwet	FAK	1.	0/0	10/10	21/22	28/29	38/38	63/64
		2.	0/1	9/10	21/22	26/27	31/33	56/60
		3.	0/2	13/13	23/24	23/25	24/26	27/28
		átlag	0/1	10,6/11	21,6/22,6	25,6/27	31/32,3	48,6/50,6
	FMK	1.	0/0	9/11	23/23	28/29	35/35	37/39
		2.	0/0	10/10	23/23	24/25	26/28	30/34
		3.	0/0	11/11	24/24	25/27	25/28	30/32
		átlag	0/0	10/10,6	23,3/23,3	25,6/27	28,6/30,3	32,3/35
Kakukkfű +Fahéj +Silwet	KFAK	1.	0/1	10/10	21/21	27/27	28/30	33/35
		2.	0/1	10/10	22/23	25/25	25/25	27/30
		3.	1/1	9/12	21/23	24/35	25/26	27/28
		átlag	0,3/1	9,6/10,6	21,3/22,3	25,3/29	26/27	29/31
	KFMK	1.	0/0	10/10	20/21	26/27	39/39	43/45
		2.	0/0	9/9	20/24	24/26	25/27	26/28
		3.	0/0	5/7	17/18	26/27	42/44	67/69
		átlag	0/0	8/8,6	19/21	25,3/26,6	35,3/36,6	45,3/47,3
Silwet Star	Kontroll	1.	2/2	10/10	23/23	24/24	25/25	29/30
		2.	2/2	10/11	21/23	24/24	31/32	36/27
		3.	1/2	10/12	21/23	23/26	27/28	28/32
		átlag	1,6/2	10/11	21,6/23	23,6/24,6	27,6/28,3	31/29,6

4.2.1.2. Az illóolajok hatása a tenyészbélyegekre

Az illóolajok a tenyészbélyegekre szintén hatással voltak, a tenyészetek szélét és azok felületét az illóolajok önmagukban és kombinációban alkalmazva is befolyásolták (**20. ábra**). A tenyészetek alakja minden esetben kör alakú maradt (**21. táblázat**).

21. táblázat: Az illóolajok hatása a *Stigmina carpophila* kórokozó tenyészbélyegekre

Tenyészet				
Kezelés	Szín	Alak	Széle	Felülete, légmicélium-képzés
Kontroll	krém színű, sötétebb szürkés, koncentrikusan zónákkal	kör	ép	filcszerű, bőséges
KAK	világos szürkés, közepe sötétebben zónázott	kör	enyhén hullámos	közepén: bőséges, szélén: kevés
KFK	szürkés - fehér	kör	enyhén hullámos	bőséges
FAK	zöldesszürke, világosabb pamacs zónákkal	kör	enyhén hullámos	foltszerű, közepén nincsen
FMK	közepén: barnás-szürke, szélén: krémszínű	kör	enyhén hullámos	csak a szélén
KFAK	szürkés-fehér	kör	enyhén hullámos	filcszerű
KFMK	koncentrikusan változik, krémsárga, olívazöld, zöldesszürke	kör	enyhén hullámos	bőséges az egész tenyészetben



20. ábra: A kakukkfű (b) és fahéj (j) illóolajának hatása a *Stigmata carpophila* kórokozó tenyészbélyeire (balra: AK (0,005 %), jobbra: MK (0,01 %)

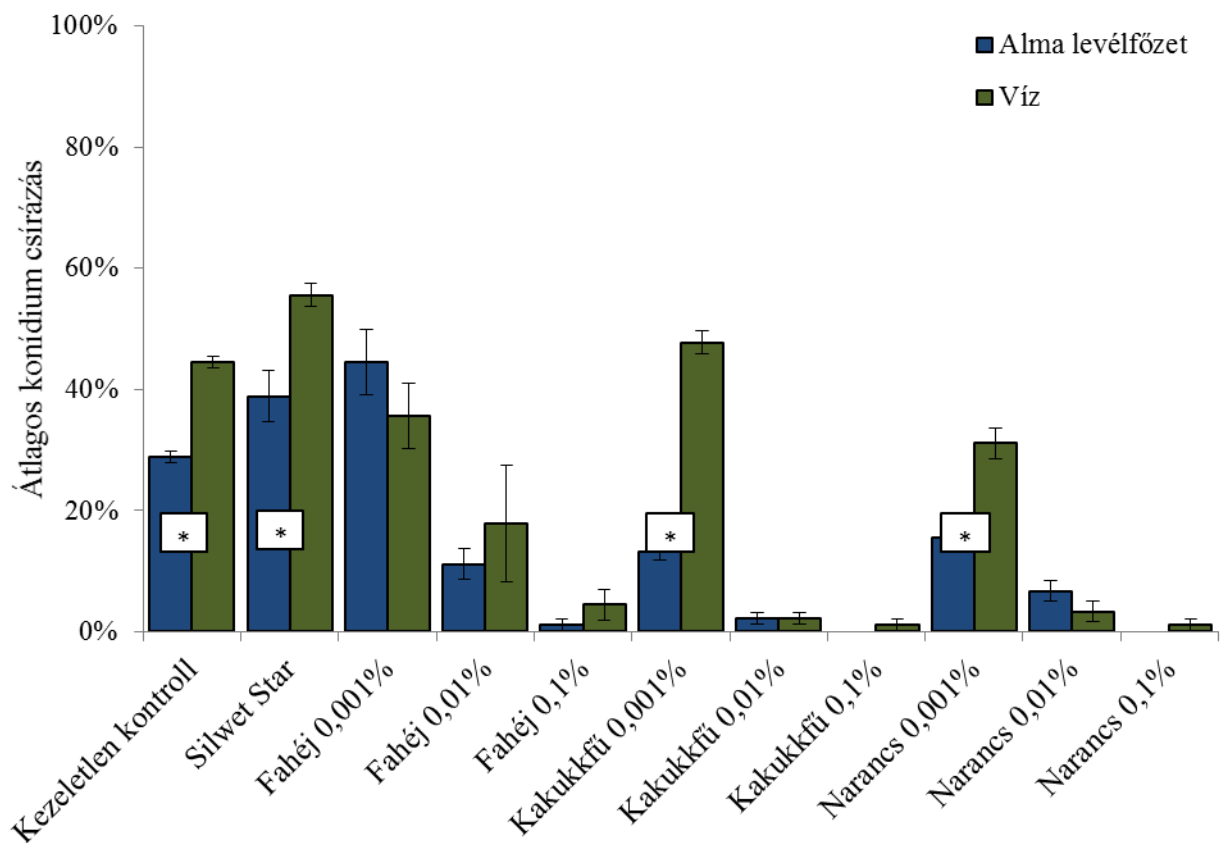
(fotó: Hochbaum 2011)

4.2.2. A fahéj, kakukkfű és narancs illóolajainak *Venturia inaequalis* kórokozóra gyakorolt hatása *in vitro*

4.2.2.1. A konídiumcsírázás gátlása

A konídiumok csírázására mind a közeg, mind pedig az illóolajos kezelés szignifikáns hatással volt (kezelés: $F(10;44)=46,35$; $p<0,001$; közeg: $F(1;44)=12,84$ $p<0,001$). Emellett az interakció is szignifikáns volt ($F(10;44)=2,71$; $p<0,05$).

A konídiumok mindkét közegben csírázásnak indultak, igaz az almalevélfőzetben kevésbé, mint a vízben. Az illóolajokat a legalacsonyabb koncentrációban alkalmazva (0,001%) nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a konídiumcsírázás gátlásában a Silwet Star-os kezeléshez képest egyik csíráztató közegben sem (Games-Howell, $p>0,05$). Az egy nagyságrenddel nagyobb töménységben (0,01%) az almalevél főzetben a csírázásra gyakorolt gátló hatás a kakukkfű (hatékonyság: 94,3%) és narancs (hatékonyság: 82,9%) illóolajai esetében már szignifikánsnak mutatkozott (Games-Howell, $p<0,05$). Az illóolajokat a legnagyobb töménységben (0,1%) alkalmazva, mindhárom illóolaj szignifikánsan csökkentette a konídiumok csírázását az almalevélfőzetben (hatékonyság: 98,9–100,0%, Games-Howell, $p<0,05$). A leghatékonyabb gátló hatást a kakukkfű illóolaja eredményezte. A vizes közegben egyedül a kakukkfű hatása volt szignifikáns (hatékonyság: 96,0%, Games-Howell, $p<0,05$; **21. ábra**).



21. ábra: A kicsírázott konídiumok aránya. (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (kis betű: almalevél főzeten belüli, nagybetű: vízben belüli összehasonlítás; $p < 0,05$; Games-Howell post hoc teszt. A csillag a csírázási közeg szignifikáns eltérését jelöli az adott kezeléskor.)

4.3. Az illóolajok hatékonysága szabadföldön

4.3.1. Az illóolajok kajszi betegségeire gyakorolt hatása szabadföldön

4.3.1.1. A kakukkfű és fahéj monilíniás virágfertőzés elleni hatékonysága

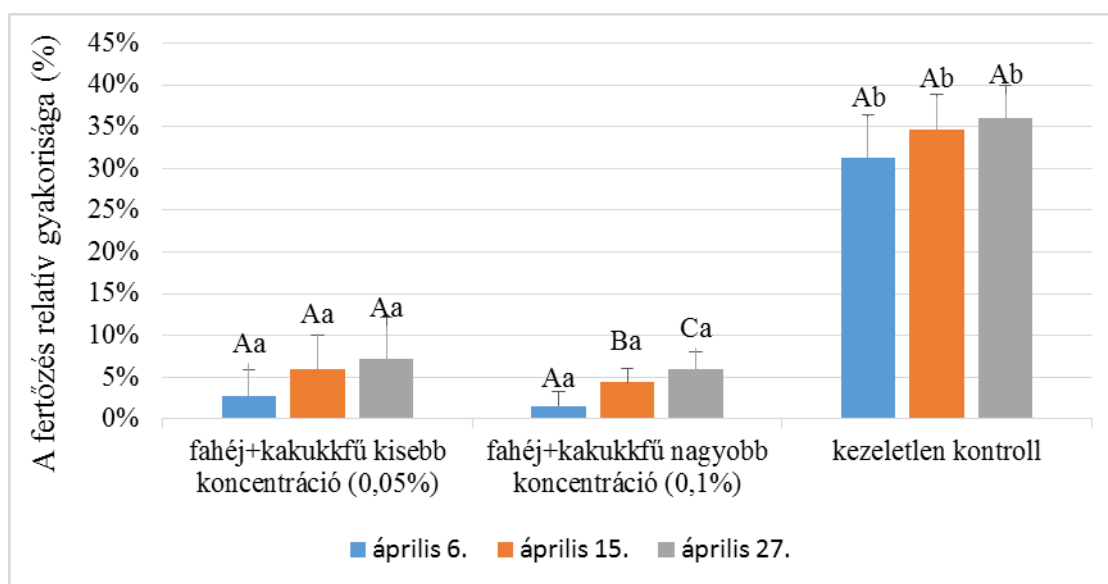
Az illóolajok monilíniás virágfertőzés elleni hatékonysága 2011-ben

Az értékelés időpontjaiban a fertőzött virágokon hervadást, szírombarnulást, majd az egész virág elszáradását figyeltük meg. Az elszáradt virágok sokáig a fás részekben maradtak (**22. ábra**).



21. ábra: A monilíniás virágfertőzés következtében elhalt virágok (fotó: Nagy 2011)

Annak ellenére, hogy a 2011-es évben tapasztalt időjárási viszonyok nem kedveztek a monilíniás virágfertőzés kialakulásának, az ültetvényben közepes mértékű virágfertőzés jelentkezett. Mind az időnek, mind pedig a kezelésnek szignifikáns hatása volt, (Wilk-féle lambda=0,31; $p < 0,01$; (idő: $F(2;20)=18,72$; $p < 0,001$; kezelés: $F(2;10)=103,65$; $p < 0,001$), az interakció nem volt szignifikáns ($p > 0,05$). A kezeletlen kontroll fák a fertőzés relatív gyakorisága elérte a 33,9 %-os szintet. A tünetes virágok száma kismértékben növekedett a három értékelés időpontjában. A növekedés egyedül a magas koncentráció esetén volt szignifikáns (Bonferroni, $p < 0,05$). Az illóolajokkal végzett kezelés hatására a fertőzés szignifikánsan csökkent (Tukey, $p < 0,05$). Az alacsony illetve magas koncentrációval kezelt fák 50 virágból átlagosan 2,6 illetve 2 darab mutatta a fertőzés tüneteit, a fertőzés relatív gyakorisága 5,3% valamint 4% volt. Az illóolaj koncentrációk között a fertőzés relatív gyakoriságában nem mutatkozott szignifikáns különbség (Tukey, $p > 0,05$, **23. ábra**).



23. ábra: A kezelések hatékonysága a monilíniás virágfertőzés relatív gyakoriságára (Sóskút, 2011). (Jelmagyarázat: A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetű: a kezelések összehasonlítása ugyanabban az időpontban; nagybetű: azonos koncentráción belül, a három időpontban mért értékek összehasonlítása, Tukey, $p < 0,05$)

Az illóolajokkal végzett kombinált kezelés hatékonyan csökkentette a monilíniás virágfertőzés előfordulását a kezeletlen fákhhoz képest.

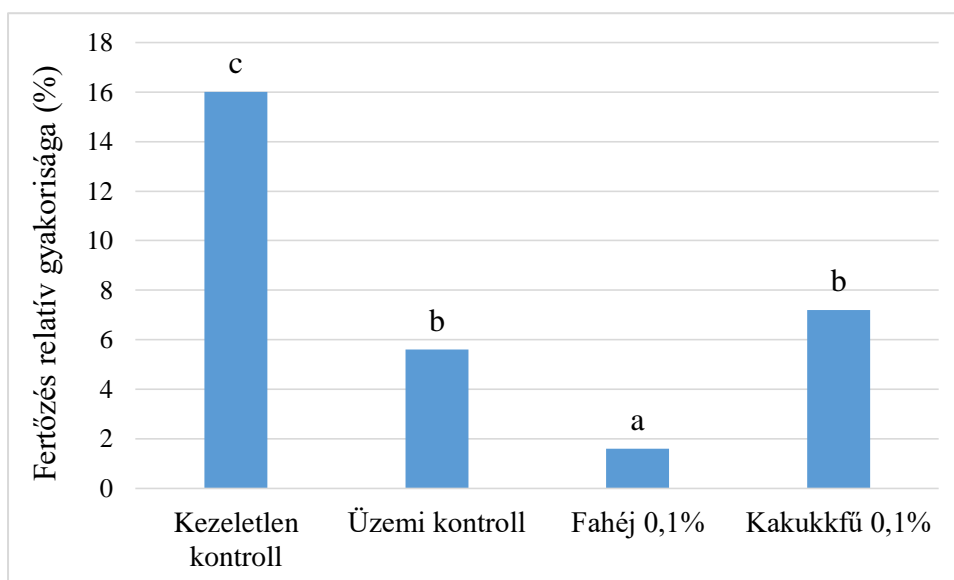
Az illóolajok monilíniás termésrothadás elleni hatékonysága 2011-ben

A monilíniás termésrothadás kártételét június 30-án értékeltük, és azt tapasztaltuk, hogy az alacsony és magas dózissal kezelt fákon volt némi különbség a fertőzés gyakoriságában, azonban sem egymáshoz, sem pedig a kontrollhoz képest nem volt szignifikáns ez a különbség ($F(2;10)= 1,63$; $p=0,24$). A kontroll fákon átlagosan 18 (12%) darab rothadó gyümölcsöt számoltunk, míg az alacsony koncentrációval kezelt fákon 16 (6,4%), a magassal kezeltéken 17 (6,8%) darabot számoltunk.

Az illóolajok monilíniás virágfertőzés elleni hatékonysága 2013-ban

A kora tavaszi hűvös időjárást 2013-ban hirtelen felmelegedés követett (**6. ábra**), a kajszi virágzása gyorsan, 3–4 nap alatt lezajlott. A tavaszi időjárás- és a gyors elvirágzás ellenére közepes mértékű monilíniás virágfertőzés volt jellemző, azonban egyes fajták esetében – például az 'Aurora' – jelentősebb monilíniás fertőzés is ki tudott alakulni. Megfigyelhetők voltak az előző évi, látens fertőzések tünetei, a fás termőrészek megfertőződésének formájában. Az illóolajok hatékonyságát 2013-ban nem kombinációban, hanem azokat önállóan, 0,1%-os koncentrációban kijuttatva értékeltük.

A kezeletlen kontroll fákon a fertőzés relatív gyakorisága Lovasberényben átlagosan elérte a 16,0%-os, Sósikúton a 21,2%-os szintet. Lovasberényben a kezelések a monilíniás virágfertőzés relatív gyakoriságát a kezeletlen kontroll parcellákéhoz képest szignifikánsan csökkenteni tudták ($\text{Khi}^2(3)=19,71$; $p<0,001$). A két vizsgált illóolaj között is szignifikáns különbség mutatkozott, a fahéj hatékonyabban csökkentette a monilíniás virágfertőzés gyakoriságát (**24. ábra**). A fahéj illóolaja még a fungicides kezelésektől is szignifikánsan jobb hatékonyságot adott (Adj. res=2,9; $p<0,05$), az Abbott képlettel (Abbott, 1925) számolt hatékonyság a következőképpen alakult: fahéj: 90,0%; kakukkfű: 55,0%; üzemi kontroll: 65,0%).

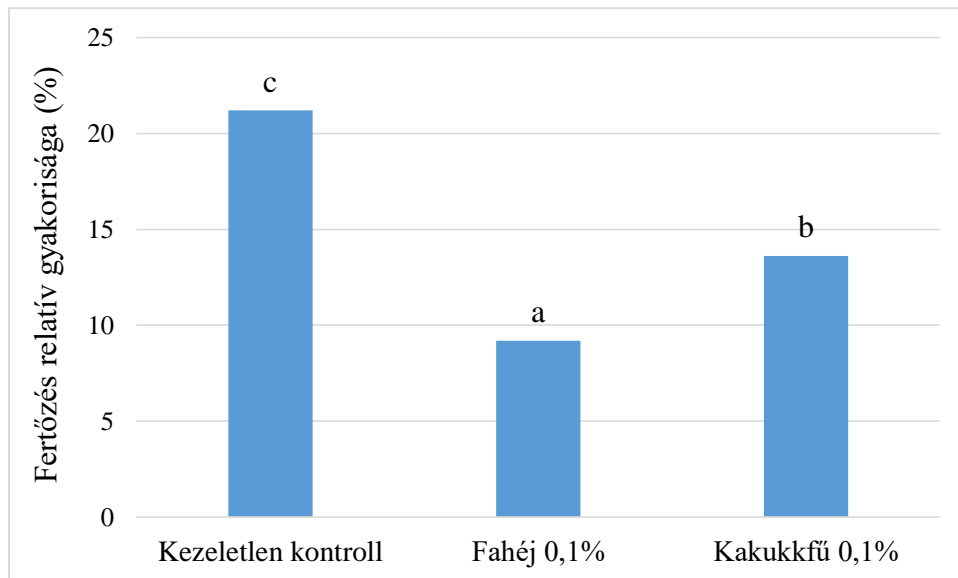


24. ábra: Az illóolajok kezeléseinek hatása a moniliniás virágfertőzés relatív gyakoriságára (Lovasberény, 2013). (A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Khi^2 -próba, $p < 0,05$)

Sóskúton a moniliniás virágfertőzés a kezeletlen fákon közepes szintet ért el, a fertőzés relatív gyakorisága átlagosan 21,2% volt (**25. ábra**). Az illóolajos kezelések a moniliniás virágfertőzések kialakulását szignifikánsan csökkenteni tudták ($\text{Khi}^2(2)=14,72$; $p < 0,001$). A vizsgált illóolajok közül a Lovasberényben beállított szabadföldi hatásvizsgálathoz hasonlóan a fahéj (Abbott: 56,6%) a kakukkfűnél (Abbott: 35,8%) szignifikánsan hatékonyabbnak bizonyult (Adj. res=3; $p < 0,05$).

Az illóolajok közül Sóskúton (Abbott: 56,6%) és Lovasberényben (Abbott: 90,0%) is a leghatékonyabb eredményt a fahéj illóolaja adta (**24., 25. ábra**).

Fitotoxicitásra utaló tüneteket egyik ültetvényben sem tapasztaltunk.



25. ábra. Az illóolajok kezeléseinek hatása a moniliniás virágfertőzés relatív gyakoriságára (Sóskút, 2013). (A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek.

Khi²-próba, $p < 0,05$)

4.3.1.2. Az illóolajok sztigminás gyümölcsfoltosság elleni hatékonysága

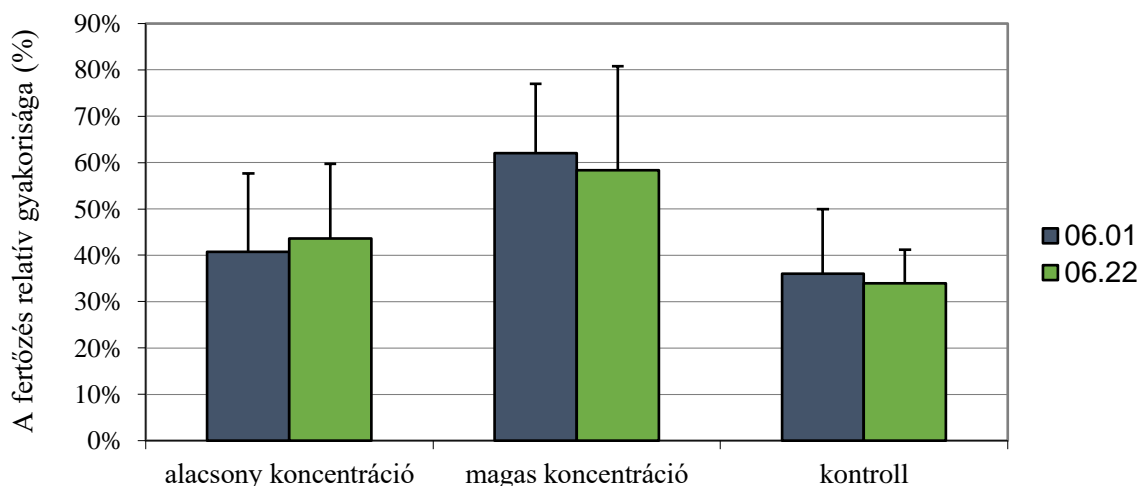
A fahéj és kakukkfű sztigminás betegség elleni hatékonysága 2011-ben

Az értékelés időpontjaiban a gyümölcsök felületén apró, lilás árnyalatú foltok mutatkoztak. A foltok felülete gyorsan parásodott (**26. ábra**). A tünetek kialakulásában a sztigminás betegség mellett az élettani parásodás is szerepet játszott.



26. ábra: A sztigminás termésfoltosság tünetei kajszin (fotó: Nagy 2011)

A kezeletlen kontroll fákön ugyan magas volt a fertőzött gyümölcsök gyakorisága (26–52%), foltok fedettsége alacsony szinten maradt (0,26–0,52%). Sem az idő, sem a kezelés hatása nem volt szignifikáns (Wilk-féle lambda=0,99; $p=0,80$; $F(2;10)=2,93$; $p=0,1$). Az illóolajokkal kezelt fákön a foltos gyümölcsök relatív gyakorisága átlagosan 41,7% illetve 60,2%-os szintet ért el. Az illóolajos kezelés ebben az évben tehát nem gátolta a termésfoltosságok megjelenését (**27. ábra**).

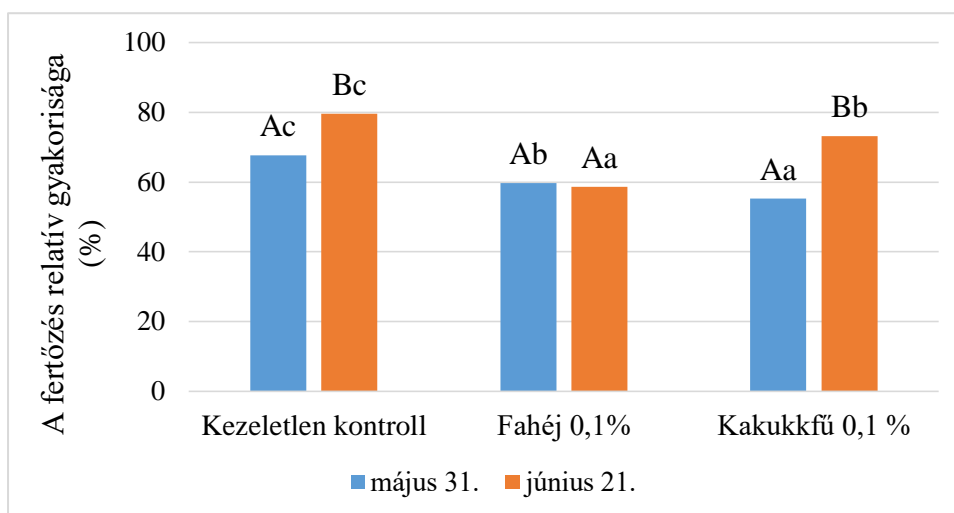


27. ábra: A fahéj+kakukkfű illóolajainak kajszi sztigmínás betegsége elleni együttes hatása (Sóskút, 2011) (Tukey, $p > 0,05$)

A fahéj és kakukkfű sztigmínás betegség elleni hatékonysága 2013-ban

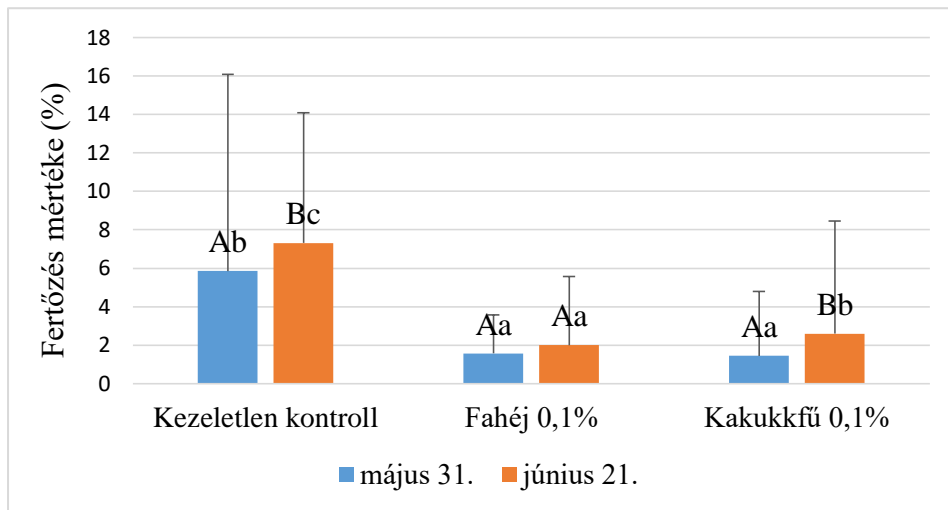
A Sóskút Fruct Kft. csonthéjas ültetvényében uralkodó időjárási körülmények 2013-ban kedveztek a sztigmínás gyümölcsfoltosság kialakulásának (**7. ábra**). A fertőzés relatív gyakorisága a kezeletlen kontroll fákon június 21-re elérte a 79,55%-ot, amely 9,82%-kal magasabb volt, mint az első értékelési időpontban (**28. ábra**). A kezeletlen kontroll fákon a két értékelési időpont között a gyümölcs fertőzés mértéke szintén nőtt, június 21-re elérte a 7,31%-ot (**29. ábra**).

Az illóolajok a fertőzés relatív gyakoriságát a kezeletlen kontroll fákhöz képest mindkét értékelési időpontban szignifikánsan csökkentették (május 31.: $\text{Khi}^2(2)=8,94$; $p < 0,05$); június 21.: ($\text{Khi}^2(2)=26,57$; $p < 0,001$). A kezeletlen kontroll fákon a második értékelési időpontban szignifikánsan megnőtt a beteg gyümölcsök száma ($\text{Khi}^2(1)=7,91$; $p < 0,01$). A fahéj mindkét értékeléskor hasonló hatékonyságot adott, nem volt szignifikáns különbség a két időpontban megfigyelt relatív gyakoriságok között ($\text{Khi}^2(2)=0,06$; $p > 0,05$). A kakukkfű illóolajával kezelt fákon viszont – a kezeletlen kontroll fákhöz hasonlóan – a második értékeléskor szignifikánsan több volt a beteg gyümölcsök száma ($\text{Khi}^2(2)=24,35$; $p < 0,001$).



28. ábra: Az illóolajok hatása a sztigminás termésfoltosság relatív gyakoriságára (Sóskút, 2013). A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetű: a kezelések összehasonlítása ugyanabban az időpontban; nagybetű: egy kezeléson belül, a két időpont közti szignifikáns különbség.

Mind az illóolajok, mind az eltelt idő szignifikánsan befolyásolták a sztigminás termésfoltosság fertőzésének mértékét (kezelés: $F(2;1652)=67,82$; $p<0,001$; idő: $F(1;1652)=28,99$; $p<0,001$), és az interakció is szignifikánsnak bizonyult ($F(2;1652)=7,62$; $p<0,001$). Az illóolajok a sztigminás termésfoltosság fertőzésének mértékét, a relatív gyakorisághoz hasonlóan, mindkét értékelési időpontban szignifikánsan csökkentették (Tukey, $p<0,05$). A fertőzés mértékét illetően az első értékeléskor a kakukkfű illóolaja 2,2%-kal jobb hatékonyságot adott (Abbott: május 31.: kakukkfű: 75,42%, fahéj: 73,2%). A Tukey-féle post hoc teszt szerint ($p<0,05$) az illóolajok hatékonysága között csak a második értékelési időpontban volt szignifikáns a különbség (Abbott: június 21.: kakukkfű: 64,6%, fahéj: 72,6%). A kakukkfű illóolajával kezelt fákön – a fertőzés relatív gyakoriságához hasonlóan – a második értékeléskor szignifikánsan magasabb volt a sztigminás termésfoltosság borítottságának nagysága (**29. ábra**).



29. ábra: Az illóolajok hatása a sztigminás termésfoltosság mértékére (Sóskút, 2013). A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetű: a kezelések összehasonlítása ugyanabban az időpontban; nagybetű: egy kezeléson belül, a két időpontban mért értékek összehasonlítása, Tukey, $p < 0,05$)

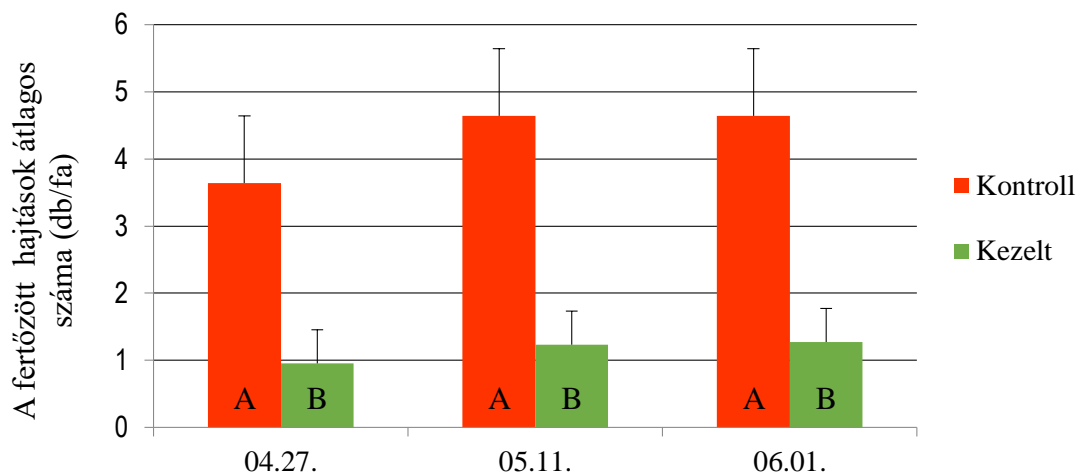
4.3.2. Az illóolajok őszibarack betegségeire gyakorolt hatása

4.3.2.1. A kakukkfű és fahéj tafrinás levélfodrosodás és őszibarack-lisztharmat elleni hatékonysága

Az őszibarack tafrinás levélfodrosodása elleni hatékonyság

A tafrinás levélfodrosodás elleni kezelés hatékonyságát április végén kezdtük értékelni, mivel az első 2-3 cm-es lombleveleken a tünetek nem voltak feltűnőek.

A betegség jellegzetes tüneteit a lombleveleken láttuk, melyeken kezdetben pirosas foltok mutatkoztak, majd a levelek növekedésével az elszíneződés még látványosabbá vált. Később a fertőzött levelek deformálódtak, a kóros szövetburjánzás következtében méretük az egészséges levelekhez képest jelentősen megnőtt, vöröses elszíneződésük még intenzívebbé vált (**31. ábra**).



30. ábra: A fahéj+kakukkfű illóolajainak tafrinás levélfodrosodás elleni együttes hatása, 0,1%-os koncentrációban (Sóskút, 2011)

(Jelmagyarázat: A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Tukey, $p < 0,05$)

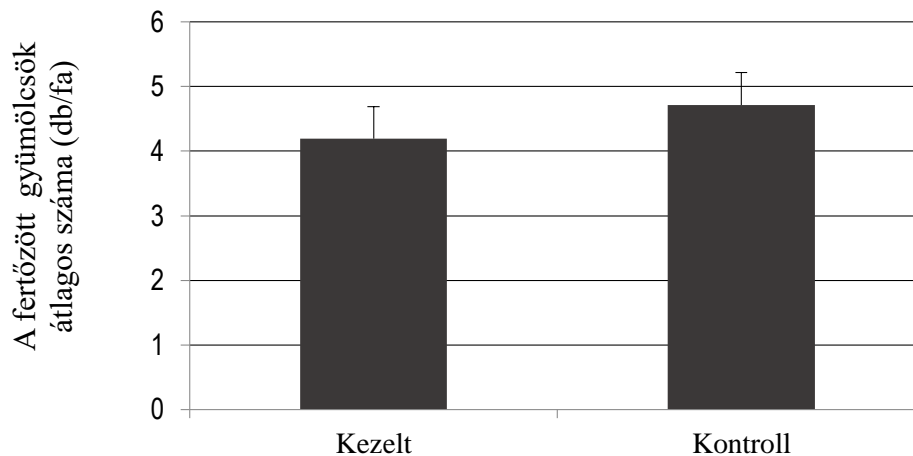
Az illóolajos kezelés szignifikánsan csökkentette a tafrinás levélfodrosodás kialakulását mind három értékelési időpontban (Wilk-féle $\lambda = 0,52$; $p < 0,001$; $F(1;59) = 41,68$; $p < 0,001$). Az interakció is szignifikáns volt ($F(2;118) = 15,15$; $p < 0,001$). A fertőzött hajtások száma az illóolajokkal kezelt fákon a kezeletlen fákhöz képest szignifikánsan alacsonyabb volt mindhárom értékelési időpontban ($F(1;59) > 36,00$; $p < 0,001$). A kezeletlen fákon átlagosan 4,3 darab, míg a kezelt fákon 1,2 darab tünetes hajtás mutatkozott. A kísérleti parcellán belül a kezelt és kezeletlen fákon látványosan megmutatkoztak a tünetek közti különbségek (30. ábra).



31. ábra: A tafrinás betegség következtében deformálódott őszibarack levelek (fotó: Hochbaum 2011)

Az őszibarack-lisztharmat elleni hatékonyság

A gyümölcsök felületén az értékelés időpontjára (június 30.) már láthatóak voltak a kórokozó micéliuma alkotta szürkésfehér foltok. A lisztharmatfertőzésre jellemző gyümölcs parásodás ekkor még nem alakult ki. A kezelt és kezeletlen fák között a fertőzött gyümölcsök számában nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, a kártétel mértéke gyakorlatilag azonos volt ($t(59)=0,63$; $p=0,53$; **32. ábra**).



32. ábra: A fahéj+kakukkfű illóolajainak őszibarack-lisztharmat elleni együttes hatása, 0,1%-os koncentrációban (Sóskút, 2011)

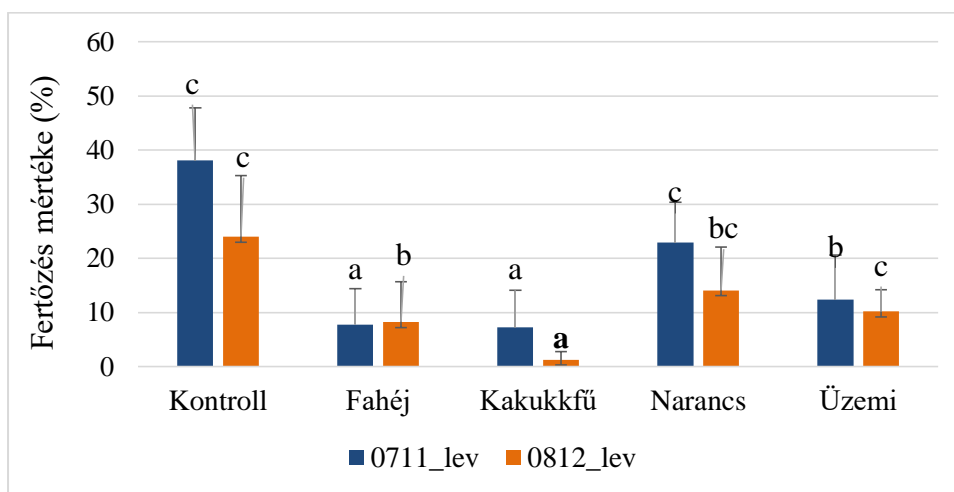
4.3.3. Az illóolajok ventúriás varasodásra és almafalisztharmatra gyakorolt hatása

4.3.3.1. Az illóolajok ventúriás varasodás elleni hatékonysága 2013-ban és 2014-ben

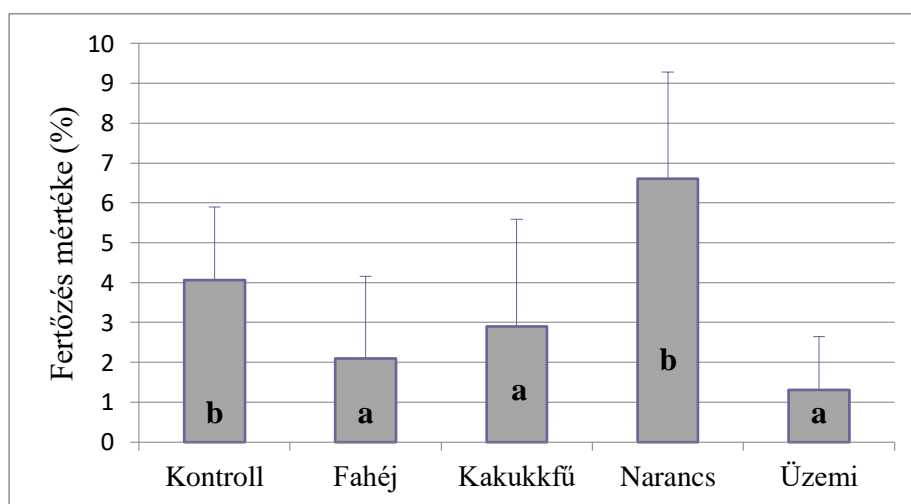
A fahéj, kakukkfű és narancs illóolajainak ventúriás varasodás elleni hatékonysága Érd-Elviramajorban 2013-ban

Az almafákat az illóolajokkal 0,1%-os koncentrációban, Silwet Star (0,02%) adjuváns alkalmazása mellett kezeltük 2013-ban. A kártételt levélen négy (jún. 03., jún. 13., júl. 11., aug.12.), termésen két (júl. 11., aug. 12.) időpontban értékeltük. A kezelések között szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk a levél- és termésfertőzések tekintetében is (levélen: $F_{kezelés}(4;630)=66,35$; $p<0,001$; $F_{idő}(1;630)=11,66$; $p<0,001$; az interakció szignifikáns: $F(4;630)=4,53$; $p<0,01$; termésen: $F(4;314)=19,39$; $p<0,001$). A kakukkfű (fertőzés mértéke: júl. 11: 7,2%; aug. 12: 1,28%) és a fahéj (fertőzés mértéke: júl. 11: 7,78%; aug. 12: 8,24%) olajával kezelt fákon minden értékelési időpontban szignifikánsan kisebb volt a levél fertőzés mértéke, mint a kontroll (fertőzés mértéke: júl. 11: 38,1%; aug. 12: 24,02%), illetve üzemi (fertőzés mértéke: júl. 11: 12,33%; aug. 12: 10,17%) mintákon, ugyanakkor a fahéj illóolaja a kései fertőzés ellen kevésbé volt hatékony. Annak ellenére, hogy a

narancs illóolaja a laboratóriumi vizsgálatokkor során hatékonynak bizonyult, a szabadföldi hatékonysági vizsgálatokkor (fertőzés mértéke: júl. 11: 22,92%; aug. 12: 14,08%) jelentősen elmaradt a fahéj és kakukkfű gátló hatásától (**32. ábra**). A termésfertőzés ellen az első értékelés időpontjában az illóolajos kezelések közül a fahéj (fertőzés mértéke: júl. 11: 2,1%) olajával végzett kezelés bizonyult a leghatékonyabbnak. Később már egyik olaj sem tudta visszaszorítani a gyümölcsfertőzés terjedését, sőt a narancssal (fertőzés mértéke: júl. 11: 6,6%) kezelt fákön a fertőzés mértéke mindkét értékelés időpontjában magasabb volt a kezeletlen fákéhoz képest (**33. ábra**).



32. ábra: Az illóolajok (töménység: 0,1%) ventúriás varasodás elleni hatása levélen (Érd-Elviramajor, 2013). (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek, Games-Howell, $p < 0,05$)

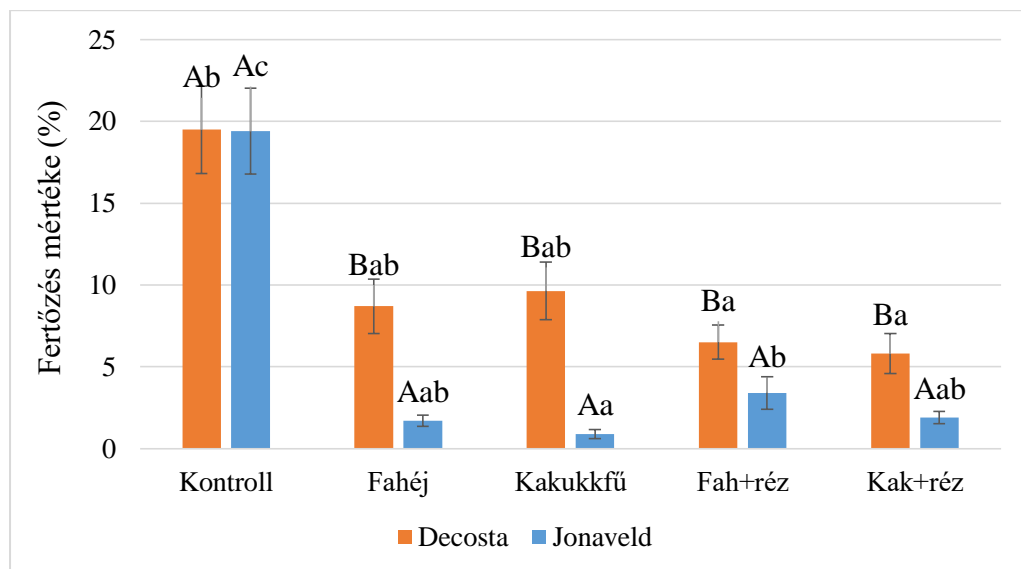


33. ábra: Az illóolajok (töménység: 0,1%) ventúriás varasodás elleni hatása termésen (Érd-Elviramajor, 2013). (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek, Games-Howell, $p < 0,05$)

A kakukkfű és fahéj illóolajainak hatékonysága Érd-Elviramajorban 2014-ben

Az illóolajokat 2014-ben 0,2%-os koncentrációban külön-külön, és egy kereskedelmi forgalomban kapható réz hatóanyagú lombtrágya készítménnyel (Sergomil-L 60) kombinációban juttattuk ki (**14. táblázat**). A 2014-es évjárat az almavarasodás fertőzések bekövetkezésének különösen kedvezett. A kártételt levélen kettő (jún. 19., aug. 18.), termésen egy (aug.18.) időpontban értékeltük. A második értékelési időpontban a kezeletlen kontroll fákön levélen a fertőzés mértéke ‘Decosta’ fajtán 19,5%, a ‘Jonaveled’-en 19,4% volt.

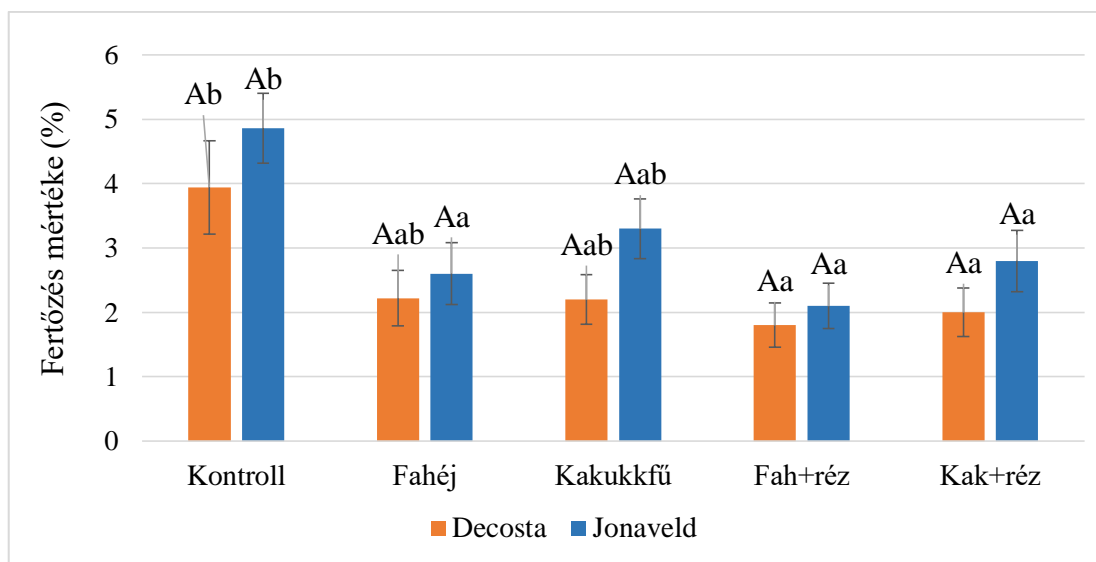
Mind a kezelés, mind pedig a fajtahasználat szignifikánsnak bizonyult a fertőzés mértékére (kezelés: $F(4;989)=35,25$; $p<0,001$; fajta: $F(1;989)=103,97$, $p<0,001$). A fajták között jelentős eltéréseket tapasztaltunk. ‘Jonaveled’ fajtán mindkét illóolaj szignifikánsan csökkentette a fertőzés mértékét levélen, és a kakukkfű illóolaja volt a leghatékonyabb a kórokozóval szemben (fertőzés mértéke: 0,9%; Abbott: 95,4%). ‘Decosta’ esetében szintén mindkét illóolaj hatékonyan csökkentette a fertőzés mértékét, azonban az illóolajok csak a réz tartalmú kombinációval együtt kijuttatva adtak szignifikáns különbséget. A kakukkfű illóolaja a réz hatóanyagú lombtrágyával kombinációban kijuttatva bizonyult a leghatékonyabbnak (fertőzés mértéke: 6,5%; Abbott: 70,3%). A réz hatóanyagú készítmény az illóolajok hatékonyságát csak a ‘Decosta’ fajtán növelte. Az illóolajok a fertőzés mértékét a ‘Jonaveled’ fajtán tudták hatékonyabban csökkenteni. A fajták között, a Silwet Star-os kontrollt leszámítva, a varasodás fertőzés mértékét illetően szignifikáns különbség mutatkozott (Tukey, $p<0,05$; **34. ábra**).



34. ábra: Az illóolajok (töménység: 0,2%) ventúriás varasodás elleni hatékonysága levélen (Érd-Elviramajor, 2014). A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (kisbetű:

kezelések közti szignifikáns különbség fajtán belül, nagybetű: fajták közti szignifikáns különbség, Tukey $p < 0,05$)

Annak ellenére, hogy a fertőzés mértéke alacsonyabb volt termésen (kezeletlen kontroll: 'Decosta': 3,94%; 'Jonaveld': 4,86%), mint levélen (kezeletlen kontroll: 'Decosta': 19,5%; 'Jonaveld': 19,4%), az illóolajok varasodás elleni hatékonyságát jól lehetett értékelni, az olajok jelentősen csökkentették a fertőzések kialakulását termésen. Mind a kezelés, mind pedig a fajtahatás szignifikánsnak bizonyult (kezelés: $F(4;490)=8,11$, $p < 0,001$; fajta: $F(1;490)=5,53$, $p < 0,05$). A fajták a varasodásra való fogékonyság tekintetében eltértek egymástól, a kezeletlen kontroll fákön 'Decosta' fajtán 3,94%, 'Jonaveld'-en 4,86% volt a fertőzés mértéke. A fahéj önmagában kijuttatva csak a 'Jonaveld' fajtán tudta szignifikánsan lecsökkenteni a fertőzés mértékét (Fm%: 2,6%, Abbott: 46,5%). A kakukkfű illóolaja szintén hatékony volt a betegség ellen, azonban a kezelés nem volt szignifikáns. Az illóolajok a réz hatóanyagú lombtrágyával kombinációban kijuttatva szignifikáns különbséget mutatott a kezeletlen kontroll fákhoz képest mindkét fajtán (Tukey, $p < 0,05$). A legjobb hatékonyságot a fahéj+réz kombináció eredményezte 'Jonaveld' fajtán (fertőzés mértéke: 2,1%; Abbott: 56,6%). A levélen megfigyelt eredményekkel ellentétben ugyanazon a kezeléson belül, a fajták között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. (Tukey, $p > 0,05$ **35. ábra**)



35. ábra: Az illóolajok (töménység: 0,2%) ventúriás varasodás elleni hatékonysága termésen (Érd-Elviramajor, 2014). A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (kisbetű: kezelések közti szignifikáns különbség fajtán belül, nagybetű: fajták közti szignifikáns különbség, Tukey $p < 0,05$)

4.3.3.2. Az illóolajok ventúriás varasodás és almafalisztharmat elleni hatékonysága 2017-ben

Az illóolajok hatékonysága Tordason

A májusi – nyári forró és száraz időjárásnak köszönhetően, a kezelések hatékonyságát egyetlen időpontban, június 10-én, lehetett értékelni levélen.

Az illóolajok ventúriás varasodás elleni hatékonysága

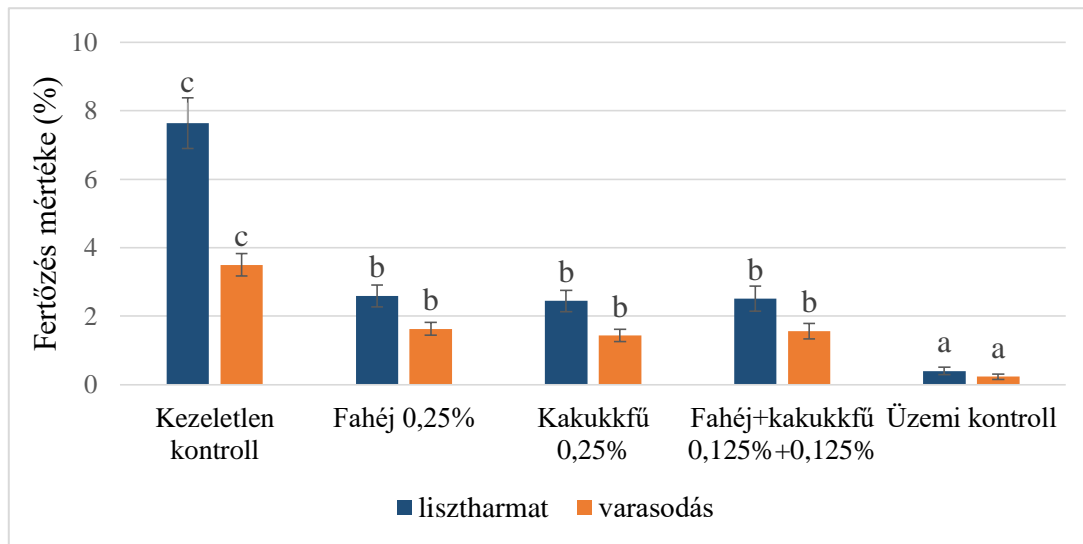
A nyár folyamán szinte végig kedvezőtlen feltételek álltak a kórokozó rendelkezésére, nem alakultak ki konídiumos fertőzések. Éppen emiatt a fertőzés mértéke (3,5%) is alacsonyabb volt, mint például 2014-ben, viszont a fertőzés relatív gyakorisága (52,7%) közepes szintűnek volt mondható. Az illóolajok a varasodás fertőzésének mértékét szignifikánsan tudták csökkenteni a kezeletlen kontroll fákhoz képest ($F(4;745)=40,91$; $p<0,001$), azonban az alacsonyabb fertőzési nyomás miatt az illóolajok hatékonysága között csak minimális különbséget tapasztaltunk. Az *in vitro* konídiumcsírázási vizsgálatunkkal megegyezően a kakukkfű illóolaja volt a leghatékonyabb (fertőzés mértéke: 1,44%; Abbott: 58,9%). Az üzemi növényvédelmi technológia adta a legjobb eredményt (fertőzés mértéke: 0,23%; Abbott: 93,4%; **37. ábra**).

Az illóolajok almafalisztharmat elleni hatékonysága

Az időjárási feltételek 2017-ben jobban kedveztek az almafalisztharmatnak, mint a varasodásnak. A kezeletlen (Silwet Star) kontrollban a fertőzés mértéke 7,64%, a fertőzés relatív gyakorisága 59,3% volt. Az illóolajos kezelés szignifikánsan csökkentette a fertőzés mértékét ($F(4;745)=23,49$; $p<0,001$; **38. ábra**), azonban sem antagonista, sem szinergista hatásukat nem tapasztaltuk. Az illóolajok közül a kakukkfű önmagában alkalmazva volt a leghatékonyabb (fertőzés mértéke: 2,45% Abbott: 67,9%). Az üzemi kontroll szignifikánsan a legmagasabb hatékonyságot (fertőzés mértéke: 0,4%; Abbott: 94,8%) adta az almafalisztharmat ellen, levélen. A fahéj illóolaja a növény felszínén élő lisztharmat micéliumára is hatást gyakorolt, a kezelés következtében a kórokozó micéliuma elhalt. (**36. ábra**).



36. ábra: A fahéj illóolajának almafalisztharmat micéliuma elleni hatása ‘Red Jonaprince’ fajta levelén (Tordas, 2017. június 10.) (fotó: Nagy 2017)

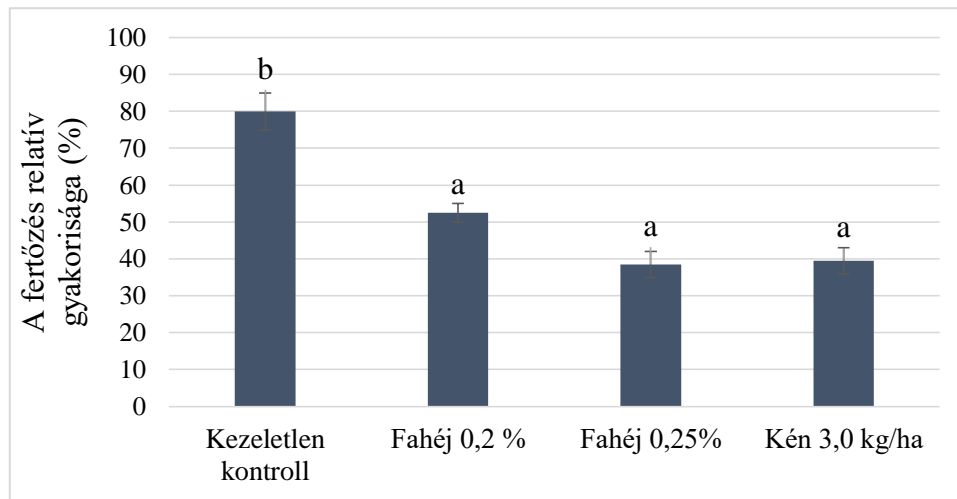


37. ábra: Az illóolajok almafalisztharmat és almavarasodás elleni hatékonysága levélen (Tordas, 2017.) A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (Tukey, $p < 0,05$).

Az illóolajok hatékonysága Nógrádban

Az illóolajok almafalisztharmat elleni hatékonysága

A kezeletlen kontroll fákön a fertőzés relatív gyakorisága 80,0% volt. A Marascuillo-próba alapján valamennyi kezelés szignifikánsan csökkentette a fertőzés relatív gyakoriságát. ($p < 0,05$). A fahéj magasabb dózisban kijuttatva adta a legjobb lisztharmat elleni hatékonyságot (fertőzés relatív gyakorisága: 38,5%; Abbott: 51,9%). Igaz, nem szignifikánsan ($p > 0,05$), de ez a hatékonyság meghaladta a kereskedelmi forgalomban is kapható kén hatóanyagú növényvédő szer hatékonyságát (fertőzés relatív gyakorisága: 39,5%; Abbott: 50,6%). Az alkalmazott fahéj illóolajának két dózisa között, a lisztharmatra gyakorolt hatást illetően nem volt szignifikáns a különbség ($p = 0,05$). A minimum hatékony dózis vizsgálat alapján a fahéj illóolaja már 0,2%-os koncentrációban alkalmazva is hatékonynak bizonyult a *Podosphaera leucotricha* ellen (**38. ábra**).



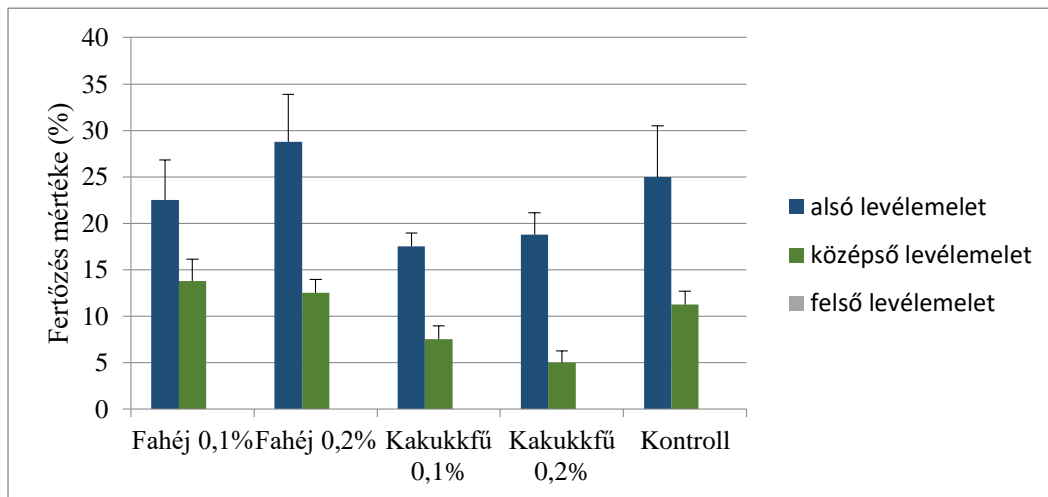
38. ábra: A fahéj illóolajának almafalisztharmat elleni hatékonysága levélen (Nógrád, 2017.) A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (Marascuillo-féle eljárás: $p < 0,05$).

4.3.4. Az illóolajok őszi búza betegségeire gyakorolt hatása

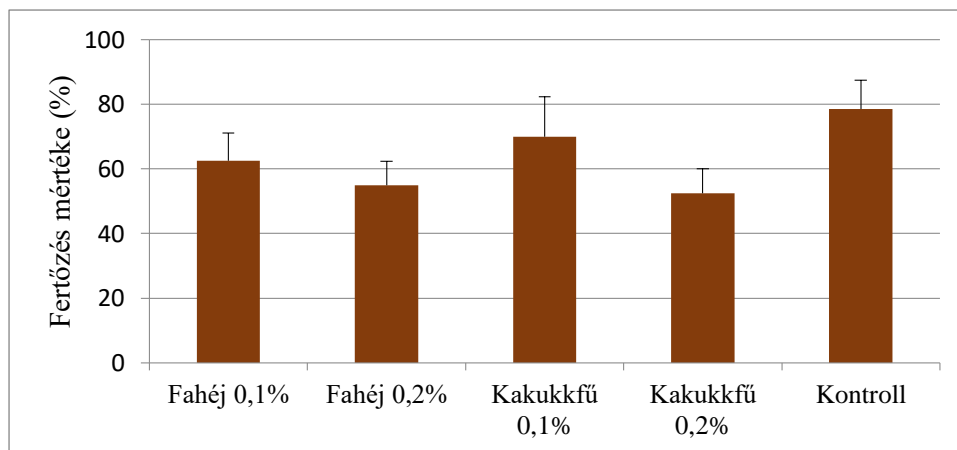
4.3.4.1. A fahéj és kakukkfű illóolajainak őszi búza kórokozói elleni hatékonysága, Rőjtökmuzsaj – 2013

Az illóolajok gabonalisztharmat és szárrozsda elleni hatékonysága

Az illóolajok (kakukkfű, fahéj) gabonalisztharmat (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) és szárrozsda (*Puccinia graminis*) ellen gyenge hatékonyságot nyújtottak, és a kezelések nem különböztek egymástól szignifikánsan (gabonalisztharmat: $F(4;42)=2,66$; $p=0,05$; szárrozsda: $F(4;21)=2,19$; $p=0,11$). Ez több okra vezethető vissza. Egyrészt a kezeléseket követően fél órával závorszerű eső hullott, másrészt a fajtakísérleti állomáson a mesterségesen kialakított körülményeknek köszönhetően extrém magas fertőzési nyomás uralkodott. Az Abbott-képlettel számolt hatékonyság lisztharmat ellen nem haladta meg a 34%-ot, rozsda ellen a 33%-ot. A kezelések közül mindkét betegségnél a kakukkfű 0,2%-os illóolaja bizonyult a leghatékonyabbnak (**39-40. ábra**). Gabonalisztharmat esetében a felső levélemeleten az értékelés időpontjában egyik parcellán sem alakultak ki a betegségre jellemző tünetek (**39. ábra**).



39. ábra. Az illóolajok hatékonysága gabonalisztharmat ellen levélemeletenként (május 28.) alapján (Röjtökmuzsaj, 2013)

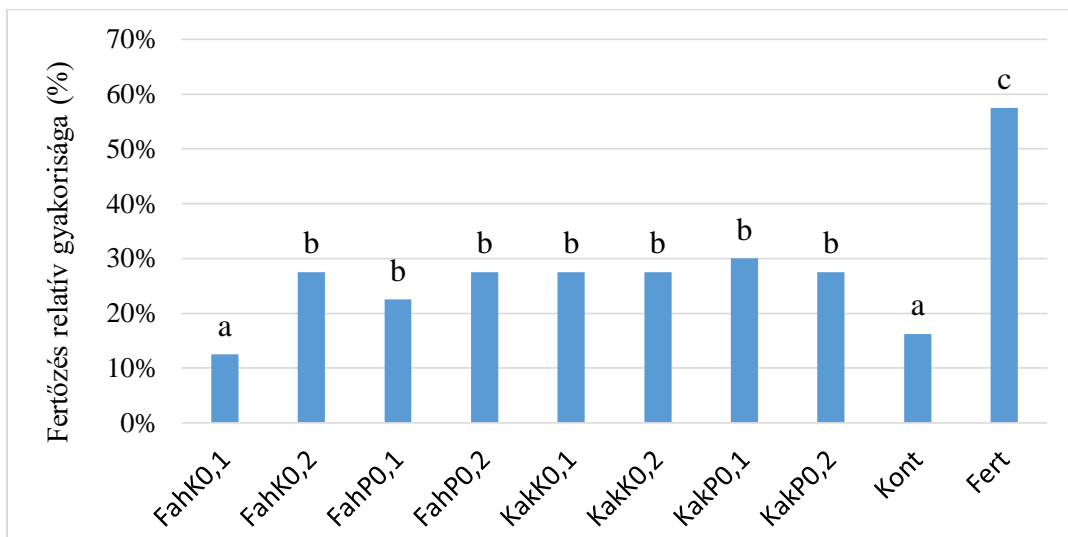


40. ábra. Az illóolajos kezelések hatékonysága őszi búza szárrozsdá ellen (Röjtökmuzsaj, 2013).

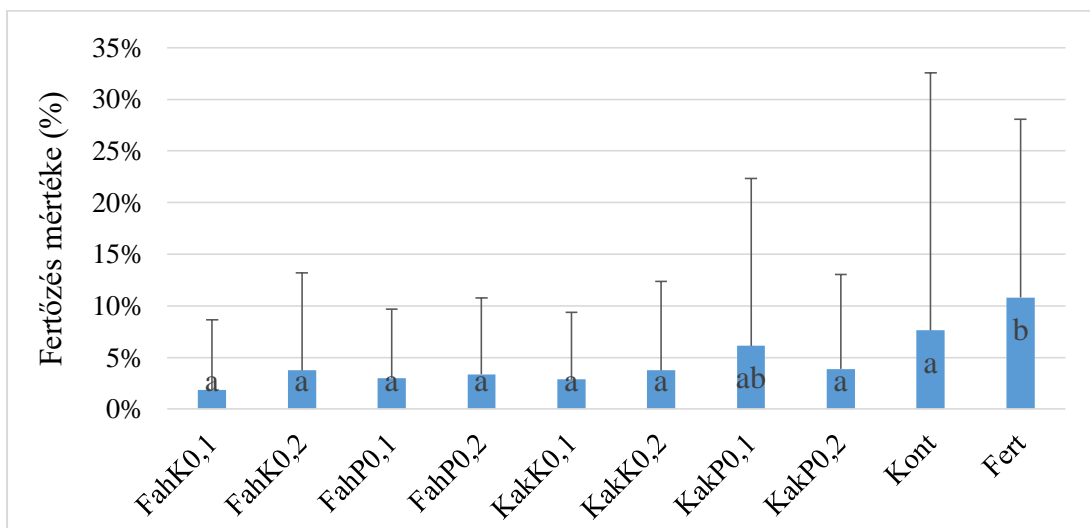
Az illóolajok kalászfuzáriózis elleni hatékonysága Röjtökmuzsajon

A kalászhányás-virázás idején hullott gyakori- és nagymennyiségű csapadék elősegítette a mesterségesen fertőzött növényeken a kalászfuzáriózis fertőzését, és annak továbbterjedését. Az illóolajos kezelések a tejesérés végén felvételezett kalászfertőzés relatív gyakoriságát minden esetben szignifikánsan csökkentették a fertőzött kontroll növényekéhez képest ($\text{Khi}^2(9)=51,61$; $p<0,001$; Adj. Res.(fertőzött kontroll)=6,5; $p<0,05$). A legeredményesebb a fahéj 0,1%-os olajával végzett kuratív kezelés (mesterséges fertőzés utáni kezelés) volt, amelynek hatékonysága Abbott képlettel számolva elérte a 78%-ot (**41. ábra**). Ez a kezelés (FahK0,1) szignifikánsan jobb hatékonyságot eredményezett a többi kezeléshez képest (Adj. res.=2,2; $p<0,05$). A kalászon kialakult fertőzés mértékét a kakukkfű illóolajának 0,1%-os preventív (mesterséges fertőzés előtti kezelés) alkalmazásán kívül (KAKP0,1), minden kezelés szignifikánsan csökkentette a mesterségesen fertőzött kontrollhoz képest

($F(9;550)=6,34$; $p<0,001$; Tukey, $p<0,05$; **42. ábra**). A betegség kialakulását szintén a fahéj 0,1%-os olajával végzett kuratív kezelés gátolta legnagyobb mértékben, az Abbott képlettel számolt hatékonyság elérte a 83%-ot. A fertőzés mértékét illetően azonban az illóolajos kezelések között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget (Tukey, $p>0,05$).

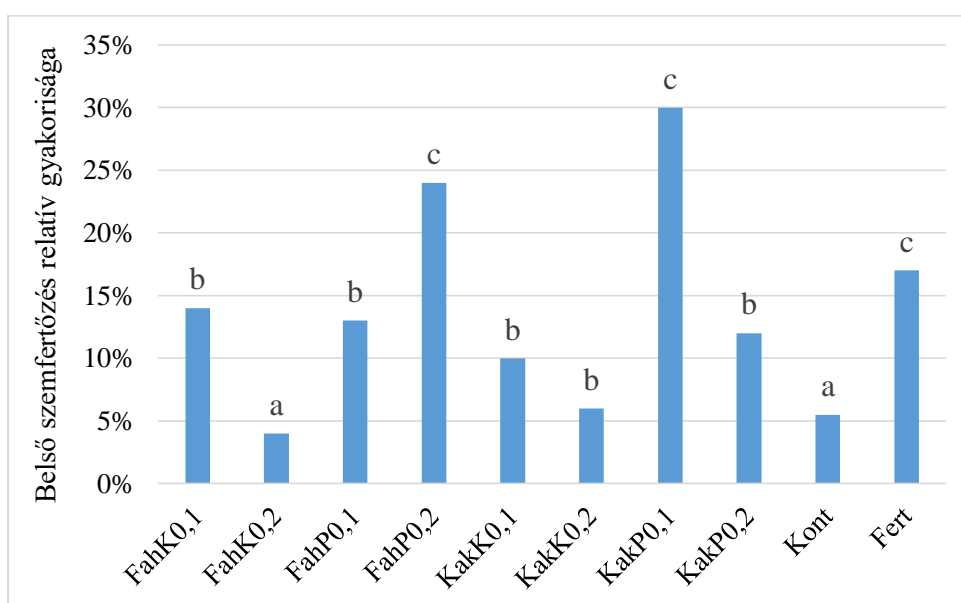


41. ábra. Fuzáriumos kalászfertőzöttség relatív gyakorisága tejesérés végén (Röjtökmuzsaj, 2013). (*Jelmagyarázat:* Fah: fahéj, Kak: kakukkfű, Kont: kezeletlen kontroll, Fert: fertőzött kontroll, K: kuratív kezelés, P: preventív kezelés A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek Khi²-próba, $p<0,05$)



42. ábra. Fuzáriumos kalászfertőzöttség mértéke tejesérés végén (Röjtökmuzsaj, 2013). (*Jelmagyarázat:* Fah: fahéj, Kak: kakukkfű, Kont: kezeletlen kontroll, Fert: fertőzött kontroll, K: kuratív kezelés, P: preventív kezelés. A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek; Tukey, $p<0,05$)

A belső szemfertőzöttség tekintetében az illóolajok alkalmazott koncentrációi és a kijuttatások időzítései között szignifikáns különbségeket tapasztaltunk ($\text{Khi}^2(9)=74,99$; $p<0,001$; **43. ábra**). A legjobb eredményt a fahéj illóolajával, 0,2%-os koncentrációban végzett kuratív kezelés adta, amely szignifikánsan gátolta a kórokozó fejlődését, ennek hatékonysága elérte a 76%-ot (Adj. Res.=2,6; $p<0,05$). A kezelések között a második legjobb hatékonyságot a kakukkfű, szintén kuratív, 0,2 %-os kezelése eredményezte, és ez a különbség szintén szignifikáns volt a fertőzött kontrollhoz képest (Adj. Res.(KakK0,2)=1,9; Adj. Res.(Fert)=2,3; $p<0,05$). Továbbá a fahéj és kakukkfű illóolajainak 0,2%-os töménységű, kuratív módon elvégzett kezelése között szignifikáns különbséget tapasztaltunk (Adj. Res.(KakK0,2)=1,9; Adj. Res.(FahK0,2)=2,6; $p<0,05$). Összességében elmondható, hogy a kuratív kezelések mindkét illóolaj esetében hatékonyabban voltak képesek visszaszorítani a betegség magon belüli terjedését, a preventív kezelésekhez képest.



43. ábra. Fuzáriumos belső szemfertőzöttség relatív gyakorisága szűrőpapíron a 4. napon

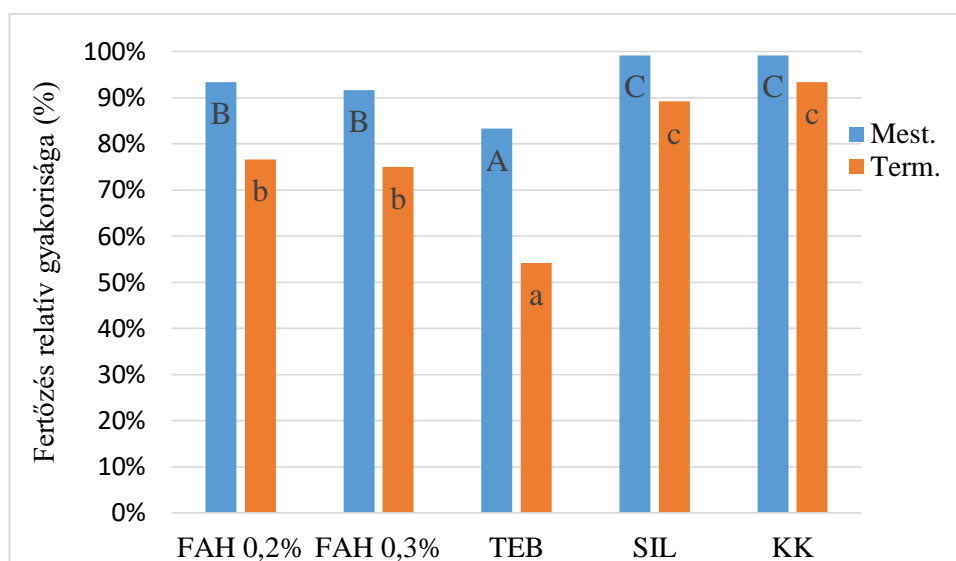
(*Jelmagyarázat:* Fah: fahéj, Kak: kakukkfű, Kont: kezeletlen kontroll, Fert: fertőzött kontroll, K: kuratív kezelés, P: preventív kezelés. A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek, Khi^2 -próba, $p<0,05$)

A kalászfuzáriózis ellen a leghatékonyabb védelmet 2013-ban, összhangban a korábban elvégzett *in vitro* és szabadföldi *in vivo* hatásvizsgálatok eredményeivel, a fahéjjal végzett kuratív kezelés adta mind a szabadföldi-, mind a laboratóriumi vizsgálatok alapján, amelyet magyarázhat az illóolajban található és a kuratív hatásért felelős micéliumnövekedést gátló komponensek magas aránya.

4.3.4.2. A fahéj illóolajának kalászfuzáriózis elleni hatékonysága Martonvásáron 2015-ben

A természetes módon fertőződött és a mesterségesen fertőzött parcellákon a kórokozó nagy mennyiségben felszaporodott. Ennek egyik oka, hogy a provokatív fertőzést két időpontban is elvégezték, és ezek a mesterségesen fertőzött parcellák közvetlenül a mesterségesen nem fertőzött parcellák mellett helyezkedtek el, másrészt a vizsgálat során a kórokozók számára kedvező körülmények (öntözés minden nap, magas páratartalom) álltak rendelkezésre.

A fertőzés relatív gyakorisága a mesterségesen fertőzött parcellák minden kezelésén meghaladta a 80%-ot, az illóolajokkal nem kezelt parcellákon pedig majdnem elérte a 100%-ot. Az illóolajos kezelések mind a természetes, mind a mesterségesen megfertőzött parcellákon szignifikánsan csökkentették a kalászfuzáriózis fertőzésének relatív gyakoriságát (Tukey, $p < 0,05$). A kezelések közül, a fertőzés mértékével összhangban, a legjobb védelmet a gombaölő szeres kezelés adta (**44. ábra**).



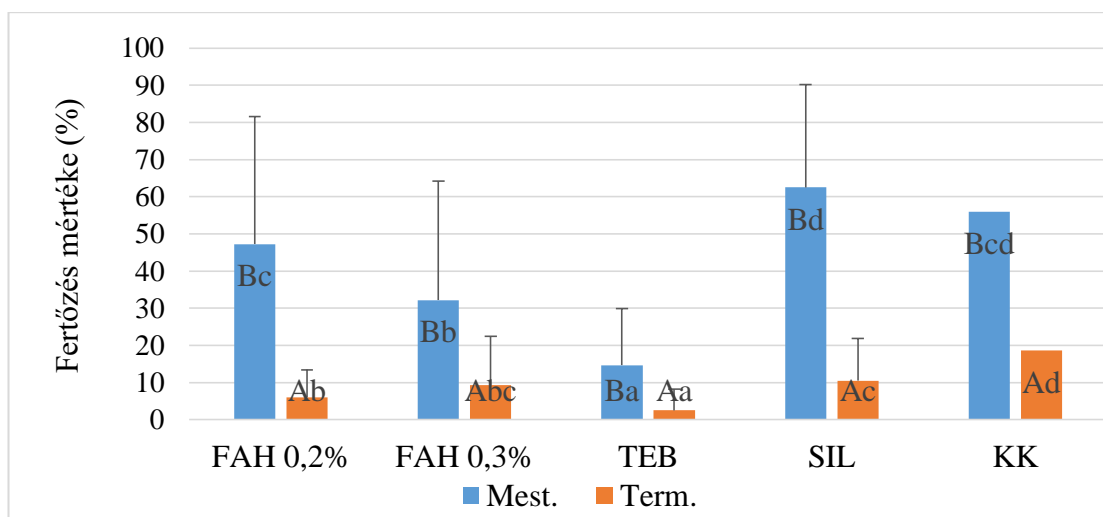
44. ábra. A fahéj illóolajának fuzáriumos kalászfertőzöttség relatív gyakoriságára gyakorolt hatása tejesérés végén (Martonvásár, 2015).

(Jelmagyarázat: FAH: fahéj, TEB: tebukonazol, SIL: Silwet Star-os kontroll, KK: kezeletlen kontroll; Mest: mesterséges fertőzés, Term: természetes fertőzés). A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetű: természetes fertőzésen belül a kezelések összehasonlítása; nagybetű: mesterséges fertőzésen belül a fertőzés összehasonlítása. /egytényezős variancia-analízis, $p \leq 0,05$; Tukey-próba/)

A kalászfuzáriózis fertőzés mértékét illetően a kezelések és a természetes módon, valamint a mesterségesen megfertőzött parcellák között is szignifikáns különbséget tapasztaltunk (kez: $F(4;1190)=59,63$; $p < 0,001$; term./mest.: $F(1;1190)=575,78$; $p < 0,001$; **45. ábra**). Emellett az

interakció is szignifikáns volt ($F(4;1190)=25,76$; $p<0,001$). A kórokozó számára kedvező körülményeknek köszönhetően a mesterségesen megfertőzött parcellákon a betegség fertőzésének mértéke az illóolajos kezelésekben nem részesített kontroll parcellákon elérte az 55,93% (Kezeletlen kontroll-KK) és 62,5%-ot (Silwet-es kontroll-SIL), míg a természetesen megfertőződött parcellákon ez az érték jóval alacsonyabb, 18,66% (KK) volt.

Az egyes kezelések között is jelentős különbségeket lehetett tapasztalni. A fahéj illóolajával kezelt parcellákon – már a természetes fertőzés esetén is – szignifikánsan alacsonyabb volt a kalászfuzáriózis fertőzés mértéke (Tukey, $p<0,05$; Abbott: FAH0,2%: 67,74%; FAH0,3%: 50,43%). A mesterségesen fertőzött parcellákon az illóolajos kezelések szintén szignifikánsan csökkentették a fertőzés mértékét a fahéj illóolajával nem kezelt parcellákhoz képest (Tukey, $p<0,05$). A mesterséges fertőzés esetén az illóolajok vizsgált koncentrációi között szignifikáns különbség volt kimutatható, itt a magasabb, 0,3%-os koncentráció jobb hatékonyságot adott (Tukey, $p<0,05$). Mindkét fertőzés esetén (természetes, mesterséges) a tebukonazol hatóanyagú gombaölő szerrel kezelt parcellákon tapasztaltuk a legjobb eredményt.

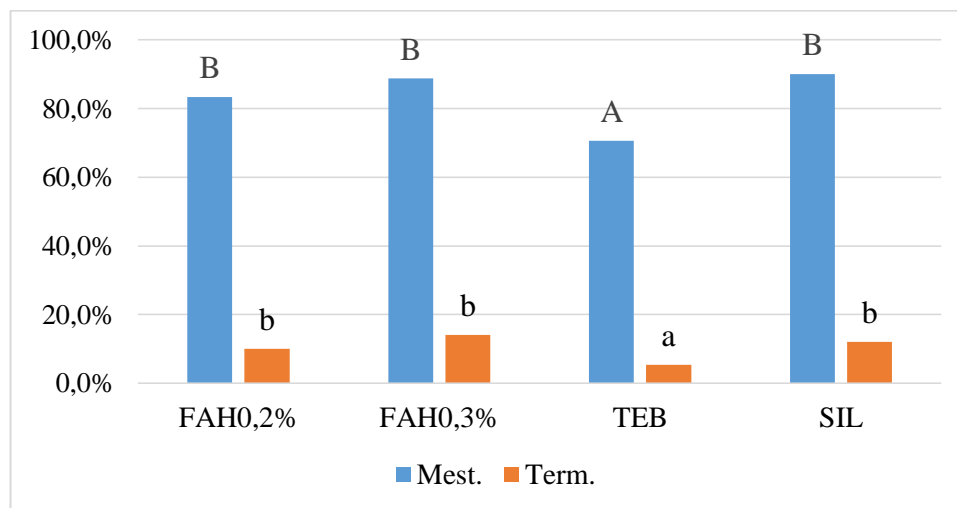


45. ábra. Fahéj illóolajának hatékonysága a fuzáriumos kalászfertőzöttség mértékére tejesérés végén (Martonvásár, 2015). (*Jelmagyarázat:* FAH: fahéj, TEB: tebukonazol; SIL: Silwet Star-os kontroll, KK: kezeletlen kontroll; Mest: mesterséges fertőzés, Term: természetes fertőzés).

A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetű: mesterséges, illetve természetes fertőzésen belül a kezelések összehasonlítása; nagybetű: az egyes kezeléseken belül a term./mest. fertőzés összehasonlítása. Tukey, $p<0,05$)

A belső szemfertőzöttség esetében a fahéj illóolaja, a természetes fertőzés esetén 0,2%-os koncentrációban, a mesterséges fertőzés esetén mindkét alkalmazott koncentrációban, igaz csak kis

mértékben, de csökkenteni tudta a beteg magok számát. Az illóolajok kezeléseinek hatékonysága a relatív gyakoriságok összehasonlításakor csak enyhe szignifikáns különbséget mutatott ($Khi^2(3)=6,87$; $p=0,07$, **46. ábra**). A mesterséges fertőzés esetén – a szabadföldi értékeléssel megegyezően – a fertőzés relatív gyakorisága 80% fölött volt. Mind a mesterséges, mind a természetes fertőzés esetén csak a gombaölő szerek kezelése csökkentette szignifikánsan a magok belső szemfertőzöttségének relatív gyakoriságát (Adj. res. =2,3, ill. 5,0 a mesterséges, illetve a természetes fertőzés esetén; $p<0,05$).

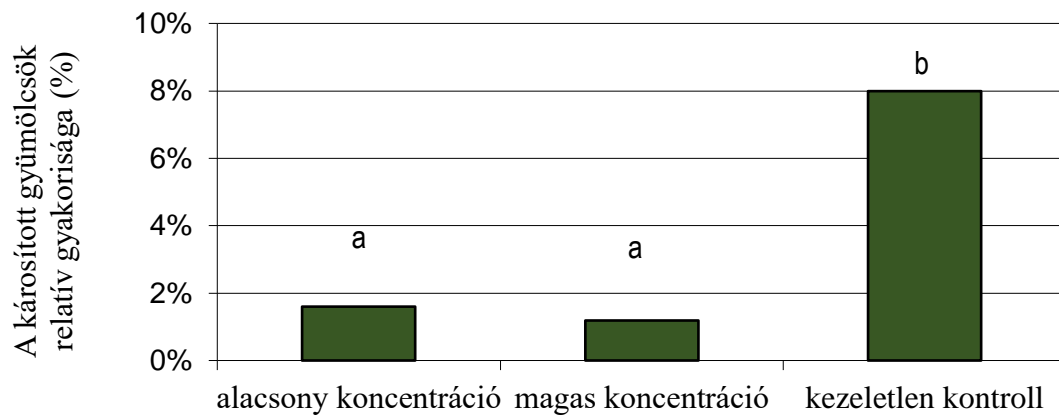


46. ábra. Fahéj illóolajának hatása a fuzáriumos belső szemfertőzöttség relatív gyakoriságára. (Jelmagyarázat: FAH: fahéj, TEB: tebukonazol, SIL:Silwet Star-os kontroll; Mest: mesterséges fertőzés, Term: természetes fertőzés). A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetű: természetes fertőzésen belül a kezelések összehasonlítása; nagybetű: mesterséges fertőzésen belül a fertőzés összehasonlítása (Khi^2 -próba, $p=0,07$; $p<0,05$; Sig._Adj.Res. $p<0,05$).

4.3.5. Az illóolajok kajszi, őszibarack és alma kártevő molyfajaira gyakorolt hatása

4.3.5.1. A fahéj és kakukkfű kajszi- és őszibarack kártevő molyfajaira gyakorolt hatása

A gyümölcskártételre a károsított gyümölcsökön található rágásnyomokból következtettünk. Termésen több faj is okozhat hasonló kártételt (pl.: *Anarsia lineatella*, *Grapholita molesta* stb.), erre vonatkozóan konkrét fajmeghatározást nem végeztünk. Az értékelt kajszi gyümölcsökön a molyok okozta rágásnyomok többnyire a kocsány felőli oldalon helyezkedtek el. A kezeletlen fákon a rágott gyümölcsök száma átlagosan 4 darab volt, ami az 50 minta 8%-át jelentette. Az illóolajokkal végzett kezelés szignifikánsan csökkentette a károsított gyümölcsök előfordulását ($F(2;10)=7,89$; $p<0,01$, **47. ábra**). Az alkalmazott koncentrációk között nem tapasztaltunk számottevő különbséget (Tukey, $p>0,05$). Az alacsony koncentrációval kezelt fákon a rágott gyümölcsök száma átlagosan 0,8 darab (1,6%) volt, a magas koncentrációval kezelt fákon átlagosan 0,6 darab (1,2%) volt.



47. ábra: A fahéj+kakukkfű illóolajainak kajszin károsító molyok elleni együttes hatása (Sóskút, 2011). (*Jelmagyarázat:* Alacsony koncentráció: 0,05%; magas konc.: 0,1%. A különböző betűk statisztikailag szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. (Tukey, $p < 0,05$))

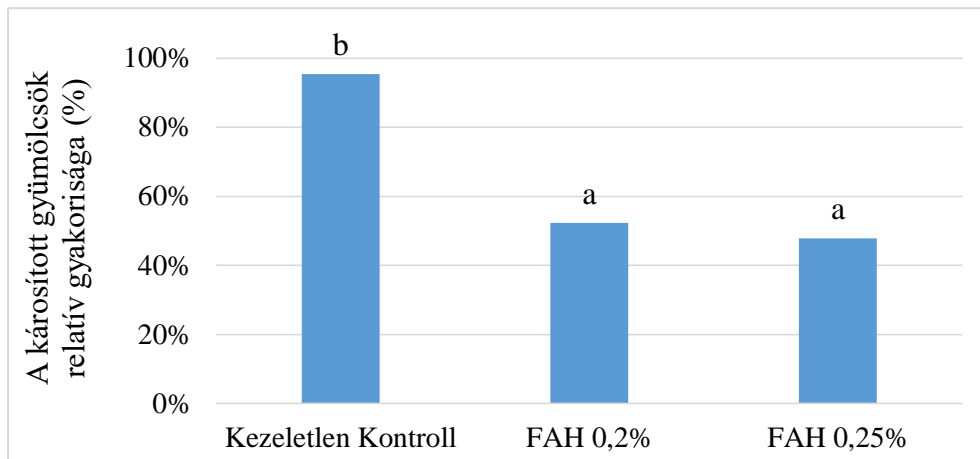
Őszibarack esetében az értékelés időpontjában (június 30.) mind a kezeletlen kontroll, mind az illóolajokkal kezelt fákön alacsony szinten alakult ki a kártétel, a különbség nem volt szignifikáns ($t(59)=1,03$; $p=0,31$). A rágott gyümölcsök csupán nyomokban fordultak elő.

4.3.5.2. A fahéj almamoly elleni hatékonysága

2017. szeptemberben elvégeztünk egy kiegészítő almamoly elleni értékelést is, melynek során megállapítottuk az almamoly fertőzöttség relatív gyakoriságának alakulását. A kezeletlen kontroll fák alatt szignifikánsan több volt a hullott-, almamolyos gyümölcsök száma a fahéj illóolajával kezelt fákéhoz képest (**48. ábra**). A fahéj alkalmazott két koncentrációja között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget (**49. ábra**).



48. ábra: A fahéj illóolajának almamoly elleni hatása (Nógrád, 2017). (*Jelmagyarázat:* balra: kezeletlen; jobbra: 0,25% fahéj) (fotó: Hochbaum 2017)



49. ábra: A fahéj illóolaj almamoly elleni hatékonysága (Nógrád, 2017).

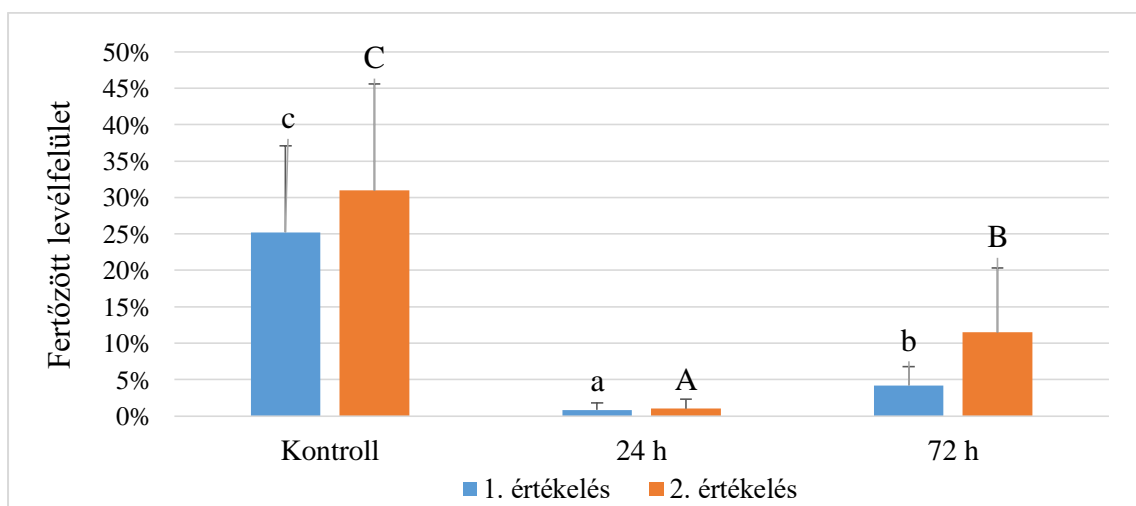
A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (Marascuillo-féle eljárás, $p < 0,05$).

4.4. Az illóolajok hatásmódját és hatástartamát befolyásoló tényezők

4.4.1. A fahéj illóolajának hatásmódja és hatástartama modellnövényeken

4.4.1.1. A kuratív (mesterséges fertőzés utáni kezelés) hatékonyság vizsgálata az almamagoncokon

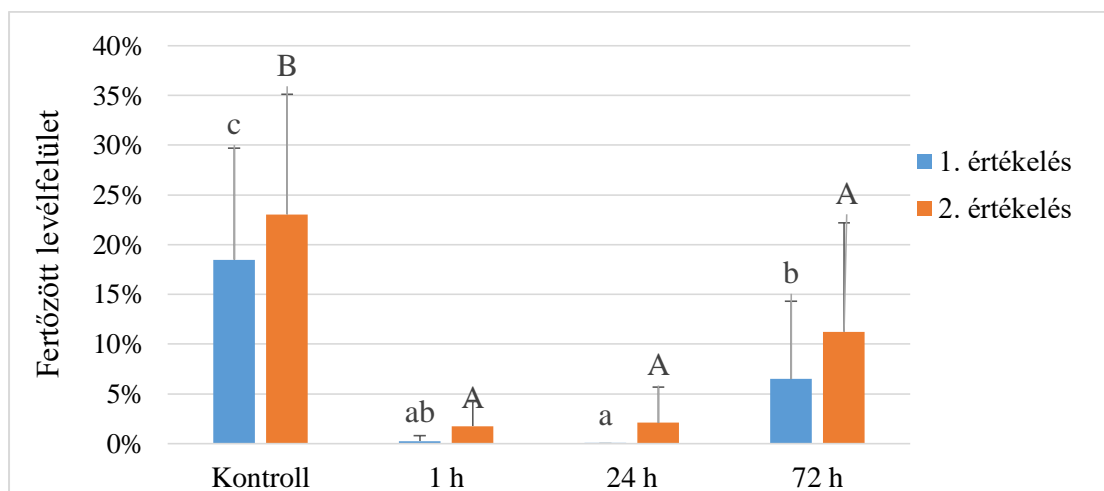
A kuratív kezelések szignifikáns hatékonyságúnak bizonyultak ($F(2;123)=65,13$; $p < 0,001$), jelentősen csökkentették a fertőzés mértékét. A fahéj, mindkét értékelés időpontjában, a mesterséges fertőzést követően 24 órával kijuttatva, jelentősen megakadályozta a tünetek kialakulását (97–96,8% hatékonyság). A 72 órás kuratív kezelés kezdetben hatékonyan csökkentette a fertőzés mértékét, ugyanakkor a második értékelés alapján a kórokozó továbbterjedését már nem volt képes olyan mértékben gátolni ($F(1;123)=0,093$; $p=0,76$). A kezelés hatékonysága a második értékelés időpontjára 20%-kal csökkent, amely azonban még így is szignifikánsan csökkentette a fertőzött levélfelület mértékét (**50. ábra**).



50. ábra: A fahéj illóolajával (töménység: 0,2%) kuratív (mesterséges fertőzés utáni kezelés) kezelésben részesített almamagoncok átlagos levélfertőzöttsége (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (kis betű: 1. értékelés, nagybetű: 2. értékelés; $p < 0,05$; Games-Howell post hoc teszt).

4.4.1.2. A preventív (mesterséges fertőzést megelőző kijuttatás) hatékonyság vizsgálata az almamagoncokon

Az illóolajos kezelések, a kuratív kezelésekhez hasonlóan, szignifikánsan csökkentették a fertőzés mértékét a fertőzött kontroll növényekhez képest ($F(3;165)=37,03$; $p < 0,001$). Az inokuláció előtt 24 és 1 órával végzett kezelések nagyon hatékonyak bizonyultak, közöttük nem volt szignifikáns különbség ($F(1;165)=3,73$; $p=0,06$). Az első értékeléskor jelentős gátlást tapasztaltunk (99–100%), amelynek mértéke a második értékelésre kissé csökkent (91–92 %). A kezelések a kórokozó terjedését is lassítani tudták. A leggyengébb preventív hatékonyságot a mesterséges fertőzés előtti 72 órával történt kezelés adta (**51. ábra**).

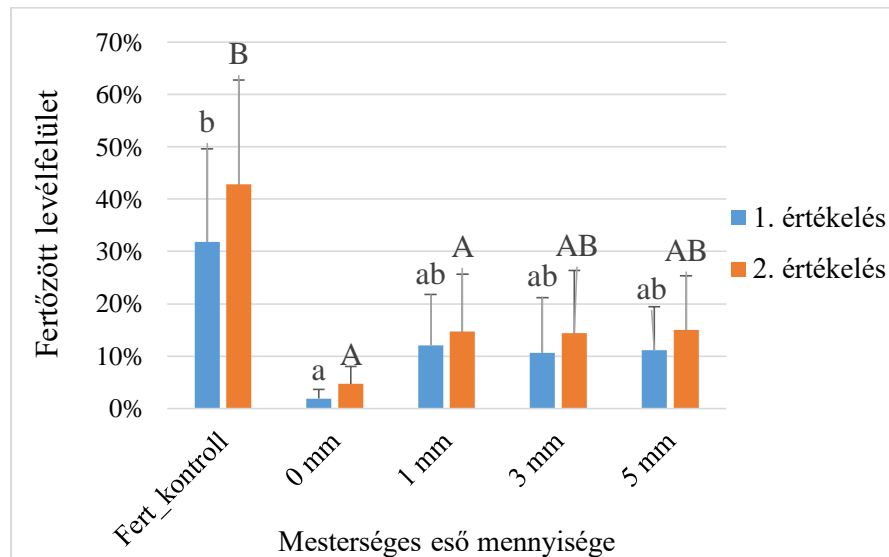


51. ábra: A fahéj illóolajával (töménység: 0,2%) preventív (mesterséges fertőzés előtti kezelés) kezelésben részesített almamagoncok átlagos levélfertőzöttsége (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (kis betű: 1. értékelés, nagybetű: 2. értékelés; $p < 0,05$; Games-Howell post hoc teszt).

4.4.2. A fahéj illóolajával végzett kezelés esőállósága

A kezelés hatása szignifikánsnak bizonyult ($F(4;149)=5,96$; $p < 0,001$). A fertőzött kontrollal összehasonlítva is, valamennyi kezelés hatékonyan csökkentette a varasodás mértékét. A vizes permetezésben nem részesített magoncokon (kezelt kontroll) a korábban már tárgyalt preventív hatékonyság mutatkozott. A preventív kezelés elvégzése utáni „mesterséges eső” a hatékonyságot átlagosan 25–28%-kal csökkentette, azonban a különböző csapadékmennyiségek (1; 3; 5 mm) között

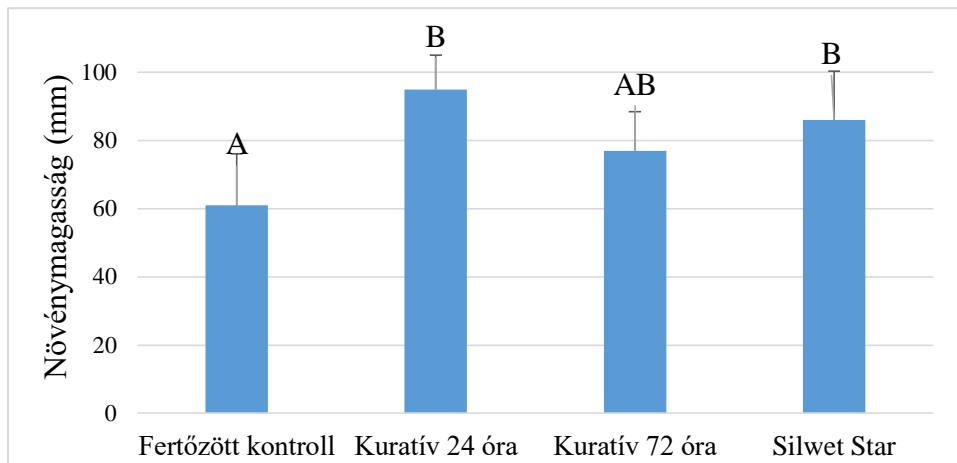
a fertőzés mértékében nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget (Games-Howell, $p > 0,05$, **52. ábra**).



52. ábra: A fahéj illóolajával (töménység: 0,2%) preventív kezelésben részesített, majd vízzel lemosott almamagoncok átlagos levélfertőzöttsége (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek (kisbetű: 1. értékelés, nagybetű: 2. értékelés; $p < 0,05$; Games-Howell post hoc teszt).

4.5 Az illóolajok növényre gyakorolt hatása

Az almamagoncokon elvégzett illóolajos kezelések nem károsították a növényeket, egyik esetben sem tapasztaltunk a fitotoxicitásra utaló tüneteket. A növények magasságai között szignifikáns eltérést tapasztaltunk ($F(3;16)=6,30$; $p < 0,01$). A fahéjjal végzett 24 órás kuratív kezelés hatására, a fertőzés ellenére a növények magassága kismértékben meghaladta a csak adjuvánssal kezelt növényekét. A 72 órás kezeléskor már érvényesült a kórokozó növényfejlődést gátló hatása, az illóolajjal kezelt növények magassága kismértékben elmaradt a Silwet Star kontroll kezelésben részesült növényekétől (**53. ábra**).



53. ábra. A kuratív kezelésben részesített almamagoncok átlagos magassága a mesterséges fertőzést követő 21. napon (A különböző betűk szignifikánsan eltérő csoportokat jelölnek, $p \leq 0,05$; Tukey próba)

Az illóolajok a réz hatóanyagú lombtrágyával kombinációban kijuttatva a termésen esetenként erős fitotoxikus tüneteket okoztak 'Decosta' fajtán 2014-ben, mely a gyümölcs majdnem teljes felületén parásodás formájában jelentkezett (**54. ábra**). A kezdeti tünetek június elején már láthatók voltak, melyek az augusztusi értékelés időpontjában szinte az egész gyümölcs felületén megjelentek.



54. ábra: Az illóolajok és réz hatóanyagú lombtrágya kombinációja okozta erős fitotoxikus tünetek termésen (Érd, 2014). (fotó: Nagy 2014)

Az illóolajok szabadföldi hatásvizsgálata során 2% alatti relatív gyakoriságban fitotoxikus tünetek kialakulását tapasztaltuk a kakukkfűvel kezelt leveleken 'Red Jonaprince' fajtán 2017-ben, Tordason. A tünetek a permetezéseket követő 3-5 nap alatt, elszíneződés formájában jelentek meg, melyek később nekrotizálódtak (**55. ábra**).

A többi vizsgált növényen nem talákoztunk a növénykárosításra utaló tünetekkel egyik illóolaj esetében sem.



55. ábra: 0,25%-os kakukkfű illóolajának enyhe fitotoxikus hatása 'Red Jonaprince' fajtán (Tordas, 2017). (fotó: Hochbaum 2017)

4.6. Új tudományos eredmények

1. Hazánkban elsőként igazoltuk a fahéj és kakukkfű illóolajainak a *Stigmina carpophila* kórokozóra gyakorolt hatását *in vitro*. A laboratóriumi eredményeinket szabadföldi vizsgálatainkkal is alátámasztottuk.
2. Szabadföldi több éves hatásvizsgálataink alapján igazoltuk a fahéj és kakukkfű illóolajainak *Monilinia laxa* elleni hatékonyságát kajszin.
3. A fahéj és kakukkfű illóolaj kombináció a *Taphrina deformans* kórokozó elleni szabadföldi hatékonysága a tudomány számára szintén új adat.
4. Új adatot közöltünk a *Venturia inaequalis* elleni *in vitro* vizsgálatok során az illóolajok konídium csírázás-gátló hatásáról, valamint a fahéj illóolajának hatástartamáról- és esőállóságáról alma magoncokon.
5. Átfogó felmérést végeztünk az illóolajok ventúriás varasodás és almafalisztharmat elleni szabadföldi hatékonyságáról. Az illóolajokat 0,2%-os koncentrációban kijuttatva szignifikáns gátlást tapasztaltunk levélen és termésen egyaránt, míg 0,1%-ban alkalmazva a gátló hatás csak levélen volt szignifikáns. Az illóolajok önállóan és kombinációban is hatékonyan csökkentették az almafalisztharmat levélfertőzések kialakulását.
6. Megállapítottuk, hogy a vizsgált illóolajok laboratóriumi, üvegházi és szabadföldi körülmények között – az almán tapasztalt kettő tünetet leszámítva – önállóan, vagy egymással kombinációban kijuttatva nem okoztak növénykárosító hatást, sőt a fahéj illóolaja az almamagoncok növekedésére kedvezően hatott. Almán az illóolajok, lombtrágyával kombinálva, 'Decosta' fajtán esetenként erős gyümölcsparásodást okoztak, míg a kakukkfű enyhe fitotoxikus levéltünetet okozott 'Red Jonaprince' fajtán.
7. Újabb adatot közöltünk az illóolajok kalászfuzáriózis elleni hatékonyságáról: a leghatékonyabb védelmet a fahéjjal végzett, fertőzés utáni (kuratív) kezelés adta, melyet a magok belső szemfertőzöttségének vizsgálata is alátámasztott 2013-ban. A fahéj a fuzáriumos kalászfertőzöttséget 2015-ben is, a nagyon erős fertőzési nyomás ellenére, szignifikánsan gátolta, azonban a belső szemfertőzöttség mértékét a fertőzött kontroll növényekhez képest csak minimálisan csökkentette.
8. Kajszin és almán, az illóolajok csökkentették a molyok okozta gyümölcskártételt. Az illóolajokkal kezelt parcellákon szignifikánsan csökkent a károsított termések száma.

5. Következtetések

A vizsgálati évek során jelentős különbségeket tapasztaltunk a különböző növényi betegségek fellépése következtében kialakult kártételi szintek között. A kísérleti parcellákban 2011-ben és 2013-ban kajszin a *Monilinia laxa* és *Stigmina carpophila* valamint 2011-ben őszibarackon a *Taphrina deformans* kórokozók okozta fertőzések közepes szintet értek el. Az időjárási körülmények 2013-ban és 2014-ben kifejezetten kedveztek a *Venturia inaequalis* fertőzésének, ellentétben a 2017-ben tapasztalt száraz, forró körülményekkel, ami országos viszonylatban is inkább az almafalisztharmat (*Podosphaera leucotricha*) kialakulásának kedvezett. Az illóolajok kalászfuzáriózis elleni szabadföldi vizsgálatai során a betegség elleni hatékonyságot, és az alkalmazott dózisok közti különbségeket, a mesterséges fertőzés, valamint a kórokozó számára biztosított kedvező feltételek miatt, jól lehetett értékelni.

Az illóolajok *in vitro* hatékonysága

Az *in vitro* körülmények között elvégzett korábbi vizsgálatok bebizonyították, hogy a kakukkfű illóolaja számos növénypatogén kórokozó (pl.: *Monilinia* sp., *Stigmina carpophila*) ellen hatékony (Neri *et al.*, 2007; Gál, 2010; Lopez-Reyes *et al.*, 2011; Tanovic *et al.*, 2013). A *Stigmina carpophila* kórokozóval kapcsolatos eredményeink szintén alátámasztják a fenti megállapítást. A kakukkfű és a fahéj illóolaja, önállóan 0,1% és 0,05 %-os, és kombinációban 0,05+0,05% illetve 0,025+0,025%-os koncentrációban alkalmazva teljes micéliumnövekedés-gátlást eredményezett MEA táptalajon.

Az olajokat egy nagyságrenddel kisebb (0,01 és 0,005%-os) koncentrációban alkalmazva a micélium növekedésére gyakorolt hatásban jelentős eltéréseket tapasztaltunk. A kakukkfű a magasabb (0,01 %) koncentrációban gátolta a kórokozó fejlődését. A fahéj, különösen az alacsonyabb (0,005 %) koncentráció esetében, a leoltást követő egy-két napban gátolta ugyan a micélium növekedését, azonban később a kezelt tenyészetek területének napi gyarapodása jelentős mértékben növekedett. Az értékelés időpontjára a legnagyobb mértékű növekedést ezeknél a tenyészeteknél figyeltük meg más kezelésekkel összehasonlítva. Lazar-Baker *et al.* (2011) véleményével ellentétben az *in vitro* vizsgálataink során a fahéj alacsony koncentrációban nem bizonyult hatékonynak a kórokozóval szemben, melynek hátterében a fahéj egy bizonyos koncentrációban (0,005%) megnyilvánuló serkentő hatása állhat. A kakukkfű és fahéj illóolajok együttes alkalmazásakor szintén figyelemreméltó eredményeket kaptunk. A kombinált kezelés során egyáltalán nem tapasztaltunk növekedés gátló hatást. Az olajokat a magasabb (0,005+0,005%) koncentrációban alkalmazva a fahéj növekedést serkentő hatása érvényesült. Az alacsonyabb koncentrációnál (0,0025+0,0025%) a kezelt

tenyészetek a kezeletlen kontrollal azonos ütemben növekedtek. A kakukkfű és a fahéj illóolaja az alkalmazott alacsony koncentrációkban nem gátolták szignifikánsan a kórokozó fejlődését. A fahéj illóolaja 0,005%-os koncentrációban önállóan és kombinációban is jelentősen serkentette a micélium fejlődését. Az eredmények összhangban állnak a termésfoltosság elleni szabadföldi kezelésnél tapasztaltakkal és alátámasztják Tyihák *et al.* (2010) által közöltek. A szerzők szerint több toxikus anyag nagyobb dózisban alkalmazva gátló hatású, ugyanakkor kisebb dózisban serkentő vagy neutrális hatást fejt ki az élőlényekre.

A ventúriás varasodás kórokozója (*Venturia inaequalis*) elleni *in vitro* vizsgálatok során az illóolajok jelentősen gátolták a konídiumok csírázását. A konídiumok desztillált vízben jobban csíráztak, mint az almalevél-főzetben, amit magyarázhat az idősebb levelekben felhalmozódó gombagátló anyagok jelenléte (Agrios, 2005). A tapadásfokozó segédanyag önmagában nem gátolta a konídiumok csírázását. A vizes közegben csak a kakukkfű illóolajának gátló hatása volt szignifikáns, amely már 0,01% koncentrációban megnyilvánult. Az almalevél-főzetben 0,1%-os koncentrációban mindhárom illóolaj, 0,01% koncentrációban a kakukkfű- és a narancs illóolaja hatékonyan gátolta a csírázást. A kakukkfű hatékonyságát Bálint *et al.* (2014) eredményei is alátámasztják. Yahyazadeh *et al.* (2008) a kakukkfű illóolajának hatását a magas fenoltartalommal és a változatos összetevőkkel magyarázzák.

Az illóolajok *in vivo* hatékonysága

Szabadföldön a *Monilinia laxa* virágfertőzésének gyakorisága nagymértékben függ a virágzás idején uralkodó időjárási tényezőktől (Wormald, 1954; Nagy és Péntzes, 2017). 2013-ban megfigyelhetők voltak az előző évi, látens fertőzések tünetei, a fás termőrészek megfertőződésének formájában. Albert és Thomas (2006) szintén a látens fertőzések jelentőségét hangsúlyozzák. A vizsgálati évek során az alkalmazott illóolajok kombinációban és önállóan kijuttatva, jelentős mértékben gátolták a fertőzött virágok előfordulásának gyakoriságát kajszin. A kombinált kijuttatás során, a fahéj és kakukkfű illóolajainak mindkét koncentrációja szignifikánsan gátolta a monilíniás virágfertőzések kialakulását 2011-ben. A koncentráció emelése a hatékonyságot csak kis mértékben növelte.

Az illóolajok monilíniás virágfertőzések elleni önálló hatását vizsgálva, azokat 0,1%-ban kijuttatva, szintén nagymértékű gátlást tapasztaltunk 2013-ban. A fahéj illóolaja, a betegség ellen önállóan kijuttatva, a kakukkfűhöz képest, minden esetben szignifikánsan jobb eredményt adott. Petróczy (2009) hasonlóan jó eredményeket ért el illóolajokkal a meggy monilíniás virágfertőzése ellen, valamint Lazar-Baker *et al.* (2011), Lopez-Reyes *et al.* (2011) és Elshafie *et al.* (2015a) szintén a különböző illóolajok *Monilinia* spp. kórokozók elleni hatékonyságáról számoltak be.

A *Stigmina carpophila* kórokozó okozta fertőzéssel szemben 2011-ben az illóolajoknak, kombinációban alkalmazva, szabadföldön nem volt gátló hatásuk. Az illóolaj kombináció egyik koncentrációban sem csökkentette a fertőzések kialakulását, sőt a fahéj illóolaja jelentősen serkentette a kórokozó fejlődését termésen. Az illóolajok betegség elleni önálló hatékonyságát vizsgálva, 2013-ban mindkét illóolaj hatékonyan csökkentette a fertőzés mértékét. Ebből arra következtetünk, hogy a fahéj illóolaja alacsonyabb koncentrációban (0,005%) serkenti a kórokozó fejlődését, melyet az *in vitro* körülmények között elvégzett vizsgálataink is alátámasztanak.

A 2011-ben elvégzett vizsgálat alapján az alkalmazott illóolajok kifejezetten hatékonyak a *Taphrina deformans* kórokozó ellen őszibarackon. Becker (2005) hasonló megállapításra jutott, aki ezt elsősorban a karvakrol összetevővel magyarázza. Az illóolajokkal kezelt és kezeletlen őszibarack fákon nem tapasztaltunk különbséget a lisztharmat fertőzésének mértékében. Eredményink nem állnak összhangban Wagner és Spasowka (2007), illetve Scarito *et al.* (2007) megfigyeléseivel, akik a kórokozóhoz közeli rokonságban álló rózsalisztharmat kórokozójával szemben hatékonyan védekeztek illóolajok felhasználásával.

Az üzemi kisparcellás vizsgálatok során mindhárom vizsgálati évben a kakukkfű és fahéj illóolaja hatékonyan mérsékelte az almavarasodás levélfertőzésének a mértékét. A gyümölcsfertőzöttség tekintetében 2013-ban jóval gyengébb hatékonyságot tapasztaltunk, mint levélen. A kakukkfű és a fahéj olaja szignifikánsan gátolta ugyan a levélfertőzések kialakulását, viszont a fahéj a kései fertőzés ellen már kevésbé volt hatékony. A narancs illóolajának gátló hatása, az *in vitro* hatékonyság ellenére, jelentősen elmaradt a fahéj és a kakukkfű gátló hatásától. A vizsgált illóolajok (kakukkfű, fahéj) 2014-ben, az előző évhez képest, nagyobb hatékonysággal tudták a betegség kialakulását csökkenteni mind levélen, mind termésen. Ennek legfőbb okai lehetnek: az előző évhez képest sűrűbb és több permetezési forduló, valamint a magasabb koncentráció (0,2%) alkalmazása. Az illóolajok varasodás elleni hatását a réz hatóanyagú lombtrágya minden esetben javította. Bálint *et al.* (2014) vizsgálatai során a fekete nyár kivonata szintén hatékonynak bizonyult a betegség ellen mind levélen, mind termésen.

A 2017-ben tapasztalt átlagosnál szárazabb és melegebb időjárás, országos szinten is inkább az almafalisztharmat (*Podosphaera leucotricha*) fertőzések kialakulásának kedvezett. Tordason mindkét illóolaj, önállóan és kombinációban kijuttatva szignifikánsan csökkentette a ventúriás varasodás és almafalisztharmat levélfertőzések kialakulását. A fahéj mindkét vizsgált koncentrációban szignifikánsan csökkentette a lisztharmat levélfertőzések kialakulását Nógrádban. Az almavarasodás és almafalisztharmat kórokozói ellen a különböző növényi kivonatok és illóolaj összetevőket többen is hatékonyan találták (Bosshard, 1992; Thiesz *et al.*, 2007).

Az illóolajok (kakukkfű, fahéj) az őszi búza betegségei közül a gabonalisztharmat (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) és szarrozsa (*Puccinia graminis*) ellen gyenge hatékonyságot nyújtottak. Ezt okozhatta a fajtakísérleti állomáson a mesterségesen kialakított körülményeknek köszönhetően extrém magas fertőzési nyomás, illetve a permetezéseket követő záporoszerű eső. Kalászfuzáriózis esetében 2013-ban minden kezelés (kivéve a kakukkfű 0,1%-os koncentrációban, preventíven alkalmazva) szignifikánsan csökkentette a kórokozó fertőzésének mértékét. A kalászfertőzés elleni leghatékonyabb védelmet a fahéj illóolajának kuratív (mesterséges fertőzés utáni permetezés) kezelése adta 2013-ban, amit magyarázhat az illóolajban jelenlévő kuratív hatásért felelős (micélium fejlődést gátló) összetevők magas aránya. Horváth *et al.* (2013) a fahéj erős micélium fejlődést gátló hatását figyelték meg a kórokozónál. Riccioni és Orzali (2011) szerint azonban a kerti kakukkfű gátolta hatékonyan a *Fusarium graminearum* kórokozó micéliumának növekedését *in vitro*. A magok belső szemfertőzöttségének vizsgálata a szabadföldön tapasztalt hatékonyságot támasztotta alá, szintén a fahéj illóolajával elvégzett kuratív kezelés (mesterséges fertőzés utáni permetezés) adta a legjobb eredményt.

A fahéj illóolaja 2015-ben mindkét vizsgált koncentrációban (0,2%; 0,3%) hatékonyan csökkentette a kalászfuzáriózis terjedését. A természetes fertőzés esetében az alacsonyabb (0,2%) koncentrációban nyújtotta a legjobb hatékonyságot, azonban az illóolaj két koncentrációja között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. A mesterséges fertőzés esetében viszont az illóolaj alkalmazott koncentrációi között szignifikáns különbség mutatkozott. A magok belső szemfertőzöttségének vizsgálata során az illóolajjal kezelt és a kezeletlen parcellák között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. Mind a mesterséges, mind a természetes fertőzés esetén csak a gombaölő szeres kezelés csökkentette szignifikánsan a beteg magok számát. Horváth *et al.* (2013) a fahéj illóolaját a kalászfuzáriózis kórokozói (*Fusarium graminearum* és *F. culmorum*) ellen *in vitro* és *in vivo* körülmények között is hatékonyan találták. Szabadföldön az illóolajok preventív és kuratív hatását 0,1%-os koncentrációban kisparcellás körülmények között, mesterséges fertőzés mellett értékelték. A leghatékonyabb védelmet a fahéj kuratív módon (mesterséges fertőzés utáni permetezés) végrehajtott kezelése adta.

Az illóolajok a különböző molyokra gyakorolt hatását illetően jelentős különbséget tapasztaltunk. A fahéj és kakukkfű kombinációja 2011-ben kajsziarackon jelentős mértékben csökkentette a molyok által károsított gyümölcsök számát. A gyümölcskártételre a károsított gyümölcsökön található rágásnyomokból következtettünk, mivel azonban természetesen több faj is okozhat hasonló kártételt (pl.: *Anarsia lineatella*, *Grapholita molesta* stb.), és erre vonatkozóan konkrét fajmeghatározást nem végeztünk, így az illóolajok kajsziin károsító molyok elleni hatékonyságának meghatározása további vizsgálatok elvégzését teszi indokolttá. Őszibarackon nem

tapasztaltunk szignifikáns eltérést a molykártétel tekintetében a kezelt és a kezeletlen fák között. Obrzut és Carvalho (2011), a keleti gyümölcsmoly lárvái ellen a babérfa illóolajának minimális hatását tapasztalták.

Az almamoly (*Cydia pomonella*) elleni kiegészítő értékelésünk alapján a fahéj illóolaja szignifikánsan csökkentette a fertőzött gyümölcsök arányát 2017-ben. Landolt *et al.* (1999) és Nerio *et al.* (2010) az illóolajok kártevők elleni hatását, az illóolajokban megtalálható összetevők (pl. α -pinén, limonén, timol, kámfor) repellens hatásával magyarázzák.

A fahéj illóolajának hatásmódja és hatástartama modellnövényeken

A fahéj *Venturia inaequalis* elleni hatástartamának- és hatásmódjának vizsgálata során a 24 órával a mesterséges fertőzés előtt- és után elvégzett kezelés adta a legjobb védelmet. A fertőzés után 72 órával elvégzett kezelés kezdetben hatékonyan csökkentette a fertőzés mértékét, ugyanakkor a kórokozó továbbterjedését később már csak gyengébb hatásfokkal gátolta. A spóracsírázás gátlásán alapuló protektív hatás kevésbé bizonyult tartósnak a kuratív hatás tartamával összevetve. Megfigyelésünk összhangban van a kalászfuzáriózis elleni szabadföldi védekezések során tapasztaltakkal, ahol szintén a micéliumnövekedés gátlásán alapuló kuratív kezelések bizonyultak hatékonyabbnak.

Az esőállóság vizsgálata során, a mesterséges csapadék csökkentette ugyan az illóolajos kezelés hatékonyságát, azonban a különböző esőmennyiségek között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. Ezen vizsgálati eredmény alapján arra következtetünk, hogy a fahéj illóolajának egyes komponensei valószínűleg képesek a levél felületén található viaszrétegben, vagy a szövetekben lokalizálódni. Pfeiffer *et al.* (2004) szerint azonban a nagyobb mennyiségű eső arányosan csökkentette a növényi kivonatok hatékonyságát almamagoncokon.

Az illóolajok növényre gyakorolt hatása

Az illóolajok alma magoncokon végzett hatásvizsgálatai során nem tapasztaltunk fitotoxicitásra utaló jeleket, sőt a fahéj hatására, a 24 órás kuratív kezelésnél, a növények magassága, a fertőzés ellenére, kismértékben növekedett a csak adjuvánszal kezelt növényekhez képest. Hegazi (2010) szintén a fahéj pozitív élettani hatásáról számolt be, akinek vizsgálatában a fahéj illóolajával kezelt pompás rézvirág (*Zinnia elegans*) növényeken több- és nagyobb átmérőjű virágokat tapasztalt, valamint a fahéj illóolajának zöldítő hatását is megfigyelte.

Szabadföldi vizsgálataink során fitotoxicitásra utaló tüneteket 2014-ben és 2017-ben tapasztaltunk almán. Az illóolajok a réz hatóanyagú lombtrágyával kombinációban kipermetezve a 'Decosta' fajta termésén erőteljes hálózatos parásodást okoztak 2014-ben. A kakukkfűvel kezelt

leveleken 2017-ben a 'Red Jonaprince' fajtán tapasztaltunk enyhe fitotoxikus tüneteket, melyek a kezeléseket követő 3–5 nap alatt jelentek meg, elszíneződés, majd nekrotizálódó foltok formájában. Hasonló megállapításra jutott Almeida *et al.* (2010) és Cseh *et al.* (2013) akik szerint a kakukkfű okozhat fitotoxikus tüneteket. Az illóolajokkal kezelt egyéb növényeken Neri *et al.* (2007), Scarito *et al.* (2007) valamint Elshafie *et al.* (2015b) véleményével egyezően, nem tapasztaltunk növénykárosításra utaló tüneteket.

Az *in vitro* valamint *in vivo* eredményeink alapján megállapítható, hogy az illóolajok betegségek elleni hatékonysága több tényezőtől függ, melyek közül a legjelentősebbek az alkalmazott koncentráció, a kezeléseket időzítése (fertőzés előtti illetve fertőzés utáni kijuttatás), a permetezések között eltelt napok száma. Höferl *et al.* (2015) véleményével megegyezően, fontos megemlíteni, hogy az illóolajokat alkotó hatóanyagok egy része szabadföldön a növény felületén valószínűleg gyorsan elbomlik, ezért kiemelkedő fontosságú, hogy a védekezéseket a kórokozó fertőzésének időpontjához kell igazítani. A túl korán elvégzett kezeléseket gyengébb hatékonyságot eredményeznek, viszont az illóolajok a fertőzések bekövetkezése után egy-két nappal kijuttatva még kielégítő védelmet adnak. A kezelés után hulló kisebb csapadék, laboratóriumi eredményeink alapján, kevésbé csökkenti a hatékonyságot.

Az illóolajokkal elvégzett több éves vizsgálataink eredményei alapján az illóolajos kezeléseket ígéretes alternatívát jelenthetnek a különböző betegségek kórokozói – leginkább a *Monilinia laxa*, *Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*, *Taphrina deformans*, *Fusarium* spp., – ellen. Az illóolajok csak kis mértékben tudták gátolni a *Puccinia graminis* és *Blumeria graminis* f.sp. *graminis* kórokozók fertőzését. Az egyes illóolajok egymás közötti interakciójának feltárása, a növényben való mozgás megállapítása, az olajok növény felületén való stabilizálása, illetve a különböző növényi betegségek elleni hatásmód- és hatástartam feltárása további vizsgálatokat tesz szükségessé.

6. Összefoglalás

Hazánkban a csonthéjas növényeken, almán, valamint őszi búzán fellépő kórokozók évről évre jelentős veszteséget okoznak a természtésben. A betegségek közül kajsziban és őszibarackban a monilíniás betegség, a sztigminás betegség, továbbá őszibaracknál a tafrinás levélfodrosodás és az őszibarack-lisztharmat elleni védekezések adják a növényvédelem gerincét. Alma esetében a ventúriás varasodás ellen az olyan járványos években, mint amilyen a 2010-es vagy a 2014-es évjárat is volt, nem ritka, hogy, a betegségre fogékony fajtáknál a kezelések száma meghaladja a 15–20 permetezést is. Az őszi búza termesztése során a járványos években jelentős mennyiségi és minőségi kárt okozó kalászfuzáriózis elleni kémiai védekezés megkerülhetetlen. Az Európai Közösség növényvédelmi szabályozásai kapcsán végrehajtott illetve tervezett növényvédő szer hatóanyag kivonások az említett kórokozók elleni hosszú távon is fenntartható növényvédelmet megnehezítik. Szükséges az alternatív, védekezési lehetőségek kutatása, különösen a gyakorlat számára közvetlenül is hasznosítható *in vivo* eredmények publikálása.

Célul tűztük ki a kajszii-, őszibarack, alma valamint őszi búza főbb kórokozói ellen a kakukkfű és a fahéj illóolaj hatásának felmérését szabadföldi kispárcellás körülmények között, az illóolajokat önállóan és kombinációban is kijuttatva. További célkitűzésünk volt az illóolajok önálló és együttes hatékonyságának feltárása a termésfoltosságot okozó *Stigmina carpophila* kórokozó ellen, valamint az illóolajok *Venturia inaequalis* konídiumainak csírázására gyakorolt hatásának feltárása *in vitro*. Célkitűzésünk volt még az illóolajok növényekre gyakorolt hatásának megállapítása, a fahéj hatásmódjának- és hatástartamának vizsgálata modellnövényeken, valamint a fahéj illóolajával végzett kezelés esőállóságának feltárása.

Az illóolajok önálló valamint együttes szabadföldi hatékonyságát több ültetvényben, összesen négy növénykultúrában, kilenc betegség valamint – kiegészítő értékelésként – néhány kártevő ellen kispárcellás körülmények között, különböző koncentrációkban értékeltük. Az *in vitro* vizsgálatokat a Szent István Egyetem (jogelődje: Budapesti Corvinus Egyetem) Növénykórtani Tanszékének laboratóriumában, valamint az egyetemhez tartozó üvegházban és növénynevelésre alkalmas pincehelyiségekben végeztük.

Laboratóriumi vizsgálatok alapján az illóolajok vízben történő diszpergálását, három kereskedelmi forgalomban is kapható adjuváns közül, a Silwet Star biztosította a legnagyobb mértékben. A tapadásfokozó használata elsősorban az illóolajok kijuttathatóságát segítette az emulzió diszpergálásának fokozásával, a kórokozókra kifejtett hatást nem befolyásolta.

Az *in vitro* körülmények között a kakukkfű és a fahéj illóolaja az alkalmazott magasabb koncentrációkban (0,1%; 0,05%) mindkét illóolajnál a *Stigmina carpophila* kórokozójának teljes

micéliumnövekedés-gátlását eredményezte. Az egy nagyságrenddel kisebb, 0,01%-os koncentrációban a kakukkfű gátolta a kórokozó fejlődését. A fahéj illóolaja 0,005%-os koncentrációban önállóan és kombinációban is jelentősen serkentette a micélium fejlődését.

A ventúriás varasodás (*Venturia inaequalis*) elleni *in vitro* vizsgálatok során az illóolajok (narancs, kakukkfű, fahéj) jelentősen gátolták a kórokozó konídiumainak csírázását. A vizes közegben csak a kakukkfű gátló hatása volt szignifikáns, míg az almalevél-főzetben 0,1%-os koncentrációban alkalmazva mindhárom illóolaj hatékonyan gátolta a csírázást.

A szabadföldi kijuttatások során a kakukkfű és fahéj illóolajával végzett permetezések jelentősen gátolták kajszin a monilíniás virágfertőzések (*Monilinia laxa*) kialakulását mind önállóan, mind kombinációban kijuttatva. A fahéj illóolaja, a monilíniás virágfertőzés ellen önállóan alkalmazva, a kakukkfűhöz képest minden esetben szignifikánsan jobb eredményt adott. Az illóolaj kombinációval végzett kezelések a termésfoltosságot okozó *Stigmia carpophila* kórokozó előfordulását 2011-ben egyáltalán nem gátolták, sőt a kezelt állományokban a tünetek nagyobb gyakorisággal fordultak elő. Ugyanakkor az illóolajok önállóan, a korábbi évhez képest magasabb koncentrációban kijuttatva, 2013-ban hatékonyan csökkentették a fertőzések kialakulását. A szabadföldi eredmények összhangban állnak az illóolajok kórokozóra gyakorolt, *in vitro* hatásával, amelynek során a fahéj illóolaja 0,005% koncentrációban serkentette, míg a vizsgált legmagasabb töménységben (0,1%), a kakukkfű olajával együtt, teljesen gátolta a kórokozó fejlődését.

A 2011-ben elvégzett vizsgálat alapján az alkalmazott illóolajok kifejezetten hatékonyak voltak tafrinás levélfodrosodás (*Taphrina deformans*) ellen őszibarackon.

A kisparcellás hatásvizsgálatok során mindhárom vizsgálati évben a kakukkfű és a fahéj illóolaja hatékonyan mérsékelte az almavarasodás (*Venturia inaequalis*) levélfertőzésének a mértékét. A narancs illóolaja, az *in vitro* hatás ellenére, szabadföldön gyenge hatékonyságot eredményezett, jelentősen elmaradt a fahéj és kakukkfű gátló hatásától. A gyümölcsfertőzés mértékét 2013-ban csak a fahéj illóolaja csökkentette jelentős mértékben. A narancsolaj, a laboratóriumi eredményekkel ellentétben, serkentőleg hatott a terméstünetek megjelenésére. A kakukkfű és a fahéj illóolajai 2014-ben az előző évhez képest nagyobb hatékonysággal mérsékeltek a betegség kialakulását mind levélen, mind termésen. A hatékonyságot a fajta is jelentősen befolyásolta. A fahéj önmagában kijuttatva csak a 'Jonaveld' fajtán csökkentette szignifikánsan a fertőzés mértékét. A réz hatóanyagú lombtrágya minden esetben fokozta az illóolajok varasodás elleni hatását. Tordason és Nógrádban, 2017-ben mindkét illóolaj önállóan és kombinációban is kijuttatva szignifikánsan csökkentette a ventúriás varasodás és almafalisztharmat (*Podosphaera leucotricha*) levélfertőzések kialakulását.

Kalászfuzáriózis (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*) ellen 2013-ban, a kakukkfű preventíven kijuttatott 0,1%-os koncentrációjától eltekintve, minden egyéb kezelés szignifikánsan csökkentette a kórokozó fertőzésének mértékét. A fahéj illóolaja 2015-ben mindkét vizsgált koncentrációban (0,2%; 0,3%) szintén hatékonyan csökkentette a kalászfuzáriózis terjedését. Az illóolaj két koncentrációja között csak a mesterséges fertőzés esetén volt szignifikáns a különbség a hatékonyság tekintetében. A magok belső szemfertőzöttségét 2013-ban a fahéj 0,2%-os illóolajával végzett kuratív kezelés csökkentette a legnagyobb mértékben, ugyanakkor 2015-ben a fahéj hatása, a nagy fertőzési nyomás mellett, már nem volt szignifikáns.

A fahéj és kakukkfű illóolajai, kombinációban kijuttatva, 2011-ben kajsziabarackon jelentős mértékben csökkentették a különböző molyok által okozott kártételt. Az almamoly (*Cydia pomonella*) elleni kiegészítő értékelésünk alapján a fahéj illóolaja 2017-ben szignifikánsan csökkentette a károsított gyümölcsök relatív gyakoriságát.

A fahéj hatástartamának- és hatásmódjának feltárására irányuló vizsgálataink során a mesterséges fertőzés előtt- és után 24 órával elvégzett kezelés adta a legjobb védelmet. Az esőállóság vizsgálat során, ugyan a mesterséges eső csökkentette az illóolajos kezelések hatékonyságát, azonban az esőmennyiségek között nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. A fahéj illóolaja a mesterséges eső ellenére is kielégítő védelmet nyújtott a *Venturia inaequalis* fertőzésével szemben. Ebből arra következtetünk, hogy a fahéj illóolajának egyes összetevői képesek a levél felületén található viaszrétegben, vagy a szövetekben lokalizálódni.

A fahéj illóolajával alma magoncokon végzett hatásvizsgálataink során nem tapasztaltunk fitotoxicitásra utaló jeleket. A 24 órás kuratív kezelés (mesterséges fertőzés utáni permetezés) következtében, a fertőzés ellenére, a növények magassága kismértékben meghaladta a csak adjuvánssal kezelt növényekét. Az illóolajok a réz hatóanyagú lombtrágyával kombinációban kijuttatva a termésen esetenként erős fitotoxikus tüneteket okoztak 'Decosta' fajtán 2014-ben. A kakukkfű illóolajának minimális fitotoxikus hatását tapasztaltuk 'Red Jonaprince' almafajta levelein 2017-ben. A tünetek először elszíneződés formájában jelentek meg, melyek később nekrotizálódtak. A többi vizsgált kultúrákban nem talákoztunk a növénykárosításra utaló tünetekkel egyik illóolaj esetében sem.

Eredményeink hozzájárulnak a kajszi, őszibarack, alma és az őszi búza kórokozói elleni alternatív védekezési lehetőségek kidolgozásához.

Irodalomjegyzék

1. ABBOTT, W. S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18 265–267. p.
2. ADASKAVEG, J. E., GUBLER, W.D., COATES, W. W., STAPLETON, J. J., CAPRILE, J. L., HOLTZ, B. A., KELLEY ANDERSON K. M. (2010): Brown Rot Blossom and Twig Blight. *UC IPM Pest Management Guidelines: Apricot UC ANR Publication 3433*, <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r5100111.html> Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: brown rot blossom apricot sepal. Lekérdezés időpontja: 2018.02.14.
3. AGRIOS, N.G. (2005): *Plant Pathology*, 5th Ed. Elsevier Academic Press, San Diego, 207–248. p.
4. ALBERT, G., THOMAS, A. (2006): Differenzierung der beiden Erscheinungsformen der Spitzendürre (*Monilinia laxa*) an Sauerkirschen ermöglicht eine Reduktion des Fungizideinsatzes zur Blüte. *Gesunde Pflanzen*, 58: 124–129. p.
5. ALDWINLDE, H.S. (1974): Field susceptibility of 51 apple cultivars to apple scab and powdery mildew. *Plant Disease Rep.*, 58: 625–629. p.
6. ALMEIDA, L.F.R., FREI, F., MANCINI, E., MARTINO, L., FEO, V.D. (2010): Phytotoxic Activities of Mediterranean Essential Oils. *Molecules*, 5 (6) 4309–4323. p.
7. ANDERSEN, A.L. (1948): The development of *Gibberella zeae* head blight of wheat. *Phytopathology*, 38, 595–611. p.
8. ATANASOFF, D. (1920): *Fusarium* blight (scab) of wheat and other cereals. *Journal of Agricultural Research*, 20: 1032. p.
9. AZZA, M.K.A., KORRA A.K.M. (2010): Management of shot-hole disease of stone fruit trees caused by *Stigmina carpophila*. *Plant Protection. and Pathology*, 1 (12) 973–989. p.
10. BÁLINT, J., NAGY, SZ., THIESZ, R., NYÁRÁDI, I.I., BALOG, A. (2014): Using plant extracts to reduce asexual reproduction of apple scab (*Venturia inaequalis*) In. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38 (1) 91–98. p.
11. BATRA, L.R. (1991): World species of *Monilinia* (Fungi): Their ecology, biosystematics and control. *Mycologia Memoir*, 16: 135. p.
12. BECKER, C.M., BURR, T.J., SMITH, T.A. (1992): Owerwintering of conidia of *Venturia inaequalis* in apple buds in New York orchards. *Plant Disease*, 76 121–126. p.
13. BECKER, C.M., BURR, T.J. (1993): Discontinuous Wetting and Survival of Conidia of *Venturia inaequalis* on apple leaves. *Phytopathology*, 84 372–378. p.

14. BECKER, J. L. (2005): Method for treating peach trees for peach leaf curl disease. *United States Patent Application Publication*, 2005. január 20.
15. BECKERMAN, J. (2006): Apple scab on tree Fruit in the Home orchard. Fruit Diseases Department of Botany and Plant Pathology, Purdue University.
16. BEGALÁNÉ, K.K., BÁTHORY, GY. (2004): Minőségi megoldások Mirage 45 EC gombaölő szerrel. *Gyakorlati Agroforum*, 15 (5) 77–78. p.
17. BÉKÉSI, P. (2011): Minden eszközzel a fuzárium ellen. *Gyakorlati Agroforum*, 23 (7) 20. p.
18. BÉKÉSI, P. (2013): Gombák és toxinok. *Gyakorlati Agroforum*, 24 (5) 42–43. p.
19. BÉKÉSI, P. (2014): A kalászfuzáriózis elleni állománykezelés időpontjának megválasztásáról. *Gyakorlati Agroforum*, 25 (5): 20–21. p.
20. BÉKÉSI, P., HERTELENDY, P. (2011): Visszatekintés az őszi búza növénybetegségeinek 2010. évi alakulására. *Gyakorlati Agroforum*, 22 (2) 34–38. p.
21. BÉKÉSI, P., HERTELENDY, P. (2015): Az őszi búza várható ez évi egészségi állapotáról és kártevő kockázatairól. *Gyakorlati Agroforum*, 60.extra: 27–29. p.
22. BENEDEK, P., NYÉKI, J., VÁLYI, I. (1990): Csonthéjas gyümölcsfajták érzékenysége a fontosabb kórokozókkal és kártevőkkel szemben - a fajtaspecifikus növényvédelmi technológia kidolgozása. *Növényvédelem*, 26: 12–31.
23. BENEDEK, P. (2007): Kertészeti kultúrák integrált növényvédelme. Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Kar Környezettudományi Intézet. Mosonmagyaróvár. 63.
24. BENNER, J.P. (1993): Pesticidal compounds from higher plants. *Pesticide Science*, 39 95–102. p.
25. BERRIE, A.M., LOWER, K., SAVILLE, R. (2017): Integrated control of fungal rots of cherry in the UK. *ActaHortic*, 2017 (11) 61–72. p.
26. BEYER, M., VERREET, J.A., RAGAB, W.S.M. (2005): Effect of relative humidity on germination of ascospores and macroconidia of *Gibberella zeae* and deoxynivalenol production. *International Journal of Food Microbiology*, 98 233–240. p.
27. BHAT, RV, RAMAKRISHNA, Y., BEEDU, S.R., MUNSHI, K.L. (1989): Outbreak of trichothecene mycotoxicosis associated with consumption of mould-damaged wheat products in Kashmir valley India. *The Lancet*, 7 35–37. p.
28. BÍRÓ, F. (1982): A búza növényvédelme. p. 59-75. In. PETRÓCZY, I. (szerk.) Szántóföldi növényvédelem. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó.

29. BOGNÁR, S., IMRE, H.K., TERPÓ, P.M. (1978): A gyümölcsfélék növényvédelme. In: Bognár Sándor (szerk.) 1978. *Kertészeti növényvédelem*. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó.
30. BOLLER, E.F., AVILLA, J., JÖRG, E., MALAVOLTA, C., WIJNANDS, F., ESBJERG, P. (2004): *Integrated Production : Principles and Technical Guidelines*, 3rd edition 2004.. (szerk): Boller, E.F., Avilla, J., Jörg E., Malavolta C., Wijnands F., Esbjerg P. *IOBC-WPRS Bull.* 27 (2).
31. BOOTH, C. (1981): *Taphrina deformans*. Descriptions of Fungi and Bacteria. IMI *Descriptions of Fungi and Bacteria*, 72 711. p .
32. BOROVIKOVA, M. (1982): Susceptibility of some apple cultivars to powdery mildew in the region of Kyustendil. *Horticultural and Viticultural Science*, 19 (8) 50–55. p.
33. BOSSHARD, E., SCHUEPP, H. and SIEGFRIED, W. (1987): Concepts and methods in biological control of diseases in apple orchards. *Bull. OEPP/EPPO*, 17: 655–653. p.
34. BOSSHARD, E. (1992): Effects of ivy (*Hedera helix*) leaf extract against apple scab and mildew. *Acta Phytogathologica Entomologi. Hung.*, 27: 135–140.
35. BOTTALICO, A. (1998): *Fusarium* diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles, in Europe, *Journal Plant Pathology*, 80 (2) 85–103. p.
36. BOTTALICO, A., PERRONE, G. (2002): Toxigenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with head blight in small-grain cereals in Europe. *Eur. Journal Plant Pathology*, 108 611–624. p.
37. BRAUN, U., COOK, T.A., INMAN, A.J., SHIN, H.D. (2002): The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Bélanger, R.R., Bushnell, W.R., Dik, A.J., Carver, T.L.W., eds. *The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise*. St. Paul, MN, USA: APS Press, 13–55. p.
38. BROOME, J. C., INGELS, C. A. (2012): Peach Leaf Curl. Pest Notes. University of California. Publication 7426.
39. BRNELLI, A., PONTI, I., SPADA, G., EMILIANI, G., CONT, C., TOSI, C., GUARDIGNI, P., GARAFFONI, M. (1992): Experimental data on the control of peach leaf curl. *Informatore Fitopatologico*, 42 (1) 51–61. p.
40. BURCHILL, R. T. (1965): Seasonal fluctuations in spore concentrations of *Podosphaera leucotricha* (Ell. & Ev.) Salm. in relation to the incidence of leaf infections. *Ann. Applied Biology*, 55 409–415.p.
41. BUTT, D.J., JEGER, M.J. (1986): Components of spore production in apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). *Plant Pathology*, 35 491–497. p.

42. BYRDE, R.J.W., WILLETS, H.J. (1977): The brown rot fungi of fruit. Their biology and control. *Pegamon Press. Oxford*, 156–377. p.
43. CACAJ, I., KELMENDI, B., SHALA, N., REXHAJ, B. (2015): Chemical Protection of apple against leaf powdery mildew and sustainability to pathogen cultivars according to EU standards. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 4 (2) 117–122. p.
44. CACCIONI, D.R.I., GUIZZARDI, M. (1994): Inhibition of germination and growth of fruit and vegetable postharvest pathogenic fungi by essential oil component. *Journal of Essential Oil Research*, 6 173–179. p.
45. CAL, D., GELL, I. (2009): First Report of Brown Rot Caused by *Monilinia fructicola* in Peach Orchards in Ebro Valley, Spain. *Disease Notes*, 93 (7) 763. p.
46. CEREDI, G., FRANCESCHELLI, F., CAVAZZA, F., ROSSI, R., ANTONIACCI, L., BUGIANI, R. (2012): Efficacia dei trattamenti in pre-raccolta per il contenimento di *Monilia laxa* e *Monilia fructicola* su pesco. *Giornate Fitopatologiche*, 2 291–298. p.
47. CHELKOWSKI, J. (2001): Fungal pathogens influencing cereal seed quality at harvest. Cité par Ruckebauer *et al.*, in: J. Chelkowski (Ed.), *Cereal Grain: Mycotoxins, Fungi and Quality in Drying and Storage. Developments in Food Science*, 26 53–56. p.
48. CISSÉ, O.H., ALMEIDA, J.M.G.C.F., FONSECA, Á., KUMAR, A.A., SALOJARVI, J., OVERMYER, K., HAUSER, P.M., PAGNI, M. (2013): Genome sequencing of the plant pathogen *Taphrina deformans*, the causal agent of peach leaf curl. *mBio*, 4 (3) 1–8. p.
49. CLEAR, R. M., PATRICK, S. K. (1990): *Fusarium* species isolated from wheat samples containing tombstone (scab) kernels from Ontario, Manitoba, and Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 70 1057–1069. p.
50. CONNER, D.E., BEUCHAT, L.R., WORTHINGTON, R.E. AND HITCHCOCK, H.L. (1984): Effects of essential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeasts. *International Journal of Food Microbiology*, 1 63–74. p.
51. COOK, R. T. A. (1974): Pustules on wood as sources of inoculum in apple scab and their response to chemical treatments. *Ann. Applied Biol.*, 77 1–9.
52. CORATO, U. M., TRUPO, O., SANZO, G. M. (2010): Use of essential oil of *Laurus nobilis* obtained by means of a supercritical carbon dioxide technique against post harvest spoilage fungi. *Crop Protection*, 29 (2) 142–147. p.
53. CORBIN, J. B., OGAWA, J. M. (1974): Springtime dispersal patterns of *Monilinia laxa* conidia in apricot, peach, prune, and almond trees. *Canadian Journal of Botany*, 52 (1) 167–176. p.

54. COSIC, J., VRANDECIC, K., POSTIC, J., JURKOVIC, D., RAVLIC, M. (2010): *In vitro* antifungal activity of essential oils on growth of phytopathogenic fungi. *Poljoprivreda*, 17 (2) 22–27. p.
55. CUELLAR CRUZ, J. B., MENDOZA Z.C. (1990): Chemical control of powdery mildew on peach (*Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lev. var. *persica* Wor.) in the region of Jerahuaro, Mich., Mexico. *Revista Chapingo*, 15 67–68, 44–49.
56. CZÁKA, S., MOLNÁR, M., BÁLINT, J. (2000): A növényvédelem ábécéje. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
57. CSEH, A. M., HOCHBAUM, T., PLUHÁR, ZS., NAGY, G. (2014): Kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) kemotípusok illóolajának és kivonatainak antifungális és fitotoxikus hatása *in vitro* körülmények között (in Hungarian) [In vitro antifungal and phytotoxic activity of the essential oils of different chemotypes of *Thymus vulgaris*]. Proceedings of the 60th Plant Protection Science Days, February 21–22, Budapest, Hungary.
58. CSORBA, Z. (1962): Az almafalisztharmat. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest.
59. DAFERERA, D., BASIL, N., ZIOGAS, B. N., MOSCHOS, G., POLISSIOUA, M.G. (2003): The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* In. *Crop Protection* 22 (1) 39–44. p.
60. DAMBOLENA, J.S., LOPEZ, A.G., CANEPAC, M.C., THEUMER, M.G., ZYGADLO, J.A., RUBINSTEIN, H.R. (2008): Inhibitory effect of cyclic terpenes (limonene, menthol, menthone and thymol) on *Fusarium verticillioides* MRC 826 growth and fumonisin B1 biosynthesis. *Toxicon*, 51 37–44. p.
61. DAMBOLENA, J.S., LÓPEZ, A.G., RUBINSTEIN, H.R. AND ZYGADLO, J.A. (2010): Effects of menthol stereoisomers on the growth, sporulation and fumosinin B1 production of *Fusarium verticillioides*. *Food Chemistry*, 123: 165–170. p.
62. DAMOS, P., SOULTANI, M.S. (2007): Flight patterns of *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in relation to degree – days heat accumulation in northern Greece. *Comm. Appl. Biol. Sci, Ghent University*, 72 465–468. p.
63. DAS, K., TIWARI, R.K.S., SHRIVASTAVA, D.K. (2010): Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agent: Current methods and future trends. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 104–111. p.
64. DESJARDIN, A.E., (2006): *Fusarium* mycotoxins. *Chemistry, Genetics, and Biology*. APS Press, St. Paul, MN.

65. DILL-MACKY, R., AND JONES, R. K. (2000): The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease* 84: 71–76. p.
66. DIMOVA, M., TITJNOV, M. (2013): Control of early brown rot – blossom blight in sour cherry caused by *Monilia laxa*. p. 573-577. In: KOVACEVIC, D. (szerk.) IV. International Symposium Agrosym 2013, Jahorina, October 3-6, 2013.
67. DRÉN, G. (szerk.) (2005): A termőhely hatása a kajszi monilíniás virág- és hajtáselhalás fertőzöttségére. *Agrártudományi Közlemények*, 17. Különszám 89–91. p.
68. DUCHOSLAVOVA, J., SIRUCKOVÁ, I., ZAPLETALOVÁ, E. (2007): First Report of Brown Rot Caused by *Monilinia fructicola* on Various Stone and Pome Fruits in the Czech Republic. *Disease Notes*, 91 (7) 907. p.
69. DYANKOV, D., DIMITROVA, G. (1998): Mechanical control of powdery mildew in the Makerest peach variety. *Rasteniev dni Nauki*. 35 (7) 548–551. p.
70. EDRIS, A. E., FARRAG, E. S. (2003): Antifungal activity of peppermint and sweet basil essential oils and their major aroma constituents on some plant pathogenic fungi from the vapor phase. *Nahrung*, 47 (2) 117–121. p.
71. ELLIS, M.B., ELLIS, P.J. (1997): Microfungi on land plants. An identification handbook. *The Richmond Publishing Co. Ltd.*, 162., 164. p.
72. ELLIS, M. A., FERREE, D. C., SPRING, D. E. (1981): Photosynthesis, transpiration, and carbohydrate content of apple leaves infected by *Podosphaera leucotrica*. *Phytopathology*, 71 392–395. p.
73. ELLIS, M A., MADDEN, L V., WILSON, L L. (1994): Evaluations of organic and conventional fungicide programs for control of apple scab in Ohio. *Ohio Agricultural Research Development Center Research*, 298 63–68. p.
74. ELLIS, M. A., FERRE, D. C., MADDEN, L. V. (1998): Effects of an apple scab-resistant cultivar on use patterns of inorganic and organic fungicides and economics of disease control. *Plant Disease*, 82 428–433. p.
75. ELSHAFIE, H.S., MANCINI, E., CAMELE, I., MARTINO, L.D., FEO, V.D. (2015a): *In vivo* antifungal activity of two essential oils from Mediterranean plants against postharvest brown rot disease of peach fruit. *Industrial Crops and Products*, 66 11–15. p.
76. ELSHAFIE, H.S., MANCINI, E., SAKR, S., MARTINO, L.D., MATTIA, C.A., FEO, V.D., CAMELE, I. (2015b): Antifungal Activity of Some Constituents of *Origanum vulgare* L. Essential Oil Against Postharvest Disease of Peach Fruit. *Journal of Med Food* 00 (0) 1–6. p.

77. ENDAH, Y. (2005): Antifungal activity of plant extracts and oils against fungal pathogens of pepper (*Piper nigrum* L.), cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume.), and turmeric (*Curcuma domestica* Val.). p. 96. Master Thesis James Cook University, Australia
78. EXADAKTYLOU, E. THOMIDIS, T. (2010): Use of compost extract to control postharvest fruit rots of peach. *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula: Protectia Mediului*, 15 249–251. p.
79. FARR, D. F., ROSSMAN, A. Y. (2018): Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA., from <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> Letöltés időpontja: 2018.03.28.
80. FENG, X.Y., WANG B.G., LI, WENSHENG SHI LEI CAO JIANKANG JIANG WEIBO. (2008): Preharvest application of *Phellodendron* bark extracts controls brown rot and maintains quality of peento-shaped peach. *HortScience*, 43 (6) 1857–1863. p.
81. FENG, W., CHEN, J., ZHENG, X., LIU, Q. (2011): Thyme oil to control *Alternaria alternata* *in vitro* and *in vivo* as fumigant and contact treatments In. *Food Control* 22 (1) 78–81. p.
82. FEKETE, M., NAGY, G., PALKOVICS, L. (2009): Az illóolajok hatása a *Botrytis cinerea*, a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cyclaminis* és a *Sclerotinia sclerotiorum* kórokozókra. *Növényvédelem*. 45 (7) 343–349. p.
83. FOSCHI, S., BRUNELLI, A., MARCO, S. (1993): Studies of overwintering of powdery mildew on peach. *Bulletin OILB/SROP*, 16 (4) 57–59. p.
84. FOULONGNE, M., PASCAL, T., PFEIFFER, F., KERVELLA, J. (2003): QTLs for powdery mildew resistance in peach × *Prunus davidiana* crosses: consistency across generations and environments. *Molecular Breeding*, 12 (1) 33–50. p.
85. GÁL, P. (2010): Környezetkímélő védekezés lehetősége a kajszi termésfoltosságai, valamint a monilíniás virágfertőzés ellen. *Diplomamunka*, p.: 18–21. Budapesti Corvinus Egyetem, Növénykórtani Tanszék, Budapest
86. GALTIER, P., COMERA, C., OSWALD, I., PUEL O. (2000): Mycotoxines: origines et toxicités, in: AFPP—6ème conférence internationale sur les maladies des plantes, Tours, France. 1 77–86. p.
87. GATTO, M. A., IPPOLITO, A., LINSALATA, V., CASCARANO, N. A., NIGRO, F., VANADIA, S., VENERE, D. DI. (2011): Activity of extracts from wild edible herbs against postharvest fungal diseases of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 61 (1) 72–82. p.

88. GADOURY, D. M., MACHARDY, W. E. (1982): Preparation and interpretation of squash mounts of pseudothecia of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, 72 92–95. p.
89. GEIER, P.W. (1963): The life history of Codling Moth, *Cydia pomonella* (L) (*Lepidoptera: Tortricidae*), in the Australian Capital Territory. *Australian Journal of Zoology*, 11 (3) 323–367. p.
90. GESSLER, C., PATOCCHI, A., SANSAVINI, S., TARTARINI, S., GIANFRANCESCHI, L. (2006): *Venturia inaequalis* resistance in apple. *Critic. rev. Plant Science*, 25 473–503. p.
91. GESSLER, C., STRUMM, D. (1984): Infection and stroma formation by *Venturia inaequalis* on apple leaves with different degrees of susceptibility to scab. *Phytopathology*, 110 119–126. p.
92. GILBERT, J., FERNANDO, W.G.D., (2004): Epidemiology and biological control of *Gibberella zeae* / *Fusarium graminearum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 26 464–472. p.
93. GLITS, M. (2000): Gyümölcsfélék betegségei. In: Glits M., Folk Gy. *Kertészeti növénykórtan*. Budapest. *Mezőgazda Kiadó*. p. 167–272.
94. GLITS, M. (2011): Az őszibarack tafrinás betegsége. *Gyakorlati Agroforum*, 38. extra 50–52. p.
95. GOIDÀNICH, G. (1964): Manuale di Pathologia Vegetale. Vol. II. Edizioni Agricole, Bologna. 2 639–656. p.
96. GONDA, L. (1993): A fitotechnikai műveletek szerepe az alma integrált termesztéstechnológiájában. *Integrált termesztés a kertészetben*, 14 72–78. p.
97. GONDA, L. (1999): Bioalma-termesztés. *Gyakorlati Agroforum*, 10 (13) 88. p.
98. GONG, Y., HUANG, Y., ZHOU, L., SHI X., GUO, Z., WANG, M., JIANG, W. (2009): Chemical Composition and Antifungal Activity of the Fruit Oil of *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. (*Rutaceae*) from China In: *Journal of Essential Oil Research*, 21 (2) 174–178. p.
99. GONG, Y., ZHOU, L., SHI, X., MA, Z., GUO, Z., WANG, M., WANG, J., LI, X. (2011): Chemical Composition of the Fruit Essential Oil of *Phellodendron chinense* (*Rutaceae*) from China and Its Antifungal Activity against Plant Pathogenic Fungi. In: *Journal of Essential Oil Research*, 23 (1) 108–112. p.
100. GOURAMANIS, G. D. (1999): Studies on the control of apricot brown rot (*M. laxa*). ISHS Acta Horticulturae 488: XI International Symposium on Apricot Culture.
101. GRIEGEL, A. (2004): Kertgyógyítás. Gyümölcsfák betegségei és kártevői. Fertőszentmiklós. *Silvanus Díszfaiskola Kft.* p. 46–47.

102. GYGAX, M., GIANFRANCESCHI, L., LIEBHARD, R., KELLERHALS, M., GESSLER, C., PATOCCHI, A. (2004): Molecular markers linked to the apple scab resistance gene Vbj derived from *Malus baccata jackii*. *Theoretical and Applied Genetics*, 109 1702–1709. p.
103. GUTERMUTH, Á. (2013): A kajszi virágzaskori monília (*Monilinia laxa* Aderh. et Ruhl.) betegséggel szembeni ellenállósága. *Doktori (PhD) értekezés*, Budapest. 100. p.
104. HALÁSZ, Á., HOCHBAUM, T. (2013): A hazai őszi búza magtételek *Fusarium* belső fertőzöttségének felmérése 2012-ben. *Gyakorlati Agroforum*, 24 (6) 39–41. p.
105. HALÁSZ, Á., HOCHBAUM, T. (2014): A hazai őszi búza tételek *Fusarium* belső fertőzöttsége 2013-ban. *Gyakorlati Agroforum*, 25 (5) 22–24. p.
106. HANSEN, M. (2006): Removing mummies, proper pruning, and avoiding overhead sprinkling can have a major effect on brown rot. *Good Fruit Grower. Crop Management*, 57 (6)
107. HÁRI, K., PÉNZES, B., SZABÓ, A., JOSVAI, J.K., TÓTH, M. (2013): Az almamoly (*Cydia pomonella*) rajzásmegfigyelése szexferomon és körteészter alapú csapdákkal légtérelített almaültetvényben. p. 21. In: HORVÁTH, J., HALTRICH, A., MOLNÁR, J. 59. *Növényvédelmi Tudományos Napok*. Budapest: Magyar Növényvédelmi Társaság.
108. HARNOS, ZS., LADÁNYI, M. (2005): Biometria agrártudományi alkalmazásokkal. *Aula Kiadó Kft.* Budapest p. 105–337.
109. HEALD, F.D. (1933): Manual of plant diseases. *McGraw-Hill Book Company, Inc.*, Washington. 574–619.p
110. HEGAZI, M. A. (2010): Efficacy of Some Essential Oils on Controlling Powdery Mildew on Zinnia (*Zinnia elegans*, L.). *Journal of Agricultural Science*, 2 (4) 63–74. p.
111. HEGYI, T., MEZŐ, G. (2002): A kajszi védelme. *Növényvédelem*, 38 (7) 355–370. p.
112. HEIJNE, B., JONG, P.F., HOLB, I. J. (2006): Phytotoxic effect of lime sulphur on apple and pear. (In): Giosué S. Proceedings of the Meetings on integrated protection of fruit crops, Lindau Germany 2005. *IOBC/WPRS Bulletin*, 29 (1) 31–36. p.
113. HERTELENDY, P. (2012): Visszatekintés a kalászos gabonák növénykórtani helyzetének alakulására 2012-ben. *Gyakorlati Agroforum*, 23 (11) 30–32. p.
114. HICKEY, K. D., YODER, K. S. (1990): Powdery mildew. In: Jones , A. L.; Aldwinckle. H. S. Compendium of apple and pear diseases. *APS Press. St. Paul, Minnesota*, 9–10.
115. HOLB, I.J. (2002): Az alma ventúriás varasodása – biológiája, előrejelzés és védekezés. Szaktudás Kiadó Ház Rt., Budapest
116. HOLB, I.J. (2004): The brown rot fungi of fruit crops (*Monilinia* spp.). II. Important features of their epidemiology. *International Horticult. Science*, 10 (1) 17–35. p.

117. HOLB, I.J., (2005): Effect of pruning on apple scab in organic apple production. *Plant Disease*, 89 611–618. p.
118. HOLB, I., GONDA, I., BITSKEY, K. (2001): Pruning and incidences of diseases and pests in environmentally friendly apple growing systems: some aspects. *International Journal of Horticultural Science*, 7 (1) 24–29. p.
119. HOLB, I.J., HEIJNE, B., JEGER, M.J. (2004): Overwintering of Conidia of *Venturia inaequalis* and the Contribution to Early Epidemics of Apple Scab. *Plant Disease*, 88 (7) 751–757. p.
120. HOLB, I., VEISZ, J., MEDGYESSY, I., ABONYI, F. (2005): Az alma komplex ökológiai növényvédelmi technológiája. In: Holb I. (szerk.): *A gyümölcsösök és a szőlő ökológiai növényvédelme*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p.138–144.
121. HOLB, I., SZABÓ, Z., DRÉN, G., THURZÓ, S., RACSKÓ, J., DANI, M., TORNYAI J., NYÉKI J. (2005): Hazai monília fajok elleni környezetkímélő védekezési lehetőségek ökológiai alma és csonthéjas ültetvényekben. *Agrártudományi közlemények*, 2005/17. különszám.
122. HOLB, I.J., HEIJNE B., JEDER M., (2006): Effects of integrated control measures on earthworms, leaf litter and *Venturia inaequalis* infection in two European apple orchards. *Agri. Ecosyst. Environ*, 114 287–295.
123. HOLB, I.J., KUNZ, S. (2016): Integrated control of apple scab and powdery mildew in an organic apple orchard by combining potassium carbonates with wettable sulphur, pruning, and cultivar susceptibility. *Plant disease*, 100 (9) 1894–1905. p.
124. HOLB, I.J., ABONYI, F., BUURMA, J., HEIJNE, B. (2017): On-farm and on-station evaluations of three orchard management approaches against apple scab and apple powdery mildew. *Crop Protection*, 97 109–118. p.
125. HOLBERT, J. R., TROST, J. F., HOFFER, G.N. (1919): Wheat scab as affected by system of rotation. *Phytopathology*, 9 45–47. p.
126. HORSFALL, J. G., DIMOND, A. E. (1957): Interactions of tissue sugar, growth substances and disease susceptibility. *Pflanzenkrankh*, 64 415–421. p.
127. HORVÁTH, J., FISCHL, G., KADLICKÓ, S., KISS E. (1995): A szántóföldi növények betegségei. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest.
128. HORVÁTH, A., KOVÁCS, B., NAGY, G. (2013): Application of mint and cinnamon against *Fusarium* disease of winter wheat. *Episteme*, 18 (3) 297–304. p.

129. HÖFERL, M., HEMETSBERGER, S., BUCHBAUER, G. (2015): Use of Essential Oils in Agrochemistry. p. 664., 676. In: BASER, K.H.C., BUCHBAUER, G. (szerk.) *Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications*. CRC Press.
130. HUANG, S.X. (1992): Mycotoxicoses occurring in flooded areas and preventive measures against them. In: *Proceedings of Chinese Countermeasures for Anti-epidemic and Disaster Relief*, CMH, Beijing 45–49. p.
131. HUSZ, B. (1941): A beteg növény és gyógyítása. p. 117–121. Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest
132. HUTCHEON, J. A., JORDAN, V.W.L. (1992): Fungicide timing and performance for *Fusarium* control in wheat. In: *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Pests and Disease*, 2 633–638. p.
133. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. (1993): Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins, in: *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, vol. 56, Lyon.
134. IOOS, R., FREY, P. (2000): Genomic Variation within *Monilinia laxa*, *M. fructigena* and *M. fructicola*, and Application to Species Identification by PCR. *European Journal of Plant Pathology*, 106 (4) 373–378. p.
135. ISMAN, M.B. (2000): Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19 603–608. p.
136. IVASCU, A., BUCIUMANU, A., LAZAR, V., TAMAS, D. (2006): Recent trends in peach breeding in Romania. *Acta Horticulturae: XXVII IHC – International Symposium on Plant Genetic Resources of Horticultural Crops*.
137. JANKOVICS, T., DOLOVAC, N., BULAJIC, A., KRISTIC, B., PASCAL, T., BARDIN, M., NICOT, P.C. (2011): Peach rusty spot is caused by the apple powdery mildew fungus, *Podosphaera leucotricha*. *Plant disease*, 95 (6) 719–724. p.
138. JENSER, G. (1984a): Az alma növényvédelme In: Pethő F. (szerk.) *Alma*. p. 450–460. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
139. JENSER, G. (1969): Üzemi gyümölcsösök növényvédelme. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
140. JENSER, G., VÉGHÉLYI K. (1981): A kajszibarack növényvédelme In: Nyujtó F. és Surányi D. (szerk.) *Kajszibarack*. p. 336–356. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
141. JOBLING, J. (2000): Essential oils: A new idea for post harvest disease control. *Good Fruits and Vegetables Magazine* 11 (3) 50. p.

142. JOFFE, A. (1978): *Fusarium poae* and *Fusarium sporotrichioides* as principal causes of alimentary toxic aleukia. In: *Wyllie TD and Morehouse Handbook of Mycotoxins and Mycotoxicoses*, 3 21–86. p.
143. JONES, A.J., SUNDIN, G.W. (2006): Apple scab: Role of environmental in pathogenic and epidemic development. In: COOKE, B.M. (szerk.) *Epidemiology of Plant diseases*, 2 473–489. p.
144. KERN, H. (1912): A gyümölcsfák monilia betegsége. Budapest.
145. KIM, J., LEE, Y.S., LEE, S.G., SHIN, S.C., PARK, I.K. (2008): Fumigant antifungal activity of plant essential oils and components from West Indian bay (*Pimenta racemosa*) and thyme (*Thymus vulgaris*) oils against two phytopathogenic fungi In. *Flavour and Fragrance Journal*. 23 (4) 272–277. p.
146. KISS, A. 2007. Új *Monilia* faj veszélyezteti a gyümölcsösöket – *Gyakorlati Agroforum* 18 (8) 34–37. p.
147. KO, Y., SUN, S., K. PAN, C. M. (1998): Fungicide evaluation and timing for control of peach leaf curl disease. *Plant Protection Bulletin* (Taipei), 40 (4) 361–370. p.
148. KOLBE, W. (1983): Effects of different pruning systems and chemical retardants compared with no pruning on apple trees on yield fruit quality and disease incidence in the long term trial at Höfchen (1959-1982). *Erwerbobstbau*, 25 246–255. p.
149. KÖRTVÉLY, A. (1984): Almalisztharmat. In: Jenser Gábor (szerk.) 1984. *Gyümölcsfák védelme*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 91–94.
150. KÖVICS, GY. (2000): Növénybetegséget okozó gombák névtára. Budapest. Mezőgazda Kiadó. p. 59.
151. KRUPINSKY, J.M., BAILEY, K.L., MCMULLEN, M.P., GOSSEN, B.D., TURKINGTON, T.K. (2002): Managing plant disease risk in diversified cropping systems. *Agronomy Journal* 94 198–209. p.
152. KUNKA, E., MOLNÁR, J., SALLAI, P. (2003) Az alma védelme. *Növényvédelem*, 39 (3) 141–160.
153. LA TORRE, A., MANDALÀ, C., PEZZA, L., CARADONIA, F., BATTAGLIA, V. (2014): Evaluation of essential plant oils for the control of *Plasmopara viticola*. In. *Journal of Essential Oil Research*. 26. köt.
154. LACEY, J., BATEMAN, G. L., MIROCHA, C. J. (1999): Effects of infection time and moisture on development of ear blight and deoxynivalenol production by *Fusarium* spp. in wheat. *Ann. Appl. Biol*, 134 277–283. p.

155. LANDOLT, P.J., HOFSTETTER, R.W., BIDDICK, L.L. (1999): Plant Essential Oils as Arrestants and Repellents for Neonate Larvae of the Codling Moth (*Lepidoptera: Tortricidae*). *Environ. Entomol*, 28 (6) 954–960. p.
156. LAZAR, E. E. JOBLING, J. J. BENKEBLIA, N. (2010): Postharvest disease management of horticultural produce using essential oils: today's prospects. *Stewart Postharvest Review*, 6 (3) 15. p.
157. LAZAR-BAKER, E. E. HETHERINGTON, S. D. KU, V. V. NEWMAN, S. M. 2011. Evaluation of commercial essential oil samples on the growth of postharvest pathogen *Monilinia fructicola*. *Letters in Applied Microbiology*. 2011. 52: 3, p. 227–232.
158. LENTI, I. (szerk.) (2004): Gyakorlati növényvédelem. Nyíregyháza. Főiskolai jegyzet.
159. LEO, H.M. (1994): Integrated Pest Management in European apple orchards. *Annual Review of Entomology*, 39 213–241. p.
160. LESER, C., TREUTTER, D. (2005): Effects of nitrogen supply on growth, contents of phenolic compounds and pathogen (scab) resistance of apple trees. *Physiologia Plantarum*, 123 49–56. p.
161. LI, B., XU, X. (2002): Infection and Development of Apple Scab (*Venturia inaequalis*) on Old Leaves. *Journal of Phytopathology*, 150 (11) 687–691. p.
162. LICHOU, J., MANDRIN, J.F., BRENIAX, D., MERCIER, V., GIAUQUE, P., DESBRUS, D., BLANC, P., BELLUAU, E. (2002): A new, powerful monilia: *Monilia fructicola* chooses stone-fruit trees for its attacks. *Phytoma*, 547 22–25. p.
163. LIU, X., WANG, L.P., LI, Y.C., LI, H.Y., YU, T., ZHENG, X.D. (2009): Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citri-aurantii* *in vitro* and *in vivo* In. *Journal of Applied Microbiology*, 107 (5) 1450–1456. p.
164. LOPEZ-REYES, J. G. SPADARO, D. GULLINO, M. L. GARIBALDI, A. (2011): Integration of essential oils with heat treatment for the control of postharvest rot of peaches. *Protezione delle Colture*, 2 100–101. p.
165. LUCAS, G. C., ALVES, E., PEREIRA, R.B., ZACARONI, A. B., PERINA, F. J., SOUZA, R. M. (2012): Indian clove essential oil in the control of tomato bacterial spot. *Journal of Plant Pathology*, 94 45–51. p.
166. MACHARDY, W.E. (1996): Apple scab. Minnesota: The American Phytopathological Society. 61–62 p., 190 p., 262–263 p., 518–519 p.
167. MACHARDY, W.E., GADOURY, D.M., GESSLER C. (2001): Parasitic and biological fitness of *Venturia inaequalis*: relationship to disease management strategies. *Plant Disease*. 85: 1036–1051.

168. MAFFEI, M., CAMUSSO, W., SACCO, S. (2001). Effect of *Mentha x piperita* essential oil and monoterpenes on cucumber root membrane potential. *Phytochemistry*, 58 (5): 703–707. p.
169. MAIREL, F.V. (2016): Plant extracts for use as phytochemicals. United States Patent.
170. MÁNDOKI, A. (2002): Az őszibarack levélfodrosodás leküzdése. *Kertészet és szőlészet*, 51 (11) 14. p.
171. MARI, M., CASALINI, L., BARALDI, E., BERTOLINI, P., PRATELLA, G.C. (2003): Susceptibility of apricot and peach fruit to *Monilinia laxa* during phenological stages. *Postharvest Biology and Technology*, 30: 105–109. p.
172. MARÍN, S., VELLUTI, A., RAMOS, A.J., SANCHIS, V. (2004): Effect of essential oils on zearalenone and deoxynalolenol production by *Fusarium graminearum* in non-sterilized maize grain. *Food Microbiology*, 21: 313–318. p.
173. MARTIN, R.A., MACLEOD, J.A., CALDWELL, C. (1991): Influences of production inputs on incidence of infection by *Fusarium* species on cereal seed. *Plant Disease*, 75 784–788. p.
174. MCMULLEN, M., JONES, R., GALLENBERG, D. (1997): Scab of wheat and barley: A reemerging disease of devastating impact. *Plant Disease*, 81 1340–1348. p.
175. MESTERHÁZY, Á., BARTÓK, T., LAMPER, C. (2003): Influence of Wheat Cultivar, Species of *Fusarium*, and Isolate Aggressiveness on the Efficacy of Fungicides for Control of Fusarium Head Blight. *Plant Disease*, 87 (9) 1107–1115. p.
176. MESTERHÁZY, Á., TÓTH, B., SZABÓ-HEVER, Á., KOTAI, CS., VARGA, M., LEHOCZKI-KRSJAK, SZ. (2013): A búza hatékony kalászfúzió ellen: integrált védelmi modell. 46. p. In: HORVÁTH, J., HALTRICH, A., MOLNÁR, J. 59. *Növényvédelmi Tudományos Napok*. Budapest: Magyar Növényvédelmi Társaság. 46.p
177. MEZŐ, G., SCHWEIGERT, A. (2005): Rendszeres megelőző védekezéssel a meggy monília betegség ellen. *Gyakorlati Agrofórum*, 16 (1): 33–35. p.
178. MILLER, J.D., ARNISON, P.G. (1986): Degradation of deoxynivalenol by suspension cultures of the *Fusarium* head blight resistant wheat cultivar Frontana. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 8: 147–150. p.
179. MILLS, W.D., LAPLANTE, A.A. (1951): Diseases and insects in the orchard. *Cornell Ext. Bulletin*. 711 100. p.
180. MOHARAM, M. H. A., OBIADALLA ALI, H. A. EL-R. (2012): Preventative and Curative Effects of Several Plant Derived Agents Against Powdery Mildew Disease of Okra In. *Notulae Scientia Biologicae*, 4 (3) 76–82. p.

181. MOLNÁR, J. (1991): Phytopathological problems of apricots in Czechoslovakia. *Acta-Horticulturae*, 293 503–510. p.
182. MORETTI, M. D. L., PEANA, A. T., FRANCESCHINI, A., CARTA, C. (1998): *In vivo* activity of *Salvia officinalis* oil against *Botrytis cinerea*. *Journal of Essential Oil Research*, 10 (2) 157–160. p.
183. MOORSHERR, W., KENNEL, W. (1995): Investigations on superficial apple scab on apple shoots. *Journal of Plant Disease Protection*, 102 (2) 171–183. p.
184. MUSTAFA, A., MUSTAFA, S., AHMET, E., SEZAI, E., MUHARREM, G., FIGEN, D.M., FIKRETTIN, S. (2006): Biological control of brown rot (*Moniliana laxa* Ehr.) on apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloğlu) by *Bacillus*, *Burkholdria*, and *Pseudomonas* application under *in vitro* and *in vivo* conditions. In. *Biological Control*, 38 369–372. p.
185. NAGY, G. (2017): A levéllyukacsosodás elleni védelem tapasztalatai csonthéjasokban. *Gyakorlati Agrofórum Extra*, 68: 62–65. p.
186. NAGY, G., PÉNZES, B. (2017): A kajszi növényvédelmi technológiája. *Növényvédelem*, 78 (53) 152–181. p.
187. NAKAMURA, Y. , MIYOSHI, T., OSHIMA, S., HAYAMA, H., TATSUKI, M., YOSHIOKA, H. (2010): Antifungal effect of postharvest treatment of *Artemisia capillaris* extract on brown rot (*Monilinia fructicola*). *Horticultural Research*, 9 (4) 489–493. p.
188. NERIO, L.S., VERBEL, J.O., STASHENKO, E. (2010): Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 101 372–378. p.
189. NERI, F., MARI, M., BRIGATI, S., BERTOLINI, P. (2007): Fungicidal activity of plant volatile compounds for controlling *Monilinia laxa* in stone fruit. *Plant Disease*, 91 30–35. p.
190. NORTHOVER, J., SCHNEIDER, K. E. (1993): Activity of Plant Oils on Diseases Caused by *Podosphaera leucotricha*, *Venturia inaequalis*, and *Albugo occidentalis* In. *Plant Disease*, 77 (2) 152–157. p.
191. OBRZUT, V. V. CARVALHO, R. I. N. (2011): Use of the *Ocotea odorifera* essential oil to the *Grapholita molesta* management in peach tree. CAB Abstracts *Revista Academica Ciencias Agrarias e Ambientais*, 9 (1) 65–71. p.
192. OCSKÓ, Z., MOLNÁR J., ERDŐS, GY. (2018): Növényvédőszeres, termésmenvelő anyagok. *Agri-nex Bt.* Budapest.

193. OGAWA, J.M., ENGLISH, H. (1960): Relative pathogenicity of two brown rot fungi, *Sclerotinia laxa* and *Sclerotinia fructicola*, on twigs and blossoms. *Phytopathology*, 50 (7) 550–558. p.
194. PARRY, D.W., JENKINSON, P., MCLEOD, L. (1995): *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals—a review. *Plant Pathology*, 44 207–238. p.
195. PAULITZ, T.C. (1996): Diurnal releases of ascospores by *Gibberella zeae* in inoculated wheat plots. *Plant Disease*, 80 674–678. p.
196. PAPAVALASILEIOU, A., TESTEMPASIS, S., MICHAILIDES, T.J., KARAOGLANIDIS, G.S. (2015): Frequency of brown rot fungi on blossoms and fruit in stone fruit orchards in Greece. *Plant Pathology*, 64 (2) 416–424. p.
197. PARVEAUD, C.E., GOMEZ, C., LIBOUREL, G., WARLOP, F., MERCIER, V. (2012): Assessment of disease susceptibility and fruit quality of 28 peach cultivars. Ecofruit. 15th International Conference of Organic Fruit Growing. Hohenheim, Germany. 5 201–208. p.
198. PAWAR, V.C., THAKER, V.S. (2007): Evaluation of the anti-*Fusarium oxysporum* f. sp *cicer* and anti-*Alternaria porri* effects of some essential oils. *Microbiol Biotechnol*, 23 1099–1106. p.
199. PELLEGRINO, C., GULLINO, M.L., GARIBALDI, A., SPADARO, D. (2009): First Report of Brown Rot of Stone Fruit Caused by *Monilinia fructicola* in Italy. *Disease Notes*, 93 (6) 668. p.
200. PENROSE, L.J. (1995): Fungicide use reduction in apple production – potentials or pipe dreams? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 53 231–242. p.
201. PÉNZES, B., GLITS, M., SÜLE, S., V. NÉMETH, M. (2003): A kajszi növényvédelme. In: Péntzes B., Szalay L. (szerk.) *Kajszi*. p. 280–334. Mezőgazda Kiadó, Budapest
202. PETRÓCZY, M., GLITS, M., PALKOVICS, L. (2005): Monília fajok díszfákon és díszcserjéken. *Növényvédelem*, 41 (6) 247–254. p.
203. PETRÓCZY, M., PALKOVICS, L. (2006): First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* on imported peach in Hungary. *Plant Disease*, 90 (3) 375. p.
204. PINTÉR, CS. (1996): A kajszi levéllyukasztó betegsége. *Kertészet és Szőlészet*, 45 (38) 17. p.
205. PFEIFFER, B. (2002): Greenhouse-Experiments on control of *Venturia inaequalis* - First Results. In: X. International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture. 2002. február.4-7. Németország, Weinsberg. 81–85. p.

206. PFEIFFER, B., ALT, S., SCHULZ, C., Ó, HEIN, B., KOLLAR, A. (2004): Investigations on alternative substances for control of apple scab - Results from Conidia germinating tests and experiments with plant extracts. [Untersuchungen zum Einsatz alternativer Stoffe zur Regulierung des Apfelschorfes - Ergebnisse aus Konidienkeimtests und Versuchen zu Pflanzenextrakten.] In: Boos, Markus (Ed.) Ecofruit - 11th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing. 2004.február 3.-5. Németország, Weinsberg. p. 101–107.
207. PINTÉR, CS. (1996): A kajszi levéllyukasztó betegsége. *Kertészet és Szőlészet*, 45 (38) 17. p.
208. PINTO, E., PINA-VAZ, C., SALGUEIRO, L., GONCALVES, M., COSTA-DE-OLIVEIRA, S., CAVALEIRO, C., PALMEIRA, A., RODRIGUES, A., MARTINEZ-DE-OLIVEIRA, J. (2006): Antifungal activity of the essential oil of *Thymus pulegioides* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *Journal of Medical Microbiology*, 55: 1367–1373. p.
209. PLOTTO, A., ROBERTS, D. D., ROBERTS, R. G. (2003): Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Horticulturae*, 628 (2) 737–745. p.
210. RAGGI, V. (1995): CO₂ assimilation, respiration and chlorophyll fluorescence in peach leaves infected by *Taphrina deformans*. *Physiologia Plantarum*, 93 (3) 540–544. p.
211. RASERA, R., MILANESI, L., GIMMILLARO, M.P., PASQUINI, S. (2016): Penthhiopirad (Fontelis): efficacy against powdery mildew, blossom blight and brown rot of stone fruits. *Atti, Giornate Fitopatologiche, Chianciano terme (Siena), 8-11 marzo 2016*, 2 (5) 177–186. p.
212. REICHART, G. (1962): A barakmoly életmódja. *Kertészet és szőlészet*. 11 (7) 18. p.
213. REICHART, G. (1993): A növényvédelmi állattan kézikönyve. Jermy T., Balázs K. (szerk.) *Akadémia Kiadó, Budapest*
214. RICCIONI, L., ORZALI, L. (2011). Activity of Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*, Cheel) and thyme (*Thymus vulgaris*, Linnaeus.) Essential Oils against Some Pathogenic Seed Borne Fungi. *J. Essent. Oil Res.*, 23 (6) 43–47. p.
215. RIGO, G., TOSI, L., CALVI, P. (2007): Efficacy of anti-*Monilia fungicides* in control of the peach leaf curl. *Informatore Agrario*, 63 (27) 74–76. p.
216. ROSSI, R. (2008): Eradication and prevention treatments for control of peach leaf curl. (Vigneto e frutteto: guida alla difesa). *Informatore Agrario Supplemento*, 63 (4) 15–23. p.

217. ROSSI, V., PONTI, I., MARINELLI, M., GIOSUE, S., BUGIANI, R. (2001): Environmental Factors Influencing the Dispersal of *Venturia inaequalis* Ascospores in the Orchard Air. *Journal of Phytopathology*, 149 (1) 11–19. p.
218. ROSSI, V., BOLOGNESI, M., GIOSUE, S., MAZZINI, F., PONTI, I., SPADA, G. (2005): Biology and epidemiology of the agent of leaf curl in peach. *Informatore Agrario*. 61 (10) 59–67. p.
219. ROSSI, V., BOLOGNESI, M., LANGUASCO, L., GIOSUE, S. (2006): Influence of Environmental Conditions on Infection of Peach Shoots by *Taphrina deformans*. *Phytopathology*, 96 (2) 155–163. p.
220. ROZSNYAI, ZS. (1999): Betegségek In: Molnár L. és Vágó E. (szerk.) *Kajsziatermesztés képekben*, p. 170–205. Acrux Bt, Kecskemét
221. ROZSNYAI, ZS. (2005): A csonthéjasok moniliás betegségei az utóbbi évek tapasztalatainak tükrében. *Gyakorlati Agroforum*, 16 (1) 31–33. p.
222. RUNGJINDAMAI, N., JEFFRIES, P., XI, X.M., RUNGJINDAMAI, N. (2014): Epidemiology and management of brown rot on stone fruit caused by *Monilinia laxa*. *European Journal of Plant Pathology*, 140 (1) 1–17. p.
223. SALLAI, P. (2001): Alma varasodás. In. Inántszy F. (szerk.) (2001): *Almatermesztés integrált módszerekkel*. Almatermesztők Szövetsége. Nyíregyháza. p. 275–294.
224. SCANNAVINI, M., CAVAZZA, F., FRANCESCHELLI, F. (2006): Evaluation of different fungicides to control peach powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*) in Emilia Romagna. *Giornate Fitopatologiche*, 2006, Riccione (RN), 27-29 marzo 2006. Atti, volume secondo. 119–124. p.
225. SCARITO, G. SALAMONE, A. ZIZZO, G. V. AGNELLO, S. (2007): Use of natural products for the control of powdery mildew of rose plants. *Acta Horticulturae*, 751 251–257. p.
226. SEONGYONG, C., JONGPIL, L., SANYOUNG K., YEUNDAE C., JAETAK, Y., SOOKAB Y. (1998): Control of leaf curl disease caused by *Taphrina deformans* in peach. *RDA Journal of Crop Protection*, 40 (1) 38–43. p.
227. SEPRŐS I., TISZÁNÉ. (1970): Gyümölcsmolyok. *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest.
228. SEYED, M. M., DAVID, R. (2012): *In vitro* antifungal activity of a new combination of essential oils against some filamentous fungi. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11 (2) 156–161. p.
229. SIVANESAN, A., WALLER, J.M. (1974): *Venturia inaequalis*. No.401. In: CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. England.

230. SMEREKA, K. J., MACHARDY, W. E., KAUSCH, A. (1987): Cellular differentiation in *Venturia inaequalis* ascospores during germination and penetration of apple leaves. *Canadian Journal of Botany*, 65 (12) 2549–2561. p.
231. SMITH, W. G. (1995): Diseases of Field and Garden Crops. Cité par Parry, Macmillan, London, 1884, 208–213. p.
232. SNIESKIENÉ, V., STANKEVICIENE, A., VARKULEVICIENE, J. (2008): The effect of the essential oils on micromycetes isolated from plants. *Zemdirbyste-Agriculture*, 95 (3) 447–452. p.
233. SOLIMANA, K.M., BADEAAB, R.I. (2002): Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology*, 40 1669–1675. p.
234. SOLTÉSZ, M. (1997): Integrált gyümölcsstermesztés. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest.
235. SOYLU, E. M., SOYLU, S., KURT, S. (2006): Antimicrobial activities of the essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans* In. *Mycopathologia*, 161 (2) 119–128. p.
236. STEVIC, T., BERI, T., SAVIKIN, K., SOKOVIC, M., GODEVAC, D., DIMKIC, I., STANKOVI, S. (2014): Antifungal activity of selected essential oils against fungi isolated from medicinal plant. *Industrial Crops and Products*, 55 116–122. p.
237. SUTTON, T. B., JONES, A. L. (1979): Analysis of factors affecting dispersal of *Podosphaera leucotricha* conidia. *Phytopatology*, 69 (4) 380–383. p.
238. SUTTON, J.C. (1982): Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 4, 195. p.
239. SUTTON, D.K., MACHARDY, W.E., LORD, W.G. (2000): Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease build up. *Plant Disease*, 84 1319–1326. p.
240. SVIRCEV, A.M., SMITH, R.J., ZHOU, T., HERNADEZ, M., LIU, W., CHU, C.L. (2007): Effects of thymol fumigation on survival and ultrastructure of *Monilinia fructicola*. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (2) 228–233. p.
241. SVOBODA, K. P., DEANS, S. G. (1995): Biological activities of essential oils from selected aromatic plants. *Acta Horticulturae*, 390 203–209. p.
242. SZIRÁKI, I., BALÁZS, E., KIRÁLY, Z. (1975): Increased levels of cytokinin and indoleacetic acid in peach leaves infected with *Taphrina deformans*. *Physiological Plant Pathology*, 5 (1) 45–50. p.
243. SZKOLNIK, M. (1969): Maturation and discharge of ascospore of *Venturia inaequalis*. *Plant Disease Rep.*, 53 534–537. p.

244. SZŐKE, CS., SPITKÓ, T., PINTÉR, J., ZSUBORI, T.ZS., BERCZY, T., BÓNIS, P., MARTON, L.CS., MAGYAR, D., MOLNÁR, O. (2017b): A kukorica gombás betegségei és az ellenük való védekezés. *Gyakorlati Agroforum, Extra*, 72 74–81. p.
245. SZŐKE, CS., SPITKÓ, T., PINTÉR, J., ÁRENDÁS, T., ZSUBORI, T.ZS., MÓRICZ, M.Á., MARTON, L.CS. (2017a): Egy új *Fusarium* faj megjelenése Magyarországon. *Gyakorlati Agroforum, Extra*, 72: 82–83. p.
246. TABACHNICK, B.G., FIDELL, L.S. (2013): Using multivariate statistics, 6th Ed. Boston, Pearson.
247. TAN, M., ZHOU, L., QIN, M., LI, D., JIANG, W., WANG, Y. ÉS HAO, X. (2007): Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Flower Oil of *Russowia sogdiana* (Bunge) B. Fedtsch. (*Asteraceae*) from China In. *Journal of Essential Oil Research*, 19 (2) 197–200. p.
248. TANOVIĆ, B., GASIĆ, S., HRUSTIĆ, J., MIHAJLOVIĆ, M., GRAHOVAC, M., DELIBASIĆ, G., STEVANOVIĆ, M. (2013): Development of a Thyme Essential Oil Formulation and Its Effect on *Monilinia fructigena*. *Pesticides Phytomedicine*, (Belgrade), 28(4) 273–280. p.
249. TATE, K. G., WOOD, P. N. (1994): Field evaluation of fungicides for control of peach leaf curl (*Taphrina deformans*). Proceedings of the Forty Seventh New Zealand Plant Protection Conference, Waitangi Hotel, New Zealand, 9-11 August. 289–293. p.
250. TERZI, V., MORCIA, C., FACCIOLI, P., VALE, G., TACCONI, G., MALNATI, M. (2007): *In vitro* antifungal activity of the tea tree (*Melaleuca alternifolia*) essential oil and its major components against plant pathogens. *Letters in Applied Microbiology*, 44 613–618. p.
251. THIESZ, R., BALOG, A., FERENCZ, L., ALBERT J. (2007): The effects of plant extracts on apple scab (*Venturia inaequalis* Cooke) under laboratory conditions. In. *Romanian Biotechnological Letters*, 12 (4) 3295–3302. p.
252. TIAN, J., BAN, X., ZENG, H., HE, J., CHEN, Y., WANG, Y. (2012): The mechanism of antifungal action of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. *PLOS One*, 7 (1) 30147. p.
253. TIMON, B. (2000): Ószibarack. Budapest. Mezőgazda Kiadó.
254. TOMERLIN, J.R., JONES, A.L. (1983): Development of apple scab on fruit in the orchard and during cold storage. *Plant Disease*, 67 147–150. p.
255. TÓTH, B. (2001): Lemosó permetezés csonthéjasokban. *Gyakorlati Agroforum*, 12 (2): 5–8. p.

256. TÓTH, M. (2008): Gyümölcsfélék és a szőlő kiskerti védelme. Budapest. Mezőgazda Kiadó.
257. TSAO, R., ZHOU T. (2000): Antifungal activity of monoterpenoids against postharvest pathogens *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructicola*. *Journal of Essential Oil Research*, 12 113–121. p.
258. TÜH, A. (2012): Az almatermésűek főbb károsítóinak előrejelzési lehetőségei és módszerei (1). *Gyakorlati Agrofórum Extra*, 43 52–59. p.
259. TYAGI, A.K., MALIK, A. (2011): Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. *Food Control*, 22: 1707–1714. p.
260. TYIHÁK E., MÓRICZ M.Á., MANNINGER S.K., OTT G.P. ÉS BALLA J. (2010): Hormézis és betegség-ellenállóság vizsgálata növényekben – az endogén formaldehid és ózon szerepe. 56. Növényvédelmi Tudományos Napok 2010, Budapest, Összefoglalók, 19.
261. UBRIZSY, G. (szerk.): (1965): Növénykórtan. 2. kiadás. 756–758. Akadémia Kiadó. Budapest
262. VAJNA, L. (2008): A *Thyrostroma* nemzetségbe került a csonthéjasok levéllyukacsosodását okozó gomba. *Növényvédelem*. 44 (10) 522–525. p.
263. VÉGHÉLYI, K. (1984): Az alma ventúriás (fuzikládiumos) varasodása. In. Jenser Gábor (szerk.) 1984. *Gyümölcsfák védelme*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 76–94.
264. VEISZ J., MEDGYESSY, I., ABONYI, F. (2004): Az alma jelentősebb kórokozói. In. Holb Imre (szerk.) 2004. *A gyümölcsösök és a szőlő ökológiai növényvédelme*. Budapest. Mezőgazda Kiadó. 116–121. p.
265. VELLUTI, A., MARÍN, S., GONZALEZ, P., RAMOS, A.J. AND SANCHIS, V. (2004): Initial screening for inhibitory activity of essential oils on growth of *Fusarium verticillioides*, *F. proliferatum* and *F. graminearum* on maize-based agar media. *Food Microbiology*, 21 (6) 649–656. p.
266. VÉTEK, G., NAGY, G. (2011): Kártevők és kórokozók a kertben. Cser Kiadó. Budapest
267. WAGNER, A. SPASOWKA, M. (2007): Research on *Candida butyri* and thyme essential oil applications in the control of black spot and powdery mildew on rose. *Progress in Plant Protection*. 47 (4) 251–254. p.
268. WANG, Y.Z., MILLER, J.D. (1988): Effect of *Fusarium graminearum* metabolites on wheat tissue in relation to *Fusarium* head blight resistance. *Journal of Phytopathology*, 122: 118–125. p.

269. WANG JINGFA., LI JIAN CAO., JIANKANG., JIANG WEIBO. (2010): Antifungal activities of neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts on postharvest diseases in fruits. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (11) 1100–1104. p.
270. WANG YAFEI AI QIJUN ZHANG MENG DUAN LIXIN. (2011): Inhibition effects of four kinds of Chinese herbal medicine extracts containing pyrola (*Pyrola rotundifolia*) against *Monilinia fructicola*. *Plant Diseases and Pests*, 2 (3) 52–55. p.
271. WARHAM, E.J., BUTLER, L.D., SUTTON, B.C. (1996): Seed testing of maize and wheat: a laboratory guide. Mexico. CIMMYT.
272. WASHINGTON, W. S., VILLALTA, O.N., BARDON, D. (1998): Susceptibility of apple cultivars to apple scab and powdery mildew in Victoria, Australia. *Australian Journal of Exp. Agriculture*, 38 (6) 625–629. p.
273. WILCOXSON, R.D., BUSCH, R.H., OZMAN, E.A. (1992): *Fusarium* head blight resistance in spring wheat cultivars. *Plant Disease*, 76 658-661. p.
274. WILSON, C.L., SOLAR, J.M., EL GHAOUTH, A., WISNIEWSKI, M.E. (1997): Rapid evaluation of plant extract and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 81 204–210. p.
275. WINSON, S. J., HARE, M. C., JENKINSON, P. (2001): The interaction between ear sprays and seed treatment for the control of *Fusarium* seedling blight in wheat. In: Seed Treatment – Challenges and Opportunities (p. 251–256.) British Crop Protection Council, Farnham, UK
276. WORMALD, H. (1954): The brown rot disease of fruit trees. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, *Technical Bulletin*, 3 113. p.
277. XU, X.M., BUTT, D.J. (1998): Effects of temperature and atmospheric moisture on the early growth of apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) colonies. *European Journal of Plant Pathology*, 104 133–140. p.
278. YAHYAZADEH, M., OMIDBAIGI, R., ZARE, R., TAHERI, H. (2008). Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc. In. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 24 (8) 1445–1450. p.
279. YODER, K. S. (2000): Effect of powdery mildew on apple yield and economic benefits of its management in Virginia. *Plant Disease*, 84 1171–1176.
280. ZALA, C. R., VACAROIU, C., CRISTEA, S., DOCEA, E. (2008): Research on the importance of leaf-falling chemical treatment against *Stigmia carpophila* fungus. *Lucrari Stiintifice - Universitatea de Stiinte Agronomice si Medicina Veterinara Bucuresti. Seria B, Horticultura*, 52 79–82. p.

281. ZAMBONELLI, A., D'AULERIO, A.Z., SEVERI, A., BENVENUTI, S., MAGGI, L., BIANCHI, A. (2004): Chemical Composition and Fungicidal Activity of Commercial Essential Oils of *Thymus vulgaris* L. *J. Essent. Oil Res.*, 16 (1) 69–74. p.
282. ZWICK, R., MARASCUILO, L. A. (1984): Selection of pairwise multiple comparison procedures for parametric and nonparametric analysis of variance models. *Psychological Bulletin*, 95 148–155. p.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt hálás vagyok Jézus Krisztusnak, többek között azért is, hogy a Budapesti Corvinus Egyetemen kezdhettem szakmai tanulmányaimat Okleveles kertészmérnök hallgatóként 2005-ben, majd itt folytathattam 2010-ben Növényorvos MSc. hallgatóként, 2012-től pedig doktorandusként. Hálás vagyok, hogy a megteremtett Földünk ezen szakterületét olyan Tanároktól tanulhattam, akik által a kertészetet és növényvédelmet méginkább megszerethettem, és akik emberileg- és szakmailag is példák számomra.

Köszönettel tartozom Dr. Palkovics Lászlónak és Dr. Péntes Bélának, akiknek támogatására tanulmányaim során messzemenően számíthattam.

Köszönettel tartozom konzulenseimnek, Dr. Nagy Gézának, akivel 2010 óta lehetőségem volt együtt kutatni, aki segítette téma választásomat és aki értékes tanácsaival végig irányított kutató munkámban. Hálás vagyok Dr. Petróczy Mariettának, aki értékes tanácsaival szintén ellátott, és akitől a dolgozat megírásában, megszerkesztésében sok segítséget kaphattam. Sokat köszönhetek Nekik.

Köszönetemet fejezem ki a Szent István Egyetem Növénykórtani- és Rovartani Tanszékének, hogy lehetővé tették a laboratóriumi vizsgálatok elvégzését.

Köszönöm Dr. Ladányi Mártának a statisztikai elemzésben nyújtott segítségét.

További köszönettel tartozom:

- a Sóskút Fruct Kft., a NAIK Gyümölcsstermesztési Kutatóintézet Érdi Kutató Állomásának Elvira-majori-, a NÉBIH- valamint az MTA Agrártudományi Kutatóközpont Mezőgazdasági Intézet valamennyi munkatársának, akik a szabadföldi vizsgálatok helyszíneit biztosították számunkra, valamint
- Dr. Puskás Katalinnak, akitől a mesterséges fertőzés kivitelezésében kaphattunk segítséget őszi búzában 2015-ben, valamint Cseh Anitának a kalászfuzáriózis belső magfertőzöttség megállapításában nyújtott segítségével.

Hálás vagyok Édesanyámnak, hogy tanulmányaim során végig támogatott, bátorított, biztatott.

Feleségemnek köszönöm támogatását és türelmét.

Vizsgálataimhoz a támogatást részben a Nagy Géza által 2013-ban elnyert Magyary Zoltán posztdoktori ösztöndíj (TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program) biztosította.