

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem

Georgikon Campus

A tolerancia hatása egyes almát fertőző gombafajok megjelenésére

Készítette: Sólyom Laura

Konzulens: Dr. habil Takács András Péter

Intézet/Tanszék: Növényvédelmi Intézet

**Készthely
2022**

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés és célkitűzés.....	2
1.1	Az almatermesztés helyzete Magyarországon.....	2
1.2	Célkitűzés.....	3
2.	Irodalmi áttekintés.....	4
2.1	Alma lisztharmat.....	4
2.1.1	Taxonómia, kórokozó szervezet és morfológiája.....	4
2.1.2	A lisztharmat fertőzés tünetei.....	5
2.1.3	A lisztharmat betegség ciklusa.....	5
2.2	Alma varasodás.....	6
2.2.1	A Venturia inaequalis életciklusa.....	7
2.2.2	Az ellenállási reakció.....	10
3.	Anyag és módszer.....	12
3.1	Kísérleti terület bemutatása.....	12
3.2	Növényanyag bemutatása.....	13
3.3	Vizsgálati módszer leírása.....	17
4.	Eredmények és értékelésük.....	19
4.1	Idared almafajta lisztharmat fertőzöttség felvételezési eredményei.....	19
4.1.1	Kezelt és kezeletlen terület felvételezési eredményei.....	19
4.2	Gála almafajta varasodás fertőzöttség felvételezési eredményei.....	20
4.2.1	Kezelt és kezeletlen terület felvételezési adatai.....	20
4.3	Bonita varasodás rezisztens, lisztharmat toleránsfajta eredményei.....	23
4.3.1	Kezelt és kezeletlen terület felvételezésének adatai.....	23
4.4	Luna almafajta eredményei.....	24
4.4.1	Kezelt és kezeletlen terület felvételezésének adatai.....	24
4.5	A vizsgált almafajták betakarításának eredményei.....	24
4.5.1	Gála alma betakarítási eredményei.....	24
4.5.2	Idared alma betakarítási eredményei.....	27
4.5.3	Luna alma betakarítási eredményei.....	28
4.5.4	Bonita alma betakarítási eredményei.....	29
5.	Következtetések és javaslatok.....	31
6.	Összefoglalás.....	34
7.	Irodalomjegyzék.....	36
7.1	Egyéb irodalom.....	43
8.	Köszönetnyilvánítás.....	44

1. Bevezetés és célkitűzés

1.1 Az almatermesztés helyzete Magyarországon

Magyarországon a 2000-es évek elején 41 ezer hektáron termesztettünk almát, melynek területe 28 ezer hektárra csökkent az elmúlt 10 évben. A '80-as évek 1-1,2 millió tonna éves termés a felére csökkent, a termelési potenciálunkat alig használjuk ki piaci és technológiai okokból. Magyarország almatermesztésének ökológiai adottságai átlagosak Európában, illetve csak közepesnek mondhatók, ha különböző égtáji irányokban található országok adottságaival hasonlítjuk össze. A gyenge adottságunk egyrészt a csapadék mennyiség hiányából, illetve az emiatt kialakult alacsony relatív páratartalomból, másrészt pedig a negatív hőmérsékleti hatásokból adódik. Az elmúlt évtizedben létesült magas tőszámú intenzív, nagy teljesítményű ültetvények 40-50t/ha-os jó minőségű teljesítményei csak jó minőségű, kedvező termőhelyeken realizálódnak. A hazai ültetvények maximum 30-50 t/ha öriüli átlagos terméshozásra alkalmasak. A globális klímaváltozás egyre inkább érezhető hatásai miatt megnövekedett az elemi károk pl. jégeső gyakorisága, amely elég komolyan veszélyezteti az almatermesztés jövedelmezőségét. Az intenzívebb ültetvényekben a kisszámú alanyhasználat a jellemző. Féltörpe (M26), törpe (M9) alanyok dominálnak, de számottevő a középerős (MM106) növekedésű alanyok használata. A mérsékelt növekedési erélyű alanyok használatánál a telepítésben 550-2500 db fa/ ha állománysűrűség jellemző, ez fél intenzív és intenzív ültetvényekre jellemző. Az 1500 db feletti ültetvények esetében nélkülözhetetlen a támrendszer használata, bár ez nagyobb beruházási költséget von maga után. Az ültetvények esetében sok helyen nem valósítható meg öntözés, ami akár jelentősen csökkentheti a terméshozamot és termésminőséget. A '90-es évektől kezdődően új fajtákat próbáltak ki a Jonathan leváltása érdekében. Mára a használt fajták száma jelentősen lecsökkent és mindössze 4-5 fajtát használnak a termesztésben, ezek az Idared, Jonagold, Golden Delicious, és a Gala. (Internet 3). Az almaültetvények növényvédelmét nagyban meghatározza az agrotechnika helyes alkalmazása, a talaj minősége, tőtávolság, sortávolság, az öntözés, valamint az ültetvény tápanyag ellátottsága. Egy ültetvény védekezésének alapjául szolgál olyan alfajták termesztésbe vonása, melyek betegségekkel szemben ellenállóak. Napjainkban a növényvédő szer kivonások miatt nagyon beszűkül a használható növényvédő

szerek száma, és ha nincsen szer rotáció, ha mindig ugyanazokat a szereket használjuk, bizonyos kórokozók rezisztenciát alakíthatnak ki növényvédő szerekkel szemben. Éppen ezért a nemesítés során rezisztenciával és toleranciával rendelkező fajtákat alakítottak ki, melyek lisztharmat, és varasodás toleranciával és rezisztenciával rendelkeznek. Lisztharmat esetében fontos, hogy metszés során a lisztharmatos vesszőket is el kell távolítani, és lehetőség szerint a fertőzött vesszőket, ágakat meg kell semmisíteni. Ahhoz, hogy mindig kiegyensúlyozott terméshozamot kapjunk, fontos a megfelelő fajtaválasztás, és az ültevény gondozása, ami magába foglalja az öntözést, tápanyag ellátottságot, metszést, és a helyesen alkalmazott agrotechnikát.

1.2 Célkitűzés

Munkám célja, egy Veszprém melletti gyümölcsös, intenzív almaültetvényében található rezisztens, és toleráns fajták, és nem rezisztens almafajták lisztharmat és varasodás fertőzőtségének nyomon követése egy tenyészidőszak alatt, illetve megállapítani, hogy rezisztens vagy toleráns fajták esetében hogyan lehet, csökkenteni a felhasznált fungicid mennyiségét.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 Alma lisztharmat

A *Phodosphaera leucotricha*, által okozott lisztharmat a termesztett alma (*Malus x domestica*) és a körte (*Pyrus* spp.) egyik legfontosabb és legelterjedtebb betegsége. A lisztharmatnak a fák életképességére gyakorolt krónikus hatása, különösen a nagyon érzékeny fajták esetében, káros lehet a gyümölcsösök és faiskolák jövedelmezőségére nézve (Butt et al. 1983; Serdani et al. 2005; Yoder 2000). Bár a fiatal levelek a legérzékenyebbek, a lisztharmatfertőzések a virágokon és gyümölcsökön is előfordulnak, így csökken a termés hozam, és a gyümölcs piaci értéke a gyümölcs sárgásbarna tünetei miatt (Spotts 1984; Yoder 2000).

A lisztharmat mindenütt előfordul, ahol almát termesztenek. A betegségnek lehet nagyobb és kisebb jelentősége is a kereskedelmi gyümölcsösökben, de világszerte fontos betegség az almafaiskolákban (Hickey & Yoder, 1990). A gazdasági veszteség az éghajlati viszonyoktól, a fajták fogékonyságától és a gyümölcsösök vagy faiskolák gazdálkodási gyakorlatától függ. A lisztharmat kezelését a kereskedelmi gyümölcsösökben integrálni kell az alma egyéb betegségeivel, például az almavarasodással.

2.1.1 Taxonómia, kórokozó szervezet és morfológiája

Az *Erysiphaceae* családon belül a *Podosphaera* nemzetség általában felszíni micéliumként, dichotóm módon elágazó függeléként a csúcson és kazmotéciumként ismerik fel egy aszkusszal (Salmon, 1900). Az *Erysiphaceae*-t obligát parazitáknak nevezik.

Hagyományos táptalajon, például burgonya-dextróz agaron a lisztharmat-konídiumok rövid, szeptumokkal ellátott csíracsőveket képezhetnek (Yossifovitch, 1923), de ezek a csíracsővek hamar elhalnak.

2.1.2 A lisztharmat fertőzés tünetei

A gomba az ágakat, a lombozatot, a virágokat és a gyümölcsöket támadja meg. A fertőzött ágak gyakran lekókadnak és elpusztulnak. Ha a fiatal levelek fertőződnek, a levelek hossza általában nő, de szélességük nem, és hosszanti irányban összehajlanak (Ellis és mtsai.,1981). A levélszél mentén bekövetkező fertőzések gyakran a levél görbülését vagy gyűrődését eredményezik. A súlyosan fertőzött levelek néha már a szezon közepén elhalnak.

A faiskolákban a gomba áterjedhet az összes fejlődő levélre, és a vegetatív végajtások súlyos elmaradását okozhatja (Hickey & Yoder, 1990). A súlyosan fertőzött végződéseknél az internodiumok megrövidülnek, és ezüstszürke micéliummal borítottak. A szürkés színű micélium bevonat idővel megbarnul (Hickey & Yoder, 1990). A fertőzött végzódések és rügyek érzékenyebbek a téli sérülésekre, mint az egészséges rügyek.

A fertőzött virágrügyek csökkent terméskötődést mutatnak. Tavasszal a fertőzött rügyek néhány nappal később nyílnak, mint az egészségesek. A virágokat és az első leveleket micélium és spórák boríthatják, a szirmok gyakran megváltoztatják színüket, torzulnak és csökevényesek (Hickey & Yoder, 1990). A korai gyümölcsfertőzés a beteg virágokból származik, a fertőzött rügyekből kinyíló virágokból is rozsdásodó gyümölcsök fejlődhetnek, ezeket a fertőzött gyümölcsök felszínén hálózatos parásodás alakul ki (Hickey & Yoder, 1990).

2.1.3 A lisztharmat betegség ciklusa

A *P. leucotricha* obligát parazita, amely micéliumként telel át az előző vegetációs időszakban megfertőzött nyugalmi rügyekben (Woodward, 1927; Butt, 1971, 1972). A gomba telelését elsősorban a hőmérséklet korlátozza. A fertőzött rügyek gyakran nem pattannak ki a kemény tél után, -20°C alatt a túlélési arányuk kevesebb, mint 5%, míg az egészséges rügyek -30°C-os hőmérsékletet is túlélnek (Covey, 1969). A -12°C alatti hőmérséklet elpusztíthatja a fertőzött rügyekben levő micéliumot, és lehetővé teszi, hogy a rügyek egészséges leveleket hozzanak (Hickey & Yoder, 1990).

Rügyfakadáskor a fertőzött rügyben telelő micéliumon termelt konídiumok indítják el az elsődleges fertőzéseket. Ezek a konídiumok megfertőzik a fiatal leveleket, virágokat és

gyümölcsöket, és inokulumot biztosítanak a másodlagos betegségeciklushoz. A fertőzéseket a hőmérséklet, és a relatív páratartalom szabályozza. A fiatal levelek nagyon fogékonyak a betegségre. A konídiumok 10-25 °C-on (optimális 20-22 °C), 4 és 30 °C között csírázhatnak (az optimális 20-22°C), a szükséges relatív páratartalom 70-100% között változik. A csírázás 4-10 °C alatti, és 28-30°C feletti hőmérsékleten lassú (Covey, 1968; Hickey & Yoder, 1990).

A gyümölcsrügyek jelentik az inokulum legkorábbi forrását, mivel a fertőzött rügyek általában néhány nappal később nyílnak, mint az egészségesek, az első konídiumok termelődésekor már jelen vannak a fogékony szövetek (Hickey & Yoder, 1990). A konídiumok termelődése és csírázása főként nappal történik (Yarwood, 1934; Burchill, 1965; Butt & Jeger, 1986). A konídiumok érése a *P. leucotricha* esetében szintén nappal következik be (Childs, 1940). A gomba napszakos periodicitással bocsát ki spórákat, és a levegőben a legnagyobb spórakoncentráció déli óráktól kora délutánig fordul elő (Hickey & Yoder, 1990; Xu et al., 1995).

Cunningham (1923) szerint a bőséges kazmotécium nem játszik szerepet a gomba telelésében. Széles körben elfogadott, hogy a *P. leucotricha* ivaros stádiuma nem tűnik fontosnak a betegség ciklusában. Bár a téli hónapokban történő csírázásról beszámoltak, de az aszkospórák csíráztatására és/vagy a lombozat beoltására tett kísérletek sikertelenek voltak (Hickey & Yoder, 1990).

2.2 Alma varasodás

A *Venturia inaequalis* Cooke (Wint.) egy hemibiotróf gomba, amely az almabetegség, az ausztráliai fekete foltosság kórokozója (MacHardy, 1996). A *V. inaequalis*-nak széles földrajzi elterjedési területe van, és szinte minden olyan területen megtalálható, ahol kereskedelmi almatermesztés folyik. A védekezés gazdasági költségei szempontjából az alma legfontosabb betegsége világszerte (Carisse és Bernier, 2002). A betegség azonban a mérsékelt égövi országokban, ahol hűvös, nedves éghajlat uralkodik, kora tavasszal súlyosabb (MacHardy, 1996; Manktelow et al., 1996). Az almavarasodás ellen túlnyomórészt higiéniai és termesztési intézkedések kombinációjával, valamint megfontolt fungicidek alkalmazásával lehet védekezni, amelyek megfelelő időzítése elengedhetetlen a hatékony védekezéshez (Beresford és Manktelow, 1994). Eddig a rezisztens fajták alkalmazása nagyon korlátozott volt a viszonylag gyenge gyümölcsminőség miatt. Várhatóan azonban jelentős szerepet

fognak játszani a betegség elleni védekezésben, különösen a biogyümölcs termesztésben, amint a varasodással szemben tartósan ellenálló új fajták válnak elérhetővé.

2.2.1 A *Venturia inaequalis* életciklusa

A *V. inaequalis* túlnyomórészt pszeudotéciumok (ivaros termőtestek) formájában telel át, amelyek az almalevél alomban fejlődnek a levélhullást követő szaprobikus növekedési fázist követően. A gomba önsteril, ezért a párosodás sikeréhez ellentétes párosodási típusok szükségesek (Keitt és Palmiter, 1937). Egyes telelőgombák a teleomorf (ivaros stádium); (Becker et al., 1992; Holb et al., 2006) részvétele nélkül is előfordulhatnak konídiumpusztulák formájában a hajtásokon és rügypikkelyeken. A fertőzés tavasszal és kora nyáron indul a pszeudotéciumokból esőzés hatására felszabaduló aszkospórák (ivaros spórák) révén. Ez a kibocsátás a gazdaszervezet rügypikkelyezésével és a levelek kibontakozásával egy időben történik (Brook, 1976; MacHardy és Gadoury, 1986; Szkolnik, 1969). A fertőzésveszély a vegetációs időszak elején a legnagyobb, amikor a levelek és a gyümölcsök fiatalok és érzékenyebbek (Schwabe, 1979; Schwabe et al., 1984; Xu és Robinson, 2005).

Az aszkospórákból eredő csíracsovek közvetlenül vagy appresszóriumon keresztül hatolnak a kutikulán (Keitt és Jones, 1926; Smereka et al., 1987), és többrétegű, pszeudoparenchymás struktúrákká, úgynevezett strómatákká fejlődnek, amelyek feltehetően a szubkutikuláris térből kapják a tápanyagot. A strómaták és az általuk termelt konídiumok okozzák a jellegzetes levél- és gyümölcselváltozásokat, amelyek miatt a betegség a hegesedés vagy egyes országokban a fekete folt elnevezést kapta. A konídiumokat a szél és az eső terjeszti a sérülésekről, és a gyümölcsösben a gyümölcsfejlődés teljes időtartama alatt másodlagos fertőzés alakulhat ki. Ezek az ivartalanul termelődő spórák felelősek a betegség elszaporodásáért, ha a tenyészidőszakban megfelelő időjárási körülmények uralkodnak.

A *V. inaequalis*nak az almatermesztésre gyakorolt súlyos hatása (MacHardy, 1996) abból adódik, hogy a varasodás nagyon alacsony szintje miatt a gyümölcsök piacképtelenné válhatnak. A legtöbb kereskedelmi almafajta érzékeny a varasodásra (Gessler et al., 2006; Holb, 2007). Következésképpen a gyümölcsösben a fertőzés csökkentéséhez nagyon magas szintű, költséges betegség elleni védekezésre van szükség (Beresford és Manktelow, 1994; Manktelow et al., 1996). A tavaszi és nyári gombaölő szeres permetezési programokra a legtöbb almatermesztő régióban szükség van a hagyományos, az integrált

gyümölcsstermesztési és a biotermesztési rendszerekben (Holb, 2006). A *V. inaequalis* egymás után rezisztenciát fejlesztett ki a dodin, benzimidazol, demetilációs inhibitor DMI (Köller, 1994) és kinon külső inhibitor QoI (Köller et al., 2004) gombaölő szerek osztályával szemben. A kórokozó szabadföldi populációiban ezekkel a fungicidekkel szembeni rezisztencia kialakulásának késleltetésére irányuló stratégiák az egyes osztályokba tartozó fungicidek szezononkénti alkalmazásainak korlátozásán, valamint a veszélyeztetett fungicidek keverésén vagy váltakozásán alapulnak olyanokkal, amelyeknél nem áll fenn a rezisztencia kialakulásának veszélye (Brent és Holloman, 2007).

A rezisztencia molekuláris alapjait a dodin kivételével a fungicidek ezen főbb osztályai esetében azonosították. A benomillal (egy benzimidazol) szembeni rezisztencia a szántóföldön a β -tubulin célfehérjét kódoló génben bekövetkező specifikus mutációk eredménye, amelyek a 198-as aminosavat módosítják glutamátról alaninra, lizinre vagy glicinre (Koenraadt et al., 1992). A DMI fungicidekkel szembeni rezisztencia mechanizmusa nem annyira jól jellemzett, de úgy tűnik, hogy egy energiafüggő efflux rendszerrel áll kapcsolatban (Palani és Lalithakumari, 1999). Bár keresztrezisztencia ezekkel a fungicidosztályokkal szemben nem figyelhető meg, megfigyelték, hogy a benomillal vagy a DMI-vel szembeni rezisztencia nagyobb gyakorisággal fordul elő a dodinra már rezisztens *V. inaequalis* izolátumokban, mint az érzékeny izolátumokban (Köller és Wilcox, 2001). A fungicidek újabb QoI osztálya a citokróm b Qo központját veszi célba. Laboratóriumban a rezisztencia vagy egy alternatív oxidáz útvonal felszabályozásával, vagy magának a citokróm b-nek a G143A mutációjával alakulhat ki (Zheng et al., 2000). Úgy tűnik, hogy az alternatív oxidáz útvonal felregulációja elnyomódik a planta-ban, ami érzékennyé teszi a *V. inaequalis*-t; ezért ilyen típusú mutánsok nem találhatók a szabadföldi termesztésben. Mivel a citokróm b-t a mitokondriális genom kódolja, a G143A mutációnak egy bizonyos szintig kell felhalmozódnia, mielőtt a rezisztencia kialakulna. Így a szabadföldi rezisztencia kialakulása késleltethető a QoI fungicidek szezononkénti kijuttatásának korlátozásával (Köller et al., 2004).

Az aszkospórák inokulumot csökkentő egészségügyi gyakorlatok közé tartozik az őszi karbamid permetezés, amely elnyomja a kórokozó ivaros stádiumát és fokozza a levélszemét lebontását (Burchill et al., 1965), a levélapritás vagy mulcsozás, valamint a mészkén vagy szintetikus fungicidek őszi kijuttatása (Holb et al., 2006).

Az alma varasodás azokban a régiókban a legproblémásabb, ahol a gyakori tavaszi esőzések aszkospórák felszabadulását és fertőzést eredményeznek. A fertőzéshez különböző

hőmérsékleten szükséges nedvességtartamot meghatározó meteorológiai kritériumokat először Mills és LaPlante (1954) javasolta, és Mills-periódusokként ismertek. Ezek a kritériumok az elektronikus időjárásfigyelő és számítógépes rendszerekkel együtt szabványos eszközzé váltak annak megállapítására, hogy mikor alakulnak ki a fertőzéshez alkalmas feltételek, így a fungicidek alkalmazása hatékonyan célzottan történhet. Az almarothadás elleni gombaölő szerek alkalmazásának irányítását segítő egyéb előrejelző modellek közé tartoznak az aszkospórák érési modelljei (MacHardy és Gadoury, 1986) és a gyümölcsösök lombkoronájának fejlődési modelljei (Beresford et al., 2004).

Nusbaum és Keitt (1938) számolt be először a *V. inaequalis* és az alma közötti kölcsönhatás citológiájáról. Feljegyezték, hogy a konídiumok és az aszkospórák csíráznak, leggyakrabban a spóra apikális végéből, ha a levél felületén szabad nedvesség áll rendelkezésre. A spóra és a csíracső a kutikulához tapad, amit fehérjékből és szénhidrátokból (β -galaktóz és N-acetilglükózaminil-maradékok; Schumacher et al., 2008; Smereka et al., 1988) álló tapadó nyálka képződése eredményez. Általában egy viszonylag egyszerű appressórium differenciálódik, de ez nem elengedhetetlen a penetrációhoz. Az appressorium fala nem erősen melanizált, bár a penetrációs csap tövében egy melaningyűrű található (Steiner és Oerke, 2007). Valóban nincs szükség mechanikai nyomásra (Smereka et al., 1988), de a kutikula lokalizált enzimatis hidrolízisét javasolják a penetrációhoz. Az extracelluláris kutináz aktivitást is belekeverték, mivel ezt az enzimet a csírázó konídiumok termelik, és a kutináz inhibitor megakadályozhatja a penetrációt (Köller és Parker, 1989; Köller et al., 1991). Ezenkívül, észteráz-szerű aktivitásról számoltak be a konídiumok csírázása során és az appressóriumokban (Nicholson et al., 1972). Érdekes módon a fertőzött területeken a kutikula jelentősen, a normálisnál akár 10-szer vastagabbnak tűnik (Kucheryava et al., 2008). Hogy ez enzimhatás vagy a nyálka kiválasztásának eredménye, nem ismert.

Amint a kutikula áttörik, a fertőzési csap differenciálódik, és szubkutikuláris futó hifákat képez, amelyek átmérője sokkal szélesebb, mint a felszíni micéliumoké. Ezekből a szubkutikuláris hifákból szabályos időközönként strómák differenciálódnak. A strómákat oldalirányban osztódó, akár 10 μ m átmérőjű sejtek alkotják, amelyek jelentősen különböznek a növény felszínén, agar táptalajon vagy folyadékkultúrában található csőszerű hifáktól (Kucheryava et al., 2008). A konídiumok a sztróma legfelső sejtjeinek megnagyobbodását követően képződnek. Úgy tűnik, hogy a *V. inaequalis* a növekedés biotróf fázisa során alkalmazkodott a szubkutikuláris apoplasztikus tér kolonizációjához. Ez magyarázhatja, hogy a kompatibilis kölcsönhatásban megfigyelt kallózpapillák indukciója, bár a gomba felismerését feltételezi, miért nem játszik szerepet a kolonizáció korlátozásában (Kucheryava

et al.,2008). Felmerül azonban a kérdés, hogy más potenciális védekezési mechanizmusok, például a fitoalexin bioszintézis miért nem indukálódik, ami arra utal, hogy ezeket a gazdaszervezet citoplazmájában működő effektorok elnyomhatják.

A stroma fejlődése során a gazdaszervezetben a kutikula felszakadásától eltekintve nincs nyilvánvaló károsodás. Csak a sporulációkor a sztróma alatti epidermális sejtek fokozatos plasztid- és citoplazmacsökkenésen mennek keresztül, amelyet növekvő vakuoláció kísér, és amely végül nekrozishoz vezet, amelyet valószínűleg a sejtfal részleges lebontása okoz a fertőzési ciklus végén (Nusbaum és Keitt, 1938; Valsangiacomo és Gessler, 1988).

Celluláz, β -glükózidáz, pektináz, valamint endo- és exo-poligalakturonáz aktivitást mutattak ki az in vitro növekvő *V. inaequalis*-ban. Ha azonban ezek az enzimek csak a fertőzés késői szakaszában fejeződnek ki, amikor a gazdaszövet lebontása megfigyelhető, akkor nem valószínű, hogy jelentős szerepet játszanak a tápanyagszerzésben a fertőzés kialakulása során (Kollar, 1998; MacHardy, 1996; Valsangiacomo és Gessler, 1992). Ez felveti a kérdést, hogy a gomba hogyan szerzi meg a tápanyagokat a gazdaszervezettől. Bizonyított, hogy más biotróf fitopatogénekhez hasonlóan a *V. inaequalis* is befolyásolja a fertőzési helyeken a hormonszinteket, különösen a citokinineket, hogy segítse biotróf táplálkozását (Cooper és Ashby, 1998; Walters és McRoberts, 2006). Ebben a forráskönyvben a β -glükózidáz aktivitás aktív citokinin szabaddá teszi a növényben vagy a gombában tárolt citokinin-O-glükózidból, ami viszont citokinin-nyelőt hoz létre az invázió helyén. A citokinin felhalmozódása után a tápanyagok transzlokációját eredményezi a gomba számára ezen a helyen (Cooper és Ashby, 1998).

2.2.2 Az ellenállási reakció

A fogékonyság általában a kórokozó féktelen növekedésével jár együtt a gazdaszervezeten. A *V. inaequalis* által okozott nagy kiterjedésű, terjedő sérüléseket figyeltek meg a termésen és a leveleken szabadföldön, de azt nem sikerült megállapítani, hogy ezek egy vagy több fertőzési gócból származnak-e (R. Beresford és K. Plummer, személyes megfigyelés).

Jellemzően azonban nem ez a helyzet, mivel az almaleveleken a *V. inaequalis* okozta elváltozások a fertőzés helyétől legfeljebb 1 cm-es sugarúak, majd megszűnnek terjeszkedni

(MacHardy, 1996). Ezt a jelenséget az ontogén rezisztenciának tulajdonítják, amely a levelek és a gyümölcsök érésével fejlődik ki, és a levelek teljes kifejlődésére befejeződik (Gessler és Stumm, 1984; Schwabe, 1979). A fertőzések csak a leveleken (Valsangiacomo és Gessler, 1988) és a közöttük lévő internódiumokon (Jeger és Alston, 1986) telepednek meg, és az ontogén rezisztencia gyorsabban fejlődik a levelek ventrális oldalán, mint a dorzális oldalán, a levelek kibontakozási fázisában (Keitt és Jones, 1926).

Az ontogén rezisztencia üvegházi körülmények között lassabban fejlődik, mint szabadföldi körülmények között, ami feltehetően a növényi szövetek eltérő érési sebességét tükrözi a különböző környezeti feltételek mellett (Szkolnik, 1978). A *V. inaequalis* konídiumcsírázási és appresszoriális differenciálódási sebességét nem befolyásolja a levél életkora, de a gazdaszövet életkorának növekedésével csökken a stromaképződés és a sporuláció sebessége és mennyisége (Gessler és Stumm, 1984). Ennek az ellenállásnak az alapja ismeretlen, de kimutatták, hogy a vegetációs időszak végén, amikor a levelek öregedni kezdenek, és a nyugalmi károsodások megújulnak, még a legidősebb leveleken is inaktívvá válik (Kollar, 1996). Ez a szeneszcencia veszélyeztetheti a növény azon képességét, hogy ellenállási választ indukáljon.

Az ontogén rezisztencia minden almafajtánál megfigyelhető, és úgy tűnik, hogy a kórokozó soha nem tudta legyőzni; ha a kórokozó a tél folyamán elegendő biomasszát tud felépíteni a sikeres ivaros kereszteződéshez, annak ellenére, hogy az ontogén rezisztencia működik, akkor nincs szelektív hajtóereje a rezisztencia legyőzésére (MacHardy et al., 2001). Bár az ontogén rezisztencia védelmet nyújt az érett szöveteken a varasodás ellen, a fejlődő levelek és gyümölcsök továbbra is sérülékenyek, így további rezisztenciára van szükség, amelyet elsősorban a mennyiségi tulajdonsági lokuszok (QTL-ek) és az R-gének biztosítanak. Mind az üvegházi (Calenge et al., 2004), mind a szabadföldi (Liebhard et al., 2003) kísérletek során számos QTL-t azonosítottak a varasodással szemben. Ezek némelyike ugyanazokra a régiókra térképeződik, amelyekben a főbb varasodás R-gének találhatók, pl. az 1. és 2. kötődési csoportokban (LG) (Calenge et al., 2004; Dunemann és Egerer, 2010; Durel et al., 2003; Soriano et al., 2009). Más QTL-ek, például az LG11-en és az LG17-en találhatóak, nem kapcsolódnak fő génekhez, az LG17 pedig a széles spektrumú varasodással szembeni rezisztencia QTL-ek különleges "forró pontja".

3. Anyag és módszer

3.1 Kísérleti terület bemutatása

Kísérleti munkámat egy Veszprém melletti gyümölcsösben végeztem Szabadságpusztán a 2022-es évi tenyészidőszakban. A gazdaságban összesen 18 hektárnyi almaültetvény található, melyből a vizsgált toleráns fajtának a terület aránya 2 ha (1ha Luna, 1ha Bonita). A vizsgálati alanyoknál 0,5 ha kezelt, és 0,5 ha kezeletlen kontroll csoportokat alakítottunk ki, melyeknél a kezelt terület az inszekticides kezelések mellett fungicides kezeléseket is kaptak, a kezeletlen kontroll csoport pedig csak inszekticides kezelést kapott, fungicides kezelést nem.

Az Idared és Gála ültetvények esetében 0,05 ha kezelt és 0,05 ha kezeletlen területet alakítottunk ki, ahol szintén a kezeletlen ültetvények nem kaptak fungicides kezelést.



1. ábra Intenzív almaültetvény

3.2 Növényanyag bemutatása

Munkám során az ültetvényben 4 fajta almát vizsgáltam, melyek a következők: Luna, Bonita, Idared és Gála.

Luna almafajta

Koronaalakja és növekedése a Golden almához hasonló, általában október első-második dekádjában érik, de akár novemberig is a fán tartható. Közepes méretű, aranysárga, perzselődésre nem hajlamos fajta, melynek cukor-sav aránya harmonikus. Korán termőre fordul, rendkívül bőtermő alma. Jól tárolható rezisztens alma. (Internet2)



2. ábra Luna alma

Bonita almafajta

Diploid, könnyen termékenyülő fajta, és jó pollenadó is. Közepes növekedési erély, koronája könnyen alakítható a Goldenhez hasonló habitussal. Tárolási tulajdonságaiban az Idaredet felülmúlja, jól tárolható. Közepes, kiegyenlített homogén gyümölcsméretű, tűzpiros, oldalnézetből négyzetes, egyedi gyümölcse van. Lédús kemény húsú, harmonikus cukor-sav arányú alma. Korán termőre fordul, varasodással szemben rezisztens, lisztharmat toleránsfajta. (Internet2)



3. ábra Bonita alma

Idared alma

Közepes növekedési erélyű, könnyen alakítható fát nevel. Október elejétől- közepéig hozza gyümölcsét. Gyümölcs közép-nagy, enyhén lapított gömb alakú, sima és mérsékelten viaszos héjjal. Színe élénkpiros, húsa lédús, nyomódásra érzékeny. Korán termőre fordul, kiegyenlített terméshozamú fajta, mely termésritkítást igényel. Lisztharmatra érzékeny, így a növényvédelem során erre nagyon kell figyelni. Nem rezisztens asztali alma. (Internet2)



4.ábra Idared alma

Gála alma

Közepes méretű, gömbölyded, az egyik legkedveltebb az almafajták között. Korán termőre fordul, rendszeresen és bőségesen terem. Kellemesen édeskés, alacsony savtartalmú alma, mely a termését augusztustól szeptemberig hozza. Több hullámban célszerű szedni, a túlérés elkerülése végett. (Internet1)



5. ábra Gála alma

3.3 Vizsgálati módszer leírása

Kísérletemet 2022. április 8. és 2022. október 6. közötti időszakban végeztem az alma különböző fenológiai fázisaiban. Az első felvételezés (április 8.) a levélfejlődés időszakában történt, ekkor az alma úgynevezett egérfüles állapotban volt, kb. 10 mm-es levélsúcsok találhatók ebben az időszakban. Az utolsó felvételezésre (október 6.) betakarítás után került sor, ekkor az alma az öregedés fenológiai fázisában volt.

A felvételezések kora reggel történtek, ekkor minden vizsgálandó almafajtának meghatároztam a lisztharmat és varasodás fertőzöttségét.

Idared esetében a primer fertőzöttség felvételezésénél a kezelt és kezeletlen sorokban található összes fán meghatároztam a lisztharmat fertőzöttség mértékét, illetve gyakoriságát.

Ez az almafajta rendkívül fogékony a lisztharmatra, primer fertőzöttség esetében jellemző tünet a hajtás végi leveleken megjelenő lisztes bevonat, illetve a levelek pöndörödése.

A többi almafajtánál (Luna, Bonita, Gála) 100 levélmintára határoztam meg a lisztharmat és varasodás fertőzöttséget, és gyakoriságot, a mintavétel véletlenszerűen történt.

A felvételezések adatait táblázatba foglaltam, és százalékosan meghatároztam az egyes fajták gombafertőzöttségét.



6. ábra Lisztharmat fertőzöttség Idareden

4. Eredmények és értékelésük

4.1 Idared almafajta lisztharmat fertőzöttség felvételezési eredményei

4.1.1 Kezelt és kezeletlen terület felvételezési eredményei

Az 1. táblázat a kezelt és kezeletlen Idared területen történt felvételezést mutatja. A táblázat jól mutatja, hogy a kezelt és kezeletlen sorok között mekkora különbség van a fertőzöttség gyakorisága között. Látható, hogy mind a kezelt és kezeletlen terület esetében a 2022. április 08.-i felvételezés és a 2022. 10.07. felvételezés között eltelt időben a fertőzöttség gyakorisága egy bizonyos ideig növekszik, majd megáll egy szinten, lecsökken, vagy akár el is tűnhet, majd ismét a csapadékosabb, párás idővel újra láthatóvá válik a fertőzöttség mértéke és gyakorisága.

1. táblázat Kezelt és kezeletlen területen történt felvételezési adatok

Felvételezési időpontja	Kezelt terület fertőzöttségének a gyakorisága	A hajtás végeken található levelek fertőzöttségének a mértéke	Összes megfigyelt növény	Kezeletlen terület fertőzöttségének a gyakorisága	A hajtás végeken található levelek fertőzöttségének a mértéke	Összes megfigyelt növény
2022. 04.08.	5 fa	100 %	131 fa	3 fa	100 %	129 fa
2022. 05.06.	9 fa	100 %	131 fa	9 fa	100 %	129 fa
2022.05.13.	10 fa	100 %	131 fa	20 fa	100 %	129 fa
2022.05.27.	15 fa	100 %	131 fa	28 fa	100 %	129 fa
2022.06. 03.	17 fa	100 %	131 fa	31 fa	100 %	129 fa
2022.06.17.	17 fa	100 %	131 fa	31 fa	100 %	129 fa
2022. 09. 08.	0 fa	0%	131 fa	0 fa	0%	129 fa
2022.10.07.	5 fa	100%	131 fa	10 fa	100%	129 fa

A 2022.09.08.-i felvételezés során, ahogy a táblázat is mutatja, nem észleltem fertőzöttséget sem a kezelt, sem pedig a kezeletlen sorokban, ez az időjárással magyarázható.

Kevés csapadék hullott a június-júliusi időszakban, illetve a magas hőmérséklet és páratartalom sem volt kedvező a gombák szaporodásához, és ezek a levelek melyek lisztharmatosak voltak a felvételezések során, elszáradtak.

4.2 Gála almafajta varasodás fertőzöttség felvételezési eredményei

4.2.1 Kezelt és kezeletlen terület felvételezési adatai

A gála esetében a varasodás fertőzöttségének a meghatározását véletlenszerűen történő mintavételezéssel végeztem, 100 levélmintára vonatkoztatva, illetve meghatároztam a gyümölcs varasodás mértékét is, szintén 100 gyümölcsre vonatkoztatva. A 2. táblázatban látható, hogy a felvételezés során, 100-100 gyümölcsön vizsgáltam a varasodás fertőzöttségét.

2.táblázat Gála alma varasodás fertőzöttsége a gyümölcsön

Kezelt terület gyümölcs varasodás mértéke	Kezeletlen terület gyümölcs varasodás mértéke
100 mintából: 3 gyümölcsön észleltem varasodást	100 mintából: 14 gyümölcsön észleltem varasodást
100 mintára vonatkoztatva 3%-os fertőzöttség	100 mintára vonatkoztatva 14%-os a fertőzöttség

A kezelt terület esetében 100 mintából 3 almán találtam varasodás fertőzöttségre utaló jeleket, ez 3%-os fertőzöttséget jelent 100 mintára vonatkoztatva.

A kezeletlen terület esetében szintén 100 mintát vizsgáltam, és 14 almán találtam varasodásra utaló jeleket, ez 14%-os fertőzöttséget mutat 100 mintára vonatkoztatva.

A gyümölcsvarasodás, és a levélvarasodás felvételezésre 2022.09.16-án került sor.

A 3. táblázat a varasodás fertőzöttségének gyakoriságát és mértékét mutatja százalékos formában. 100 levélmintából 83 levélmintán találtam varasodás fertőzöttséget ezen, minták alapján a fertőzöttség mértéke 23,14% $((100/432) \times 100) = 23,14\%$

3. táblázat Varasodás fertőzöttség mértéke és gyakorisága levélen

Kezeletlen terület Fertőzöttség gyakoriságának és mértékének a meghatározása (%)			
0	1	0	1
15	0	0	1
5	1	1	0
1	20	20	1
5	5	10	5
1	1	1	1
1	1	15	1
5	15	1	1
5	0	0	0
20	1	5	15
5	1	1	10
1	5	1	1
1	1	1	15
0	1	5	1
1	1	20	10
1	0	10	15
5	1	0	30
1	1	1	20
1	1	1	25
1	5	10	0
0	1	1	10
1	5	1	1
0	1	1	1
5	1	0	1
0	5	5	0
Összesen: 432			



7. ábra Varasodás a gyümölcsön



8. ábra Varasodás a levélen

4.3 Bonita varasodás rezisztens, lisztharmat toleránsfajta eredményei

4.3.1 Kezelt és kezeletlen terület felvételezésének adatai

A kezelt területen nem észleltem varasodás, és lisztharmat fertőzöttséget, ám a 2022. 09. 23.-ai felvételezés során a kezeletlen területen lisztharmat fertőzöttséget találtam. 100 levélmintára határoztam meg a fertőzöttség gyakoriságát és mértékét, melyet az alábbi táblázat mutat.

4. táblázat Bonita lisztharmat fertőzöttségének felvételezése

Kezeletlen terület Fertőzöttség gyakoriságának és mértékének a meghatározása (%)			
1	10	0	1
5	0	1	0
0	5	10	30
1	5	5	20
5	0	30	5
5	0	10	20
0	0	0	5
0	0	0	1
0	0	0	5
0	1	30	10
5	0	5	0
0	0	0	0
0	0	50	90
0	1	40	60
5	5	5	50
5	0	10	50
50	10	10	60
0	5	0	0
1	60	5	0
30	5	1	1
80	1	0	0
10	10	1	5
10	0	1	1
0	0	0	1
0	1	0	1
Összesen: 962	10,39%		

A 4. táblázat alapján a Bonita lisztharmat fertőzöttségének a vizsgálata során 100 levélből 62 levélen észleltem a fertőzöttség tüneteit a kezeletlen táblán. A fertőzöttség mértéke 10,39% $((100/962) \times 100 = 10,39\%)$

4.4 Luna almafajta eredményei

4.4.1 Kezelt és kezeletlen terület felvételezésének adatai

Luna almafajta esetében sem a kezelt, sem pedig a kezeletlen területen nem észleltem lisztharmat fertőzöttséget, és varasodás fertőzöttséget sem, a magas fokú toleranciája miatt.

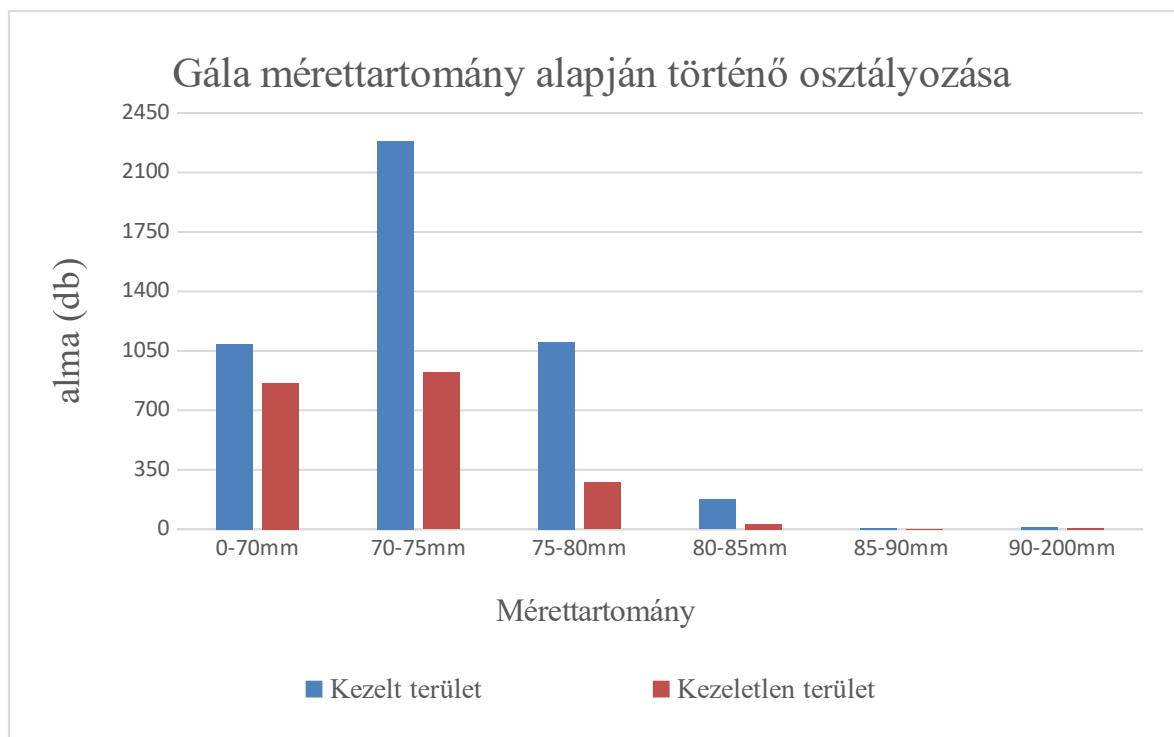
4.5. A vizsgált almafajták betakarításának eredményei

Az különböző almafajták betakarítása más időpontokban történt, hiszen mindegyik fajta más érési, és betakarítási idővel rendelkezik. Luna, Bonita, Idared esetében nem teljes parcellák lettek betakarítva, hanem mintavétel szerűen történt a betakarítás.

A betakarítás után a különböző fajtákat almaválogató géppel válogattuk, amely méret szerint szortírozta az almákat, illetve darabszámot is mutatott, hogy bizonyos mérettartományban hány darab alma van.

4.5.1 Gála alma betakarítási eredményei

A betakarításra 2022.09.16.-án került sor. A kezelt és kezeletlen táblák betakarítása, illetve válogatása külön történt. A teljes vizsgálati területet betakarítottuk ezen a napon.



9. ábra Gála mérettartomány alapján történő osztályozása

5. táblázat Gála mérettartomány alapján történő osztályozása százalékos formában

Mérettartomány (mm)	Kezelt terület (%)	Kezeletlen terület (%)
0-70	23,3	41
70-75	48,9	43,9
75-80	23,5	13,1
80-85	3,7	1,47
85-90	0,19	0,04
90-200	0,29	0,38

A 9. ábra a gála betakarítás utáni mérettartomány alapján történő osztályozását mutatja. Gazdaságosság szempontjából nézve, az a legfontosabb, hogy minél kevesebb alma essen a 0-70 mm-es mérettartományba, hiszen ezek az almák nem kerülhetnek piacra, csak léalmaként értékesíthetők. A 0-70 mm-es tartomány felett minden kategóriába eső alma piacos almának számít, ezért piaci áron értékesíthető. A léalma piaci ára körülbelül 45 ft/kg+Áfa, a piaci alma ára 110 ft/kg+Áfa, ami jelentős különbség, ha gazdasági szempontokat is figyelembe veszünk.

A kezeletlen területről betakarított alma tömege 331 kg volt, ami 2100 db almát jelent, az almák átlagos tömege 15,76 dkg volt.

A kezelt terület esetében a betakarított mennyiség 463 kg, ez 4674 db almát jelent, az almák átlagos tömege 9,90 dkg volt.

Az 5. táblázat azt mutatja, hogy amit a kezelt és a kezeletlen területről betakarítottunk almát, hány százaléka értékesíthető léalmaként (0-70 mm), és hány százaléka értékesíthető piaci almaként (70-200mm).

A kezelt terület esetében sokkal kisebb a léalmaként értékesíthető mennyiség (23,3%), mint a kezeletlen terület esetében (41%). Ez azt jelenti, hogy az összes betakarított mennyiségből 23,3% az amit léalmaként értékesítünk, míg a kezeletlen területnél az összes betakarított mennyiség 41 %-át tudjuk léalmaként értékesíteni, ez 17,7% különbséget jelent.

Az étkezési almaként értékesíthető mennyiség jelentősen nagyobb a kezelt terület esetében, mint a kezeletlennél.

Az almák átlagos tömege azért alakulhatott így, mert a kezeletlen területen, a fákon nem fejlődött olyan sok alma, mint a kezelt estében, így ezek az almák nagyobbra tudtak nőni, a fa jobban ki tudta nevelni a gyümölcsöket.



10. ábra Válogatógépen történő válogatás

4.5.2 Idared alma betakarítási eredményei

Az Idared betakarítására 2022.10.06.-án került sor. A betakarítás mintavételszerűen történt, kezelt és kezeletlen területről 2 oszlopköz lett betakarítva, ez 10%-a a teljes kísérleti területnek. Ezt követően pedig válogatógép válogatta, és meghatároztam, mekkora a piacos alma, és léalma aránya.

A kezelt területről betakarított mennyiség 182 kg volt, az almák átlag tömege 12,5 dkg volt.

A kezeletlen területről betakarított mennyiség 175 kg, az almák átlag tömege 10,3 dkg volt.

A kezelt terület esetében a 70-85 mm-es tartományok között nagyobb mennyiséget takarítottunk be, kivéve a 85-200 mm-es tartományok esetében, mert ott a kezeletlen területről takarítottunk be nagyobb mennyiséget.

Összesen 192 kg almát tudunk piaci almaként értékesíteni, melyből 107 kg a kezelt területről, 85 kg a kezeletlen területről került betakarításra. A 6. táblázat mutatja a kezelt és kezeletlen területről betakarított mennyiséget, illetve, a válogatás során az egyes mérettartományokból hány kilogramm almát tudunk értékesíteni.

Nagyon jól látszódik a mennyiségek közötti különbség, látszik, hogy a kezelt területről betakarított mennyiségből kevesebb, azaz alma, ami a 0-70 mm-es kategóriába tartozik.

6. táblázat Idared mérettartományok alapján történő osztályozása

Mérettartomány (mm)	Kezelt terület (kg)	Kezeletlen terület (kg)
0-70	75	90
70-75	32	27
75-80	45	30
80-85	25	19
85-200	5	9
Összesen	182	175

4.5.3 Luna alma betakarítási eredményei

A betakarításra 2022.10.06.-án került sor. A betakarítás, mint az Idarednél is, mintavételszerűen történt, 4 oszlopközt takarítottunk be, ez 44 fát jelent, vagyis az egész terület 2%-át a kezelt illetve a kezeletlen területről is.

A kezelt területről betakarított mennyiség 187 kg, az almák átlagos tömege 14 dkg volt. A kezeletlen területről betakarított mennyiség 371 kg, az almák átlagos tömege 17,8 dkg volt.

Az ábrán (7. táblázat) igen szembetűnő a területekről betakarított mennyiségek között a különbség. A kezeletlen terület esetében nagyobb az a mennyiség, amelyet nem lehet piacos almaként értékesíteni.

7. táblázat Luna mérettartományok alapján történő osztályozás

Mérettartomány (mm)	Kezelt (kg)	Kezeletlen (kg)
0-70	76	87
70-75	26	53
75-80	45	128
80-85	32	81
85-200	8	22
Összesen	187	371

Fontos megemlíteni ennél a fajtánál, hogy nagyon fiatal ültetvény, éppen ezért nagyon nagy a szórás a kezelt és kezeletlen területek betakarított mennyisége között, illetve látszik, hogy táblán belül is mekkora különbségek lehetnek, melynek mellett, hogy fiatal ültetvény számos okai lehetnek.

A másik fontos említésre méltó dolog, hogy ennél a fajtánál nem tapasztaltam a tenyészidőszak során semmi kórokozó tünetét (lisztharmat, varasodás). Az ültetvény 2019-es telepítésű, és ez volt a második év, amelyben termett. A fák termőfelülete 40-60 %-a a termőre fordult ültetvény termőfelületének. A 40% és 60% igen nagy eltérés, ami egyben az ültetvény heterogenitását is jelzi.

A szüretelt mintáim Luna esetében a kezelt területen 5,3 t/ha, kezeletlen területen 10,6 t/ha termést mutattak, míg az üzemi termésátlag 19,9 t/ha lett.

4.5.4 Bonita alma betakarítási eredményei

A Bonita betakarítására 2022.10.06.-án került sor. A betakarítás mintavételszerűen történt, 4 oszlopközt takarítottunk be, ami 44 fát jelent, vagyis az egész terület 2%-át a kezelt és a kezeletlen területéről is. A kezelt területről 288 kg alma lett betakarítva, az almák átlagos tömege 12,8 dkg volt. A kezeletlen területéről 291 kg-ot takarítottunk be, az almák átlagos tömege 14,9 dkg volt.

8. táblázat Bonita mérettartományok alapján történő osztályozása

Mérettartomány (mm)	Kezelt (kg)	Kezeletlen (kg)
0-70	115	51
70-75	108	129
75-80	58	96
80-85	6	14
85-200	1	1
Összesen	288	291

A kezelt területéről betakarított alma esetében sokkal nagyobb az a mennyiség, amit csak lé almaként lehet értékesíteni, a kezeletlenülethez képest, illetve a kezeletlen területéről szüretelt alma sokkal nagyobb mennyiségben tartalmaz piaci áron értékesíthető almát. (8. táblázat)

Az ültetvény 2019-es telepítésű, és ez volt a második év, amelyben termett. A fák termőfelülete 40-60 %-a a termőre fordult ültetvény termőfelületének. A 40% és 60% igen nagy eltérés, ami egyben az ültetvény heterogenitását is jelzi.

Az általam szüretelt minták átlagtermése 8,3 t/ha, míg az üzemi termésátlag 15,1 t/ha lett.



11. ábra Luna alma betakarítása

5. Következtetések és javaslatok

Munkám célja, egy intenzív almaültetvényében található rezisztens, és toleráns fajták, és nem rezisztens almafajták lisztharmat és varasodás fertőzőtségének nyomon követése egy tenyésztési időszak alatt, illetve megállapítani, hogy rezisztens vagy toleráns fajták esetében hogyan lehet, csökkenteni a növényvédő szer felhasználás mennyiségét.

A *Phodosphaera leucotricha* által okozott lisztharmat a termesztett alma (*Malus x domestica*) és a körte (*Pyrus* spp.) egyik legfontosabb és legelterjedtebb betegsége, mely különösen a nagyon érzékeny fajták esetében káros lehet a gyümölcsösök és a faiskolák jövedelmezőségére nézve (Butt et al.1983; Serdani et al. 2005; Yoder 2000). A gomba az ágakat, lombzatot, virágokat és a gyümölcsöket támadja meg (Ellis és mtsai.,1981). A súlyosan fertőzött végződéseknél az internódiumok megrövidülnek, és ezüstszerű micéliummal borítottak (Hickey & Yoder, 1990). Kísérletemben 4 almafajtát vizsgáltam, melyekből 2 fajta kifejezetten fogékony a gombás betegségekre. Az egyik vizsgált fajta az Idared (4. ábra), mely hajlamos a lisztharmat fertőzőtségre, illetve a gála (5. ábra), ami a varasodással szemben fogékony. A vizsgálatot egy teljes tenyésztési időszak alatt végeztem, és megállapítható az Idared fajta esetében, hogy a lisztharmat fertőzőtség az egész tenyésztési időszak során megfigyelhető volt, mind a leveleken mind, a virágokon, mely gyenge terméskötést okozhat, és ezáltal alacsony termésátlagot eredményez (6.ábra). Az Idared, mivel egy késői betakarítású alma, ezért a teljes betakarításra nem került sor, csak mintavételszerű szüret volt, mely a teljes vizsgált terület 10%-át jelentette. A betakarítás utáni adatokból kiderült, hogy a kezelt területről leszüretelt mennyiség 182 kg, a kezeletlen területről pedig 175 kg almát takarítottunk be. A kezeletlen területről betakarított mennyiségből nagyobb volt, a 0-70 mm-es tartományba eső almák mennyisége, mint a kezelt terület esetében, illetve a kezelt terület esetében sokkal több almát tudtunk piacos almaként értékesíteni (16.táblázat).

A másik súlyos betegség az almának a varasodás, amit a *Venturia inaequalis* okoz, amely egy hemibiotróf gomba, és szinte minden olyan területen megtalálható, ahol almatermesztés folyik. A varasodás a védekezés gazdasági költségei szempontjából, az alma legfontosabb betegsége (Carisse és Bernier, 2002). A másik vizsgált fajtam a gála, varasodásra igen fogékony fajta. Vizsgálataim során a levél és termés fertőzőtséget is vizsgáltam, melyből kiderül, hogy a kezeletlen területen sokkal nagyobb a varas almák aránya, 100 mintából 14 almán észleltem fertőzőtséget, míg a kezelt területen 100 mintából 3 almán találtam varasodásra utaló jeleket (2. táblázat). Ezek az almák nem kerülhetnek

értékesítésre, az esztétikai hiba miatt. A *V. inaequalis*-nak az almatermesztésre gyakorolt súlyos hatása (MacHardy, 1996) abból adódik, hogy a varasodás nagyon alacsony szintje miatt a gyümölcsök piacképtelenné válhatnak (Gessler et al., 2006; Holb, 2007). A levél fertőzöttség esetében a kezelt területen nem észleltem varasodás fertőzöttséget, a kezeletlen területen a fertőzöttség gyakorisága 83%, a fertőzöttség mértéke 23,14% volt (3. táblázat). A kezelt és kezeletlen területek termésátlagában is szembetűnő volt a különbség, a kezelt területről 463 kg-ot takarítottunk be, míg a kezeletlen területről csak 331 kg-ot. A kezeletlen területről betakarított almák esetében az összes leszüretelt almának a 41%-a került a léalmák közé, illetve sokkal kevesebb mennyiséget tudtunk piacos almaként értékesíteni, a kezelt területhez képest, ami jelentős bevételi kiesést jelent. A kezelt területről betakarított almák 23,3 %-a került a léalmák közé (5.táblázat). Az almavarasodás ellen túlnyomórészt higiéniai és termesztési intézkedések kombinációjával, valamint megfontolt fungicidek alkalmazásával lehet védekezni, amelyek megfelelő időzítése elengedhetetlen a hatékony védekezéshez (Beresford és Manktelow, 1994).

Az általam vizsgált 4 fajta közül a Bonita, és a Luna rezisztenciával és toleranciával rendelkeznek mind a kettő kórokozóval szemben (lisztharmat, varasodás).

Luna (2.ábra) esetében nem tapasztaltam sem lisztharmat, sem varasodás tüneteket. Az ültetvény 2019-es telepítésű, és ez volt a második év, amelyben termett. A fák termőfelülete 40-60 %-a a termőre fordult ültetvény termőfelületének. A 40% és 60% igen nagy eltérés, ami egyben az ültetvény heterogenitását is jelzi. A szüretelt mintáim Luna esetében a kezelt területen 5,3 t/ha, kezeletlen területen 10,6 t/ha termést mutattak, míg az üzemi termésátlag 19,9 t/ha lett.

Bonita (3.ábra) esetében, amely szintén egy 2019-es telepítésű ültetvény, és ez a második éve, hogy termett. A kezelt területről 288 kg, a kezeletlen területről 291 kg almát takarítottunk be (8.táblázat).

Ennél a fajtánál, mely lisztharmat toleráns és varasodás rezisztens, a 2022. 09.23.-i felvételezés során lisztharmat fertőzöttség tüneteit észleltem, melynek az eredménye 100 levélre vonatkoztatva a fertőzés gyakorisága 62%, a fertőzöttség mértéke 10,39% (4.táblázat).

Mind a Luna, mind a Bonita esetében fontos hangsúlyozni, hogy mintavételszerű betakarítás történt, a teljes terület 2%-a került betakarításra.

Az alma növényvédelmét nagymértékben meghatározza egy ültetvény talajának a minősége, az agrotechnikai színvonal, művelési mód, az öntözés, tápanyagellátás, fajtamegválasztás. A védekezés alapjául szolgál a helyes fajtamegválasztás, ellenálló fajták választása. Kevesebb beavatkozás mellett megkímélhetjük a hasznos élő szervezeteket,

melyek segítségünkre lehetnek, hogy a károsítók elszaporodás ne érje váratlanul az ültetvényt, és ne kelljen nagymértékű beavatkozás.

A lisztharmat fertőzés mérséklése érdekében kerülni szükséges a nitrogén alapú tápanyagok kijuttatását, mivel ilyenkor a fának erős lehet a hajtásképződése, és ez növeli a betegségekre való fogékonyságot.

Kísérletem során megállapítottam, hogy a helyes fajta megválasztás nagy szerepet játszik a növényvédő szer felhasználás csökkentésében. Ám a helyes fajta megválasztása nem elégséges, az ültetvény rendszeres ápolása, beleértve a metszést, talajművelést, öntözést, tápanyag ellátottságot mind hozzájárulnak a kiegyensúlyozott terméshozamokhoz. Míg egy rezisztens és toleráns fajtánál akár elhagyhatóak a felszívódó fungicides kezelések, egy kifejezetten fogékony fajtánál a kontaktszerek mellett felszívódó szerek használata is ajánlott, ahhoz, hogy minél nagyobb tömegben kapjunk olyan almát, melyet piaci áron lehet értékesíteni, nem pedig léalmaként, hiszen ezek árai nagyban eltérnek, és gazdaságosság szempontjából nem mindegy, hogy milyen áron értékesítünk.

6. Összefoglalás

Munkám célja, egy Veszprém melletti gyümölcsös, intenzív almaültetvényében található rezisztens, és toleráns fajták, és nem rezisztens almafajták lisztharmat és varasodás fertőzöttségének nyomon követése egy tenyészidőszak alatt, illetve megállapítani, hogy rezisztens vagy toleráns fajták esetében hogyan lehet, csökkenteni a felhasznált fungicid mennyiségét. Kísérleti munkámat egy Veszprém melletti gyümölcsösben végeztem Szabadság-pusztán a 2022-es évi tenyészidőszakban. A gazdaságban összesen 18 hektárnyi almaültetvény található, melyből a vizsgált toleráns fajtáknak a terület aránya 2 ha (1ha Luna, 1ha Bonita). A vizsgálati alanyoknál 0,5 ha kezelt, és 0,5 ha kezeletlen kontroll csoportokat alakítottunk ki, melyeknél a kezelt terület az inszekticides kezelések mellett fungicides kezeléseket is kaptak, a kezeletlen kontroll csoport pedig csak inszekticides kezelést kapott, fungicides kezelést nem (1.ábra). Az Idared és Gála ültetvények esetében 0,05 ha kezelt és 0,05 ha kezeletlen területet alakítottunk ki, ahol szintén a kezeletlen ültetvények nem kaptak fungicides kezelést. Kísérletemet 2022. április 8. és 2022. október 7. közötti időszakban végeztem az alma különböző fenológiai fázisaiban. Az első felvételezés (április 8.) a levélfejlődés időszakában történt, ekkor az alma úgynevezett egérfüles állapotban volt, kb. 10 mm-es levélsúcsok találhatók ebben az időszakban. Az utolsó felvételezésre (október 7.) betakarítás után került sor, ekkor az alma az öregedés fenológiai fázisában volt (1.táblázat).

Luna és Bonita esetében fontos megemlíteni, hogy fiatal, 2019-es évi telepítés, ez volt a második termő éve. A fák termőfelülete 40-60 %-a a termőre fordult ültetvény termőfelületének. A 40% és 60% igen nagy eltérés, ami egyben az ültetvény heterogenitását is jelzi, a betakarítás mintavételszerűen történt, amely az egész terület 2%-át jelenti. Luna fajtánál a tenyészidőszak során nem tapasztaltam sem varasodás, sem lisztharmat fertőzöttség tüneteit. A kezelt területről betakarított mennyiség 187 kg, a kezeletlen területről betakarított mennyiség 371 kg volt (7. táblázat).

Bonita esetében a 2022.09.23.-i felvételezés során tapasztaltam lisztharmat fertőzés tüneteit, melynél a fertőzés gyakorisága 100 levélből 62 levélen tapasztaltam tüneteket, a fertőzés mértéke 10,39% volt (4. táblázat).

Idared esetében a lisztharmat egész tenyészidőszak alatt jelen volt. A kezelt területről betakarított mennyiség 182 kg. A kezeletlen területről betakarított mennyiség 175 kg volt (6.táblázat).

Gála esetében a kezelt területről 463 kg, a kezeletlen területről 331 kg volt.

Kísérletem során megállapítottam, hogy a helyes fajta megválasztás nagy szerepet játszik a növényvédő szer felhasználás csökkentésében. Ám a helyes fajta megválasztása nem elégséges, az ültetvény rendszeres ápolása, beleértve a metszést, talajművelést, öntözést, tápanyag ellátottságot mind hozzájárulnak a kiegyensúlyozott terméshozamokhoz. Míg egy rezisztens és toleráns fajtánál akár elhagyhatóak a felszívódó fungicides kezelések, egy kifejezetten fogékony fajtánál a kontaktszerek mellett felszívódó szerek használata is ajánlott, ahhoz, hogy minél nagyobb tömegben kapjunk olyan almát, melyet piaci áron lehet értékesíteni, nem pedig léalmaként, hiszen ezek árai nagyban eltérnek, és gazdaságosság szempontjából nem mindegy, hogy milyen áron értékesítünk.

7. Irodalomjegyzék

- BECKER, C.M., BURR, T.J. AND SMITH, C.A. (1992): Overwintering of conidia of *Venturia inaequalis* in apple buds in New York orchards. *Plant Dis.* **76**, 121– 126..
- BERESFORD, R.M. AND MANKTELOW, D.W.L. (1994): Economics of reducing fungicide use by weather-based disease forecasts for control of *Venturia inaequalis* in apples. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* **22**, 113– 120.
- BERESFORD, R.M., HENSHALL, W.R. AND PALMER, J.W. (2004): A new apple scab risk model that integrates ascospore release, infection risk and susceptible leaf area. *N. Z. Plant Prot.* **57**, 20– 24.
- BRENT, K.J. AND HOLLOMAN, D.W. (2007): Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed? FRAC Monograph No. 1 (second, revised edition). Brussels: Fungicide Resistance Action Committee.
- BROOK, P.J. (1976) Seasonal pattern of maturation of *Venturia inaequalis* ascospores in New Zealand. *N. Z. J. Agric. Res.* **19**, 103– 109.
- BURCHILL, R. T. (1965): Seasonal fluctuations in spore concentrations of *Podosphaera leucotricha* (Ell. and Ev.) Salm. in relation to the incidence of leaf infections. *Ann. Appl. Biol.* **55**: 409–415.
- BURCHILL, R.T., HUTTON, K.E., CROSSE, J.E. AND GARRETT, C.M.E. (1965): Inhibition of the perfect stage of *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint., by urea. *Nature*, **205**, 520– 521.
- BUTT, D. J. (1971): The role of the apple spray programme in the protection of fruit buds from powdery mildew. *Annals of Applied Biology* **68**: 149–157.
- BUTT, D. J. (1972): The timing of sprays for the protection of terminal buds on apple shoots from powdery mildew. *Annals of Applied Biology* **72**: 239–248.
- BUTT, D. J. AND JEGER, M. J. (1986): Components of spore production in apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). *Plant Pathology* **35**: 491–497

- BUTT, D. J., MARTIN, K. M., AND SWAIT, A. J. J.(1983). Apple powdery mildew: Damage, loss and economic injury level. Page 118 in: Proceedings of the 10th International Congress of Plant Protection, Brighton, U.K.
- CALENGE, F., FAURE, A., GOERRE, M., GEBHARDT, C., VAN DE WEG, W.E., PARISI, L. AND DUREL, C.-E. (2004): Quantitative trait loci (QTL) analysis reveals both broad-spectrum and isolate-specific QTL for scab resistance in an apple progeny challenged with eight isolates of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **94**, 370– 379.
- CARISSE, O. AND BERNIER, J. (2002): Effect of environmental factors on growth, pycnidial production and spore germination of *Microsphaeropsis* isolates with biocontrol potential against apple scab. *Mycol. Res.* **106**, 1455– 1462.
- CHILDS, J. F. L. (1940): Diurnal cycle of spore maturation in certain powdery mildews. *Phytopathology* 30: 65–73.
- COOPER, S.J. AND ASHBY, A.M. (1998): Comparison of cytokinin and cytokinin-O-glucoside cleaving β -glucosidase production in vitro by *Venturia inaequalis* and other phytopathogenic fungi with differing modes of nutrition in planta. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **53**, 61– 72.
- COVEY, P. R. (1969): Effect of extreme cold on the overwintering of *Podosphaera leucotricha*. *Plant Disease Reporter* 53: 710–711.
- CUNNINGHAM, G. H.(1923): Powdery mildew. *Podosphaera leucotricha*. *New Zeal. Jour. Agr.* 26: 344–351.
- DUNEMANN, F. AND EGERER, J. (2010): A major resistance gene from Russian apple ‘Antonovka’ conferring field immunity against apple scab is closely linked to the Vf locus. *Tree Genet. Genomes*, DOI: 10.1007/s11295-010-0278-x
- DUREL, C.E., PARISI, L., LAURENS, F., VAN DE WEG, W.E., LIEBHARD, R. AND JOURJON, M.F. (2003): Genetic dissection of partial resistance to race 6 of *Venturia inaequalis* in apple. *Genome*, **46**, 224– 234.
- ELLIS, M. A., FERREE, D. C. AND SPRING, D. E. (1981): Photosynthesis, transpiration, and carbohydrate content of apple leaves infected by *Podosphaera leucotricha*. *Phytopathology* 71: 392–395.

- GESSLER, C. AND STUMM, D. (1984): Infection and stroma formation by *Venturia inaequalis* on apple leaves with different degrees of susceptibility to scab. *J. Phytopathol.* **110**, 119– 126.
- GESSLER, C., PATOCCHI, A., SANSAVINI, S., TARTARINI, S. AND GIANFRANCESCHI, L. (2006): *Venturia inaequalis* resistance in apple. *CRC Crit. Rev. Plant Sci.* **25**, 473– 503.
- HICKEY, K.D. AND K.S. YODER. (1990): Apple powdery mildew. Pages 9–10 in A.L. Jones and H.S. Aldwinckle, ed. *Compendium of Apple and Pear Diseases*. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN. 100 pp.
- HOLB, I. J.(2006): Effect of six sanitation treatments on leaf litter density, ascospore production of *Venturia inaequalis* and scab incidence in integrated and organic apple orchards. *Eur. J. Plant Pathol.* **115**, 293– 307.
- HOLB, I.J. (2013): Apple powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha*: some aspects of biology, 1-3.
- HOLB, I.J. (2007): Classification of apple cultivar reactions to scab in integrated and organic production systems. *Can. J. Plant Pathol.* **29**, 251– 260.
- HOLB, I.J., HEIJNE, B. AND JEGER, M.J. (2006): Effects of integrated control measures on earthworms, leaf litter and *Venturia inaequalis* infection in two European apple orchards. *Agric. Ecosyst. Environ.* **114**, 287– 295..
- JEGER, M.J. AND ALSTON, F.H. (1986): Resistance in apple to shoot infection by *Venturia inaequalis*. *Ann. Appl. Biol.* **108**, 387– 394.
- JOANNA K. BOWEN, CARL H. MESARICH, VINCENT G.M BUS, ROBERT M. BERESFORD, KIM M. PLUMMER, MATTHEW D. TEMPLETON (2010): 1-7. *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab
- KEITT, G.W. AND JONES, I.K. (1926): Studies of the epidemiology and control of apple scab. *Wis. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* **73**, 1– 104.
- KEITT, G.W. AND PALMITER, D.H. (1937): Heterothallism in *Venturia inaequalis*. *Science*, **85**, 498.

- KOENRAADT, H., SOMERVILLE, S.C. AND JONES, A.L. (1992): Characterization of mutations in the beta-tubulin gene of benomyl-resistant field strains of *Venturia inaequalis* and other plant pathogenic fungi. *Phytopathology*, **82**, 1348– 1354.
- KOLLAR, A. (1996): Evidence for loss of ontogenetic resistance of apple leaves against *Venturia inaequalis*. *Eur. J. Plant Pathol.* **102**, 773– 778.
- KOLLAR, A. (1998): Characterization of an endopolygalacturonase produced by the apple scab fungus, *Venturia inaequalis*. *Mycol. Res.* **102**, 313– 319.
- KÖLLER, W. (1994): Chemical control of apple scab—status quo and future. *Norweg. J. Agric. Sci. Suppl.* **17**, 149– 170
- KÖLLER, W. AND PARKER, D.M. (1989): Purification and characterization of cutinase from *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **79**, 278– 283.
- KÖLLER, W. AND WILCOX, W.F. (2001): Evidence for the predisposition of fungicide-resistant isolates of *Venturia inaequalis* to a preferential selection for resistance to other fungicides. *Phytopathology*, **91**, 776– 781.
- KÖLLER, W., PARKER, D.M. AND BECKER, C.M. (1991): Role of cutinase in the penetration of apple leaves by *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **81**, 1375– 1379.
- KÖLLER, W., PARKER, D.M., TURECHEK, W.W., AVILA-ADAME, C. AND CRONSHAW, K. (2004): A two-phase resistance response of *Venturia inaequalis* populations to the QoI fungicides kresoxim-methyl and trifloxystrobin. *Plant Dis.* **88**, 537– 544.
- KUCHERYAVA, N., BOWEN, J.K., SUTHERLAND, P.W., CONOLLY, J.J., MESARICH, C.H., RIKKERINK, E.H.A., KEMEN, E., PLUMMER, K.M., HAHN, M. AND TEMPLETON, M.D. (2008): Two novel *Venturia inaequalis* genes induced upon morphogenetic differentiation during infection and in vitro growth on cellophane. *Fungal Genet. Biol.* **45**, 1329– 1339.
- LEDERSON GAÑAN, RICHARD ALLEN WHITE III, MAREN L. FRIESEN, TOBIN L. PEEVER, AND ACHOUR AMIRI (2020): A Genome Resource for the Apple Powdery Mildew Pathogen *Podosphaera leucotricha*, PMID: 32515644 DOI: [10.1094/PHYTO-05-20-0158-A](https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-20-0158-A)

- LIEBHARD, R., KOLLER, B., PATOCCHI, A., KELLERHALS, M., PFAMMATTER, W., JERMINI, M. AND GESSLER, C. (2003): 'Discovery' progeny $\times$ Mapping quantitative field resistance against apple scab in a 'Fiesta'. *Phytopathology*, **93**, 493– 501
- MACHARDY, W.E. (1996) *Apple Scab: Biology, Epidemiology, and Management*. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society Press.
- MACHARDY, W.E. AND GADOURY, D.M. (1986): Patterns of ascospore discharge by *Venturia inaequalis* in commercial apple orchards. *Phytopathology*, **76**, 985– 990..
- MACHARDY, W.E., GADOURY, D.M. AND GESSLER, C. (2001): Parasitic and biological fitness of *Venturia inaequalis*: relationship to disease management strategies. *Plant Dis.* **85**, 1036– 1051.
- MANKTELOW, D.W.L., BERESFORD, R.M., BATCHELOR, T.A. AND WALKER, J.T.S. (1996): Use patterns and economics of fungicides for disease control in New Zealand apples. *Acta Hortic.* **422**, 187– 192.
- MILLS, W.D. AND LAPLANTE, A.A. (1954): Apple scab. In: Disease and insects in the orchard. *Cornell Ext. Bull.* **711**, 20– 28.
- NICHOLSON, R.L., KUC, J. AND WILLIAMS, E.B. (1972): Histochemical demonstration of transitory esterase activity in *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **62**, 1242– 1247.
- NUSBAUM, C.J. AND KEITT, G.W. (1938): A cytological study of host–parasite relations of *Venturia inaequalis* on apple leaves. *J. Agric. Res.* **56**, 595– 618.
- PALANI, P.V. AND LALITHAKUMARI, D. (1999): Resistance of *Venturia inaequalis* to the sterol biosynthesis-inhibiting fungicide, penconazole [1-(2-(2,4-dichlorophenyl)pentyl)-1H-1,2,4-triazole]. *Mycol. Res.* **103**, 1157– 1164.
- SALMON, E. S. (1900): A monograph on the Erysiphaceae. Torrey Bot. Club. Mem. 9. 292 p.
- SCHUMACHER, C.F.A., STEINER, U., DEHNE, H.-W. AND OERKE, E.-C. (2008): Localized adhesion of nongerminated *Venturia inaequalis* conidia to leaves and artificial surfaces. *Phytopathology*, **98**, 760– 768.

- SCHWABE, W.F.S. (1979): Changes in scab susceptibility of apple leaves as influenced by age. *Phytophylactica*, **11**, 53– 56.
- SCHWABE, W.F.S., JONES, A.L. AND JONKER, J.P. (1984): Changes in the susceptibility of developing apple fruit to *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **74**, 118– 121.
- SERDANI, M., SPOTTS, R. A., CALABRO, J. M., AND POSTMAN, J. D.(2005): Powdery mildewresistance in *Pyrus* germplasm. *Acta Hortic.*: 609-613
- SMEREKA, K.J., KAUSCH, A.P. AND MACHARDY, W.E. (1988): Intracellular junctional structures in germinating ascospores of *Venturia inaequalis*. *Protoplasma*, **142**, 1– 4.
- SMEREKA, K.J., MACHARDY, W.E. AND KAUSCH, A.P. (1987): Cellular differentiation in *Venturia inaequalis* ascospores during germination and penetration of apple leaves. *Can. J. Bot.* **65**, 2549– 2561.
- SORIANO, J.M., JOSHI, S.G., VAN KAAUWEN, M., NOORDIJK, Y., GROENWOLD, R., HENKEN, B., VAN DE WEG, W.E. AND SCHOUTEN, H.J. (2009): Identification and mapping of the novel apple scab resistance gene Vd3. *Tree Genet. Genomes*, **5**, 475– 482.
- SPOTTS, R. A. (1984): Infection of Anjou pear fruit by *Podosphaera leucotricha*. *Plant Dis.* **68**:857-859.
- STEINER, U. AND OERKE, E.-C. (2007): Localized melanization of appressoria is required for pathogenicity of *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **97**, 1222– 1230.
- SZKOLNIK, M. (1969): Maturation and discharge of ascospores of *Venturia inaequalis*. *Plant Dis. Rep.* **53**, 534– 537.
- SZKOLNIK, M. (1978): Relative susceptibility to scab and production of conidia among 30 apple varieties. *Proceedings of the Apple and Pear Scab Workshop* (A.L. Jones and J.D. Gilpatrick, eds), 11– 14. Kansas City, MO: New York Agricultural Experimental Station Special Report.
- VALSANGIACOMO, C. AND GESSLER, C. (1988): Role of the cuticular membrane in ontogenic and Vf-resistance of apple leaves against *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, **78**, 1066– 1069.

- VALSANGIACOMO, C. AND GESSLER, C. (1992): Purification and characterization of an exo-polygalacturonase produced by *Venturia inaequalis*, the causal agent of apple scab. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **40**, 63– 77.
- WALTERS, D.R. AND MCROBERTS, N. (2006): Plants and biotrophs: a pivotal role for cytokinins? *Trends Plant Sci.* **11**, 581– 586.
- WOODWARD, R. C.(1927): Studies on *Podosphaera leucotricha*(Ell. and Ev) Salm. I. The mode of perennation. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **12**: 173–204.
- XU, X. M., BUTT, D. J. AND RIDOUT, M. S. (1995): Temporal patterns of airborne conidia of *Podosphaera leucotricha*, causal agent of apple powdery mildew. *Plant Pathology* **44**: 944– 955.
- XU, X.M. AND ROBINSON, J. (2005): Modelling the effects of wetness duration and fruit maturity on infection of apple fruits of Cox's Orange Pippin and two clones of Gala by *Venturia inaequalis*. *Plant Pathol.* **54**, 347– 356.
- YARWOOD, C. E. (1934): The diurnal cycle of development of *Erysiphe polygoni*. 86 p. PhD thesis, Univ. Wis
- YODER, K. S. (2000): Effect of powdery mildew on apple yield and economic benefits of its management in Virginia. *Plant Dis.* **84**:1171-1176.
- YOSSIFOVITCH, M. (1923): Contributions à l'étude de l'Oidium de la vigne et son traitement. 176. p. Thesis, Univ. Toulouse.4_Apple_powdery_Holb.indd
234_Apple_powdery_Holb.indd
- ZHENG, D., OLAYA, G. AND KÖLLER, W. (2000): Characterization of laboratory mutants of *Venturia inaequalis* resistant to the strobilurin-related fungicide kresoxim-methyl. *Curr. Genet.* **38**, 148– 155.

7.1 Egyéb irodalom

INTERNET 1: https://www.sweetgarden.hu/gala_alma

INTERNET 2: <https://www.hollandalma.hu/kategoria/alma-fajtak>

INTERNET 3: [ALMATERMESZTÉS ÚJ ALAPOKON \(1\).pdf](#), 7-13.

8. Köszönetnyilvánítás

Nagyon sok köszönettel tartozom Dr. Takács András Péter docens úrnak, a Veszprémi Mezőgazdasági Zrt. gyümölcsstermesztési ágazatának, Lengyel Kálmánnak, és Lakics Dávidnak, akik nélkül ez a kísérlet nem jöhetett volna létre.