

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS

Tarcali Gábor

Debrecen

2007



DEBRECENI EGYETEM
AGRÁRTUDOMÁNYI CENTRUM
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
NÖVÉNYVÉDELMI TANSZÉK

NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÉS KERTÉSZETI
TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori Iskola vezető:

Dr. habil Győri Zoltán, DSc

egyetemi tanár

Témavezető:

Dr. habil. Radócz László

mezőgazdaság tudományok kandidátusa

A CRYPHONECTRIA PARASITICA (MURRILL) M.E. BARR
KÁRPÁT-MEDENCEI SZUBPOPULÁCIÓINAK VIZSGÁLATA

Készítette:

Tarcali Gábor

okleveles agrármérnök

DEBRECEN

2007.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	1
2.	IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
2.1.	A <i>Cryphonectria parasitica</i> (Murrill) M.E. Barr gomba jellemzése	6
2.1.1.	A kórokozó megjelenése és elterjedése	6
2.1.1.1.	A betegség behurcolása Európába és elterjedése kontinensünkön	6
2.1.1.2.	A <i>Cryphonectria parasitica</i> magyarországi megfigyelése	9
2.1.2.	A kórokozó és patogenezisének jellemzése	10
2.1.2.1.	A kórokozó jellemzése és biológiája	10
2.1.2.2.	A patogenezis folyamata	12
2.1.3.	A betegség tünetei	13
2.1.4.	A hipovirulencia és a vegetatív kompatibilitás	17
2.1.4.1.	A hipovirulencia jelensége	17
2.1.4.2.	A vegetatív kompatibilitás és az átalakító (konvertáló) képesség	19
2.1.5.	A kéregrák elleni védekezés lehetőségei	21
2.1.5.1.	Hipovirulens törzsekkel történő biológiai védekezés	21
2.1.5.2.	Kémiai védekezés lehetősége a kórokozó ellen	23
2.1.5.3.	Mechanikai módszerek alkalmazása	23
2.1.5.4.	Agrotechnikai eljárások	24
2.1.5.5.	Más lehetséges védekezési megoldások	24
2.2.	A <i>Cryphonectria parasitica</i> megjelenése tölgy fajokon	26
2.3.	A <i>Cryphonectria parasitica</i> által veszélyeztetett fafajok jellemzése	29
2.3.1.	A veszélyeztetett fafajok rendszertani besorolása	30
2.3.2.	Európai szelídgesztenye [<i>Castanea sativa</i> (Mill.)] jellemzése	31
2.3.3.	A kocsánytalan tölgy [<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.] jellemzése	31
2.3.4.	A Kárpát-medencében megtalálható egyéb fontosabb tölgy fajok	32
2.3.5.	A szelídgesztenye és tölgy fajok egyéb növénykórtani vonatkozásai	36
2.3.5.1.	A szelídgesztenye egyéb jelentős gombabetegségei	36
2.3.5.2.	A tölgy fajok fontosabb gombabetegségei	37
2.3.6.	A szelídgesztenye és tölgy fajok másodlagos fás szárának szöveti jellemzői	38

3.	A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE	40
3.1.	Terepi vizsgálatok	40
3.1.1.	A betegség elterjedtségének és kártétele mértékének vizsgálata	40
3.1.2.	A szabadföldi mintavétel eszközei és módszere	40
3.1.3.	Szabadföldi hipovirulens kezelések	44
3.2.	A laboratóriumi munkánál alkalmazott anyagok és módszerek	44
3.2.1.	A laboratóriumi munka anyagai	44
3.2.2.	A kórokozó gomba izolálása	45
3.2.3.	Vegetatív kompatibilitási vizsgálatok	45
3.2.4.	A konvertáló képesség meghatározása	46
3.2.5.	Mesterséges inokulációs vizsgálatok szelídgesztenye és tölgy ágakon	47
3.3.	A vizsgálati eredmények értékelése statisztikai módszerekkel	47
3.3.1.	Trend analízis a fertőzöttség alakulásának időbeni vizsgálata céljából	47
3.3.2.	A patogenitási vizsgálat eredményeinek statisztikai értékelése	48
4.	A VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	49
4.1.	Az észak-erdélyi felmérések eredményei	51
4.1.1.	A betegség elterjedése és a károkozás mértéke Nagybánya körzetében szelídgesztenyén	51
4.1.2.	Szabadföldi vizsgálatok Nagybányai körzetében kocsánytalan tölgyön	54
4.1.3.	A nagybányai körzetből gyűjtött szelídgesztenye és kocsánytalan tölgy kéregminták izolátumainak vegetatív kompatibilitási tesztjei és konverziós vizsgálatainak eredményei	58
4.1.4.	A nagybányai szelídgesztenye állományok fertőzöttségi mutatóinak statisztikai elemzése lineáris trendszámítás módszerével	63
4.2.	A kárpátaljai felmérések eredményei	67
4.2.1.	A <i>Cryphonectria parasitica</i> elterjedtsége és károkozásának mértéke Ukrajna kárpátaljai régiójában szelídgesztenyén	67
4.2.2.	A Kárpátalján kocsánytalan tölgyön végzett terepi vizsgálatok eredményei	70
4.2.3.	Az Ukrajnában gyűjtött kéregminták vegetatív kompatibilitási vizsgálatainak és a konverziós tesztjeinek eredményei	74

4.2.4.	Az ukrajnai szelídgesztenye állományok fertőzöttségi mutatóinak statisztikai elemzése lineáris trendszámítás módszerével	76
4.3.	A magyarországi vizsgálatok eredményei	79
4.3.1.	A <i>Cryphonectria parasitica</i> elterjedtségének terepi vizsgálata magyarországi termőhelyeken.	80
4.3.1.1.	A Dunakanyar gesztenyetermő körzet felmérése	80
4.3.1.2.	Felmérések a Dél-Dunántúl régiójában	82
4.3.1.2.1.	Populáció dinamikai vizsgálat a Bakonya 16-I jelű mintaterületen	82
4.3.1.3.	Felmérések Somogy és Zala határkörzetében	87
4.3.2.	A magyarországi minták laboratóriumi vizsgálata	90
4.4.	Szlovákiai vizsgálatok	92
4.5.	A mesterséges inokulációs vizsgálatok	94
4.5.1.	A vizsgálat szöveges értékelése	94
4.5.2.	Statisztikai értékelés	107
4.6.	Szabadszabványos kezelések hipovirulens törzsekkel	113
4.7.	Összehasonlító elemzés a kárpát-medencei <i>Cryphonectria parasitica</i> fertőzöttségre vonatkozó adatok között	118
4.7.1.	A szelídgesztenye fertőzés mértékének összehasonlítása	118
4.7.2.	A Kárpát-medence különböző termőhelyein jelenlévő vegetatív kompatibilitási csoportok összehasonlítása	120
5.	KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK	123
6.	ÖSSZEFOGLALÁS / SUMMARY	126
	A SZAKIRODALOM JEGYZÉKE	132
	MELLÉKLETEK	141
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	
	NYILATKOZATOK	

1. BEVEZETÉS

Az európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) kontinensünk jelentős fafajai közé tartozik (1. ábra). Közép- és Dél-Európában ősidők óta él, és termése az itt élő emberek számára fontos táplálékot jelent (2. ábra). Jelentős populációit találjuk a mediterrán országokban - különösen Olaszországban és Franciaországban -, a Fekete-tenger mellékén a Kaukázus déli hegyoldalaitól kezdődően egészen Törökország európai részéig, illetve Közép-Európa egyes területein.

A Kárpát-medencében is őshonos fafaj Magyarországon a Mecsekben, a Zalai- és Somogyi-dombságban, valamint az Alpokalján található jelentősebb populációkban, de fellelhető a Dunakanyar körzetében és az Északi-középhegység egyes részein is. Határainkon kívül tenyészik a szlovákiai Felvidék több körzetében, Kárpátalja hegyoldalain, Észak-Erdélyben a Kőhát- és Gutin-hegység Nagybánya környéki déli lankáin és völgyeiben, valamint határ menti horvát, szlovén és osztrák területeken is.

A szelídgesztenye egyik legveszedelmesebb ellensége a kéregrákosodást okozó *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr [syn.: *Endothia parasitica* (Murr.) Anderson] (anamorf: *Endothiella* sp.) gombafaj, amely az elmúlt évszázad folyamán világszerte óriási pusztításokat végzett az állományokban.

Ez a gombabetegség a XX. század elején vált ismertté az Amerikai Egyesült Államok keleti területein, ahonnan kiindulva néhány évtized alatt szinte teljesen megsemmisítette az amerikai szelídgesztenye (*Castanea dentata*) állományokat, közel 4 millió ha-on. Az évszázad közepére a kórokozót behurcolták Európába is. Megfertőzte és pusztítani kezdte az európai szelídgesztenye ültetvényeket is, s folyamatosan terjedt tovább a kontinens szinte minden jelentős szelídgesztenyét termő körzetére. Az 1960-as években a Kárpát- medencét is elérte, először a nyugati területeken kezdett pusztítani, majd folyamatosan haladt tovább keleti irányba, s ez irányú terjeszkedése jelenleg is tart.

A rendszertanilag a Bükkfafélék (*Fagaceae*) családjába, azon belül a gesztenye nemzetségbe (*Castanea*) tartozó európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) a leghosszabb életkort elérő fafajok közé tartozik. Több száz évig is képes élni, aminek szép példája Kőszegen a Királyvölgyben álló öreg szelídgesztenye, hazánk legidősebb fája, amely több, mint 800 éves.



1. ábra: Idős szelídgesztenye fák Portugáliában (fotó: Tarcali G.)



2. ábra: A szelídgesztenye termése: fontos népélelmezési cikk (fotó: Tarcali G.)

Napjainkra azonban az is világossá vált, hogy ez a fafaj nem az egyetlen gazdanövénye e jelentős növénykórokozónak. A gomba megfertőzheti a Bükkfélék családjába tartozó más fafajokat, így a tölgyeket és a bükköt is. Ezt igazolja, hogy 1998-ban a betegséget Zengővárkony térségében megtalálták kocsánytalan tölgyeken is.

A tölgy fajok fogékonysága a kórokozóval szemben (az eddigi ismereteink alapján) mérsékeltebbnek mondható az európai szelídgesztenyéhez képest. Fertőződés jelenleg elsősorban fiatal tölgyfákon, s általában fertőzött szelídgesztenyések közvetlen környezetében jelentkezik, de a gomba kártétele a jövőben akár tömegessé és súlyosabbá is válhat. Ez utóbbi esetben a *C. parasitica* a korábbinál is fokozottabb potenciális veszélyt jelenthet erdeinkre.

Magyarország erdőterületeinek jelentős részén nemes tölgyek (21,6%) és csertölgy (10,75 %) található. A legfontosabb ezek közülük a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), amely ökológiai és gazdasági szempontból is kiemelkedő jelentőséggel bír, erdős vidékeink közel 9,9 %-át borítja. Ez a fafaj térfoglalásából sokat veszített ugyan hazánkban, de mind a mai napig a mérsékelt égővi lombhullató erdeink legértékesebb és legkeresettebb fái közé tartozik.

A *Cryphonectria parasitica* tölgyeken (és szelídgesztenyén) való előfordulásának jelentőségét tovább fokozza az a tény is, hogy az EPPO (European Plant Protection Organization) az említett gombát az A/2 típusú karantén kórokozók csoportjába sorolja, és csak a fertőzésmentes területekről javasolja faanyagok és csemeték importját. A gomba Magyarországon is karantén kórokozónak minősül, az ellene történő védekezés minden lehetséges eszközzel kötelező.

A tömlősgombák (*Ascomycetes*) osztályának *Valsaceae* családjába tartozó kórokozó elleni védekezés nem könnyű feladat. A kórokozó rendkívüli patogenitása, a koevolúciós kapcsolat hiánya, a termőhelyi sajátosságok, illetve a gazdanövények tulajdonságai miatt a hagyományosnak mondható védekezési eljárások ellene csak nagyon korlátozott mértékben és csekély eredménnyel alkalmazhatók. Fungicides kezelés egyrészt olyan technikai feltételeket igényelne, amelyek nagyon nehezen lennének megvalósíthatók, másrészt a fák mérete, az állományok erdő jellege miatt is komoly nehézségekbe ütközne azok végrehajtása. Ezen kívül a gomba agresszív terjedése és fertőzésének sajátosságai is gátjai eredményes vegyszeres kezelések kivitelezésének. Szakszerű mechanikai beavatkozásokkal (csonkolással, kivágással) a

továbbfertőzés némileg késleltethető, de ezek sem tekinthetők igazán eredményes megoldásnak. Vannak próbálkozások rezisztens faj (*Castanea mollissima*) európai adaptálására is, de az immár több évtizede tartó nemesítési programok eddig nem hoztak átütő eredményt. A legnagyobb probléma ezzel az, hogy az említett Kínából származó szelídgesztenye faj az európai éghajlati viszonyokat rosszul tűri, illetve termése minőségében is lényegesen elmarad európai rokonától.

Az eredményes védekezés lehetőségének kidolgozásában olasz és francia kutatók felfedezése jelentett áttörést az 1960-as évek közepén. Az európai gombapopulációkban olyan csökkent fertőzőképességű (*hipovirulens*) izolátumokat találtak, amelyek képesek voltak e tulajdonságukat átadni a virulens („vad”) kórokozó törzseknek. A hipovirulencia által előidézett megbetegítő-képesség csökkenés olyan mértékű volt, hogy a fertőzött fák képesek voltak hegyszövet képzéssel visszaszorítani a kórokozót. E felismerés hatékony biológiai módszerré történt kifejlesztése új korszakot nyitott a betegség elleni harcban, s gyakorlati alkalmazása lehetővé tette az európai szelídgesztenyék kéregrákos megbetegedés által történő további pusztulásának meggátlását, illetve esélyt adott a fertőzés globális visszaszorítására is.

Különösen nagy jelentőséggel bír ennek a hipovirulenciára alapozott biológiai védekezési módszernek a mielőbbi kidolgozása és gyakorlati alkalmazása a betegség jelenlegi „frontországaként” nyilvántartott közép-kelet európai országokban, ahol a károsítás még nem teljesedett ki annyira, mint a sokkal korábban megfertőződött nyugat-európai területeken. Azon területeken, ahol a kórokozó már régebben jelen van, és populációinak genetikai szegregálódása vagy másik genotípussal történő keveredése előrehaladottabb, a biológiai védekezés kivitelezése is bonyolultabb. Hazánkban és a Kárpát-medence környező termőhelyein ez a helyzet egyenlőre még kedvezőnek mondható, hiszen a kórokozó lehetségesnél jóval kevesebb vegetatív kompatibilitási csoportját (VCG) sikerült azonosítani, Magyarországon ezidáig 18 különféle VCG jelenléte ismert.

A terjedési „frontország” elnevezés a kárpát-medencei országok keleti területeire nézve jelenleg kifejezetten aktuális, hiszen ezek azok a helyek, ahová napjainkban érkezik, vagy éppen már jelen van a kórokozó, illetve az általa előidézett betegség.

A *Cryphonectria parasitica* kárpát-medencei populációinak vizsgálatával kapcsolatos kutatómunkámat a következő koncepció szerint állítottam össze, és végeztem el:

1. A betegség jelenlétének terepi vizsgálata, elterjedtségének felmérése, a kártétel mértékére vonatkozó adatok gyűjtése európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) és tölgy fajokon (*Quercus spp.*) Észak-Erdélyben (Románia), Kárpátalján (Ukrajna), Közép- és Kelet-Szlovákiában, valamint a Dunántúl egyes területein. Populáció dinamikai vizsgálat kocsánytalan tölgyön a bakonyai mintaterületen.
2. Fertőzött növényi minták begyűjtése, azok laboratóriumi vizsgálata, a kórokozó törzsek beazonosítása.
3. Hipovirulens törzsek *in vitro* konverziós vizsgálatai különböző termőhelyek virulens, szelídgesztenyéről és tölgyről származó izolátumaival. A gyakorlati védekezésre történő alkalmazhatóságuk megállapítása.
4. Patogenitási vizsgálatok végzése különböző tölgy fajokon. Az eredmények statisztikai módszerrel történő elemzése.
5. A Kárpát-medence különböző termőhelyeiről származó adatok összesítő, illetve összehasonlító elemzése, értékelése, statisztikai módszerekkel történő analízisa.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr gomba jellemzése

2.1.1. A kórokozó megjelenése és elterjedése

A *Cryphonectria parasitica*, avagy Merkel szerint a „halálos gomba” a XX. század elején indult világhódító útjára Észak-Amerikából, New-York városából. A bronxi állatkert öreg gesztenyefáin figyelte meg a betegséget először és jellemezte Merkel 1904-ben (MERKEL, 1906). A beteg fákat kivágták és megsemmisítették ugyan, de a kórokozó továbbterjedését már nem sikerült megakadályozni.

Az észak-amerikai kontinensen terjedő járványról Európában a legelső között tudósított a Magyar Királyi Erdészeti Kísérleti Állomás kiadásában megjelenő Erdészeti Kísérletek című korabeli szaklap (VADAS, 1908), a következők szerint: „*A megtámadott fa menthetetlenül veszve van. Murill szerint a gomba a legveszedelmesebbek közé tartozik. A betegség ellen eddig nincsen óvószer. ...Murill azt hiszi, hogy Észak-Amerika összes gesztenyefái el fognak pusztulni... . Mindaddig, amíg biztosabb adataink nincsenek, minden eshetőséggel szemben ajánlható, hogy a gesztenyének sem csemetéit, sem pedig termését Amerikából ne hozassuk.*”

Murill előrejelzése beigazolódott. A kórokozó megfertőzte Észak-Amerika teljes amerikai szelídgesztenye [*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh.] állományát kb. 4 millió ha-on, és néhány évtized alatt gyakorlatilag teljesen kipusztította e növényt a tengerentúli földrészen, annak természetes elterjedési területén.

2.1.1.1. A betegség behurcolása Európába és elterjedése kontinensünkön

A betegség tüneteinek első hivatalos észlelése 1938-as keltezésű Olaszországból, Genova környékéről (BIRAGHI, 1946). A kórokozó által fertőzött terület igen kiterjedt volt. A tüneteket rövidesen Olaszország északi részének más körzeteiben is regisztrálták (BALDACCI és ORSENIGO, 1952).

Egyes vélemények szerint a kórokozó már jóval korábban bekerült Európába, de a fokozottabb károsítások megjelenéséig jelenlétét elfedte az akkor már igen komoly jelentőséggel bíró tintabetegséget okozó *Phytophthora cinnamomi* és *Phytophthora*

cambivora fajok kártétele. A tintabetegség elleni védekezés egyik lehetőségeként ellenálló ázsiai gesztenye fajok, mégpedig a japán gesztenye (*Castanea crenata* Sieb & Zucc.) nagyarányú, alany nevelési célokat szolgáló behozatalával próbálkoztak. Ennek eredményeként az 1920-as években sok tintabetegséggel szemben rezisztens facsemete és oltvány került be Európába. A *Cryphonectria parasitica* (amely gyenge megbetegítő képességgel rendelkezik az ázsiai fajokra nézve) valószínűleg ezekkel a növényekkel került be Európába Észak-Amerikán keresztül (DEL GUERRA, 1948). Ezt az állítást látszik alátámasztani az a tény is, hogy Spanyolországban éppen egy ázsiai alanyokat használó faiskolában észlelték először a betegséget, az akkor még teljesen egészséges európai szelídgesztenye (*Castanea sativa* Mill.) állományok szomszédságában (BIRAGHI, 1948).

A járvány kialakulását Európában sem sikerült megakadályozni, és egyre több országból jelezték a kórokozó felbukkanását (3. ábra). 1947-ben Franciaországban, 1948-ban Jugoszláviában, 1949-ben pedig Svájcban találták meg (GRAVATT, 1952). Az 1970-es évekre az európai állományok nagy részét megfertőzte a gomba. Később már a gazdanövény természetes elterjedési területének legészakibb európai részein is megtalálták a kórokozót (Németország, SEEMANN és UNGER, 1993). Napjainkra már alig maradt olyan gesztenye-termőterület kontinensünkön, amely mentes a kórokozótól. Csak néhány kis területű, elszigetelt termőhely - pl. Jersey szigete, Anglia déli részei (HEINIGER és RIGLING, 1994), valamint feltételezhetően egyes közép-kelet európai termőhelyek nem fertőzöttek még.

A közép-európai térségben a betegséget legelőször Ausztriában írták le (DONAUBAUER, 1964), majd 1969-ben felfedezték Magyarországon (KÖRTVÉLY, 1970), 1976-ban pedig Szlovákiában is (JUHÁSOVÁ, 1976), ahová feltételezhetően országunkból vagy Ausztriából terjedt át. Később Romániában is észlelték tüneteit (FLOREA és POPA, 1988), majd pedig Ukrajna kárpátaljai területein is megtalálták (RADÓCZ, 2001).

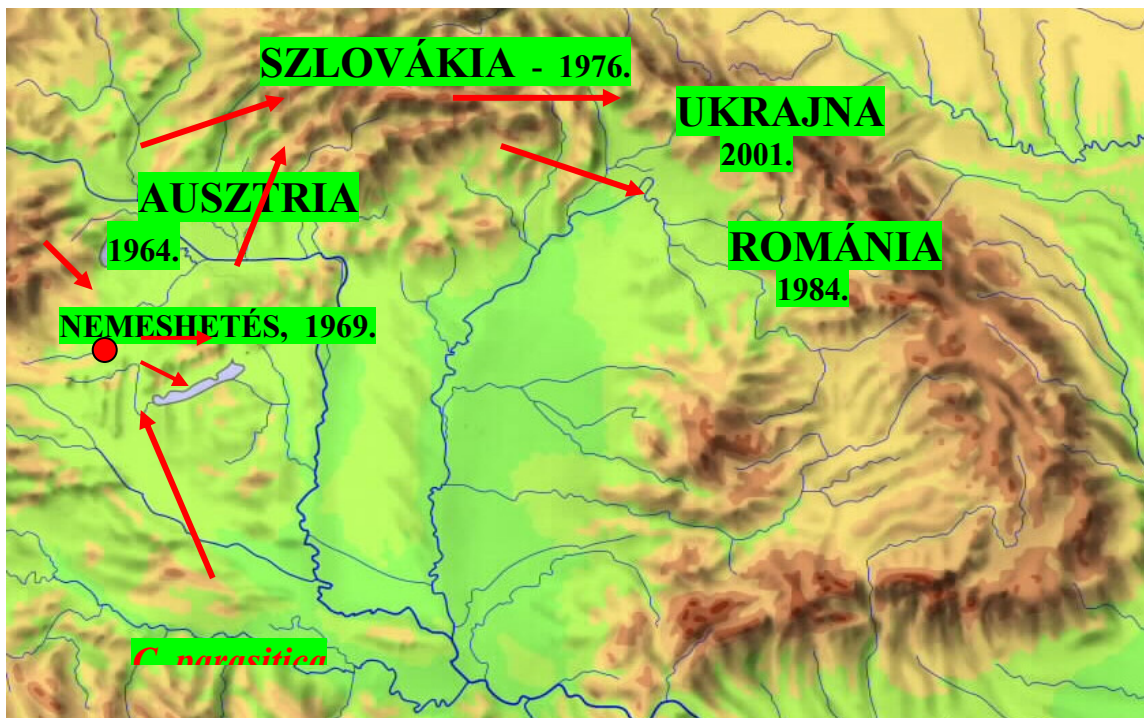
A *Cryphonectria parasitica* Európában is nagyon súlyos károkat okozott, hasonlóan az Észak-Amerikában tapasztaltakhoz. Vannak olyan ültetvények, ahol nem ritka a 90 %-os fertőzöttség sem, s a megbetegedett fák közel 100 %-os pusztulása (JUHÁSOVÁ et al., 1993, RADÓCZ et al., 1997).



3. ábra: A *Cryphonectria parasitica* elterjedése Európában

2.1.1.2. A *Cryphonectria parasitica* magyarországi megfigyelése

A gomba hazánkba nagy valószínűséggel déli irányból, Jugoszlávia területéről került be (4. ábra). Először Zala megyében, Nemeshetés község határában fedezték fel 1969 nyarán (KÖRTVÉLY, 1970). A kórokozó pontos hazai felmérését 1970-ben kezdték meg a MÉM Gesztenyevédelmi Laboratóriumának szakemberei. Ennek eredményeként 1974-re a kórokozót szinte valamennyi nagyobb hazai gesztenye állományban megtalálták, illetve több szaporítóanyag-előállító telepen is fellelték (EKE és GÁL, 1975). 1972-ben a gombát Magyarországon is karantén kórokozóvá nyilvánították. E gyors intézkedés eredményeként terjedése átmenetileg lelassult, de az ezredfordulóra a helyzet a hazai szelídgesztenye állományokban is kritikussá vált. A kórokozó általi fertőzöttség és a kártétel mértékére vonatkozó adatok alapján elmondható, hogy a vizsgált területek fái általánosságban 60-70 %-os fertőzöttséget mutattak (RADÓCZ, 1997), de egyes ültetvényekben nem volt ritka a 90 %-os fertőzöttség sem (RADÓCZ et al., 1997). Az 1990-es évek közepén a megvizsgált termőhelyek közül már csak két állományt találtak mentesnek. Az egyik a hosszúhetényi (15 fából álló) állomány, a másik a Pilismaróti Erdészet kb. 15 ha-os szelídgesztenyése (RADÓCZ et al., 1996).



4. ábra: A szelídgesztenyekór magyarországi felfedezése és kárpát-medencei továbbterjedése

2.1.2. A kórokozó és patogenezisének jellemzése

A gombák *Cryphonectria* és *Endothia* nemzetségeibe tartozó fajok a Föld mérsékelt, szubtrópusi, valamint trópusi területein egyaránt megtalálhatóak. A *Cryphonectria parasitica* gombafaj a szelídgesztenye és tölgy kéregrákosodásának okozója. A kórokozót Murrill írta le 1906-ban Az Amerikai Egyesült Államokban *Diaporthe parasitica* néven. Az elnevezést rövid idő után *Endothia parasitica*-ra módosították (ANDERSON és ANDERSON, 1912). A kórokozó *Cryphonectria* nemzetségbe sorolását (a peritécium és az aszkospórák jellemzői alapján) Barr végezte el, s így született meg a jelenleg érvényben lévő tudományos elnevezése: ***Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr** (BARR, 1978).

A gombafaj jelenleg érvényben lévő rendszertani besorolása (KÖVICS, 2000):

Ascomycota törzs

Pyrenomycetes osztály

Valsaceae család

Cryphonectria nemzetség

***Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr**

(syn.: *Endothia parasitica*/Murrill/P.J. Anderson & H.W. Anderson)

anamorf: *Endothiella* sp.

2.1.2.1. A kórokozó jellemzése és biológiája

A *Cryphonectria parasitica* obligát sebparazita. Terjedése történhet aszkospórákkal, konídiumokkal vagy hifadarabokkal. Terjesztésében vektorként közreműködhetnek madarak, rovarok, sőt maga az ember is.

Felfedezték, hogy a megbetegedett fákon található ízeltlábúak, valamint ott megtelepedő madarak komoly szerepet tölthetnek be a kórokozó széthurcolásában (HEALD és STUDHALTER, 1914). 39 befogott madárból 19-nek a tollzatáról izolálták a gomba konídiumait. Az ilyen módon a fákra került szaporító képletek csapadék hatására az alsóbb részekre is lemosódnak, ezúton is segítvén a továbbterjedést. Az állati vektorok a gomba hifa darabkát is széthurcolhatják. E mellett

faanyagok szállításával is jól terjed a kórokozó. Az aszkospórái terjesztésének legjelentősebb tényezője a szél. Egyes szakirodalmi adatok alapján a szél segítségével történő természetes terjedés évente akár 50 km is lehet (ANAGNOSTAKIS, 1987).

A kórokozó kontinensek közötti terjesztésének legjelentősebb módja a fertőzött szaporítóanyagokkal történő átvitel. Az oltványok az oltás helyén gyakran gyorsan megfertőződhetnek. Sok esetben nincs látható tünet, ami az időben történő észlelést megnehezíti a facsemete vásárlója számára (RADÓCZ, 1995). A kupacsok és a termések is továbbítói lehetnek a kórokozónak a külső felületükön megtapadt spórákkal.

A gomba az elhalt növényi részeken képes szaprofitaként hosszú ideig fennmaradni, és sporulálni is. Nagy mennyiségű ivaros és ivartalan szaporító képlet képződhet a lehullott ágakon, kivágott és ölbe rakott farönkökön (SHEAR és STEVENS, 1913), amelyek komoly gócpontul szolgálnak a fertőzés intenzív továbbterjedéséhez.

A fertőzés megtörténte után (az időjárástól függően) 3-6 hét lappangási időt követően megjelennek a sztrómák. Szétszórtan helyezkednek el, lapított gömb alakúak. Először a peridermába ágyazottak, majd kiemelkedővé válnak. Színük sárga vagy vörösesbarna (6. ábra). Szélességük 2-3 mm, magasságuk 1,5 - 2,5 mm.

A sztrómákban először általában sárgás vagy sárgásbarna színű, gömb alakú, egy vagy többüregű piknidiumok képződnek. Méretük változó, de legfeljebb 300 µm szélesek. A piknidiumok magányosan elkülönülők vagy csoportosan megjelenők lehetnek, beágyazottan vagy pszeudosztromatikus helyzetben. Nyálkás váladék tör elő belőlük, amelyben ivartalan szaporító képleteik, a piknokonidiumok milliói vannak. Ezek hialinok, egysejtűek, ellipszoid vagy kissé bacillus alakúak (SIVANESAN és HOLLIDAY, 1981). Méretük 3,5 x 1 - 1,5 µm. Kiszóródásuk 3 °C fölötti hőmérsékleten folyamatosan történik, és harmat által biztosított nedvesség is elegendő kicsírázásukhoz (HEALD és GARDNER, 1913). A konidiumtartók csoportosak, hialinok, többsejtűek, általában csupasz felületűek. A konidiogén sejtek duzzadtak, ampullaszerűek, terminális vagy laterális helyzetűek, csúcsi részeiken egy nehezen észlelhető csatornával, illetve gallérral. Átlagos hosszúságuk 60 µm, szélességük 1,5 µm.

A peritéciumok később alakulnak ki, általában csak évekkal a fertőzés után. Csoportosan helyezkednek el. Alakjuk általában szabályos gömb, színük sötétbarna vagy fekete. Hosszú csőrszerű nyaki résszel rendelkeznek, ez keresztülhatol a sztromatikus szöveteken, és a felszínen sötét papillában végződik. A peritéciumban

buzogány alakú, vékony, egyrétegű falú aszkuszkok képződnek, amelyek általában 8 db aszkospórárt tartalmaznak. Az aszkospórák szabálytalan kétsejtűek, hialinok, a válaszfaluknál csak kissé befűződtek, elliptikus alakúak. Szóródásuk 10 °C fölötti átlaghőmérséklet esetén, csapadékos időszak után következik be. Eke és Gál (1977) megfigyeléseik alkalmával azt tapasztalták, hogy az aszkospóra szóródás határértéke 8,3 °C. Heald és Studhalter (1915) kutatásai szerint 35 °C felett leáll az aszkospórák szóródása. Az optimális a 18 - 27 °C közötti hőmérsékleti intervallum.

A csapadékon kívül a levegő relatív páratartalmának is komoly szerepe van az aszkospórák szóródásában. Ez összefügg azzal, hogy a peritéciumoknak hosszú, perifizisekkel bélelt nyaki része van, s megfelelő működésükhöz az szükséges, hogy nedves, duzzadt állapotban legyenek. Megfigyelték, hogy amikor eltávolítják a nyaki részt, vagy csökkentik a levegő páratartalmát, a sztrómák külső rétege kiszárad, s az aszkospórák szóródása megszűnik (HEALD és WALTON, 1914). Egy peritéciumból a tenyészidőszak alatt természetes körülmények között akár 168 napig is szóródhat aszkospóra, és esős periódusok után az sem ritka, hogy napi 14 órán át folyamatosan történik (ANDERSON és BABCOCK, 1913).

2.1.2.2. A patogenezis folyamata

A konídiumok vagy az aszkospórák bekerülnek a kérgen természetes úton vagy mechanikai hatásra kialakuló sebzésekbe, repedésekbe. Ott kicsíráznak, és megtörténik az infekció. Az ezt követő napokban kialakul a kéregben a fertőzött sebek környékén egy ún. iniciális lézió (HEBARD et al, 1984). Később ennek növekedése egy lignifikált zóna kialakulásának következtében időszakosan gátolt lesz. Ez a zóna víz számára nehezen átjárható, funkciója a seb elzárása. Időlegesen meggátolja a micélium további növekedését a háncs belső részeibe. A fertőzést követő 28-30. napon tovább folytatódik az iniciális lézió növekedése. Ettől kezdődően a kéreg nekrotizálódása addig tart, amíg az teljesen körülöleli az ágrészt vagy törzset.

A lignifikált zóna teljes kolonizációja után a kórokozó behatol a kéreg belső szöveti részeibe, illetve a kambium irányába. Különbségek figyelhetők meg a virulens és hipovirulens kórokozó törzsek között, valamint a fogékony és ellenálló gazdanövények között is. Fogékony fajokon a virulens törzsek hifái több irányban (multidirekcionálisan) gyorsan növekednek, s ez a háncs külső és belső részeit, valamint a kambiumot is érinti. Hipovirulens törzsek esetében, vagy virulens törzsek rezisztens

fajokon okozott fertőzése alkalmával a növekedés iránya más. A hifák növekedése lassú, csak a külső háncsrészekre korlátozódik (HEBARD et al, 1984). Tehát a csökkent virulenciájú hipovirulens törzsek csak felszíni kéregrákosodást okoznak, a kambium károsodása nem következik be. A fertőzés mértéke sokkal enyhébb lefolyású. A 4-6 évesnél idősebb ágrészek esetében már a virulens törzsek hifáinak növekedése is inkább a külső háncsrészekre korlátozódik. Ez magyarázata lehet annak, hogy az egyébként rezisztens ázsiai fajok csemetéi is kb. 2-3 éves korukig fogékonyak a fertőzésre, illetve az idősebb fák fiatal kérgű részei is érzékenyebbek (UCHIDA, 1977).

A micéliumtömeg gyors növekedése, és a kéreg intenzív nekrotizálódása két fő okra vezethető vissza:

A micélium intenzív növekedése tápanyagok jelenlétét is igényli a szubsztrátumban. Megállapítást nyert, hogy a *Cryphonectria parasitica* gomba a szelídgesztenye kérgének tanninját jól hasznosítja tápanyagforrásként (COOK és WILSON, 1915). A hidrolizálható tannintartalmat a gomba saját maga által előállított észterázai segítségével hasznosítja (BAZZIGHER, 1955). A tanninösszetevők közül nagy koncentrációban találtak hemamelitannint az amerikai és európai szelídgesztenye fajokban, amíg ez a rezisztens kínai és japán fajokból hiányzik.

Másik ok az, hogy megfigyelések szerint a gomba oxálsavat és galluszsavat is képez. Ezek képződésének mértéke meghatározó jelentőségű a kórokozó virulenciájának szempontjából (HEBARD és KAUFMAN, 1978). Ezek a savas hatású vegyületek a kolóniák szélein koncentrálnak, és képesek a kéreg sejtjeinek erőteljes roncsolására, amennyiben a koncentrációjuk eléri a minimum 0,1 mol-t.

A patogenezis folyamatát befolyásoló kémiai okok között meg kell említeni azt is, hogy a *Cryphonectria parasitica* virulens törzsei diaporthin nevű gombatoxint is termelnek (HARDEGGER et al., 1966).

A gomba patogenezisének megismerésében még sok a nyitott kérdés. Az eredményes védekezési lehetőségek megalapozása szempontjából is igen fontosak, hogy a folyamatról minél több ismeretet szerezzünk.

2.1.3. A betegség tünetei

A kórokozó virulens törzsei által előidézett tünetek közül legszembetűnőbb a levelek sárgulása, hervadása, a virágok és a termések elszáradása. Ezek a tünetek általában a tenyészidő közepén jelentkeznek. Az így elszáradt levelek, termések akár évekig is a fákon maradhatnak, mivel rendellenes elhalásuk során nem alakulnak ki a levélasztásukhoz szükséges szövetelemek. A lombkoronában megjelenő ilyen száradó részek, az ún. „zászlók” nagyon feltűnőek, s egyértelműen utalnak a kórokozó jelenlétére (7. ábra). Az ilyen ágszáradások többnyire a fakoronák felső harmadában, fiatalabb ágakon kezdődnek, és fokozatosan terjednek a korona belseje felé, majd a törzsön lefelé (KÖRTVÉLY, 1984).

A fa külső kérgén rozsdabarna színű, ellipszis alakú sebek jönnek létre. A száradó ágrészeken narancsszínű sztrómák (5-6. ábra) jelennek meg, leggyakrabban a törzs elágazódásainál, illetve az ágvillaikban. Ezek a nekrosisok okozzák az ágrészek gyors, forrázásszerű száradását azáltal, hogy a kéreg és a kambium szöveteit roncsolva akadályozzák a rákos rész fölötti lombzat normális vízforgalmát (JUHÁSOVÁ és RADÓCZ, 1995).

A fiatal, sima kérgű fákon vörösesbarna, majd sárgás duzzanatokkal borított bemélyedő elszíneződés alakul ki, ami jól megkülönböztethető az ép, zöld kéregtől. A fertőzés előrehaladtával a kéreg felrepedezik, megjelennek a kórokozó sztrómái először a peridermába ágyazottan, majd kiemelkedve (RADÓCZ, 1994a).

Az idősebb, repedezett kérgű törzsön és ágakon a betegség tünetei a fertőzés korai szakaszában kevésbé ismerhetők fel, és összetéveszthetők más kéregbetegségekkel. A repedések alján található sztrómák, valamint a kéreg alatt kialakuló jellegzetes, legyező alakú micélium-képződmény alapján azonban a kórokozó jelenléte biztonsággal diagnosztizálható (EKE és SELMECZI, 1984). A fertőzési folyamat elhatalmasodásával a megtámadott kéregrész elhal, felszakadozik, majd leválik (RADÓCZ, 1995). A kéreg és a kambium elpusztítása után a kórokozó behatol a farész külső évgűrűibe (EKE és GÁL, 1975). A kórokozó a hajtásokat, a leveleket és a virágzatot nem fertőzi, viszont a termések felülete kontaminálódhat spóráival (JAYNES és DE PALMA, 1984).

A *Cryphonectria parasitica* által okozott rákosodásokat három altípusra lehet elkülöníteni (ROANE et al., 1986; RADÓCZ, 1994b):

„A” altípus - „Besüppedő rák”

Bemélyedő, sztrómákkal borított nektrózis a peridermális törzsön vagy ágreszeken. A gomba intenzív növekedésével gyorsan elpusztítja a kéreg és a kambium szöveteit. A virulens törzsek által fertőzött, fogékony fákon okozott rákosodásokra jellemző ez az altípus (8. ábra).

„B” altípus - „Nyílt rák”

Szabálytalan alakú nektrózis, kiemelkedő és besüppedő részekkel. A kambium nem pusztul el azonnal, így újabb kéregréteg képződik a nekrotizálódott részek alatt. A rákosodás közepén gyakran láthatóvá válik a farész is. A kéregrészek leválnak, csak apró darabkái maradnak vissza. A sztrómák megjelenése ritkább, és csak a nektrózisok egyes részeire korlátozódik. A kórokozó ezen altípusa átmeneti jellegű. Vagyis egyes hipovirulens törzsek fogékony fákon kialakított rákosodása, vagy a kórokozó virulens törzsei által előidézett nektrózisok bizonyos mérsékelt rezisztenciával rendelkező fákon (9. ábra).

„C” altípus - „Felületi rák”

Csak felületi nektrózisok formájában jelentkezik, nem hatol a kambiumig. A fertőzött kéregrésznek megtörténhet a hámlása is. A rákosodott kéreg teljesen kemény, az egészséges belső szöveti részek megátolják a leválását. A gomba fruktifikációjára utaló képletek nem észlelhetők. Ez az altípus jellemzően a hipovirulens törzsek által előidézett forma (10. ábra).



5. ábra: Sztrómák a gesztenye kérgén



6. ábra: Termőtestek a törzsön

(fotó: Juhászová, G.)



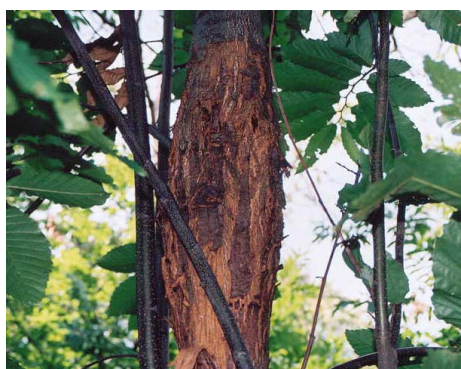
Ukrajnában (fotó: Tarcali G.)



7. ábra: „Zászlós” tünet Bulgáriában (Petrics) és Ukrajnában (Rosztovjatitszja)
(fotó: Tarcali G.)



8. ábra: : Besüpedő rák (A altípus)
(fotó: Juhászová, G.)



9. ábra: Nyílt rák (B altípus)
(fotó: Radócz L.)



10. ábra: Felületi rák (C altípus)
(fotó: Tarcali G.)

2.1.4. A hipovirulencia és a vegetatív kompatibilitás

2.1.4.1. A hipovirulencia jelensége

1959-ben Lindberg ismertetett egy „átvihető betegséget”, amit a *Helminthosporium victoriae* növénykórokozó gomba micéliumának citoplazmájában található kettősszalú RNS (double-stranded-RNA, azaz dsRNA) okozott. Ez a víruszerű részecske jelentős változásokat idézett elő a gomba virulenciájában, és *in vitro* abnormális morfológiájú telepek keletkeztek. Rövidesen több más növénypatogén gomba esetében is kiderült ez, tehát nem egyedi jelenségről van szó.

A kettősszalú RNS-t (dsRNA) tartalmazó, köpenyfehérjét nem képező (nonencapsidated) mikovírusok tulajdonságainak fokozatos megismerése eredményezte a *Hypoviridae* család létrehozását (HILLMAN et al., 1994), amelynek egyik széleskörűen tanulmányozott tagja a *Cryphonectria hypovirus* (CHV).

A szelídgesztenye esetében Biraghi figyelt meg először fertőzött fák törzsein a besüppedt rákos sebeken kívüli felszíni begyógyult nekrotikusokat (BIRAGHI, 1950). Grente 1964-ben a természetes úton gyógyult rákosodásokból a kórokozó abnormális morfológiájú egyedeit izolálta. Ez egy csökkent sporulációjú, kevésbé pigmentált „fehér törzs” volt. Az ilyen törzsek megbetegítő-képességükben is jelentősen különböztek az addig izolált törzsektől (11. ábra). Mesterséges inokulációs vizsgálatokkal is igazolódott ez (GRENTE, 1965). Az ilyen törzseket hipovirulenseknek, azaz csökkent virulenciájúaknak nevezte el. Megállapították azt is, hogy a hipovirulencia okozója a gombasejtek citoplazmájában található, és könnyen átadódhat két egymással vegetatív kompatibilis gomba egyed között létrejövő hifa-anasztomózisokon keresztül. Ezt az átalakulást (konverziót) igazolták a kórokozó normál törzseiből előállított mutánsok segítségével (GRENTE és SAURET, 1969).

A kettősszalú RNS-ek (dsRNA) citoplazmatikus jelenlétét két francia eredetű hipovirulens törzs esetében szerológiai próbákkal bizonyították (MOFFITT és LISTER, 1975). Olasz és francia hipovirulens törzsekben 3 különböző nagyságú kettősszalú RNS-frakció jelenlétét mutatták ki (DODDS, 1980).

Amennyiben a hipovirulens törzsek elveszítik a citoplazmájukban lévő kettősszalú RNS-üket, vagy mesterségesen blokkolják azokat (cycloheximiddel), akkor ezek az egyedek minden esetben jelentős virulencia növekedést mutatnak

(FULBRIGHT, 1984). Ezzel bizonyítható, hogy a kettősszálú RNS (dsRNA) citolpazmatikus jelenléte és a hipovirulencia jelensége egymással szorosan összefügg.

A *Cryphonectria parasitica* hipovirulens törzsei egész Dél-Európában elterjedtek. A konídiumok kb. 90 %-os valószínűséggel hordozzák a kettősszálú RNS-t, így jelentős szereppel bírnak a hipovirulencia terjesztésében. Az aszkospóráknak nincs szerepe ebben, mivel ezen törzseknél ivaros képletek (peritécium, aszkospóra) kialakulását nem is figyelték meg. Habár a hipovirulens törzsek részt vehetnek ivaros szaporodási folyamatokban apai partnerként, az így keletkezett aszkospórákban nem mutattak ki kettősszálú RNS-t.

A természetes terjedés szempontjából jelentős szereppel bír a hifa-anasztomózison keresztül történő átadás, de a transzmisszió lehetősége függ a populációk vegetatív kompatibilitásától.

Valószínűsíthető, hogy adott területen a kórokozó megjelenése után bizonyos időnek el kell telnie ahhoz, hogy természetes úton megjelenjen a hipovirulencia is. Ezt példázza az, hogy Svájcban 1948-ban észlelték a kórt, a hipovirulens törzseket viszont csak 1975-ben találták meg (BAZZIGHER et al., 1981).



11. ábra: A baranyai termőkörzetből izolált PJ-2 jelű hipovirulens tenyészet (fotó: Radócz L.)

2.1.4.2. A vegetatív kompatibilitás és az átalakító (konvertáló) képesség

A hipovirulens törzsek hifa-anasztomózisokon keresztül képesek a dsRNA átadására, ezáltal a virulens kórokozó törzsek által előidézett nekrozisok gyógyítására. Kísérletek viszont rámutattak arra, hogy a ráoltás nem mindig blokkolja a fertőzést. A folyamat csak abban az esetben vezet eredményhez, ha vegetatív kompatibilitási egyezőség áll fenn a két gombatorzs között (ANAGNOSTAKIS és WAGGONER, 1981).

Anagnostakisnak sikerült először azonosítania a kórokozó gombában a vegetatív összeférhetlenségért felelős géneket. Megállapította azt is, hogy minél nagyobb a genetikai eltérés két törzs között, hifáik annál kevésbé képesek anasztomózisra. Ilyen esetekben nem alakul ki tartós anasztomózis, a hifák a találkozási pontoknál elhalnak. Amennyiben viszont a genetikai eltérés nem nagy, s ha a kórokozó kromoszómáinak 7 különböző VCG-lókuszában azonos allélok találhatóak (vagyis közeli rokonság áll fenn), az életképes anasztomózisok kialakulása megtörténik, és lehetővé válik a citoplazmák kölcsönös cseréje a két egyed hifái között (ANAGNOSTAKIS, 1977). E felismerés nyomán született meg a vegetatív kompatibilitási teszt, amely alapján a mintákat vegetatív kompatibilitási csoportokba (Vegetative Compatibility Group - VCG) lehet sorolni. Azok a kórokozó törzsek, amelyeknek hifái egymással anasztomizációra képesek, vagyis kompatibilisek, egy vegetatív kompatibilitási csoportba (VCG-be) kerülnek. Anagnostakis (1977) szerint a *C. parasitica* esetében az elméletileg lehetséges VC csoportok száma 150 fölötti is lehet. Az Amerikai Egyesült Államokban 1983-ban már 77 VC típus létezett (ANAGNOSTAKIS, 1983). 1998-ban Európában nemzetközi kutatás kezdődött az azonosított vegetatív kompatibilitási típusok egységes rendszerbe foglalása céljából. Ennek eredményeként 31 EU-teszter törzset határoztak meg a kórokozó Svájcban és Olaszországban izolált törzseiből. Megállapításuk szerint hat locus-t és két-két allél-t számítva potenciálisan 64 ilyen VCG létezik (CORTESEI et al., 1998).

Két egymással nem kompatibilis gombatorzs esetében a párosításkor a hifa-anasztomózisok már azelőtt elhalnak, mielőtt a hipovirulenciáért felelős kettőszálú RNS részecske átadódna. Azonban meg kell említeni azt is, hogy a kettőszálú RNS (dsRNA) átadása bizonyos esetekben még inkompatibilis (különböző VCG-be tartozó) egyedek között is lehetséges, igaz kis gyakorisággal. Ennek magyarázata az, hogy az ideiglenesen képződő anasztomózisokon keresztül - mielőtt még az inkompatibilitási

reakció miatt elpusztulnának az éppen fuzionáló hifasejtek - megtörténhet a transzmisszió, mert a citoplazmatikus dsRNA mozgása igen gyors.

A magyarországi szelídgesztenye állományok felmérésekor megállapították, hogy az egyes termőhelyeken azonos VCG-be tartozó kórokozó törzsek vannak jelen. Ennek oka azzal magyarázható, hogy a gomba viszonylag rövid ideje van jelen hazánkban. A legújabb kutatások szerint viszont már elmondható az, hogy vannak olyan termőhelyek is, ahol már több VCG-be tartozó törzseket azonosítottak, ami a kórokozó genetikai elkülönülésére, vagy egy másik genotípussal történő hibridizációjára utal. Ezekben a helyeken már megtalálták az ivaros szaporodásra utaló peritéciumokat, s ez a tény a biológiai védekezés lehetőségét nehezíti. Nemzetközi azonosító törzsek segítségével hazánkban eddig 18-féle VCG-t sikerült azonosítani. Ezek nagy részének kiterjedt hálózata van, ami valószínűsíti azt, hogy a kromoszómáik VC-lókuszaiban csak egy-két allél eltérés van (RADÓCZ, 1997). A vegetatív kompatibilitási csoportok számát tekintve hazánkban még koránt sem olyan aggasztó a helyzet, mint az Egyesült Államokban, vagy akár a kiemelt szelídgesztenye-termelő európai országokban, így például Olaszországban, Franciaországban (VIDÓCZI et al., 2000). Leszögezhető az, hogy a kórokozó magyarországi szegregálódása még nem előrehaladott, a termőterületek viszonylag egységes képet mutatnak. A szexuális folyamatok megvalósulásával (ivaros alak létrejötte) viszont a helyzet bonyolódhat, s más VCG-kbe tartozó törzsek megjelenése is várható.

2.1.5. A kéregrák elleni védekezés lehetőségei

2.1.5.1. Hipovirulens törzsekkel történő biológiai védekezés

Ez az eljárás nagyon hatékonynak bizonyult több európai országban, de az észak-amerikai szelídgesztenyésekben is eredményesen alkalmazták. A hipovirulens törzsek nagy területen történő alkalmazásának elsődleges célja az, hogy felgyorsítsák a természetes önszabályozó mechanizmus szétterjedését, valamint a viszonylag gyors gyógyulások révén megmentsék a már megfertőződött állományokat. Tehát a kezelések egyrészt preventív jellegűnek tekinthetők, másrészt viszont kuratív beavatkozások is.

A szabadföldi biológiai védekezés Dél-Franciaországban kezdődött meg 1967-1972 években, tizenkét szelídgesztenye ültetvényben, egy hipovirulens törzset használva. A kezelések hatására a beoltott fák több mint 70 %-a meggyógyult, miközben a kezeletlen fák több mint 90 %-a elpusztult. Ez az eredmény várakozáson felülinek bizonyult. A szabadföldi izolációk hatékonyságának értékelése során kiderült, hogy a kezelt fák környezetében a hipovirulens törzsek természetes úton is elkezdtek szétterjedni. A terjedés a kezelést követő 4-5 éven belül 5-10 m sugarú körben volt érzékelhető (GRENTE és BERTHALAY-SAURET, 1978). A hipovirulens törzsek vektorai a virulens törzsek vektoraihoz hasonlóak, viszont terjedésük lényegesen lassabb, a gyenge konídium képzés és az ivaros szaporodás hiánya miatt. A szelídgesztenye ültetvényekben 50-100 mesterséges fertőzést kell elvégezni hektáronként ahhoz, hogy a kórokozó hipovirulens törzsei megfelelően szétterjedhessenek (TURCHETTI, 1982).

Észak-Amerikában a nagy számú előforduló VCG miatt széles konvertáló kapacitással rendelkező hipovirulens törzsek alkalmazására volt szükség. Egy olyan „multikonverter” jellegű preparátum használata bizonyult eredményesnek, amelyet az előzetesen szelektált hipovirulens törzsekből hoztak létre (JAYNES és ELLISTON, 1980). Amerikai kutatók szerint (HOGAN és GRIFFIN, 2002) szelídgesztenyével elegyes erdőkben a kéregrák kórokozójának biológiai kontrollja a hipovirulens törzsek magas frekvenciájával tartható fenn. Lényeges, hogy a hipovirulens nekrozisok az uralkodó szintben lévő amerikai szelídgesztenyék (*Castanea dentata*) törzsein legyenek jelen. A szelídgesztenye epidémia utáni lecsökkent elegyaránya az erdőterületeken a hipovirulencia terjedésének korlátozó tényezője (LIU et al., 2002). Az amerikai kutatók

vizsgálatai szerint a szabadföldön elterjesztett hipovirulens törzsek huszonöt év elteltével is jelen vannak a megmaradt sarjakon, miközben a különböző molekulatömegű *Cryphonectria hipovirusok* (CHV-3, CHV-4) hibridizálódhatnak egymással.

Néhány hipovirulens törzsre jellemző az instabilitás. Egy gyógyuló rákosodást előidéző olasz törzs a későbbi patogenitási tesztben virulensnek bizonyult. Előfordulhat az is, hogy hipovirulens törzsek párosodásával -ami nagyon ritka jelenség- keletkező askospórák nem tartalmaznak kettősszálú RNS-t (TURCHETTI et al., 1996).

A hipovirulens gombatörzsek fokozatos túlsúlyba kerülése adott területen az eredményes biológiai védekezés feltétele. Ez az európai szelídgesztenye állományokban egy természetes folyamat, amely emberi beavatkozás nélkül is végbemehet. Viszont magunk is felgyorsíthatjuk, szükség esetén elindíthatjuk, - egyrészt preventív, másrészt az ültetvényekben gazdaságosan végezhető, látványos gyógyulásokat eredményező kuratív - kezelésekkel (VIDÓCZI, 2005).

Maga a gyógyulás aktív küzdelemmel járó folyamat, amely a szelídgesztenye, a virulens és a hipovirulens kórokozó részvételével zajlik. Ezért minden eszközzel arra kell törekednünk, hogy a virulens kórokozó terjeszkedését gátoljuk, a hipovirulenciát pedig elterjesszük. Egy nektróziskor a fertőzött, sztomatikus piknidiumokkal teli kéregrész eltávolításával jelentősen csökkenthetjük a felülfertőzések esélyét. Emellett a mechanikai védekezéshez hasonlóan gátoljuk az újabb virulens nektrózisok megjelenését (VIDÓCZI et al., 2005).

Az eredményes szabadföldi védekezések hatására több országban (USA, Franciaország, Olaszország, Szlovákia) már ipari méretekben történik a hipovirulens törzset tartalmazó készítmények előállítás és forgalmazása. Lehetőség van több törzsből álló multikonverter jellegű preparátumok előállítására is (MACDONALD és FULBRIGHT, 1991; GRENTE és BERTHALAY-SAURET, 1978; TURCHETTI, 1982; RADÓCZ et al., 1996).

A kezelések hatékonyságát fokozza a gesztenyések megfelelő ápolása, agrotechnikája. Különösen fontos lehet a hipovirulens törzsek alkalmazása az epidémia jelenlegi „front országaiban”, ahol a hipovirulencia természetes megjelenése és szétterjedése csak több évtized múlva lenne várható (HEINIGER és RIGLING, 1994).

A kórokozó hipovirulens törzseinek felhasználásán alapuló biológiai védekezési módszer a parazita gomba által előidézett károk mérséklésére, illetve megszüntetésére számos európai országban (Franciaország, Olaszország, Portugália, Svájc,

Spanyolország, Szlovákia), valamint Az Amerikai Egyesült államok több területén bebizonyította eredményességét (HEINIGER és RIGLING, 1994).

2.1.5.2. Kémiai védekezés lehetősége a kórokozó ellen

Nem ismert hatékony kémiai védekezés a betegség ellen. Az *in vitro* körülmények között hatékony készítmények kéregbe juttatása igen nehéz feladat, gyakorlati kivitelezése nem megoldható. A kórokozó obligát sebsparazita, a tenyészidőszak bármely részében képes sebekben át fertőzni. Átmeneti védelmet jelenthet a kéreg rügpattanás előtti lemosó permetezése réztartalmú szerrel (GLITS, 1993). Benomil vagy MBC (Methyl-2-Benzimidazol-Carbamate) hatóanyagok kéregbe injektálása, de így csak egy-egy fa menthető meg. Gyakorlatilag elmondható, hogy a kémiai védekezési megoldás nagyon nehézkes, idő- és költségigényes, és a kórokozó rezisztenciájának jelei is megfigyelhetők (JAYNES és VAN ALFEN, 1974; EKE és GÁL, 1975; DELEN, 1979).

Elkins és munkatársai (1978) benomil hatóanyag különböző koncentrációinak talajba injektálásával próbálkoztak, és vizsgálták a kéregben megjelenő hatóanyag-koncentrációt. Habár kimutatható volt a fákban a hatóanyag transzlokációja, a megfelelő gombaölő hatás kifejtéséhez szükséges koncentrációt egyik esetben sem érte el. Viszont komoly problémaként jelentkezett a talajok igen nagy arányú kémiai terhelése ezzel az eljárással.

2.1.5.3. Mechanikai módszerek alkalmazása

A megfelelő mechanikai védekezési műveletek elvégzése hatékony kiegészítő eljárás lehet a gazdanövények megvédésében. A biológiai módszer eredményességét fokozza az ültetvények, erdők megfelelő ápolása, szakszerű termesztéstechnológiája. A mechanikai műveletek következetes végrehajtása, hatékony vadriasztással kiegészítve jótékony hatással van a kórokozó visszaszorítására. Önmagában viszont a járvány fellépését ez úton megakadályozni nem lehetséges (JUHÁSOVÁ et al., 1993).

2.1.5.4. Agrotechnikai eljárások

A. *Rezisztencia nemesítés*

Valószínűsíti a betegség ázsiai eredetét az, hogy a japán gesztenye (*Castanea crenata* Sieb. & Zucc.) és a kínai gesztenye (*Castanea mollissima* Bl.) toleránsak a kórokozóval szemben. A nemesítések során ezen fajok e tulajdonságait igyekeznek kihasználni, és beépíteni a hibridekbe. Mára sikerült olyan termőhelyre adaptált hibrideket előállítani, amelyek jó rezisztenciaszinttel rendelkeznek, és az európai éghajlathoz is jól alkalmazkodnak (BAZZIGHER, 1981). Az Amerikai Egyesült Államokban is sikerült néhány közepes rezisztenciájú hibridet kinemesíteni (JAYNES, 1978). Ezek a programok viszont eddig egyik földrészen sem tudtak olyan átütő eredményeket produkálni, amelyek végleges megoldást jelenthetnének a problémára (BOUNOUS et al., 1993).

B. *Növény-egészségügyi előírások*

A betegség az EPPO (European Plant Protection Organization) karantén kórokozóinak listáján szerepel. A *Castanea* és *Quercus* fajok faanyagainak, illetve csemetéinek importja csak betegségtől mentes részekről javasolt (SMITH et al., 1992). Az 5/1988 MÉM rendelet értelmében a gomba Magyarországon is karantén kórokozó, ellene a védekezés minden lehetséges eszközzel kötelező. A rendelkezések szigorú betartásával a gomba kártétele mérsékelhető, illetve az egyéb védekezési célú beavatkozások hatékonysága nagymértékben növelhető.

2.1.5.5. Más lehetséges védekezési megoldások

A védekezési lehetőségekben új távlatokat nyithat a biotechnológiai eljárások alkalmazása. Az ázsiai fajok rezisztencia kialakításáért felelős géneinek modern géntechnológiai eszközök alkalmazásával történő beültetése az európai fajokba óriási jelentőségű lehet, amennyiben sikerül azokat azonosítani (FINESCHI et al., 1990). De ez még egyelőre a jövő útjának számít.

Kísérletek folynak a kórokozó virulens törzseinek genetikai manipulációjára is, azzal a céllal, hogy e törzsek már a kromoszómáikban hordozzák a hipovirulenciát (ANAGNOSTAKIS, 1995). Ebben az esetben az ivaros úton keletkező aszkospórák is magukban hordozzák a hipovirulenciát, így megszűnik annak a lehetősége, hogy a

populáció egyes genetikailag szegregálódott törzsei kikerülhessenek a biológiai kontroll hatása alól.

Felszínre kerülhetnek egyéb biológiai védekezési megoldások is. Feltételezhető, hogy több antagonista baktérium- és gombafaj létezik, amelyek alkalmasak lehetnek a *Cryphonectria parasitica* fertőzésének visszaszorítására, pl. a *Trichoderma* fajok, a *Bacillus subtilis* stb. Kísérletek eredménye szerint komposztréteget nyomókötéssel rögzítve a *Cryphonectria parasitica* által okozott rákosodások felületéhez 6 hónap elteltével egyes nekrozisok gyógyulása figyelhető meg (McCABE, 1974). A vizsgálatok elemzéseikor kiderült, hogy hasonló jelenség sterilizált komposzt, illetve talaj esetében nem tapasztalható. A kezelésekre használt anyagokból számos antagonista baktérium- és gombafajt (főleg *Trichoderma* fajokat) sikerült kimutatni.

A *Trichoderma viride* korhadt növényi részeken és faanyagokon gyakran előforduló mikroorganizmus, és a többi fajhoz viszonyítva jobban bírja a szélsőségesebb ökológiai körülményeket is (UBRIZSY, 1965). Vajna László (1987) több morfológiailag eltérő izolátumot vizsgált. Ez a közismert antagonista baktérium nemcsak hiperparazita módon élőszködik más gombákon, hanem gomba- és baktériumgátló antibiotikumokat is termel (gliotoxin, viridin). A gombával végzett eredményes biológiai védekezési kísérletek, valamint a sikertelen *Cryphonectria parasitica* kitenyésztések miatt vetődött fel annak a lehetősége, hogy *Trichoderma viride* jelenlétében a betegség tölgyön csak kis mértékben, vagy egyáltalán nem okoz rákosodást.

Patogenitási vizsgálatok történtek tölgy ágakon egyidejű *Cryphonectria-Trichoderma* fertőzéssel, illetve 1 héttel későbbi *Trichoderma* ráoltással *Cryphonectriával* korábban megfertőzött ágakon (PALLAGI, 2003). Az eredmények azt mutatták, hogy a *Trichoderma viride* csökkentette a *Cryphonectria parasitica* fejlődését a mindkét fajjal azonos időben beoltott ágdarabokon a *Trichoderma*-val 1 héttel később beoltott ágdarabokon mért adatokhoz viszonyítva.

3.2. A *Cryphonectria parasitica* megjelenése tölgy fajokon

1960-ban az Amerikai Egyesült Államok Virginia államában May és Davidson *Cryphonectria parasitica*-ra utaló tüneteket talált egy olasz tölgy (*Quercus virgiliana* Ten.) kérgén. 1964-ben az USA számos területének tölgyeseiben észleltek hasonló tüneteket. Ez indokoltta ezeket a kutatásokat végzését abból a célból, hogy kiderüljön, vajon a betegség okoz-e fertőzést élő tölgyön. Oltásokat végeztek szabadföldön és üvegházban különböző átmérőjű fákon kb. 2 havi eltéréssel (április, június, augusztus, október). A vizsgálatok eredményei azt igazolták, hogy a beoltott élő tölgyeken lévő tünetek azonosak az amerikai szelídgesztenyéken [*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh.] megfigyelt tünetekkel, illetve a szabadföldön élő tölgyeken talált szimptomákkal. Az évszakonkénti változás tekintetében a júniusban oltott egyedeken volt a fertőzés a legerőteljesebb. A vizsgálatok eredményei szerint a tölgy kora és mérete is szerepet játszott a befogadóképességben. Ezt az bizonyította, hogy a fertőzés csak a 2,5 cm-nél kisebb átmérőjű tölgyfákon jelentkezett. A kutatás eredményei alapján megállapították, hogy a *C. parasitica* képes az élő tölgyfákat megfertőzni, viszont kicsi az esély arra, hogy a kár ezen a fajon valaha is utolérje az amerikai szelídgesztenyén okozott károk mértékét (BATSON és WITCHER, 1968).

Pennsylvania államban több, mint 100 mintát gyűjtöttek össze *C. parasitica* által fertőzött bíbor tölgyek (*Quercus coccinea* Münchh.) szabadföldi vizsgálata során. A mintákat táptalajon, horzsolt almagyümölcsön és gombafertőzésnek kitett amerikai szelídgesztenye egyedeken vizsgálták. A teszt sorozat azt mutatta, hogy a legtöbb minta táptalajon, horzsolt almagyümölcsön és fertőzött szelídgesztenyén is hasonló módon nőtt, mint a standard fertőzött minta, vagyis a fertőzöttségek mértéke között összefüggés van. Néhány vöröstölgyről származó minta hasonló tulajdonságokat mutatott, mint egy ismert hipovirulens izolátum, tehát vizsgálni kell a hipovirulens törzsek megjelenésének lehetőségét is tölgyeken (DAVIS és TORSELLO, 1999).

Svájcban is felfedeztek a kutatók kéregrákos megbetegedésre utaló tüneteket tölgyeken. Weggis környéki kocsánytalan tölgy [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.] európai szelídgesztenye [*Castanea sativa* (Mill.)] elegyes állományban 10 db fiatal tölgyön találtak rákosodást. A kérgen narancsszínű piknidiumok, a kéreg alatt sárga micélium jelezte azt, hogy a fákat a veszélyes kórokozó megfertőzte. Habár a talált rákosodások már nem felületiek voltak, a fertőzés fejlődése mégis lassúnak tűnt. Az évgyűrűk vizsgálata segítségével kimutatták, hogy a tölgyek közül néhány már több,

mint 6 éve fertőzött volt, és a kambiumnak több, mint 50 %-a már elpusztult. Összegezve megállapították azt, hogy a *Cryphonectria parasitica*-val erősen fertőzött szelídgesztenye állományokban a kocsánytalan tölgy is veszélyeztetett (BISSEGGER és HEINIGER, 1991).

Dél-Olaszországban is vizsgáltak szelídgesztenyével elegyes tölgy állományokat kutatók, és azt tapasztalták, hogy a *C. parasitica* a tölgyeket is képes megfertőzni. Elsősorban molyhos tölgyet (*Quercus pubescens* Willd.) fertőzött a betegség, de találtak tüneteket magyar tölgy (*Quercus frainetto* Ten.) és magyal tölgy (*Quercus ilex* L.) fajokon is (DALLAVALLE és ZAMBONELLI, 1999). A fertőzött szelídgesztenye és tölgy egyedekről mintákat gyűjtöttek be a betegség jelentőségének és mértékének megállapítása céljából. Ezt követően szabadföldön és üvegházban keresztoltásokat végeztek. A vizsgálatok eredményei szerint az összes kitenyészített törzs patogénnek bizonyult a *Q. pubescens* és a *C. sativa* esetében is, sőt a tölgyeken 90 % feletti fertőzöttséget tapasztaltak a szelídgesztenyén megfigyelt mintegy 70 %-os fertőzöttséggel szemben.

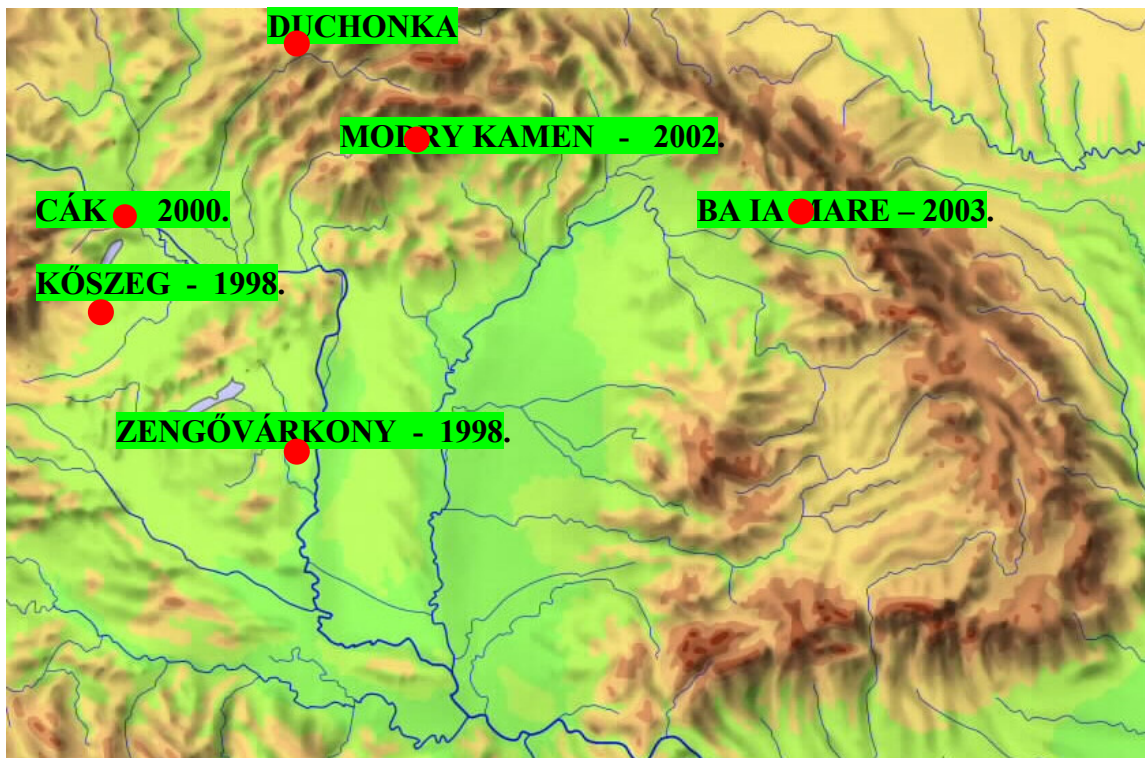
A tölgyön keletkezett nekrozisok mérete és a mortalitás mértéke (5-10 %-os) viszont kisebb volt, mint a szelídgesztenyén tapasztalt értékek (20-30 %-os mortalitás). A kórokozó törzsek kitenyészítése során megállapították, hogy a tölgyről származó izolátumoknak csak kis hányada mutat hipovirulens jelleget. Három vizsgált területből az egyikén találtak hipovirulens törzseket is, viszont ezek aránya e területen is minimális (2,3 %-os) volt. Emellett azt is figyelembe kell venni, hogy a fertőzés tünetei nehezebben ismerhetők fel tölgyeken, mint szelídgesztenyén, és ez szintén segíti a virulens törzsek terjedését (LUISI et al, 1992).

Olasz kutatók vizsgálták azt is, hogy a szelídgesztenyét és a tölgyeket egyaránt károsító xilofág rovarok lehetnek-e a betegség vektorai. Elsősorban a *Scolytus intricatus*-t és a *Xyleborus monographus*-t vizsgálták, és arra az álláspontra jutottak, hogy a gomba új törzseinek a terjesztésében a *Scolytus intricatus* jelentős szerepet játszhat (FRIGIMELICA és FACCOLI, 1999).

Szlovákiában is felfedezték a betegséget néhány fiatal tölgyön Modry Kamen (Kékkő) térségében, a nógrádi országhatártól néhány km távolságra (JUHÁSOVÁ és KULCSAROVÁ, 2002).

A kórokozó első magyarországi megfigyelése fiatal kocsánytalan tölgyeken 1998-ban történt Zengővárkonyban, illetve Kőszeg térségében (12. ábra)

szelídgesztenyével elegyes kocsánytalan tölgy állományban (RADÓCZ és HOLB, 2002). Később további *C. parasitica* fertőzéseket észleltek elsősorban Zala, Somogy és Baranya megyében. A Bajcsai Erdészet (Zala megye) Surd 11 D erdőrésztében végzett felmérés szerint a kocsánytalan tölgy állomány 14,9 %-a volt fertőzött, 5,7 %-a pedig el is pusztult. Ezen kívül a Surd 5 C erdőrésztében is találtak fertőzött fákat (GÁNCS, 2002).



12. ábra: A *Cryphonectria parasitica* megjelenése tölgyeken a Kárpát-medencében

2.3. A *Cryphonectria parasitica* által veszélyeztetett fajok jellemzése

A *Cryphonectria parasitica* legnagyobb kártételét a *Castanea* nemzetségbe tartozó *C. dentata* és *C. sativa* fajok világméretű pusztításával okozta. Viszont képes a *Fagaceae* családba tartozó más fajok megbetegítésére is. A Bükkfafélék családjának legnépesebb nemzetsége a *Quercus*, azaz tölgy nemzetség. Az ide tartozó fajok száma 450 körül van. Jelentős részük szubtrópusi vagy hegyvidékeken él. Erdőgazdaságilag nagyon jelentős Európában, a kontinens erdeinek közel 38 %-át adja (KRISTÓ, 1995).

Magyarországon is a legjelentősebb fajok közé tartoznak a tölgyek. Az Állami Erdészeti Szolgálat 2001. évi adatai alapján az ország teljes területének 19,2 %-át borítja erdő, azaz 1 787 400 ha-t. Az erdővel borított területek 21,1 %-án nemes tölgyek, 10,75 %-án csertölgy található, a szelídgesztenye részaránya 0,052 %, a bükké pedig 6,2 %. Ezek az adatok is jól érzékeltetik, milyen komoly potenciális veszély lehet a *C. parasitica* által okozott kéregrákos megbetegedés esetleges jelentősebb mértékű áttérése a tölgyekre is.

2.3.1. A veszélyeztetett fajok rendszertani besorolása

<u>Törzs :</u>	<i>SPERMATOPHYTA</i>	- Magvas növények
<u>Tagozat:</u>	<i>ANGIOSPERMATOPHYTA</i>	- Zárvatermők
<u>Osztály:</u>	<i>DICOTYLEDONOPSIDA</i>	- Kétszikűek
<u>Alosztály:</u>	<i>HAMAMELIDIDAE</i>	- Varázmogyoró-alkatúak
<u>Rend:</u>	<i>FAGALES</i>	- Bükkfavirágúak
<u>Család:</u>	<i>FAGACEAE</i>	- Bükkfafélék
<u>Alcsalád:</u>	<i>CASTANOIDEAE</i>	
<u>Nemzetség:</u>	<i>CASTANEA</i>	- Gesztenye
<u>Fajok:</u>	<i>CASTANEA SATIVA</i> (Mill.)	- Európai szelídgesztenye
	<i>C. DENTATA</i> (Marsh.)Borkh.	- Amerikai szelídgesztenye
	<i>C. MOLLISSIMA</i> (Bl.)	- Kínai gesztenye
	<i>C. CRENATA</i> (Sieb. & Zucc.)	- Japán gesztenye
<u>Alcsalád:</u>	<i>QUERCOIDEAE</i>	
<u>Nemzetség:</u>	<i>QUERCUS</i>	- Tölgy
<u>Fajok:</u>	<i>QUERCUS PETRAEA</i> (Matt.) Liebl.	- Kocsánytalan tölgy
	<i>Q. ROBUR</i> L.	- Kocsányos tölgy
	<i>Q. CERRIS</i> L.	- Csertölgy
	<i>Q. PUBESCENS</i> Willd.	- Molyhos tölgy
	<i>Q. RUBRA</i> L.	- Vörös tölgy
	<i>Q. ILEX</i> L.	- Magyal tölgy
	<i>Q. VIRGILIANA</i> Ten.	- Olasz tölgy
	<i>Q. FRAINETTO</i> Ten.	- Magyar tölgy
	<i>Q. PEDUNCULIFLORA</i> C. Koch	- Hamvas tölgy
	<i>Q. PALUSTRIS</i> Münchh.	- Mocsár tölgy
	<i>Q. ALBA</i> L.	- Fehér tölgy

(Forrás: GENCSI és VANCSURA, 1997, SZENTIVÁNYI, 1976, MÁTYÁS, 1967)

2.3.2. Európai szelídgesztenye [*Castanea sativa* (Mill.)] jellemzése

Természetes elterjedési területe Nyugat-Ázsia, Észak-Afrika, Dél-Európa és a Kárpát-medence térsége is. Betelepítés útján bekerült további európai országokba is. 2001-ben hazánkban 933,9 ha-on, erdőterületeink 0,052 %-án tenyésztett. Termesztésének északi határa térségünk, habár kisebb telepített populációi megtalálhatók Lengyelországban, Németországban és Nagy-Britanniában is.

Az európai szelídgesztenye fénykedvelő, heliofil faj. A szubmediterrán elegyes lombú erdők felső koronaszintjét alkotja, 900 m tengerszint feletti magasságig. Elsősorban a gyengén savanyú talajokat kedveli. Dél-Európában sokszor együtt fordul elő a magyartölgygel, a cserfával és a felső erdőhatáron az erdeifenyővel. Alkalmilag a domb- és hegyvidékeken elegendő gesztenyések találhatunk.

A 25 m magasra is megnövő szelídgesztenye lekerekített, terebélyes koronáját hatalmas törzs tartja, amelynek kerülete olykor a 10 m-t is eléri. Törzsének kérge először ólomzürke, sima és fénylő, később sötétbarna és mély hosszbarázdás lesz. Leveli váltakozó állásúak, bőrneműek, 10-20 cm hosszúak, színoldaluk fénylő sötétzöld, fonákjuk világoszöld. A levéllemez hosszúkás-lándzsás, vagy elliptikus, csúcsa kihegyezett, válla lekerekített, ép szélű, a levéllemez oldala pedig fogas szélű, ősszel lehulló. Viráguk egyivarú. Porzós virágai kis csoportokban helyezkednek el a haránt felálló barkákon, hattanú kis leplük és számos krémszínű portokuk van. Kellemes, áthatóan erős illatúak. A termős virágok lepel nélküliek, 2-3 tagú csoportokban fejlődnek a porzós virágok tövében. Minden ilyen csoportot murvalevelek vesznek körül, ezekből alakul ki később a termések tüskés kupacsa. Éréskor ebben fejlődik ki makktermésük, az ehető gesztenye. Mindegyik egy-egy virágból alakul ki.

2.3.3. A kocsánytalan tölgy [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.] jellemzése

Közép- és délkelet-európai eredetű elsőrendű fa. Európa szerte elterjedt, domb- és hegyvidéki erdeink fő állományalkotó fafaja (KERESZTESI, 1967). Magyarország erdőterületének 9.9 %-át borítja, összesen 177 200,7 ha-on (2001. évi adat) A kocsányos tölgyhöz hasonló, de alakja nem olyan erőteljes, ágai vékonyabbak. Átlagos magassága 17-25 m, de legmagasabb példányai elérhetik a 35-40 m magasságot is. Lejtős helyeken szebben, egyenesebben nő, mint a kocsányos tölgy, de nem éri el annak

méretét és korát. Szakirodalomból 500-800 éves példányai ismertek (SIMONKAI, 1890). Magyarországon legnagyobb kiterjedésű állományai az Északi-középhegységben, a Pilisben és a Mecsekben vannak (MÁTYÁS, 1967). Alföldi előfordulásait általában mesterségesnek tartják. Erdélyben kb. 1100 m tengerszint feletti magasságig felhatol, minden kitettségekben előfordul, kedveli a hegyoldalak középső és alsó részét. A mérsékelt, enyhe, nedves éghajlaton érzi jól magát. Vagy elegendően állományokban él, vagy kocsányos és molyhos tölgyel, cserfával, bükkal és gyertyánnal elegyes erdőket alkot, 1300 m tengerszint feletti magasságig. Európai elterjedésének északi határa Nagy-Britannia, Írország és Dél-Skandinávia.

Koronájának alakja gömbölyded-elliptikus, és idősebb korára hajlamos széltehen terebélyesedni. Törzse egyenes, de az idősebb példányoké göcsösödik, csavarodik. Az eleinte sima törzs hamar érdes lesz, szürkésbarna, és mélyen hosszbarázdás. Levelei nyelesek, szabályosan öblösek, ősszel lehullanak. Váltakozva állnak, 7-12 cm hosszúak, 5-8 cm szélesek, lekerekített karéjúak. Levélválluk ék alakú. Levélnyelük 1,8- 2,5 cm hosszú. Fiatal hajtásai és levelei olykor kissé szőrösek lehetnek, de a színoldal sima. Az összes rokon tölgyfajjal együtt ez a tölgy is egylaki, egyivarú. A porzós virágok vékony barkában fejlődnek, zöldes kis leple 6- 12 tagú, rövid porzószerű, feltűnő sárga porzókört takar. A kocsánytalan, zöld termős virágok magányosak, vagy legfeljebb 5 tagú csoportokban fejlődnek az ágakon. Minden egyes virágnak van virágtakarója. Ebből fejlődik ki később a kupacs. Termése jellegzetes makk. A kupacs csak a makk alsó részét öleli körül, szorosan összepréselődött, kissé kidomborodó, lándzsás pikkelyekből áll. A termésfal érés közben hosszúság- és tojásdad, fényes zöldtől a sárgászöldig változó, majd barna, félérett állapotban szőlőre emlékeztető.

2.3.4. A Kárpát-medencében megtalálható egyéb fontosabb tölgy fajok

Kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.)

Kontinentális jellegű, síksági fafaj, elsőrendű fa. Tölgyeink között a legnagyobb méreteket érheti el, akár 40, sőt 50 m magas példányai is lehetnek. A fák királyának is nevezik, nemcsak méretei, hanem fájának kitűnő minősége miatt is. Igen magas kort ér meg. A XIX. század végén ismertek voltak 5-7 m átmérőjű 1500-2000 éves példányai. A Kárpát-medencében elterjedésének átlagos tengerszint feletti magassági határa 450-770 m. Maximális felső határa 1088 m. Domb- és hegyvidékeken inkább elegyesen

fordul elő. Kocsányos tölgyeseink eredeti termőhelyeit mára a mezőgazdaság jórészt elfoglalta. Magyarországi jelenlegi területe 144980,6 ha, erdőterületünk 8,1 %-a.

A kocsányos tölgynek több jellegzetes változata is létezik térségünkben. Tölgygazdálkodásunk szempontjából az egyik legfontosabb változata a szlavóntölgy (*Q. robur* L. var. *slavonica* Gay.), amelynek magyarországi területe 1354,2 ha. Mezővédő erdősávok számára, zöldövezeti és esztétikai célokra értékes változata a piramistölgy vagy jegenyeképű tölgy (*Q. robur* f. *fastigiata* Lam.), botanikai, dendrológiai kertjeinkben és parkokban sok szép példánya található.

Molyhos tölgy (*Quercus pubescens* Willd.)

Mediterrán, dél- és közép-európai hegyvidéki faj, másod- vagy harmadrendű fa. Átlagos magassága 15 m. A Kárpát-medence déli részein a kocsánytalan tölgyhöz hasonló méreteket is elérhet, észak felé magassága csökken. Száraz, meleg, sekély talajú hegyoldalokon is képes megélni. A száraz klímához való alkalmazkodás révén kialakult faj, amit fiatal részeinek és leveleinek szőrössége, a levelek bőrneműsége, vastagsága és molyhossága bizonyít. A magyarországi középhegységek mészkő-, dolomit területeinek déli lejtőin mindenütt megtalálható, és a Duna-Tisza közének meszes homokján is előfordul összesen 16 822,1 ha-on, ami a magyar erdők területének 0,94 %-a. Előfordulásának átlagos felső határa a magyar középhegységekben 500 m, a Kárpátokban viszont 600-700 m-ig is felhatol.

Magyar tölgy (*Quercus frainetto* Ten.)

30-40 m magasságot is elérő, szép lombosított tölgy faj, elsőrendű fa. Szubmediterrán-balkáni hegyvidéki faj, amely a Kárpát-medencében éri el elterjedése nyugati és északi határát. Erdélyben megtalálható a Bihari-hegység északi határáig. Magyarország területén példányaikat a botanikusok először a Bükkben, Kácsfűrdő mellett említik (SOÓ és JÁVORKA, 1951), de ismert a Börzsönyben, a Velencei- és a Keszthelyi-hegységben, a Mecsekben, valamint a Somogyi dombságban, összesen 36,6 ha-on. Általában telepítettnek tartják. Az északi, hűvös oldalakat, üde termőhelyeket nem kedveli.

Vörös tölgy (*Quercus rubra* L.)

Észak-amerikai eredetű telepített, gyorsan növekvő, elsőrendű fafaj. Magassága az eredeti termőhelyén az 50 m-t is eléri, Európában 25-30 m-es. Atlantikus tájakról

származó, kiegyenlített klímát igénylő faj. A késői fagyot nem bírja, fagyzugos helyeken elpusztul. Magyarországon a XX. század eleje óta telepítik homoki kocsányos tölgyesek és gyertyános tölgyesek üde, rozsdabarna talajaira, illetve egyéb mészmentes levegős talajokra elsősorban Somogyban, Zalában, Baranyában, a Körösök vidékén és a Nyírségben. Erdőterületi részaránya 0,77 %, 13 822,7 ha-on.

Olasz tölgy (*Quercus virgiliana* Ten.)

Széles, sűrű koronájú, 20 m magasságig megnövő első- vagy másodrendű fa. Közép-Európában őshonos előfordulási körzete Erdély (Déva, Arad, Temesvár körzete) és a Kárpátok külső pereme (Szörénység, Havasalföld, Moldva). Magyarországon a Gödöllői dombvidéken, a Budai-hegységben és a Mecsekben fordul elő leginkább napsütéses domboldalakra főleg mészkedvelő erdeiben, elegyes állományokban, valamint megtalálható az Alföldön is, Kerecsenden.

Mocsár tölgy (*Quercus palustris* Münchh.)

Szintén Észak-Amerikából származó, 20-25 m magasra növő első- vagy másodrendű fa. Jellegzetes piramis alakú koronája inkább parkokban tenyészik. Erdőállományokban csak szórványosan fordul elő. Ártéri erdőtalajokon, glejlen érdemes ültetni. A tölgy-kóris-szil ligeterdők nedvesebb típusaiban jól érzi magát. Magyarországi területe 2001. január 01-én 214,6 ha. Jellegzetes állománya található Lábodon.

Csertölgy (*Quercus cerris* L.)

30-40 m magasságúra is megnövő elsőrendű fa. Alakja hasonlít a kocsánytalan tölgyhöz, de koronája lazább lombzatú. Szép, dekoratív fa. Őshonos elterjedése révén igazi közép-európai fafaj, amelynek északi határa a Trencsén - Körmöcbánya - Zólyom - Dobsina - Rozsnyó - Sátoraljaújhely - Máramarosziget vonal (FEKETE és BLATTNY, 1913). A Kárpát-medence dombvidékein és középhegységeiben nagy területeken fordul elő, de tömeges előfordulása csak 400-500 m tengerszint feletti magasságig jellemző. Szárazságtűrő fafaj. Az Alföldön is megtalálható, de ottani őshonosságát vitatják. Összesen 192 376 ha-on tenyészik Magyarországon, erdőterületünk 10,75 %-án

Hamvas tölgy (*Quercus pedunculiflora* C. Koch)

A kocsányos tölgyhöz nagyon hasonlító, 30 m magasságot elérő elsőrendű fa. Jobban tűri a szárazabb és melegebb termőhelyeket. Balkáni eredetű faj, amely a Kárpát-medence dél-keleti részein fordul elő elegeesen más tölgy fajokkal.

Egyéb egzóta tölgy fajok a Kárpát-medencében (PÉCH, 1903; BÁNÓ és RETKES, 1965):

Fehér tölgy	-	<i>Quercus alba</i> L.
Nagy makkú tölgy	-	<i>Quercus macracarpa</i> Willd.
Bíbor tölgy	-	<i>Quercus coccinea</i> Münchh.
Festő tölgy	-	<i>Quercus velutina</i> Lam.
Zsindelyes tölgy	-	<i>Quercus imbricaria</i> Michx.
Fűzlevelű tölgy	-	<i>Quercus phellos</i> L.
Magyal tölgy	-	<i>Quercus ilex</i> L.

2.3.5. A szelídgesztenye és tölgy fajok egyéb növénykórtani vonatkozásai

2.3.5.1. A szelídgesztenye egyéb jelentős gombabetegségei

A szelídgesztenye tintabetegsége - *Phytophthora* spp.

A csapadékosabb éghajlatú atlanti, illetve közép-európai országokban (pl. Szlovákia) jelentősebb betegség. Néhány térségben (pl. a Pireneusi félsziget, Olaszország, Franciaország) azonban manapság a szelídgesztenye legveszélyesebb károsítójának számít ismét. Magyarországon jelentősége eltörpül a kéregrák által előidézett pusztulás mellett (RADÓCZ, 2002). A betegség leggyakoribb okozója a *Phytophthora cambivora* (Petri) Buism. oospóras gomba, de előidézheti a *Phytophthora cinnamomi* Rands. is, sőt az 1990-es évek végén olasz kutatók további fajok [*Phytophthora citricola* Sawada, *Phytophthora cactorum* (Lebert et Cohn) J.Schröt] szerepét is felfedezték a kór okozásában (VETTRAINO et al., 2005).

A gomba a nedves talajokon él és fertőzi a szelídgesztenye gyökereit és gyökfő részét. A fertőzés következtében sötétbarna, fekete folyás jelentkezik a fa gyökfőjén. Ez a jellegzetes tünet az alapja a tintabetegség elnevezésnek. (VARGA, 2001). A betegség végső szakaszában a fák csúcsi részétől kiinduló teljes száradása következik be. A megtámadott fát ki kell vágni, el kell égetni.

A gesztenye mikoszferellás levélfoltossága - *Mycosphaerella punctiformis* (Pers.) Starb.

A szelídgesztenye egyik legjelentősebb leveleket támadó kórokozója. A leveleken 1-2 mm nagyságú, barna színű, szögletes foltok keletkeznek, esetenként lila szegéllyel határolva. Nagy tömegben jelentkezve a foltok összefolynak. Később a fertőzött levelek egész felülete kisárgulhat, s a levél elhal, meggörbül, esetleg összesodródik, de a természetes lombhullás kezdetéig a fán marad. Kártételének mértéke nagyban függ az adott évjárattól és a termőköorzettől. Jó kondíciójú, kellő növekedési eréllyel bíró fák általában nem okoz számottevő lombvesztést.

Gesztenye lisztharmat - *Microsphaera alphitoides* Griff. at Maubl.

A kórokozó elsősorban a tölgy fajokon károsít, de fiatal szelídgesztenyefák leveleit és hajtásait is gyakran megfertőzi. Faiskolákban és fiatal telepítésekben számottevő kártételével találkozhatunk. Esetenként a leginkább a mogyorót támadó *Phyllactinia guttata* f. sp. *coryli* kórokozó is előidézheti a tüneteket.

2.3.5.2. A tölgy fajok fontosabb gombabetegségei

Tölgylisztharmat - *Microsphaera alphitoides* Griff. at Maubl.

A tömlősgombák *Erysiphaceae* családjába tartozó parazita gomba a fiatal csemeték és idős fák levelein egyaránt fellép (VARGA, 2001). A levelek felületén lisztszerű bevonatként jelentkezik a tünet, amely a bőséges micélium és konidiospórák képződésének következménye. A betegség gátolja a levelek asszimilációját, ami növedékvesztést okoz. A hajtások késve érnek be, ezért ezek télen a fagykárosítás áldozatául esnek. Ilyen esetben sokszor a fiatal csemeték el is pusztulnak. A rendszeres lisztharmat károsítás következménye a fiatal fák elbokrosodása, és egyéb kártevők elszaporodásának elősegítése is. A betegség minden hazai tölgyfélén előfordul. Legjobban azonban a kocsányos- és a kocsánytalan tölgyet veszélyezteti.

Tölgygyökérölő gomba - *Rosellinia quercina* R. Hartig

A tölgycsemeték fehér gyökérgyökérpenészt okozó gomba. A túl nedves talajokon az egy-három éves csemeték gyökerét támadja meg, esetenként más gombafajokkal együtt (SZABÓ, 2003). A megbetegített facsemeték levelei sárgulnak, hervadnak. A megbetegített gyökereken számtalan gombostüfe nagyságú fekete gombatömörülés (szklerócium) található, amely az áttelelést és a vegetatív továbbszaporodást biztosítja (PAGONY, 1967). A megtámadott gyökerek kéregrésze elhal, fás része megbarnul, majd elkorhad

Kocsánytalan tölgy pusztulása - *Ophiostoma quercus* (Georgev.) Nannf.

A tölgycsemeték gutaütésszerű pusztulását, tracheomikózist okozó betegség. A gomba fonalai behatolnak a fa szíjácsába és annak szállítóedényeit eltömik. A gomba által megtámadott szíjács szürkésbarnán elszíneződik (PAGONY, 1967). A kórokozó a tölgyfák komplex jellegű betegségeiben mint járulékos, súlyosbító tényező is részt vesz, s hozzájárul az ilyen fa pusztulási folyamatához (SZABÓ, 2003).

A leírt betegségeken kívül megbetegítheti a tölgyet a *Diaporthe leiphaemia* (Fr.) Sacc. szaprotróf jellegű gomba, ami fiatal tölgyek esetében kéregbetegséget okozhat. A tölgycsemeték gyökereit támadhatja meg a *Nectria radicola* Gerlach et Nilsson. Gyökérrothadást és tracheomikózist okozhat még fiatal tölgyfákon a *Fusarium oxysporum* Schlecht gomba (PAGONY, 1967).

2.3.6. A szelídgesztenye és tölgy fajok másodlagos fás szárának szöveti jellemzői

A *Cryphonectria parasitica* leggyakrabban a vágásokon, a törzsön, az ágvillaiban okoz rákosodásokat, amelyek botanikai értelemben másodlagos fás szárai a megtámadott szelídgesztenye vagy tölgy egyedeknek. A kórokozó először a kérget, majd a kambium szöveteit pusztítja el. Ezután behatol a farész (*xylem*) külső 3-5 évgyűrűjének sejtjeibe is (EKE és GÁL, 1975). A másodlagos fás szár olyan több éves szárképlet, amelynek felépítése belülről kifelé a következő jól elkülöníthető szöveti részekre tagolható: fatest (*xylem*), kambium, háncrest (*floem*), héjkéreg (*rhytidoma*) (GENCSI és VANCSURA, 1997).

A fatestet az edénnyalábok farészeihez hasonló elemek építik fel, amelyek létrehozzák a fák évgyűrűs szerkezetét (GENCSI és VANCSURA, 1997). Faipari felhasználás szempontjából megkülönböztetünk kemény fát és puha fát. A tölgy és a gesztenye kemény fa. Bennük sok a rost, a tracheák és a tracheidák fala vastag, erősen fásodott (BALOGHNÉ, 2005). A *trachea* fő funkciója a víz felszállítása a koronába. A *Cryphonectria parasitica* látványos tünete a lombkorona egyes részeinek gyors, forrázásszerű elszáradása. Ez esetben éppen a normális vízforgalom akadályozott a szállító szövetek roncsolódása miatt.

A kambium a fás szár osztódó szövege. A *C. parasitica* patogenezise folyamán a beteg fák sárguló, száradó ágrészein rákosodások keletkeznek, amelyek behatolva az ág belső rétegeibe a kambium szöveteit is roncsolják.

A háncrestben is találunk rétegezettséget, bár ez nem olyan kifejezett, mint a fatesben. A háncestben a rétegezettséget elsősorban a háncest szállító- és raktározó szövetét együttesen alkotó lágyháncest, és a keményháncest (háncestrostok) váltakozása adja. Ezekből egy vegetációs periódusban több réteg is képződhet, ezért nem felel meg a fatest évgyűrűinek (BALOGHNÉ és TRÓCSÁNYINÉ, 2002). Néhány fafaj kérge fiatal korban igen gazdag cserzőanyagokban, többek között a tölgy is ilyen. A *háncestrost* a farosthoz hasonlít, de nem, vagy csak részben fásodik el. A háncestben a háncestrostok mellett jelentős a szklereidák előfordulása is. A szklereidák, vagyis kősejtek a háncestparenchima sejtek csoportjából, azok sejtfaiknak igen erős megvastagodása révén alakulnak ki. A parenchimasejtek ilyen módosulásai a háncestot igen változatossá, fajra jellemzővé teszik. Azokban a fákban található nagyobb mértékben, amelyek sima kérgűek. Egyes fák háncestában, így a tölgyeknél is jelen vannak a háncestrostok és a szklereidák is. A háncestparenchimasejtek egyes fákban csak a tenyészidő végén,

másokban egy év alatt többször is, tehát szakaszosan jönnek létre. A tölgy és a szelídgesztenye évenként egy keményháncsréteget hoz létre (GENCSI és VANCSURA, 1997).

A másodlagos szállítószövetek egyre vastagítják a szárat, aminek az lesz az eredménye, hogy a szár külső szövetrétegei, nem tartva lépést a vastagságbeli növekedéssel, szétszakadnak, a felületi peridermát a héjkéreg (*rhytidoma*) váltja fel, amely először a törzs alsó részén fejlődik ki, és onnan halad felfelé. A héjkérget fejlesztő fák felülete szabálytalanul repedezett, pikkelyes, cserepes, rostos, fajra jellemző (BALOGHNÉ, 2005). Bizonyos fák esetében a periderma mindvégig megmarad, nem alakul ki héjkéreg, a fa felülete sima marad. Ilyen fa például a tölgygel és a gesztenyével egy családba tartozó bükk. Más fajok kérge a fa korával változik. A fiatal tölgy kérge sima, később repedezett. Bizonyos fajoknál a héjkéreg már egészen korán, másoknál pedig csak az idősebb törzsön és ágakon alakul ki. A tölgyek esetében 25-40 év után történik meg ez. A kéreg alapján a tölgyeket viszonylag könnyű megkülönböztetni A szelídgesztenye kérge sokáig sima, fényes, szürke vagy olajzöld, vízszintes kis paraszemölcsökkel. Csak az idős törzs repedezik sekélyen, szürkésbarna, lapos kéregcserepekkel (GENCSI és VANCSURA, 1997).

3. A VIZSGÁLATOK ANYAGA ÉS MÓDSZERE

3.1. Terepi vizsgálatok

3.1.1. A betegség elterjedtségének és kártétele mértékének vizsgálata

A szabadföldi felméréseket 2001 és 2006 évek között folyamatosan végeztük Észak-Erdélyben Nagybánya városa közelében 7 termőhelyen, Ukrajna kárpátaljai részén 9 felmérési helyen, Szlovákiában 3 helyen, valamint Magyarországon 3 körzet 10 állományában.

A terepi felméréseken vizsgáltuk a fertőzöttség mértékét, amiből meghatároztam az egyes állományok fertőzési % (F%) értékeit, valamint a fertőzési index (Fi) értékeket. Az egyes állományokban általában 100-100 db véletlenszerűen kiválasztott fát vizsgáltunk. Azokban az állományban, ahol kevesebb fa volt 100 db-nál, mindegyiket értékeltük. Egy felmérési helyen (Bakonya 16 I) egy 150 fából álló mintaterületet jelöltünk ki és vizsgáltunk.

A fákat aszerint értékeltük, hogy megtalálhatóak-e rajtuk a betegség tünetei vagy sem (13-17. ábra). Ilyen módon megállapítottuk a fertőzött fák arányát, azaz a fertőzési %-ot (F%).

A hazai gyakorlatban is alkalmazott nemzetközi kárfokozatokhoz igazodó értékelő rendszer elvei alapján meghatároztuk a fertőzöttségi indexet (Fi), amelynek megállapításánál figyelembe vettük a lombkárosodás és kéregkárosodás mértékét, valamint a sporulációra utaló tüneteket. Az értékeléseknél szelídgesztenye esetében a már korábban Magyarországon is alkalmazott szisztémához igazodtunk (1. táblázat), tölgy esetében pedig dendrológiai okok miatt annak egy módosított módszerét alkalmaztuk (2. táblázat).

3.1.2. A szabadföldi mintavétel eszközei és módszere

A szabadföldi mintavételek során történt a laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges növényi anyagok begyűjtése. A beteg vagy gyanús fák kéregrészeinek szöveteiből 95 %-os alkohollal fertőtlenített éles mintavevő késsel kb. 0,5 cm³-es darabokat metszettünk ki. Egy-egy fából két-három mintát vettünk, s a kéregdarabkák kimetszésénél arra törekedtünk, hogy a még élő, illetve a már elhalt kéregrészek

határáról származzék (18. ábra). A kivágott mintákat felcímkézett, azonosítóval ellátott papírzacsókba helyeztük. Az egy fából kiemelt kéregdarabkát egy mintát jelentettek, és egy zacskóba kerültek. Az összegyűjtött kéregmintákat a laboratóriumi vizsgálatig hűtőtáskában, illetve hűtőszekrényben tároltuk.

1. táblázat: A fertőzési index skála ($F_i = 1 - 5$) fokozatai és szempontjai szelídgesztenyénél (RADÓCZ, 1997)

Fertőzési fokozat	Lombkárosodás mértéke	Fás részek károsodása
Mentes	0 %	0 %
I.	10 % alatti	Behatolás körüli állapot, a kéregfelület maximum 10 %-a károsodott
II.	11-25 %	A kéregfelület maximum 25 %-a károsodott
III.	26-50 %	A kéregfelület maximum 50 %-a károsodott, felrepedezett kéreg
IV.	51-99 %	A kéregfelület maximum 99 %-a károsodott, kéregrészek leválása jellemző
V.	100 %	Elpusztult fa, erőteljes sarjképződés, nagy részük fertőződött

2. táblázat: A fertőzési index skála ($F_i = 2 - 5$) fokozatai és szempontjai tölgnél (A NYME Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet által kidolgozott, még nem publikált értékelési skála, 2003)

Fertőzési fokozat	Tünet koronában	Tünet törzsön
1	Tünetmentes fa	
2	a	Gyanús tünetek
	b	-
3	a	Gyanús tünetek
	b	-
4	a	1 rák
	b	-
5	a	Több rák (rákok száma)
	b	-
5	Több rák (rákok száma)	
5	<i>C. parasitica</i> miatt elpusztult fa	



13. ábra : I. fertőzési fokozat szelídgesztenyén 14. ábra : II. fertőzési fokozat

(fotó: Tarcali G.)



15. ábra: III. fertőzési fokozat
(fotó: Juhásová, G.)

(fotó: Juhásová, G.)



16. ábra: IV. fertőzési fokozat
(fotó: Tarcali G.)



17. ábra : V. fertőzési fokozat - elpusztult fa Romániában
(fotó: Tarcali G.)



18. ábra : Helyszíni mintavétel az ukrainai Rosztovjatitszjában (fotó: Krocsko, L.)

3.1.3. Szabadföldi hipovirulens kezelések

A hipovirulens kezelés lényege az, hogy a beteg fába beoltjuk a laboratóriumi tesztelés folyamán konvertálásra képesnek bizonyult hipovirulens gombatorzs tenyészetének gombafonalakkal átszőtt táptalaj darabkáját. A kezelés során minden kéregrákos sebet körbeoltunk a hipovirulens tenyészettel. A nekrozis szélén, de még az élő kéregbe egymástól 4-5 cm-re kb. 6 mm átmérőjű lyukakat fúrunk, amelyekbe behelyezzük a hipovirulens gombatenyészetet tartalmazó táptalaj kockát. A kezelés végén a lyukat gombaölő szert nem tartalmazó fasebkezelő szerrel lezárjuk. A így kezelt fákat először a beoltást követően egy év múlva, majd minden évben értékeljük.

Hipovirulens kezeléseket végeztünk a Pécsvárad-Zengővárkonyi Ősgesztenyésben 2001-2002-ben. A két év alatt összesen ezer szelídgesztenye fa kuratív célú kezelését végeztük el. A hipovirulens törzsek természetes úton történő szétterjedésének vizsgálata volt kutatásunk alapvető célkitűzése.

2002-ben kialakítottunk több kísérleti területet (25 kezelt fával), ahol a hipovirulens törzsekkel történő szabadföldi védekezés eredményességét vizsgáltuk. A kísérleti területeink helyszínei voltak: Pécsbányatelep, Nagymaros, Nagykanizsa. Ezeken a kísérleti területeken -a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően- az adott termőhelyről származó és *in vitro* konvertált hipovirulens törzseket oltottunk be a kezelt fába.

3.2. A laboratóriumi munkánál alkalmazott anyagok és módszerek

3.2.1. A laboratóriumi munka anyagai

A laboratóriumi vizsgálatok első lépése a táptalaj elkészítése, amire ráoltjuk a kéregminták izolátumait. Vizsgálatainkhoz burgonya-dextróz-agar (BDA), valamint dúsított burgonya-dextróz-agar (BDAMB) és Powell táptalajt alkalmaztunk.

A BDA táptalaj elkészítéséhez szükséges anyagok: 200 g burgonya, 20 g agar-agar, 20 g dextróz, valamint 1000 ml desztillált víz. A BDAMB táptalaj készítéséhez az előbbi anyagokon kívül adunk még 100 mg/l methionin-t és 1 mg/l biotin-t. A Powell (1995) által javasolt média összetevői: BDAMB + 7g/l maláta kivonat, 2 g/l élesztő extraktum, 0,8 g/l tannin sav, 2 mg/ l thiamin, 50 mg/l brómkrezol zöld. A Powell táptalaj előnye, hogy a szegély (barrage) zóna az egymással vegetatív inkompatibilis

tenyészetek esetében sokkal erőteljesebben kirajzolódik, amelyet a média pH változást színváltozással indikáló tulajdonsága tesz lehetővé. A táptalaj továbbra is sötétkék marad az elhalt (anyagcserét nem folytató) hifák alatt.

3.2.2. A kórokozó gomba izolálása

A szabadföldi mintavétel során begyűjtött kéregmintákat 2 percig 70 %-os alkoholban felületileg fertőtlenítjük. Ezután desztillált vízzel lemosuk a kéregdarabkákat az etanol eltávolítása céljából. Következő lépésben a mintákat a petricsészékbe töltött BDA-táptalaj felületére helyezük, a petricsészéket parafilmmel sterilen lezárjuk, és klímasekrénybe tesszük. A klímasekrényben szobahőmérsékleten (23-25 °C) 7 napig inkubáljuk az izolátumokat, ami után a fertőzött kéregrészekből fejlődő micéliumot átoltjuk BD Amb táptalajra. Az átoltott tenyészeteket természetes megvilágításban neveljük tovább. Az átoltást követő 10. napon vizuálisan is jól elkülöníthetők a virulens (pigmenttermelő és megfelelően sporuláló), illetve hipovirulens (pigmenthiányos és gyengén sporuláló) izolátumok.

3.2.3. Vegetatív kompatibilitási vizsgálatok

A szabadföldi minták izolátumait először egymással, majd a DE ATC Növényvédelmi Tanszékének törzsgyűjteményében található teszter törzsek tiszta tenyészeivel (EU-1 — EU-31) párosítottuk a vegetatív kompatibilitási tesztek során.

A tesztek Powell táptalajon végeztük. A tenyészetekből 5x5 mm-es micéliumokkal átszőtt agar kockákat emeltünk ki, és egy-egy oldalukat egymással szorosan érintkeztetve párban tenyésztettük azokat. Az így beállított tenyészeteket 7 napig klímasekrényben inkubáltuk.

A tesztek értékelése a micéliumok érintkezési zónájának vizuális vizsgálatával történt. A kompatibilis tenyészetek hifái képesek egymással anasztomizálni, egyöntetű micéliumot képeznek a táptalaj felületén, határvonal nem látható közöttük. Az egymással kompatibilis tenyészetek azonos VCG-be kerülnek.

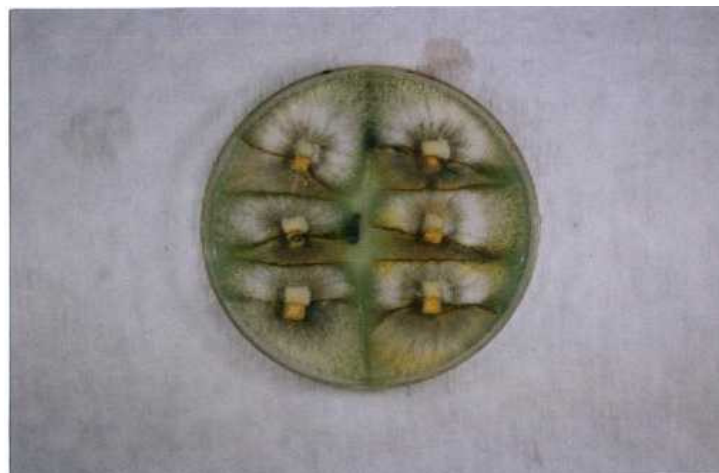
Az inkompatibilis izolátumok növekvő micéliumainak érintkező határvonala élesen kirajzolódik, az érintkező hifák nekrotizálódnak, s a telepek határvonalain nagy számban jelennek meg termőtestek, amelyek vizuálisan is jól megfigyelhető u.n. barrage-t (szegély) képeznek (19. ábra).

3.2.4. A konvertáló képesség meghatározása

A teszt során hazai natív, valamint *in vitro* konvertált hipovirulens törzsek konverzióját vizsgáltuk a virulens izolátumokkal. A virulens törzsek tenyészetéből a vegetatív kompatibilitási teszteknel is alkalmazott módszer szerint 5x5 mm-es agar kockákat emeltünk ki, s azokból 3-3 db-ot helyeztünk egy-egy petricsészébe BDAMB táptalajra. Az agar kockákhoz hipovirulens törzsek tenyészetének hasonló méretű darabjait párosítottuk. Minden virulens törzsből származó agar kockához más-más hipovirulens törzsből származó agar kockát illesztettünk. A vizsgálatokat három ismétlésben állítottuk be. A tenyésztést szobahőmérsékleten végeztük. Az értékelésre a 14. napon került sor, amelyek alapja a virulens telepek morfológiai jellemzőinek változása, valamint növekedési képességüknek csökkenése volt.

A konvertáló képesség meghatározására a következő értékelési fokozatokat alkalmaztuk (RADÓCZ, 1995):

- (A)- - nincs konverzió (teljesen inkompatibilis tenyészetek)
- (B)+ - kis mértékű konverzió (a virulens tenyészet növekedési képességének csökkenése kevesebb mint 20 %)
- (C)++ - közepes mértékű konverzió (a virulens izolátumok növekedési képességének csökkenése legalább 50 %)
- (D)+++ - teljes konverzió (a virulens izolátum teljes mértékben átalakult, a hipovirulens partnerre jellemző morfológiai tulajdonságokat mutatja)



19. ábra : A *C. parasitica* egymással vegetatív inkompatibilis tenyészetek BDAMB Powel táptalajon (fotó: Radócz L.)

3.2.5. Mesterséges inokulációs vizsgálat szelídgesztenye és tölgy ágakon

Az izolátumok virulenciájának vizsgálatát nyugalmi állapotban lévő ágdarabokon végeztük 2006. december és 2007. január hónapjaiban. 25-30 cm hosszú, kb. 2,5 cm átmérőjű ágdarabokat gyűjtöttünk európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) és különböző tölgy fajok (*Quercus* spp.) egy-egy egyedéről a Debreceni Egyetem botanikus kertjéből a vizsgálat céljaira.

Az ágdarabokat desztillált vízben lemostuk, majd autoklávban 120 °C-on 30 percig sterilizáltuk. Az ágdarabok végeit oltóviasszal lezártuk. Az inokulálás során az ágdarabok kergét az ágvégektől kb. 5 cm-re két helyen eltávolítottuk (5 mm átmérőjű dugófúróval kialakított korongok formájában). Az így kialakított sebzésekre a vizsgálandó törzs tenyészetéből kiemelt, micéliumot tartalmazó agarkorongokat helyeztünk. Az inokulált sebeket sterilizált sebtapasszal lezártuk. Az izolátumok vizsgálata 2-2 ágdarabon, azaz 4 ismétlésben történt. Az ágdarabok inkubálását szobahőmérsékleten, sötétben, sterilizált, távtartókkal ellátott műanyag edényben végeztük. A vizsgálat értékelésére az inokuláció 36. napján került sor. Az ágdarabok legkülső kéregrétegének eltávolítása után meghatároztuk a nekrotizálódott kéregfelület nagyságát. A többségében ellipszis alakú nekrozisok rövidebb és hosszabb átlóit lemértük, majd azokból (az ellipszis területszámítási képletének felhasználásával: $[(axb) \times \pi]$ kiszámítottuk a károsodott kéregfelület nagyságát.

3.3. A vizsgálati eredmények értékelése statisztikai módszerekkel

3.3.1. Trend analízis a fertőzöttség alakulásának időbeni vizsgálata céljából

A nagybányai és ukrajnai felmérési körzetekben regisztrált fertőzöttségi százalékos és fertőzöttségi index adatokat alapul véve a fertőzöttség mértékének időbeni alakulását Lineáris trendszámítással elemeztem. A trendszámítás az idősorok statisztikai vizsgálatának egyik módszere. Az idősorok vizsgálata a rendelkezésünkre álló adatok időbeli összehasonlítását jelenti (esetünkben az $F\%$ és F_i értékek), vagyis az adatok által reprezentált jelenségek alakulását, a folyamatok változását, fejlődését az idő függvényében mutatja. A trend számításánál az a célunk, hogy a hosszabb időszakon át, tartósan érvényesülő tendenciát lehetőleg valamilyen geometriailag is értelmezhető, vagy azt megközelítő vonallal fejezzük ki. A trend analitikus meghatározása a

trendszámítás leggyakrabban alkalmazott, legpontosabb, számítógéppel is támogatott formája. A függvényillesztés során a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva keressük az idősor értékeihez legszorosabban illeszkedő trendvonalat. Az analitikus trendet tehát az a konkrét függvény jelenti, amelynek értékei és az idősor ugyanazon időpontokhoz tartozó értékei közötti eltérések négyzetösszege a legkisebb. A dolgozatomban feldolgozott adatok megfelelnek a statisztikai módszer követelményeinek.

A lineáris trend számítása: A lineáris függvény általános alakja, amivel megkapjuk a trend értékeit: $\hat{y} = a + bx$ (\hat{y} a trend értéke, az x az időváltozó egymástól egyenlő távolságra lévő értékei, az a és b értékek pedig a függvény ismeretlen paraméterei).

A két ismeretlen paramétert normál egyenletek segítségével határozhatjuk meg:

$\Sigma y = na\Sigma x$, $\Sigma xy = a\Sigma x + b\Sigma x^2$. A y az idősor értékeit jelöli. A két ismeretlen egyenletrendszerbe behelyettesítve az a és b paraméterek meghatározhatók. Az a paraméter az $x=0$ időponthoz tartozó trendértéket, a b paraméter pedig az egységnyi időszak alatti átlagos változás mértékét fejezi ki.

3.3.2. A patogenitási vizsgálat eredményeinek statisztikai értékelése

Az egyes fajok érzékenységének összehasonlítását a nekrozisok mérete (mm²) alapján végeztem. Az összehasonlításokat Kruskal-Wallis-teszttel, a páronkénti összevetést pedig Mann-Whitney U-teszt segítségével hajtottam végre, amit az adatok normál eloszlástól való eltérése indokolt.

A nekrozisok mm²-ben megkapott területi adatait szórás számítás módszerével is elemeztem. A szórás (σ) az átlagtól vett $di = Yi - Y$ eltérések négyzetes átlaga. Azt mutatja, hogy az Yi ismérvértékek átlagosan mennyivel térnek el a számtani átlagtól. Mértékegysége mindig ugyanaz, mint az Yi alapadatoké. A szórás olyan átlagos hibaként is felfogható, amit abban az esetben követünk el, ha minden alapadatot a számtani átlaggal helyettesítünk. Egy-egy kezelés négy ismétlésének adatait vettem össze. Minden esetben kiszámítottam a négy ismétlés kapott adatainak számtani átlagát, és szórás számítással megállapítottam az attól való átlagos eltérést. A szórás kiszámításánál a következő képletet alkalmaztam:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

4. A VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A Kárpát-medence területén terepi vizsgálatokat végeztünk Ukrajnában, Romániában, Szlovákiában és Magyarországon több szelídgesztenye termőhelyen (20. ábra).

A keleti régiókban 2 szelídgesztenye termő körzetben végeztünk felméréseket: a romániai Nagybányán és környékén, valamint Kárpát-Ukrajnában Ungvár és Munkács körzetében, amely helyek a legjelentősebb gesztenyetermő vidékei e régiónak. Mindkét körzetben vizsgáltuk a szelídgesztenyék, illetve a velük elegyesen tenyésző tölgyek fertőzöttségét.

A Kárpát-medence keleti részein végzett vizsgálatok eredményei különösen érdekesek lehetnek abból a szempontból, hogy Európának ezen a részén még nem készült felmérés a szelídgesztenye populációk egészségi állapotáról, s éppen e helyek azok, ahová a *Cryphonectria parasitica* fertőzése napjainkban jut el, illetve ahol már jelen van, oda is csak néhány éve, érkezett meg a kórokozó. A tölgyek tekintetében szintén egy teljesen érintetlen terület e két régió kutatásaink szakmai kérdései szempontjából.

Magyarország területén dél-dunántúli termőhelyeken (Mecsek, Nyugat-Somogy), valamint a Dunakanyar (Pilismarót, Nagymaros) környékén vizsgáldtunk. Ezek a helyeken szelídgesztenyével elegyes, vagy szelídgesztenyék közvetlen szomszédságában lévő tölgyek esetleges kéregrák fertőzöttségét kerestük.

Felméréseket végeztünk szlovákiai termőhelyeken is, ahol szintén elsősorban a tölgyek kéregrákos megbetegedésére koncentráltunk.

A kárpát-medencei vizsgálati helyszíneink térképét az 20. ábrán láthatjuk, a 21. ábrán pedig kutatásaink két célnövényét: egy szelídgesztenyét (*Castanea sativa*) és egy tölgyet (*Quercus spp.*) illusztrálunk.



20. ábra: A Kárpát-medence területén végzett vizsgálataink körzetei



21. ábra: A kórokozó által a Kárpát-medencében veszélyeztetett két faj – *Castanea sativa* és *Quercus petraea* - (fotó: Tarcali G.)

4.1. Az észak-erdélyi felmérések eredményei

4.1.1. A betegség elterjedése és a károkozás mértéke Nagybánya körzetében szelídgesztenyén

Romániában 2 nagyobb területen található jelentősebb kiterjedésű összefüggő szelídgesztenye (*C. sativa*) állományok. Az egyik a Nagybánya (Baia Mare) környéki termőhely, a másik pedig a Déli-Kárpátoktól a Duna felé húzódó területen, a Zsil-völgye környékén.

A *Cryphonectria parasitica* gomba tüneteit először 1984-ben észlelték Romániában, Nagybányán. Addig az időpontig Románia területe mentes volt a betegségtől. Az akkori adatok szerint 150 000 db-ot jóval meghaladó szelídgesztenyefa termett a vidéken. Napjainkra ez a szám jelentősen lecsökkent. Pontos statisztikai adatok ugyan nem állnak rendelkezésre, de becslések szerint 70-80 000 db szelídgesztenyefa lehet még a környéken.

A szelídgesztenye állományok egészségi állapota az utóbbi években egyre siralmasabb képet kezd mutatni. Egyre több fán található meg a kéregrák tünetei, és mind nagyobb a kipusztult fák aránya is. A tünetek észlelésén túlmenően részletes felmérés kutatásunkig nem készült a területen a kórokozó elterjedtségéről és az általa okozott kár mértékéről.

Helyszíni vizsgálataink során kéregmintákat gyűjtöttünk laboratóriumi vizsgálatok céljaira, illetve elvégeztük a fertőzöttségi %-ok értékeinek megállapítását.

Összesen 5 különálló állomány felmérését végeztük el a körzetben évente a 2001-2003 közötti időintervallumban, majd 2004. júniusától 7-re növeltük vizsgálati helyeink számát két újabb termőhely bevonásával. Megállapítottuk, hogy a kéregrák mindegyik vizsgált területen jelen van. A fertőzés mértékében az egyes állományok között jelentős különbségeket tapasztaltunk. A különböző évek adataiból pedig jól látható a fertőzési helyzet évről-évre történő súlyosbodása. A fertőzöttségi értékek közötti jelentős területi különbségeket azzal lehet magyarázni, hogy a betegség viszonylag rövid ideje van jelen a térségben, s térben történő teljes körű kiterjedésére még nem volt elegendő az idő. E mellett feltételezhető a helyi fekvési, domborzati, mikroklimatikus és egyéb sajátosságok hatása is a fertőzés terjedésének intenzitására.

A vizsgált helyek egymáshoz viszonyítva 30 km-es körzetben belül találhatóak a Nagybányától északnyugat, észak, illetve északkeleti irányban (22. ábra).



22. ábra: A nagybányai körzet felmérési helyeinek térképe

Nyugatról kelet felé haladva az első felmért állományunk Nagybánya-Borpatakon található. A hely a várostól 15-km-re ÉNY-i irányban fekszik egy kis település mellett húzódó igen meredek domboldal K-i fekvésű lejtőjén. A romániai felméréseink során minden alkalommal itt találtuk a legkevésbé fertőzöttnek a fákat.

Második felmérési helyünk a Nagybánya-Veresvíz elnevezésű terület Nagybánya É-i peremén helyezkedik el egy észak-déli irányban folyó patak völgyét két oldalról határoló hegyoldalakon. Ez a hely a körzet legnagyobb összefüggő szelídgesztenye-termő területe. A területet nagysága miatt a vizsgálat szempontjából három részre osztottam, s mindhárom szakaszában különálló felmérést végeztem.

Az első rész (Nagybánya-Veresvíz I. jelöléssel) a patak jobb partján lévő terület, a Kőhát hegység szinte a városig lenyúló keleti fekvésű hegyoldala. Itt az előzőekben ismertetett helyen tapasztaltaknál jóval nagyobb mértékű fertőzöttséget regisztráltunk már a legelső felmérés során (2002.03.22.). Több volt a beteg fa, mint egészséges, s a fertőzött fák jelentős része már elpusztult.

Még rosszabb helyzetet találtunk a felmérési hely második szakaszán (Nagybánya-Veresvíz II.), amit a patak bal oldalán jelöltünk ki, az előző helytől néhány száz méterrel északabbra, nyugati fekvésű hegyoldalán. Ezen a helyen volt a

legtragikusabb a kép. A fák szinte mindegyike beteg volt, és igen magas volt az elpusztult fák aránya.

A terület harmadik szakasza (Nagybánya-Veresvíz III.) ugyanezen hegyoldalnak a magasabban fekvő részén található. Területileg nem különül el az előző szakasztól az itt található szelídgesztenye állomány, és eredetileg nem is terveztük így megbontani a termőhelyet. Helyszíni vizsgálataink során viszont arra az érdekes következtetésre jutottunk, hogy a hegyoldal magasabban fekvő fái esetében lényegesen kisebb mértékű a fertőzöttség, mint a mélyebbi helyeken, ezért tartottuk indokoltnak a területet két külön egységként kezelni. A hegyoldal ezen magasabban lévő része egyre inkább délnyugati fekvésűvé válik. A terepi felmérés adatai számszerűen is igazolták, hogy jelentős különbség van az alacsonyabban lévő, valamint a magasabban fekvő hegyoldalon található szelídgesztenyefák fertőzöttségi értékeiben. Ezen a felmérési szakaszon (NBV III.) a megbetegedett fák aránya, illetve a betegség által elpusztított fák száma jóval alatta maradt az előző szakaszon (NBV II.) tapasztalt értékeknek. Meglepő különbség ez az egyébként egybefüggő állomány két pólusa között. Az okokról gondolkodván arra a következtetésre jutottunk, hogy valószínűleg speciális helyi mikroklimatikus viszonyok játszhattak közre a megbetegedés ilyen alakulásában.

Nagybánya körzetének harmadik megvizsgált állománya a várostól szintén É-ra található, légvonalban kb. 5 km-el keletebbre a Nagybánya-Veresvíz elnevezésű helytől, a térséget határoló másik nagy földrajzi térség, a Gutin-hegység lábainál. Ez a felmérési hely a Nagybánya-Kőbánya elnevezést kapta. Ennek magyarázata, hogy a hely egy ma már üzemem kívüli kőbánya szomszédságában található, a hegység dél-délnyugati lankáin. A szelídgesztenyefák fertőzöttségének mértéke itt is nagy arányú volt már az első felvételezéskor is, de nem annyira súlyos, mint a Nagybánya-Veresvíz termőhelyen. A szabadföldi felméréseket 2002-től kezdődően minden évben megismételtük.

2004. június 11-én 2 új helyszínnel (Nagybánya-Felsőtótfalu, Nagybánya-Tautii Magheraus) bővítettük felmérési helyeinket. Nagybánya-Felsőtótfaluban egy 5 ha-os domboldali területen lévő idős állományt vizsgáltunk, Tautii Magherauban pedig egy kb. 20 éves kocsánytalan tölgyvel elegyes ültetvény jellegű populációt. Mindkét helyen találtunk számos kéregrákos szelídgesztenyét, azonban a fertőzöttségi értékek ezeken a helyeken alatta maradtak a súlyosabban fertőzött nagybányai területek szintjének.

Az évenként elvégzett szabadföldi felmérések eredményei azt mutatják, hogy a fertőzöttség mértéke évről évre nő a Nagybánya környéki szelídgesztenye

állományokban. A kéregrákos megbetegedés közel 2 évtized alatt nagyon súlyos károkat okozott a körzet szelídgesztenyéseiben, egyes helyeken szinte 100 %-os pusztítást végzett (NBV-II felmérési hely). Várható, hogy a helyzet tovább, s a körzet szelídgesztenyései rövidesen akár végveszélybe is kerülhetnek, hasonlóan a világ számos más helyén tapasztaltakhoz. A terepi felmérések részletes adatait a 3. táblázat tartalmazza.

4.1.2. Szabadföldi vizsgálatok Nagybányai körzetében kocsánytalan tölgyön

A kocsánytalan tölgyön (*Q. petraea*) végzett terepi vizsgálatokat ugyanazokon a helyszíneken végeztük, ahol a szelídgesztenye felmérések is történtek. Ezeken a területek többségén elsősorban szelídgesztenyék élnek, de elegyesen közöttük több más fa- és cserjefaj, így fiatal kocsánytalan tölgyek is megtalálhatók. A termőhelyeken ezeket a gesztenyék között elszórtan vagy elegyesen élő tölgyfákat vizsgáltuk, termőhelyenként más-más számban, attól függően, hogy az adott szelídgesztenye mintaterületen hány db tölgyet találtunk. A vizsgálatokat 2004. júniusában kezdtük, s azóta minden év őszen megismételtük.

A megvizsgált hét termőhely közül négyben fertőzésmentesnek találtuk a tölgyfákat (Nagybánya-Borpatak, Nagybánya-Veresvíz I, -III, Nagybánya-Kőbánya). A további három helyszínen viszont találtunk fertőzött, többségében fiatal (néhány éves) kocsánytalan tölgy egyedeket. A Nagybánya-Veresvíz II. jelzésű területen és Nagybánya-Felsőtótfalun a vizsgált fák között kis számú *Cryphonectria parasitica* által megfertőzött fiatal tölgyfát találtunk. A fertőzött fák száma viszont évről évre növekszik. Néhány beteg tölgyfán a kórokozó termőteste is jól megfigyelhetők voltak, tehát egyértelmű helyszíni beazonosításuk nem okozott problémát. A harmadik vizsgált területen (Nagybánya-Tauti Magherau) kicsivel más helyzetet tapasztaltunk. Egy magánterületen található kb. 10-15 éves elegyes szelídgesztenye-tölgy populációban élő kocsánytalan tölgyeken is megtaláltuk a kórokozó tüneteit (23. ábra), mégpedig a két másik hely tapasztalataitól annyiban eltérően, hogy itt lényegesen magasabb volt a fertőzött tölgyek aránya. Az utolsó felmérésünk alkalmával (2006. nov.) már a gomba által elpusztított fát is találtunk. A fertőzöttség mértékének tendenciája évről-évre növekedést mutat. Az egyértelműen kéregrákos tüneteket mutató vagy gyanús tölgyfák kérgeiről begyűjtöttük a mintákat laboratóriumi tesztek céljaira. Az erdélyi kocsánytalan tölgyeken végzett terepi felmérések adatait a 4. táblázatban olvashatjuk.



23. ábra: Fertőzött tölgyek Nagybánya mellett Tauti Magheraus-ban (fotó: Tarcali G.)

3. táblázat: A terepi értékelés eredményei Nagybánya körzetében, szelídgesztenyén (I).

Termőhely	Felvételezés száma, időpontja	Fa (db)	Regisztrált fertőzöttségi fokozatok					Fi	F %	
			Mentes	I.	II.	III.	IV.			V.
NBB	I. 2002.03.22.	100	76	12	5	4	1	2	2,00	24
NBB	II. 2003.06.18.	100	70	11	6	6	2	5	2,47	30
NBB	III. 2004.06.11.	100	71	6	11	5	1	6	2,66	29
NBB	IV. 2005.11.15.	100	66	8	10	7	1	8	2,74	34
NBB	V. 2006.11.08.	100	55	7	15	10	5	8	2,82	45
NBV I.	I. 2002.03.22.	100	45	8	4	13	7	23	3,60	55
NBV I.	II. 2003.06.18.	100	43	9	5	7	10	26	3,68	57
NBV I.	III. 2004.06.11.	100	41	10	4	10	11	24	3,59	59
NBV I.	IV. 2005.11.15.	100	43	7	7	10	8	25	3,65	57
NBV I.	V. 2006.11.08.	100	40	6	10	7	9	28	3,72	60
NBV II.	I. 2002.03.22.	100	10	5	7	6	11	61	4,28	90
NBV II.	II. 2003.06.18.	100	3	3	8	14	10	65	4,39	97
NBV II.	III. 2004.06.11.	100	7	2	3	15	4	69	4,45	93
NBV II.	IV. 2005.11.15.	100	6	4	5	8	7	70	4,39	94
NBV II.	V. 2006.11.08.	100	5	5	6	7	8	69	4,37	95
NBV III.	I. 2002.03.22.	100	60	9	12	6	3	10	2,58	40
NBV III.	II. 2003.06.18.	100	53	5	10	9	7	16	3,40	47
NBV III.	III. 2004.06.11.	100	51	8	7	9	6	19	3,31	49
NBV III.	IV. 2005.11.15.	100	41	14	10	7	9	19	3,15	59
NBV III.	V. 2006.11.08.	100	40	12	11	9	6	22	3,15	60
NBK	I. 2002.03.22.	100	52	14	7	8	7	12	2,91	48
NBK	II. 2003.06.18.	100	51	11	7	10	11	10	3,04	49
NBK	III. 2004.06.11.	100	44	16	9	9	7	15	2,82	56
NBK	IV. 2005.11.15.	100	40	18	8	10	8	16	2,93	60
NBK	V. 2006.11.08.	100	38	13	10	11	9	19	3,18	62
NBF	III. 2004.06.11.	50	30	6	7	1	2	4	2,55	40
NBF	IV. 2005.11.15.	50	29	6	5	1	1	7	2,76	42
NBF	V. 2006.11.08.	50	21	8	9	2	2	8	2,76	58
NBT	III. 2004.06.11.	50	33	11	3	1	1	1	1,71	34
NBT	IV. 2005.11.15.	50	30	10	2	3	2	3	2,30	40
NBT	V. 2006.11.08.	50	28	8	4	3	3	4	2,60	44

4. táblázat: A szabadföldi értékelés eredményei Nagybánya körzetében, kocsánytalan tölgyön.

Termőhely	Felvételezés száma, időpontja	Fa (db)	Regisztrált fertőzöttségi fokozatok					Fi	F %
			1	2	3	4	5		
NBB	I. 2004.06.11.	50	50	-	-	-	-	-	0
NBB	II. 2005.11.15	50	50	-	-	-	-	-	0
NBB	III. 2006.11.08.	50	50	-	-	-	-	-	0
NBV I.	I. 2004.06.11.	20	20	-	-	-	-	-	0
NBV I.	II. 2005.11.15	20	20	-	-	-	-	-	0
NBV I.	III. 2006.11.08.	20	20	-	-	-	-	-	0
NBV II.	I. 2004.06.11.	50	47	1	2	-	-	2,66	6
NBV II.	II. 2005.11.15	50	44	3	3	-	-	2,50	12
NBV II.	III. 2006.11.08.	50	43	2	5	-	-	2,71	14
NBV III.	I. 2004.06.11.	25	25	-	-	-	-	-	0
NBV III.	II. 2005.11.15	25	25	-	-	-	-	-	0
NBV III.	III. 2006.11.08.	25	25	-	-	-	-	-	0
NBK	I. 2004.06.11.	50	50	-	-	-	-	-	0
NBK	II. 2005.11.15	50	50	-	-	-	-	-	0
NBK	III. 2006.11.08.	50	50	-	-	-	-	-	0
NBF	I. 2004.06.11.	20	18	1	1	-	-	2,50	4
NBF	II. 2005.11.15	20	18	-	2	-	-	3,00	4
NBF	III. 2006.11.08.	20	18	-	1	1	-	3,50	4
NBT	I. 2004.06.11.	50	40	3	5	2	-	2,90	20
NBT	II. 2005.11.15	50	38	4	6	2	-	2,83	24
NBT	III. 2006.11.08.	50	35	4	7	3	1	3,07	30

Jelmagyarázat a 3-4. táblázatokhoz:

- NBB = Nagybánya-Borpatak (szelídgesztenye),
 NBV = Nagybánya;Veresvíz (szelídgesztenye),
 NBV/T = Nagybánya;Veresvíz (tölgy),
 NBK = Nagybánya Kőbánya (szelídgesztenye),
 NBF = Nagybánya-Felsőtótfalu (szelídgesztenye),
 NBF/T = Nagybánya-Felsőtótfalu (tölgy),
 NBT = Nagybánya-Tauti Magherau (szelídgesztenye),
 NBT/T = Nagybánya-Tauti Magherau (tölgy),
 Fi = Fertőzési index, F % = Fertőzöttségi százalék

4.1.3. A nagybányai körzetből gyűjtött szelídgesztenye és kocsánytalan tölgy kéregminták izolátumainak vegetatív kompatibilitási tesztjei és konverziós vizsgálatainak eredményei

A szabadföldi vizsgálatok során begyűjtött szelídgesztenye és kocsánytalan tölgy kéregmintákat laboratóriumi vizsgálatnak vettem alá. A kéregminták BDA-táptalajra oltása Nagybányán a Megyei Növényvédelmi Intézet laboratóriumában történt, a kitenyésztett izolátumok további vizsgálatára pedig a Debreceni Egyetem Növényvédelmi Tanszékének kórtani laboratóriumában került sor.

A kéregmintákat először BDA táptalajon kitenyésztettük. 7 nap eltelte után a tenyészetet átoltottuk, és előállítottuk a primér mintákban esetlegesen jelen lévő minden más organizmustól mentes un. tiszta tenyészetet. Ezek a tiszta tenyészetek már kizárólag csak a *Cryphonectria parasitica* gombát tartalmazták. A tenyészetek értékelése során megállapítottuk, hogy minden termőhely minden egyes kéregmintájából kitenyésztett izolátum a kórokozó gomba virulens formáját tartalmazta (24-25. ábra).

A tiszta tenyészetek előállítása után elvégeztük a tesztek első fázisát, a vegetatív kompatibilitási vizsgálatot. A tesztek során minden esetben először az azonos termőhelyről származó mintákat párosítottuk egymással, mégpedig úgy, hogy kivétel nélkül minden mintát párosítottuk a többi mintával. Megállapítottuk, hogy az azonos termőhelyről származó izolátumok kivétel nélkül vegetatív kompatibilisek egymással mind a szelídgesztenyékről, mind a kocsánytalan tölgyekről származó kéregminták esetében.

Második lépésben végeztük el a különböző termőhelyek vizsgálati mintáinak összehasonlító vegetatív kompatibilitási tesztjét. Ebben a tesztben már nem vizsgáltuk minden termőhely minden egyes mintáját, mivel azok az előző vizsgálat alapján vegetatív kompatibilisek voltak. Minden második mintát teszteltünk, amelyek így is megfelelően reprezentálták az adott termőhelyet. Az értékelés során megállapítottuk, hogy a nagybányai körzet különböző termőhelyeiről származó szelídgesztenyéről és kocsánytalan tölgyről gyűjtött minták egymással kompatibilisek, tehát egy VCG-be tartoznak. Vagyis ez alapján kimondható volt, hogy jelen állás szerint Észak-Erdély legjelentősebb szelídgesztenye-termő körzetében a *C. parasitica* egy kórokozó törzse lelhető fel (5-6. táblázat).

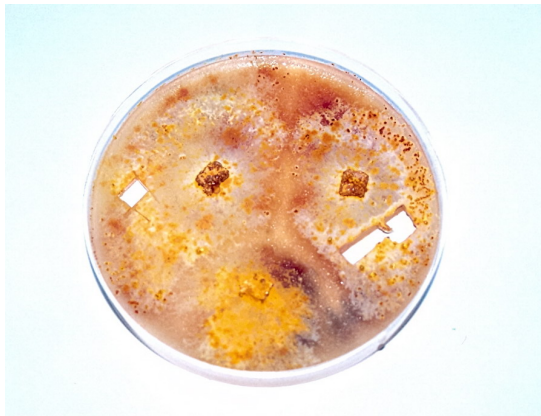
A vizsgálatok harmadik szakaszában történt a kéregminták izolátumainak vegetatív kompatibilitási tesztje standardként használt EU-teszter törzsekkel (EU - 1-31). A tesztelést az előző vizsgálat módszere szerint végeztük, vagyis nem teszteltük az egyes termőhelyek minden mintáját, elegendő volt csak reprezentatív módon alkalmazni azokat. A tesztelt izolátumok vegetatív kompatibilisek voltak az EU-12-es törzssel, a többi EU-teszterrel vegetatív inkompatibilisek voltak (26. ábra) A kapott eredmény szerint a körzetben az EU-12-es VCG-be tartozó kórokozó törzs van jelen, amely súlyosan pusztítja a szelídgesztenyét, és megfertőzte a kocsánytalan tölgyet is.

A teszt sorozat második fázisában elvégeztük a minták konverziós (átalakító) tesztelését magyarországi natív hipovirulens törzsekkel, illetve néhány *in vitro* konvertált hipovirulens tenyésztettel.

Az egyes termőhelyeket reprezentáló izolátumokat 9 olyan hipovirulens törzssel párosítottuk, amelyek a magyarországi tapasztalatok szerint hatékonyak lehetnek a nagybánya körzetében jelen lévő EU-12-es VCG-be tartozó virulens kórokozó törzsekkel szemben.

A teszt során alkalmazott hipovirulens tenyészet közül eggyel mutattak egyértelmű konverziót a szelídgesztenyéről származó Nagybánya környéki virulens törzsek. Ez a PJ-2 elnevezésű (EU-12 VCG-be tartozó) Pécs környékéről származó natív hipovirulens törzs, amely többségében átalakította (konvertálta) a virulens izolátumokat. A teszt során használt többi hipovirulens törzs esetében nem volt megfigyelhető konverzió. Ez a vizsgálati eredmény (7. táblázat) azt mutatja, hogy a PJ-2 jelzésű hipovirulens törzs szabadföldi alkalmazása, és ez úton történő mesterséges elterjesztése eredményes lehet a Nagybánya környéki szelídgesztenyésekben a *Cryphonectria parasitica* gyakorlati visszaszorítására.

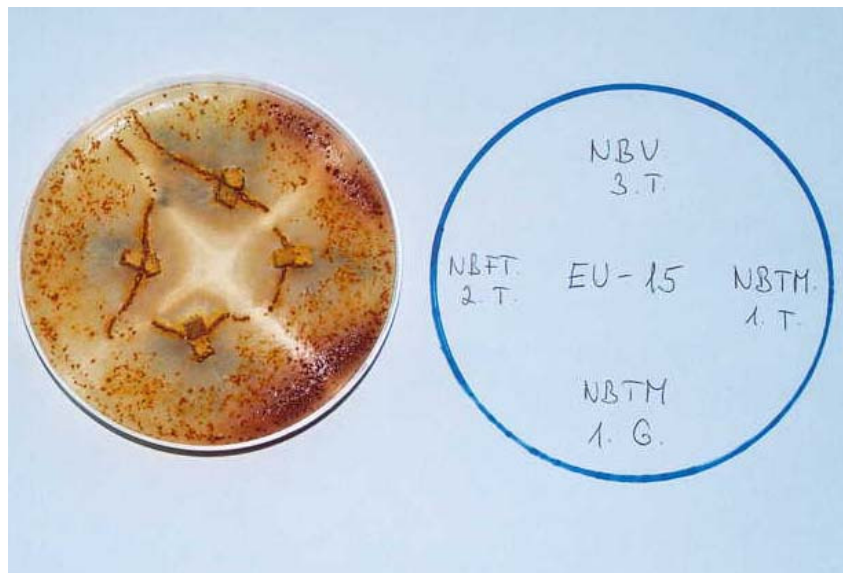
A kocsánytalan tölgyekről származó virulens izolátumokat szintén teszteltük a 7. táblázatban megjelölt hipovirulens tenyészetekkel. Az NBV-II/T-3 és az NBT/T-2 minták kis mértékű konverziót [+] mutattak a PJ-2 hipovirulens törzssel, amellyel a szelídgesztenyéről származó törzsek is kompatibilisek voltak. De ez az eredmény nem tűnt igazán meggyőzőnek. Viszont az L13xW31 jelű (EU-13 VC csoportba tartozó) *in vitro* konvertált hipovirulens törzssel mindegyik nagybánya környéki tölgyről származó izolátum közepes mértékű konverziót mutatott [++], amely eredmény biztató (27. ábra).



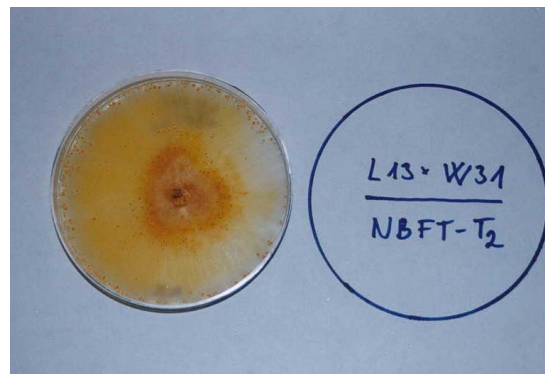
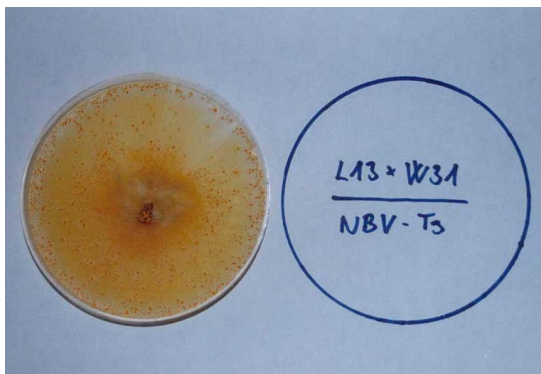
24. ábra: Romániai virulens izolátum
kocsánytalantölgyről
(NBTM/T1)



25. ábra: Szelídesztyenyéről izolált
romániai virulens törzs
(NBV-III/T1)



26. ábra: Az egyik EU-teszter törzzsel inkompatibilis romániai tenyészetek



27. ábra: Kocsánytalan tölgyről származó izolátumok konverziós tesztelése
hipovirulens tenyészetel (fotók: Tarcali G.)

5. táblázat: A különböző nagybányai felmérési helyekről származó szelídgesztenye minták vegetatív kompatibilitási vizsgálatának eredményei

	NBB 1	NBV-I 2	NBV-II 3	NBV-III 4	NBK 5	NBF 6	NBT 7
NBB/1							
NBV-I/2	+						
NBV-II/3	+	+					
NBV-III/4	+	+	+				
NBK/5	+	+	+	+			
NBF/6	+	+	+	+	+		
NBT/7	+	+	+	+	+	+	

6. táblázat: A különböző nagybányai felmérési helyekről származó kocsánytalan tölgy minták vegetatív kompatibilitási vizsgálatának eredményei

	NBV-II T-2	NBF T-4	NBT T-6	NBB 1	NBV-I 3	NBV-III 5	NBK 7
NBV-II/T-2				+	+	+	+
NBF/T-4	+			+	+	+	+
NBT/T-6	+	+		+	+	+	+

Jelmagyarázat a 5-6. táblázatokhoz:

NBB	=	Nagybánya-Borpatak (szelídgesztenye)
NBV	=	Nagybánya;Veresvíz (szelídgesztenye)
NBV/T	=	Nagybánya;Veresvíz (kocsánytalan tölgy)
NBK	=	Nagybánya Kőbánya (szelídgesztenye)
NBF	=	Nagybánya-Felsőtótfalu (szelídgesztenye)
NBF/T	=	Nagybánya-Felsőtótfalu (kocsánytalan tölgy)
NBT	=	Nagybánya-Tauti Magherau (szelídgesztenye)
NBT/T	=	Nagybánya-Tauti Magherau (kocsánytalan tölgy)
+	=	Egymással vegetative kompatibilis izolátumok
-	=	Egymással vegetative inkompatibilis izolátumok

7. táblázat: A Nagybányáról származó izolátumok hipovirulens törzsekkel történő vizsgálatának eredményei

	PJ 1	PJ 2	PJ 3	PJ 4	A3x B7	BF	FS8x 88	B1x BF	L13x W31
NBB/1	-	++	-	-	-	-	-	-	-
NBV-I /2	-	+++	-	-	-	-	-	-	-
NBV-II/3	-	++	-	-	-	-	-	-	-
NBV-III/4	-	++	-	-	-	-	-	-	-
NBK/5	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NBF/6	-	+	-	-	-	-	-	-	-
NBT/7	-	++	-	-	-	-	-	-	-
NBV-II/T-3	-	+	-	-	-	-	-	-	++
NBF/T-2	-	-	-	-	-	-	-	-	++
NBT/T-6	-	+	-	-	-	-	-	-	++

Jelmagyarázat a 7. táblázathoz:

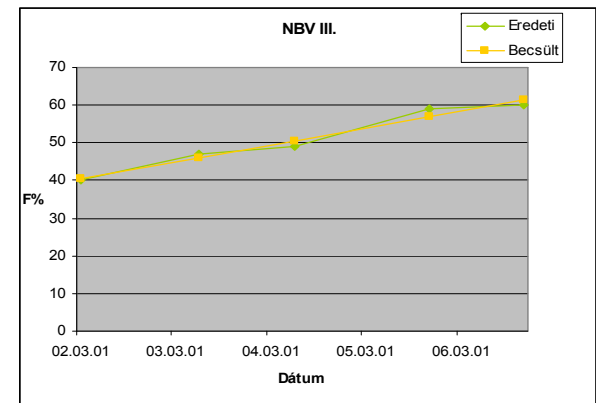
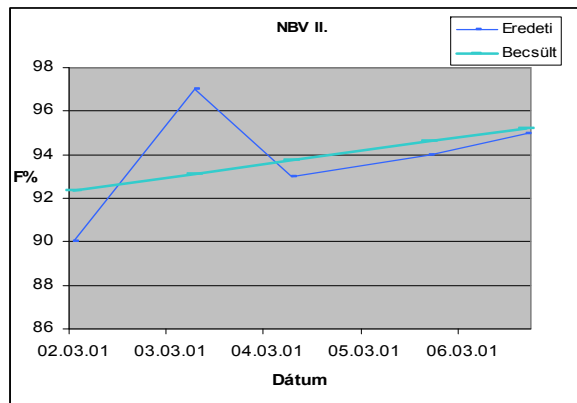
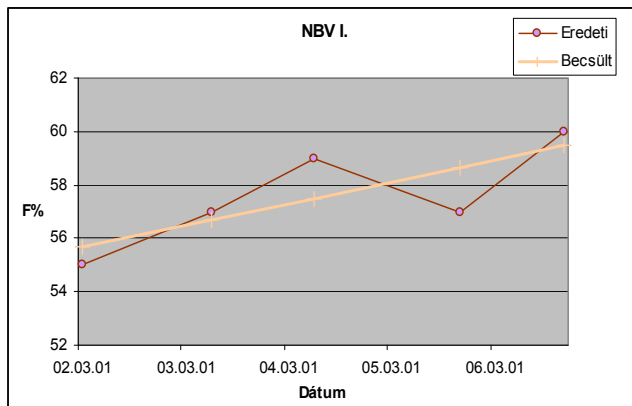
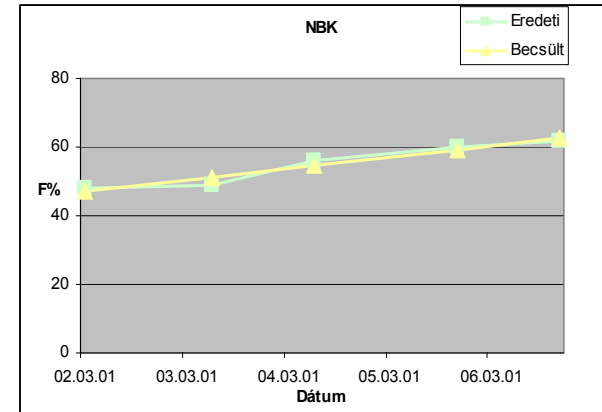
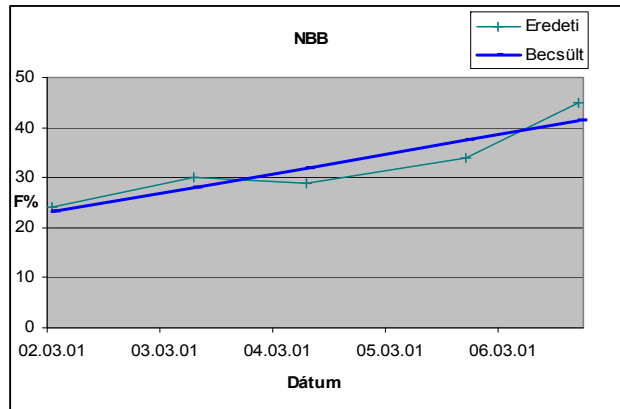
- NBB = Nagybánya-Borpatak (szelídgesztenye)
 NBV = Nagybánya-Veresvíz (szelídgesztenye)
 NBV/T = Nagybánya-Veresvíz (kocsánytalan tölgy)
 NBK = Nagybánya-Kőbánya (szelídgesztenye)
 NBF = Nagybánya-Felsőtótfalu (szelídgesztenye)
 NBF/T = Nagybánya-Felsőtótfalu (kocsánytalan tölgy)
 NBT = Nagybánya-Tauti Magherau (szelídgesztenye)
 NBT/T = Nagybánya-Tauti Magherau (kocsánytalan tölgy)
 PJ-1, -2, -3, -4, BF = Magyarországi natív hipovirulens törzsek (EU-12 VCG)
 A3xB7, B1xBF = *In vitro* konvertált hipovirulens tenyészetek (EU-12 VCG)
 L13xW31 = *In vitro* konvertált hipovirulens tenyészet (EU-13 VCG)
 FS8x88 = *In vitro* konvertált hipovirulens tenyészet (EU-14 VCG)
 - = Nincs konverzió
 + = Kis mértékű konverzió
 ++ = Közepes mértékű konverzió
 +++ = Teljes konverzió

4.1.4. A nagybányai szelídgesztenye állományok fertőzöttségi mutatóinak statisztikai elemzése lineáris trendszámítás módszerével

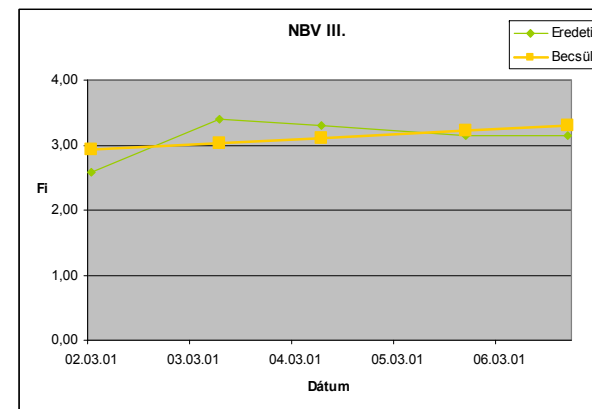
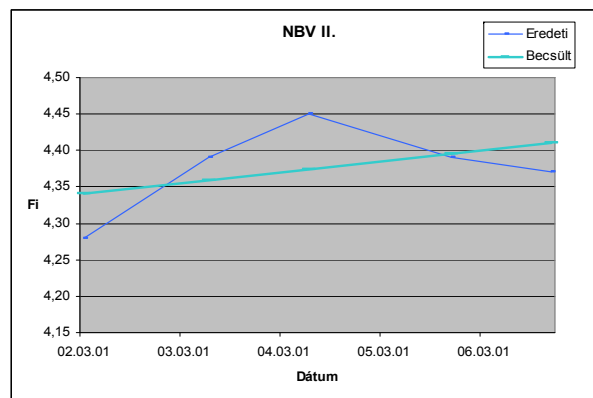
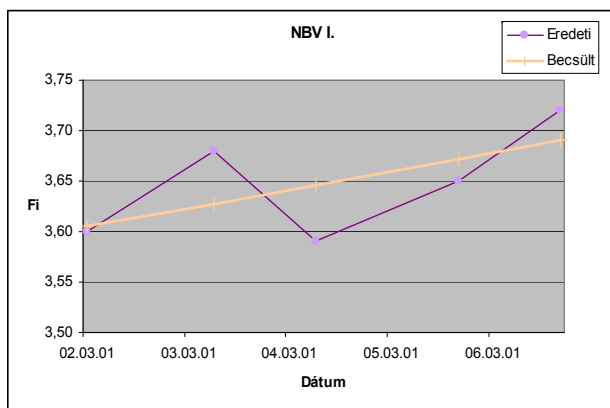
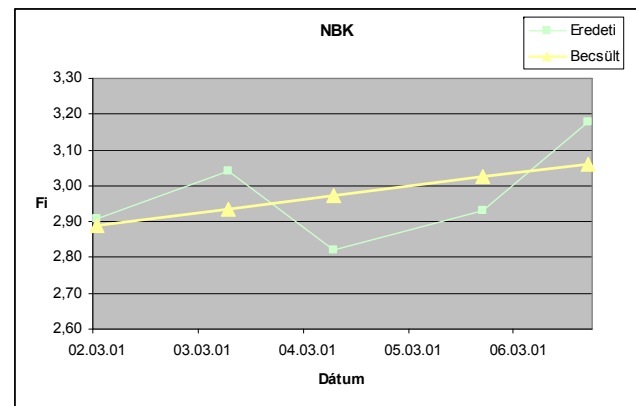
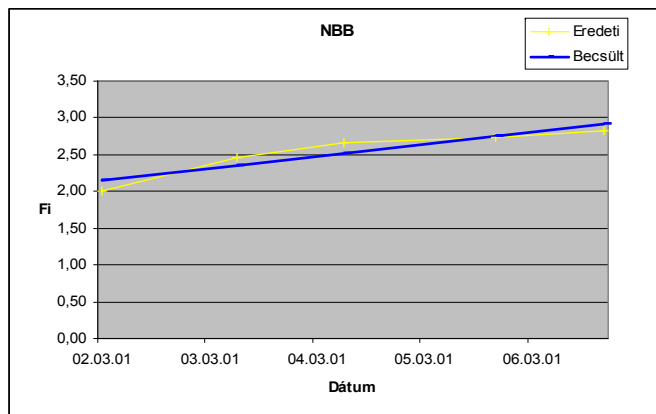
A 2002 - 2006. évek közötti időtartamban regisztráltam a vizsgált nagybányai szelídgesztenye állományokban a *Cryphonectria parasitica* által okozott fertőzöttségi százalék és fertőzési index értékeket. A felmérések adatbázisát felhasználva lineáris trendszámítás módszerével bemutatom a fertőzés növekedésének ütemét. A felmérési adatok trendszámításhoz elegendő mennyiségben állnak rendelkezésemre, az időbeli változás tendenciája megbízhatóan jellemezhető. Az adatok közel azonos időtartamokra vonatkoznak, tartalmukban azonosak, megfelelnek a követelményeknek. A függvénytípusok kiválasztásánál az alapirányzatot lineáris függvénnyel fejeztem ki.

Az értékek a 28-29. ábrákon és a 9. mellékletben kivetítve jól szemléltetik a fertőzési helyzet eddigi és várható alakulását. Minden felvételezési hely esetében érzékelhető a fertőzési értékek meredeken növekvő tendenciája, valamint trendje. Jól látható, hogy a felmérések 5 éves időtartama alatt 1 helyszín kivételével minden állományban hozzávetőlegesen 20 %-al növekedett a fertőzöttségi százalék értéke. A Nagybánya-Veresvíz II. felvételi hely csak azért lóg ki egy kicsit e sorból, mert ott már az induló érték olyan magas, maximum közeli (90 %) volt, hogy ilyen mértékű további növekedés itt már nem lehetséges. A fertőzési index értékek is minden felmérési hely esetében egyértelműen növekedő tendenciát mutatnak.

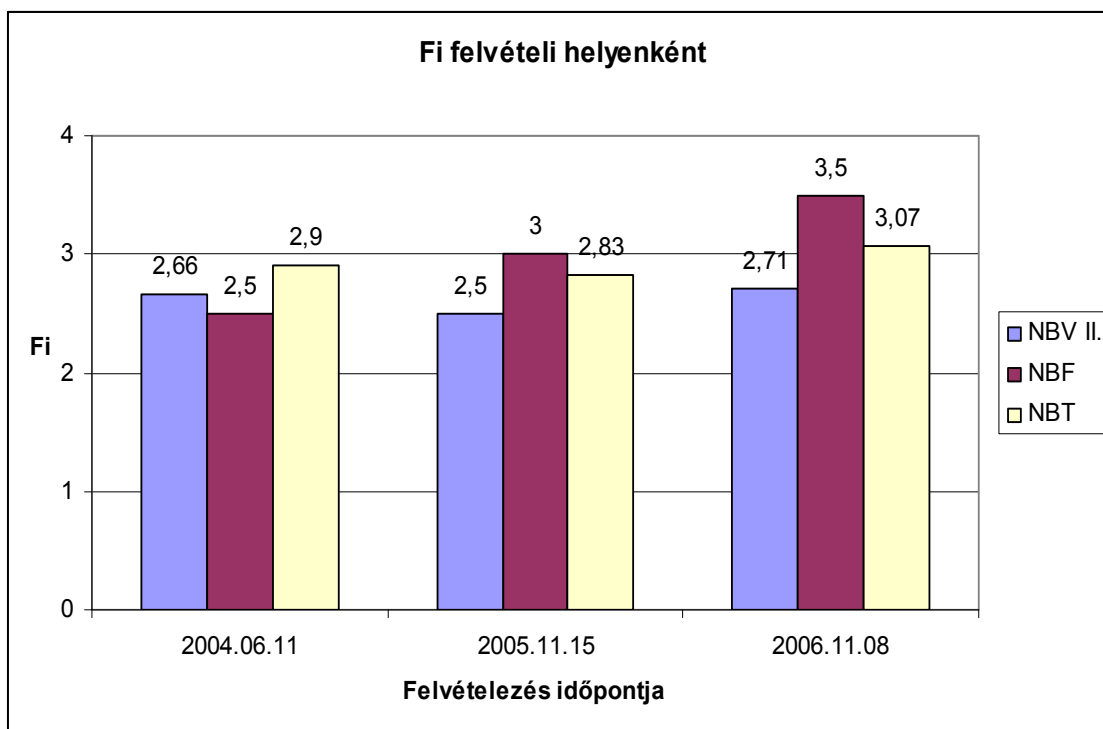
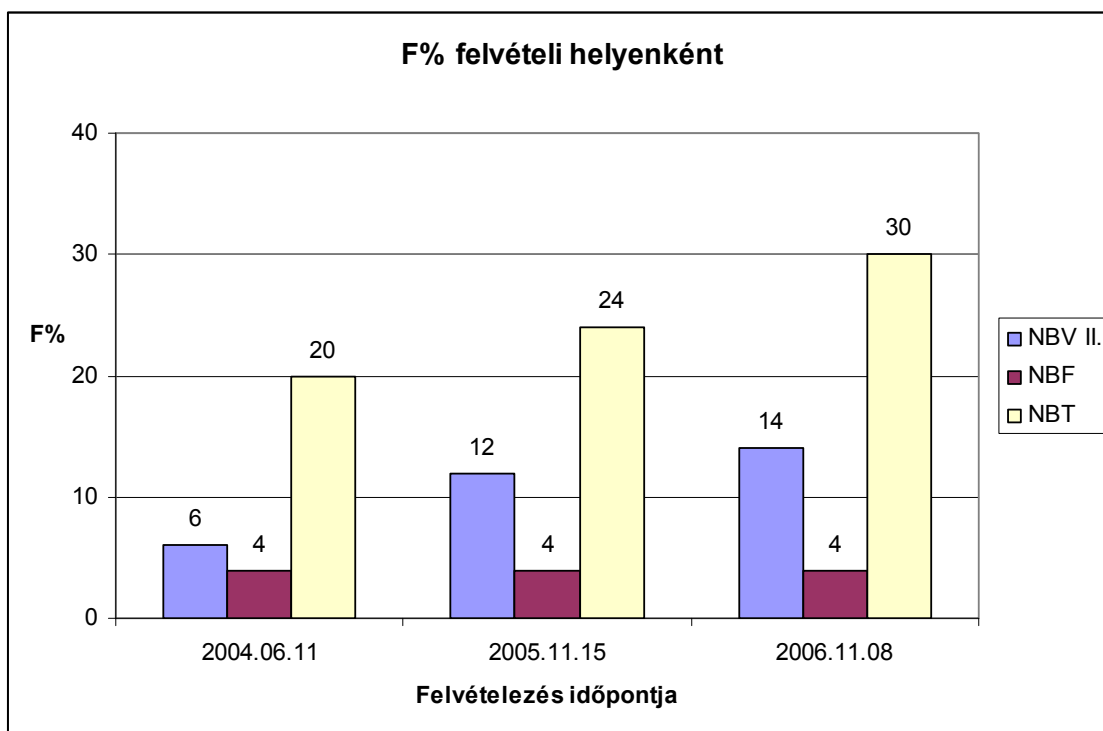
A tölgyek vizsgálata esetében kevés számú adat áll rendelkezésemre lineáris trendszámításhoz szükséges idősor felállításához. A felvételezési helyek felmérési adatainak oszlop diagramon történő ábrázolása viszont a nagybányai kocsánytalan tölgyek esetében is egyértelműen érzékelteti a fertőzöttség növekvő tendenciáját (30. ábra).



28. ábra. Az F % értékek és azok trendjének grafikus ábrázolása a romániai felvételi helyeken szelídgesztenyén



29. ábra: Az Fi értékek és azok trendjének grafikus ábrázolása a romániai felvételi helyeken szelídgesztenyén



30. ábra: A romániai termőhelyeken 2004-2006-ban kocsánytalan tölgyön regisztrált F% és Fi értékek bemutatása.

4.2. A kárpátaljai felmérések eredményei

4.2.1. A *Cryphonectria parasitica* elterjedtsége és károkozásának mértéke Ukrajna kárpátaljai régiójában szelídgesztenyén

Ukrajna kárpát-medencei területének szelídgesztenye állományai légvonalban nagyjából 100-150 km-re találhatók az erdélyi termőhelyektől Ungvár (Uzsgorod) és Munkács (Munkachevo) városok környékén kb. 50 km-es körzeten belül, több kisebb-nagyobb populációban. Fellelhetők itt ősgesztenyések, és telepített gesztenyések is.

Fontos különbség a romániai helyzethez viszonyítva, hogy felmérésünk időpontjáig itt még nem azonosították be a *Cryphonectria parasitica* gombát. Erre a vidékre a legaktuálisabban alkalmazható a „fertőzési frontvonal” elnevezés, hiszen e terület éppen jelen évtizedünkben fertőződik a kórokozó által.

Összesen 6 állomány terepi felmérését kezdtük meg 2001. áprilisában kutatásaink keretében. A felmért állományok egy részét teljesen fertőzésmentesnek találtuk, másik részében viszont megtaláltuk a kórokozó jelenlétére utaló tüneteket. E ténytet igazolta a begyűjtött kéregminták laboratóriumi vizsgálatainak eredménye. A terepi vizsgálatokat évente ismételtel elvégeztük, és a későbbiekben munkánkba további helyszíneket is bevontunk. A vizsgált helyszíneink térképét megtaláljuk a 31. ábrán.

Az első felmérést Ungvár közvetlen közelében, egy a várost észak-keleti irányban elkerülő főút mentén található állományban végeztük (2001.04.20.). Itt egy kisebb populáció, összesen 36 szelídgesztenye fa található csupán más fákkal elegyes természetes erdős környezetben a főút mentén fekvő északnyugati irányú lejtőn. Az összes fát megvizsgáltuk, és szelídgesztenyekór jelenlétére utaló tüneteket nem találtunk.

A következő vizsgálati helyszínt 20 km-el keletebbre, Szerednye (Seredne) település közelében találjuk. Az Ungvárt Munkáccsal összekötő főútvonal mentén egy nem túl magas út menti domb keleti és északi fekvésű oldalán, illetve tetején található itt egy kb. 2 ha-os kiterjedésű, többségében szelídgesztenyét tartalmazó ültetvény jellegű, 40-45 éves korú állomány. E helyen találtuk meg először Ukrajnában a *Cryphonectria parasitica* jellegzetes tüneteit. Az ültetvényt tüzetes felmérésnek vetettük alá, amely az első felmérés során csak nagyon enyhe mértékű fertőzöttséget mutatott.



31. ábra: Kárpátalja vizsgálati helyeinek térképe

A betegnek talált fák többségénél I. fertőzési fokozatú, behatolás közeli állapotot regisztráltunk. A fertőzési százalék értéke is alacsony volt -18 %-, habár az első terepi vizsgálatunk során így is ez bizonyult a legmagasabb értéknek a fertőzöttnek talált ukrainai állományok között.

A harmadik felmérési hely egy utaktól és lakott területektől távol eső hegytetőn található, ahová egy óras gyaloglással juthattunk fel helyi kísérőink társaságában. A terület a Gajdos nevű településhez van közel, ezért azonosítójaként ezt használjuk. Egy nagy kiterjedésű (több tíz ha-os) 20-25 éves korú telepített szelídgesztenyést találtunk e helyen, amit alaposan átvizsgáltunk. Kéregrák gyanús tüneteket találtunk ugyan az állományban, amelyekből mintát vettünk, s azokat laboratóriumban megvizsgáltunk, de a *C. parasitica*-t egyikből sem sikerült kimutatnunk. Az állományt fertőzésmentesnek találtuk.

Egy újabb vizsgálati helyszín Bobovisce falu közelében található, Munkácstól északnyugati irányban, a várostól kb. 10 km-re (32. ábra). Itt először kettő, majd három



32. ábra: Bobovisce gesztenyetermő területe (foto: Tarcali G.)

különálló állomány felmérését végeztük el. Mindhárom helyen találtunk tüneteket, amelyek a kórokozó jelenlétére utaltak, s laboratóriumi vizsgálatokkal alátámasztást nyertek. Hasonlóan a szerednyei állományhoz, itt is leginkább kezdeti tüneteket találtunk. Az első felmérés folyamán 12 és 8 %-os fertőzöttséget regisztráltunk, majd ezek az értékek évről-évre kis mértékben növekedtek.

Az Ungvár-Munkács főút mentén Gluboka település közelében vizsgáltunk egy több ha-os vegyes összetételű erdő jellegű állományt, amelyben a szelídgesztenyék fenyőfákkal és tölgyekkel elegyesen, sűrű bozótos erdőben élnek. Ezt az állományt is teljesen egészségesnek találtuk.

2004. november 03-án további két Munkács környéki szelídgesztenye állományt vontunk be felméréseinkbe. Az egyik egy 25 fából álló kis populáció Peresztyiv településen (Munkácstól DK-re), a temetőt körbevevő kerítés mentén. Idős korú, a helyiek szerint 100 évesnél is öregebb szelídgesztenyékből áll ez a kis elszigetelt populáció. A fákat alaposan megvizsgáltuk, és mindet egészségesnek találtuk.

Rosztovjatitszja település határában, a másik új felmérési helyen (Munkácstól ÉK-i irányban, hegyek között) egy 35-40 ha-os déli fekvésű hegyoldali területen kb. 35 éves, tölgyvel és más fákkal kb. 50-50 %-ban elegyített szelídgesztenye ültetvényt

szemléltünk meg. Itt regisztráltuk a legmagasabb fertőzöttségi értéket Ukrajnában. A fertőzöttségi % már az első felmérés alkalmával 20 % volt, és ez mára 29 %-ra növekedett. A fertőzöttségi index (Fi) értékek is magasabbak voltak itt, mint a többi helyen, és a *C. parasitica* támadása következtében kipusztult fák száma is jóval nagyobb volt e helyen. A Rosztovjatiszjában és a többi ukrajnai szelídgesztenye állományban végzett szabadföldi felmérések adatait a 8. táblázatban részletesen megtaláljuk.

Az összességében megvizsgált kilenc termőhely adatai alapján megállapítható, hogy a szelídgesztenyekór már Ukrajna kárpátaljai területein is jelen van. Igazán jelentős mértékű károkozásról még nem beszélhetünk, de a fertőzöttségi értékek évről évre növekednek. Félő, hogy a Romániában tapasztaltak itt is megismétlődhetnek, s az elkövetkezendő években számítani lehet a kórokozó nagyobb mértékű elterjedésére, illetve ezzel párhuzamosan a súlyosabb fokú károsítások megjelenésére. Itt meg kell említenem azt is, hogy az ukrajnai felmérések adatait kis mértékben torzíthatja az, hogy az eddigi helyi gyakorlat szerint az elpusztult vagy súlyosan beteg fákat sok esetben kivágják és eltávolítják a területekről. Elméletileg előfordulhat, hogy súlyosabb fokú fertőzési tünetek is lehetnek/lehetek már bizonyos helyeken, csak azokat esetlegesen éppen ezen ok miatt nem sikerült pontosan regisztrálnunk.

4.2.5. A Kárpátalján kocsánytalan tölgyön végzett terepi vizsgálatok eredményei

A kocsánytalan tölgyek vizsgálatát 2004-től vontuk be ukrajnai kutató munkánkba. Terepi felméréseket végeztünk azzal a céllal, hogy megtudjuk, vajon áterjedt-e már a kórokozó a szelídgesztenyéről a közelükben élő potenciálisan veszélyeztetett tölgyekre. A szabadföldi értékeléseket a szelídgesztenyénel megszokott módon végeztük. Minden vizsgált szelídgesztenye termőhelyen, vagy azok közvetlen közelében találtunk tölgyeket is. Amennyiben nagyobb számban voltak a területen, 100 db véletlenszerűen kiválasztott fát vizsgáltunk. Kevesebb fa esetén mindet értékeltük. A szerednyei állományban és a boboviscei felmérési helyeken többségében aljnövényzetként élő fiatal kocsánytalan tölgyeket találtunk a 9. táblázatban megjelölt számban. A rosztovjatiszjai ültetvényben a szelídgesztenyéhez hasonló életkorú (~35 éves) kocsánytalan tölgyeket vizsgáltunk. E három helyen találtuk meg a *C. parasitica*-t szelídgesztenyén, így az itt fellelt tölgyeket fokozottan ellenőriztük.

8. táblázat: A szabadföldi felvételezés eredményei Kárpátalján, szelídgesztenyén.

Termőhely	Felvételezés időpontja	Fa (db)	Regisztrált fertőzöttségi fokozatok					Fi	F %	
			Mentes	I.	II.	III.	IV.			V.
UNG	I. 2001.04.20.	36	36	-	-	-	-	-	-	0
UNG	II. 2002.05.08.	35	35	-	-	-	-	-	-	0
UNG	III. 2003.10.29.	30	36	-	-	-	-	-	-	0
UNG	IV. 2004.11.02.	35	36	-	-	-	-	-	-	0
UNG	V. 2006.03.14.	35	35	-	-	-	-	-	-	0
UNG	VI. 2006.10.23.	35	35	-	-	-	-	-	-	0
SER	I. 2001.04.20.	100	82	15	3	-	-	-	1,17	18
SER	II. 2002.05.08.	100	94	2	3	1	-	-	1,83	6
SER	III. 2003.10.29.	100	88	6	5	1	-	-	1,58	12
SER	IV. 2004.11.02.	100	85	8	5	2	-	-	1,60	15
SER	V. 2006.03.14.	100	79	7	8	3	2	1	2,14	21
SER	VI. 2006.10.17.	100	76	7	10	2	2	3	2,33	24
GAJ	I. 2001.04.21.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GAJ	II. 2002.05.09.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GAJ	III. 2003.10.31.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GAJ	IV. 2004.11.02.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GAJ	V. 2006.03.14.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GAJ	VI. 2006.10.23.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
BOB I.	I. 2001.04.21.	100	88	10	2	-	-	-	1,17	12
BOB I.	II. 2002.05.08.	100	87	8	5	-	-	-	1,38	13
BOB I.	III. 2003.10.30.	100	88	7	5	-	-	-	1,42	12
BOB I.	IV. 2004.11.03.	100	86	7	6	1	-	-	1,57	14
BOB I.	V. 2006.03.13.	100	84	6	8	2	-	-	1,75	16
BOB I.	VI. 2006.10.17.	100	82	8	7	3	-	-	1,72	18
BOB II.	I. 2001.04.21.	100	92	8	-	-	-	-	1,00	8
BOB II.	II. 2002.05.08.	100	90	7	3	-	-	-	1,30	10
BOB II.	III. 2003.10.30.	100	89	7	4	-	-	-	1,36	11
BOB II.	IV. 2004.11.03.	100	90	4	4	2	-	-	1,80	10
BOB II.	V. 2006.03.13.	100	89	5	3	2	-	1	2,00	11
BOB II.	VI. 2006.10.17.	100	84	7	6	2	-	1	1,88	16
BOB III.	II. 2002.05.08.	50	48	2					1,00	4
BOB III.	III. 2003.10.30.	50	48	2					1,00	4

8. táblázat (folyt): A szabadföldi felvételezés eredményei Kárpátalján, szelídgesztenyén.

Termőhely	Felvelelés időpontja	Fa (db)	Regisztrált fertőzöttségi fokozatok					Fi	F %	
			Mentes	I.	II.	III.	IV.			V.
BOB III.	IV. 2004.11.03.	50	46	4	-	-	-	-	1,00	8
BOB III.	V. 2006.03.13.	50	44	5	1	-	-	-	1,17	12
BOB III.	VI. 2006.10.17.	50	44	4	2	-	-	-	1,33	12
GLU	I. 2001.04.21.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GLU	II. 2002.05.08.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GLU	III. 2003.10.29.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GLU	IV. 2004.11.02.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GLU	V. 2006.03.13.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
GLU	VI. 2006.10.23.	100	100	-	-	-	-	-	-	0
ROS	IV. 2004.11.03.	100	80	6	5	4	2	3	2,55	20
ROS	V. 2006.03.13.	100	73	9	5	5	2	6	2,66	27
ROS	VI. 2006.10.17.	100	71	10	6	5	1	7	2,62	29
PER	IV. 2004.11.03.	25	25	-	-	-	-	-	-	0
PER	V. 2006.03.13.	25	25	-	-	-	-	-	-	0
PER	VI. 2006.10.23.	25	25	-	-	-	-	-	-	0

Jelmagyarázat a 8. táblázathoz:

UNG = Ungvár,

SER = Szerednye,

GAJ = Gajdos,

BOB = Bobovisce,

GLU = Gluboka,

ROS = Rosztovjatitszja,

PER = Peresztyiv,

Fi = Fertőzési index,

F % = Fertőzöttségi százalék

9. táblázat: A szabadföldi felvételezés eredményei Kárpátalján, kocsánytalan tölgyön.

Termőhely	Felvételezés időpontja	Fa (db)	Regisztrált fertőzöttségi fokozatok					Fi	F %
			1	2	3	4	5		
UNG	I. 2004.11.02.	30	30	-	-	-	-	-	0
UNG	II. 2006.03.14.	3	3	-	-	-	-	-	0
UNG	III. 2006.10.23.	30	30	-	-	-	-	-	0
SER	I. 2004.11.02.	10	10	-	-	-	-	-	0
SER	II. 2006.03.14.	10	10	-	-	-	-	-	0
SER	III. 2006.10.17.	10	10	-	-	-	-	-	0
GAJ	I. 2004.11.02.	100	100	-	-	-	-	-	0
GAJ	II. 2006.03.14.	100	100	-	-	-	-	-	0
GAJ	III. 2006.10.23.	100	100	-	-	-	-	-	0
BOB I.	I. 2004.11.03.	5	5	-	-	-	-	-	0
BOB I.	II. 2006.03.13.	5	5	-	-	-	-	-	0
BOB I.	III. 2006.10.17.	5	5	-	-	-	-	-	0
BOB II.	I. 2004.11.03.	50	50	-	-	-	-	-	0
BOB II.	II. 2006.03.13.	50	50	-	-	-	-	-	0
BOB II.	III. 2006.10.17.	50	50	-	-	-	-	-	0
BOB III.	I. 2004.11.03.	50	50	-	-	-	-	-	0
BOB III.	II. 2006.03.13.	50	50	-	-	-	-	-	0
BOB III.	III. 2006.10.17.	50	50	-	-	-	-	-	0
GLU	I. 2004.11.02.	100	100	-	-	-	-	-	0
GLU	II. 2006.03.13.	100	100	-	-	-	-	-	0
GLU	III. 2006.10.23.	100	100	-	-	-	-	-	0
ROS	I. 2004.11.03.	100	100	-	-	-	-	-	0
ROS	II. 2006.03.13.	100	100	-	-	-	-	-	0
ROS	III. 2006.10.17.	100	100	-	-	-	-	-	0
PER	I. 2004.11.03.	10	10	-	-	-	-	-	0
PER	II. 2006.03.13.	10	10	-	-	-	-	-	0
PER	III. 2006.10.23.	10	10	-	-	-	-	-	0

Jelmagyarázat a 9. táblázathoz:

UNG = Ungvár, SER = Szerednye, GAJ = Gajdos,
 BOB = Bobovisce, GLU = Gluboka, ROS = Rosztovjatitszja,
 PER = Peresztyiv,
 Fi = Fertőzési index, F % = Fertőzöttségi százalék

Különös figyelemmel mértük fel a rosztovjatitszjai tölgyfákat, hiszen a közvetlen közelükben élő szelídgesztenyéről fenyegető fertőzési veszély (fertőzési nyomás) megítélésünk szerint itt a legfokozottabb. Az állományban néhány gyanúsnak vélt tünetet találtunk, amelyekből kéregmintákat vettünk.

A vizsgálataink eredménye (9. táblázat) szerint Ukrajnában a kocsánytalan tölgyek egyelőre minden felmért helyen mentesek *C. parasitica* fertőzéstől. A rosztovjatitszjai ültetvényben gyanúsnak talált néhány fa kéregmintájának laboratóriumi kitenyésztése is negatív eredménnyel zárult.

4.2.3. Az Ukrajnában gyűjtött kéregminták vegetatív kompatibilitási vizsgálatainak és a konverziós tesztjeinek eredményei

A kárpátaljai körzetben begyűjtött kéregmintákat az Erdélyből származó minták vizsgálataihoz hasonlóan teszteltük.

A kéregminták BDA-táptalajra oltása az Ungvári Egyetem laboratóriumában történt. Az első értékelés során megállapíthattuk, hogy valamennyi szelídgesztenyéről származó izolátum virulens kórokozó törzset tartalmazott. A további laboratóriumi vizsgálatokat Debrecenben végeztük. A tiszta tenyészetek előállítását követően a párosítások eredményeként megállapítottuk, hogy az azonos termőhelyekről származó minták egymással minden esetben kompatibilisek.

A különböző termőhelyek mintáinak vegetatív kompatibilitási tesztelésénél 2 VCG jelenlétére utalt, hogy két termőhely mintái -a szerednyei és a boboviscei- között inkompatibilitás állt fenn (10. táblázat). Az EU-tesztterekkel történt párosítás eredményeként beazonosítottuk a két törzset: a szerednyei termőhely mintái esetében az EU-13-as törzset, a Boboviscéből származó minták esetében pedig az EU-12-es törzset.

A laboratóriumi vizsgálatok második szakaszában ugyanazokkal a magyarországi natív hipovirulens törzsszel, illetve *in vitro* konvertált hipovirulens tenyészetekkel teszteltük az ukrajnai termőhelyek szelídgesztenyéiről származó virulens izolátumokat, mint a Nagybányáról származó minták esetében (11. táblázat). Eddig nem sikerült egyértelműen eredményes konverziót végrehajtjunk egyik tesztelt hipovirulens törzsszel sem.

10. táblázat: A különböző ukrainai felmérési helyekről származó minták vegetatív kompatibilitási vizsgálatának eredményei

	SER 1	BOB-I 2	BOB-II 3	BOB-III 4	ROS 5
SER/1					
BOB-I/2	-				
BOB-II/3	-	+			
BOB-III/4	-	+	+		
ROS/5	-	+	+	+	

Jelmagyarázat a 10. táblázathoz:

SER = Szerednye,

BOB = Bobovisce,

ROS = Rosztovjatitszja,

+ = Egymással vegetative kompatibilis izolátumok,

- = Egymással vegetative inkompatibilis izolátumok

11. táblázat: Az ukrainai izolátumok magyarországi hipovirulens törzsekkel történő tesztelésének eredményei

Hipovirulens törzsek →	PJ 1	PJ 2	PJ 3	PJ 4	A3x B7	BF	FS8x 88	B1x BF	L13x W31
↓ Termőhelyek									
SER/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOB-I/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOB-II/3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOB-III/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROS/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Jelmagyarázat a 11. táblázathoz:

SER = Szerednye,

BOB = Bobovisce,

ROS = Rosztovjatitszja,

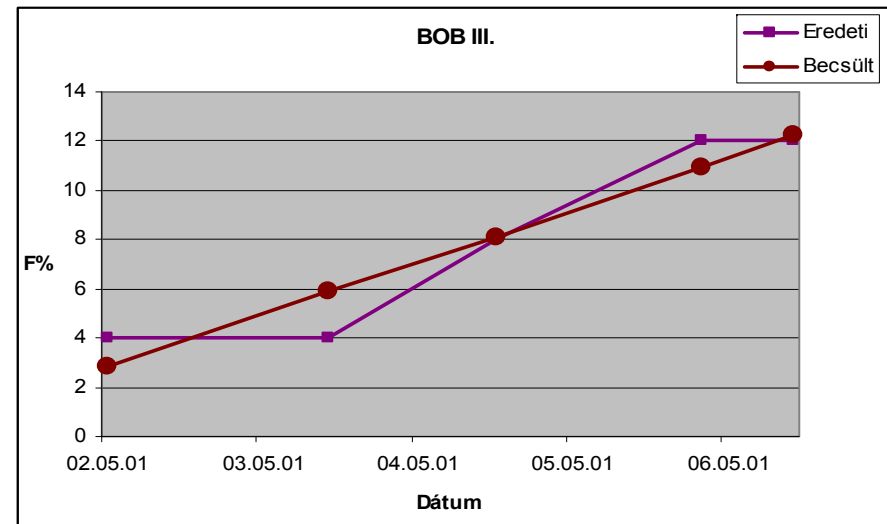
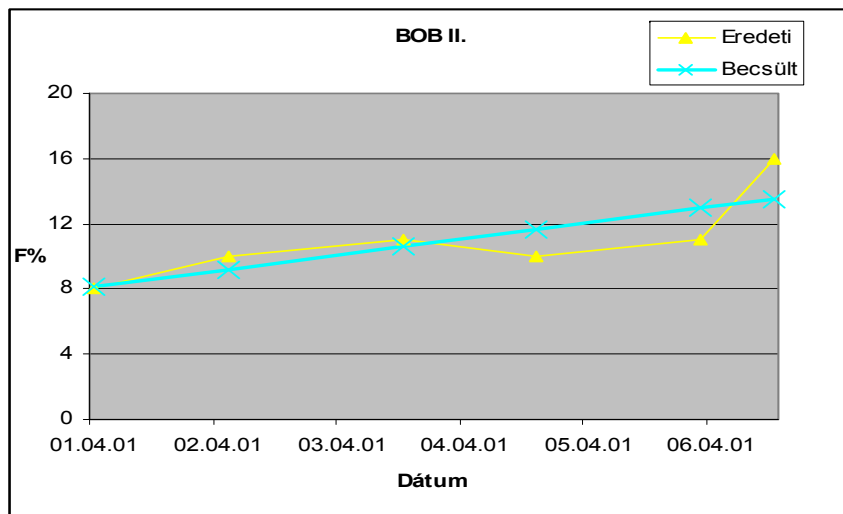
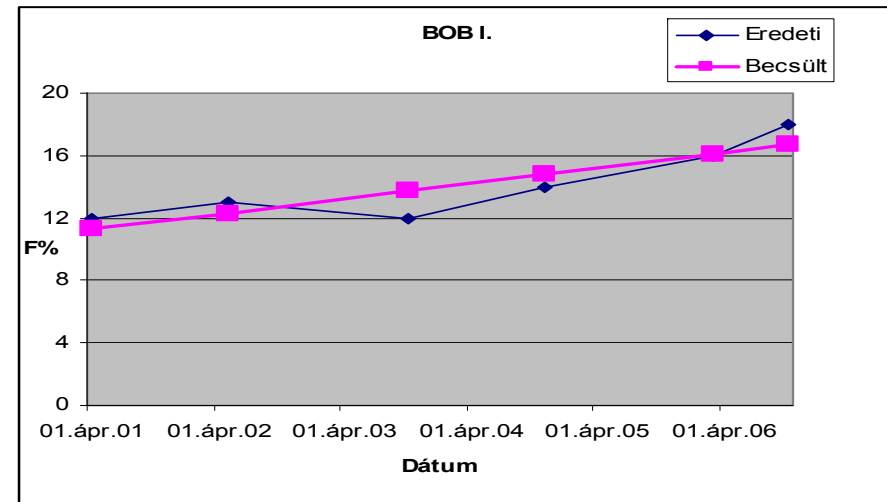
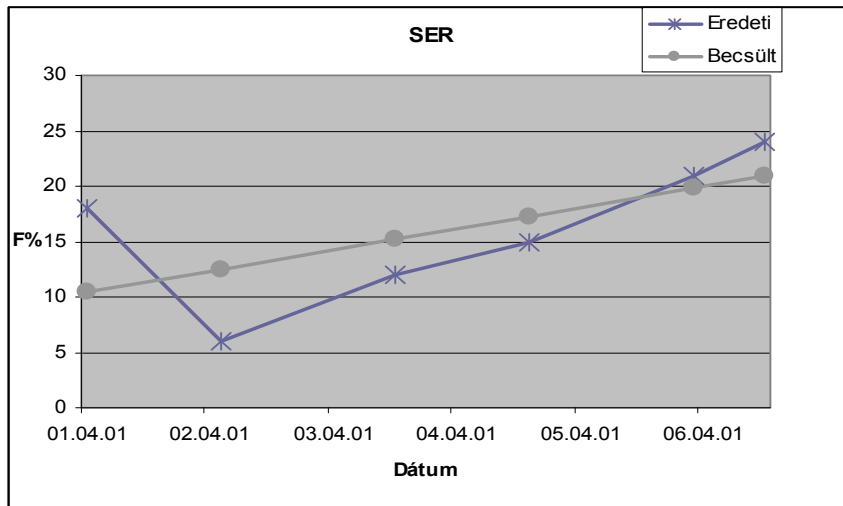
- = Nincs konverzió

+ = Konvertáló izolátumok

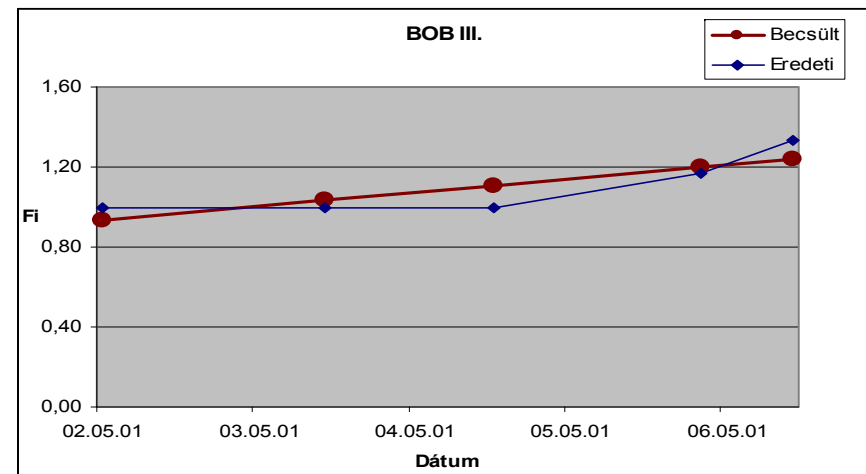
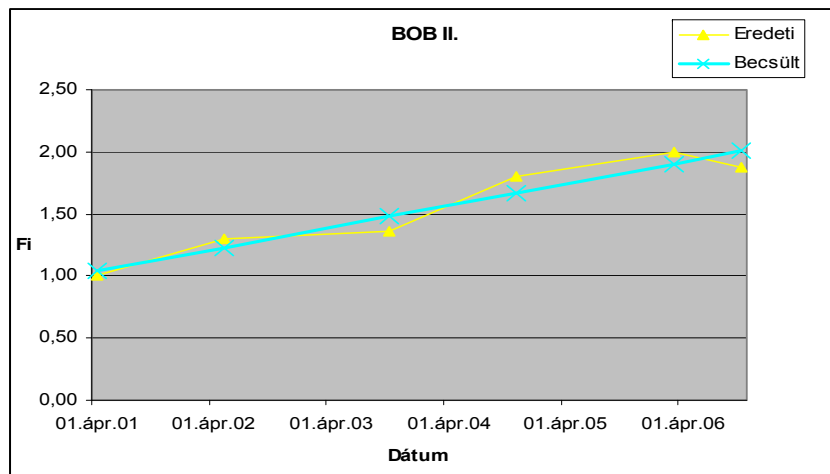
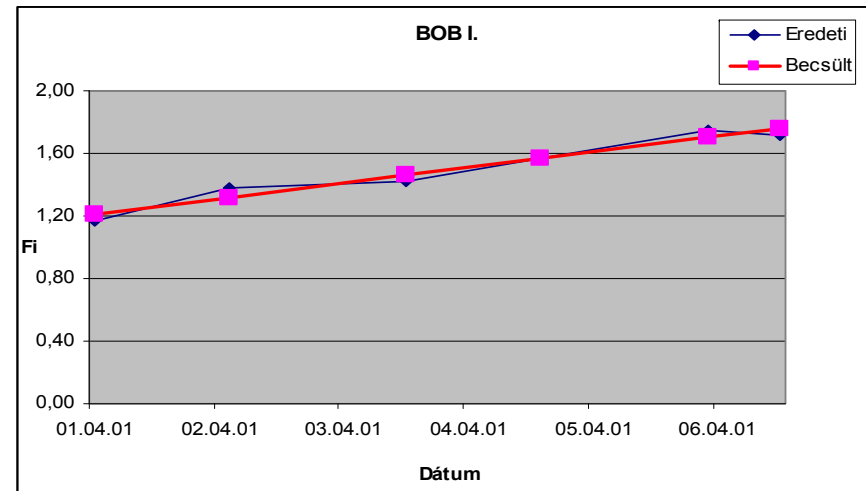
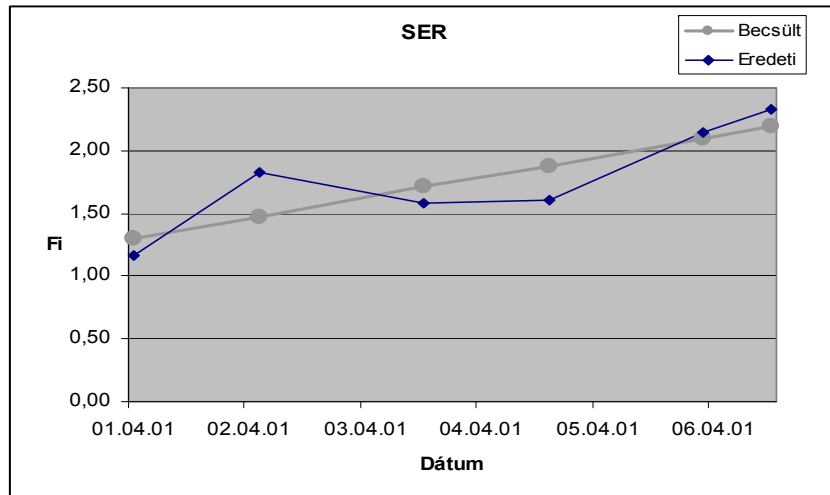
4.2.4. Az ukrainai szelídgesztenye állományok fertőzöttségi mutatóinak statisztikai elemzése lineáris trendszámítás módszerével

Kárpátalján 2001 - 2006. évek között 6 éven át regisztráltam a felmért szelídgesztenye állományok *Cryphonectria parasitica* által okozott fertőzöttségi százalék és fertőzési index értékeit. Összesen 9 állományt mértem fel, amelyből 5 volt fertőzött. A fertőzés növekedésének ütemét lineáris trendszámítás módszerével mutatom be a 6 év adatait tartalmazó adatbázis alapul vételével. A felmérési adatok trendszámításhoz egy kivétellel elegendő mennyiségben állnak rendelkezésemre, az időbeli változás tendenciája megbízhatóan jellemezhető. A kivételt jelentő rozstovjatitszjai állomány vizsgálatát később kezdtem, innen csak 3 év adatai állnak rendelkezésre, ezért ez jelen statisztikai számításban nem szerepel. Az adatok közel azonos időtartamokra vonatkoznak, tartalmukban azonosak, megfelelnek a követelményeknek. A függvény típusok kiválasztásánál az alapirányzatot lineáris függvénnyel fejeztem ki.

A 33-34. ábrák jól szemléltetik az ukrainai fertőzési helyzet eddigi és várható alakulását. A fertőzöttségi százalék és fertőzési index értékek tendenciája minden felvételezési hely esetében egyértelmű növekedést mutat, habár a növekedés nem annyira egységesen hasonló mértékű, mint a romániai adatok esetében. A legnagyobb F% növekedés (11 %) a szerednyei termőhely esetében tapasztalható. A boboviscei felmérési helyeken regisztrált fertőzöttségi százalék értékek növekedési üteme kis mértékben elmarad a szerednyeitől (9. melléklet).



33. ábra. Az F % értékek és azok trendjének grafikus ábrázolása az ukrainai felvételi helyeken szelídgasztenyén



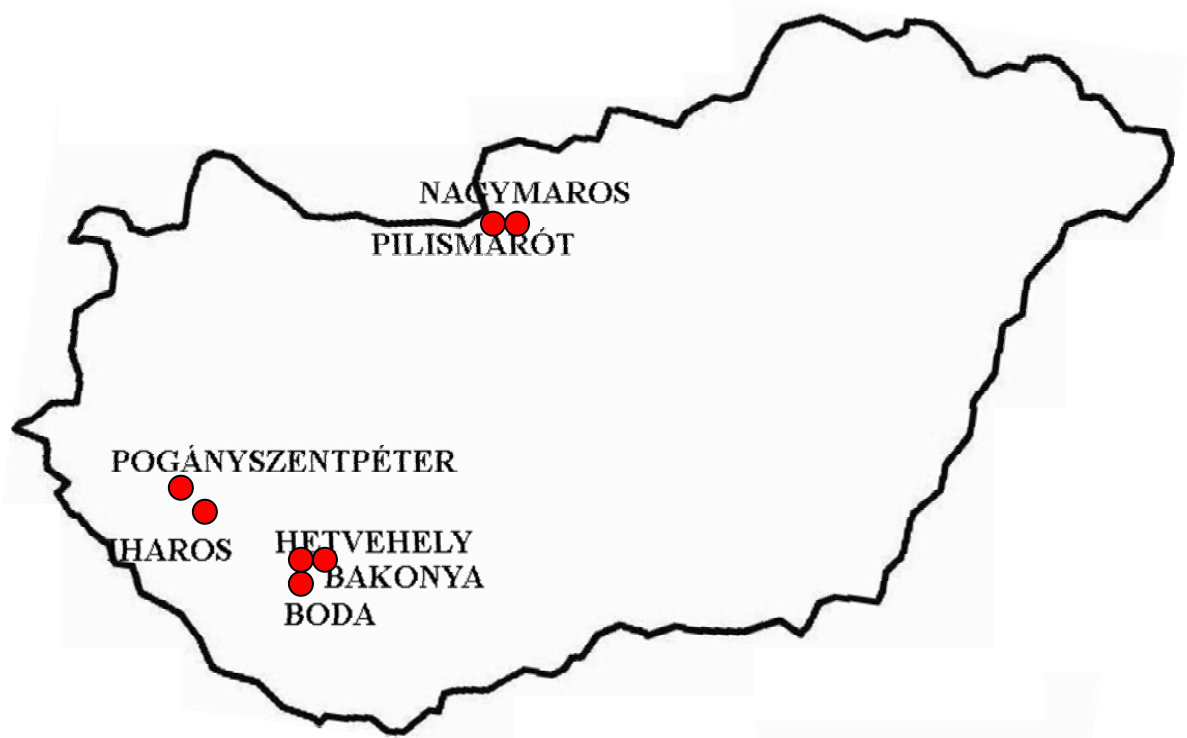
34. ábra: Az Fi értékek és azok trendjének grafikus ábrázolása az ukrajnai felvételi helyeken szelídgesztenyén

4.3. A magyarországi vizsgálatok eredményei

A magyarországi szelídgesztenye termőterületek *Cryphonectria parasitica* fertőzöttségének felmérése az 1990-es években megtörtént. Napjainkig 24 termőhelyen 18 különböző vegetatív kompatibilitási csoport (VCG) jelenlétét azonosították be (RADÓCZ, 1997). A magyarországi izolátumok többsége az EU-12 és EU-13 VCG-hez tartozik, ami a gomba Olaszországban, illetve Szlovéniában honos populációival való rokonságra utal.

A *C. parasitica* magyarországi megjelenését tölgy fajokon először 1998-ban fedezték fel egy zengővárkonyi szelídgesztenyész területen, elegyes állományú, 1-2 éves kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) magoncokról. Az akkor begyűjtött kéregminták izolátumai a laboratóriumi vizsgálatok során kivétel nélkül virulensnek bizonyultak. A területen vizsgált 33 db kocsánytalan tölgy 36%-a bizonyult fertőzöttnek, mortalitásuk viszont alacsonyabb volt, mint a szelídgesztenyén tapasztaltak. A vegetatív kompatibilitási tesztek eredményei szerint a tölgyekről származó izolátumok az EU-3 és EU-11 jelű VCG-be tartoztak.

Kutatási munkám egyik céljaként jelöltem meg a *Cryphonectria parasitica* elterjedésének vizsgálatát tölgy fajokon Magyarország különböző területein. A korábbi tapasztalatok szerint a betegség nagy valószínűséggel erősen fertőzött szelídgesztenye fákról terjed át a szomszédságukban élő tölgyfákra, elegyes állományokban. Ez azt tette indokolttá, hogy olyan termőhelyeket válasszak vizsgálataim helyszíneiként, ahol az előbbi feltételek adottak (35. ábra). Így választottam ki a dél-dunántúli régió két térségét (a Mecsekben Bakonya környéki termőhelyeket, illetve két somogyi populációt), valamint a Dunakanyar körzetét (Pilismaróton és Nagymaroson található állományokat).



35. ábra: A magyarországi vizsgálati helyek térképe

4.3.1. A *Cryphonectria parasitica* elterjedtségének terepi vizsgálata magyarországi termőhelyeken.

4.3.1.1. A Dunakanyar gesztenyetermő körzet felmérése

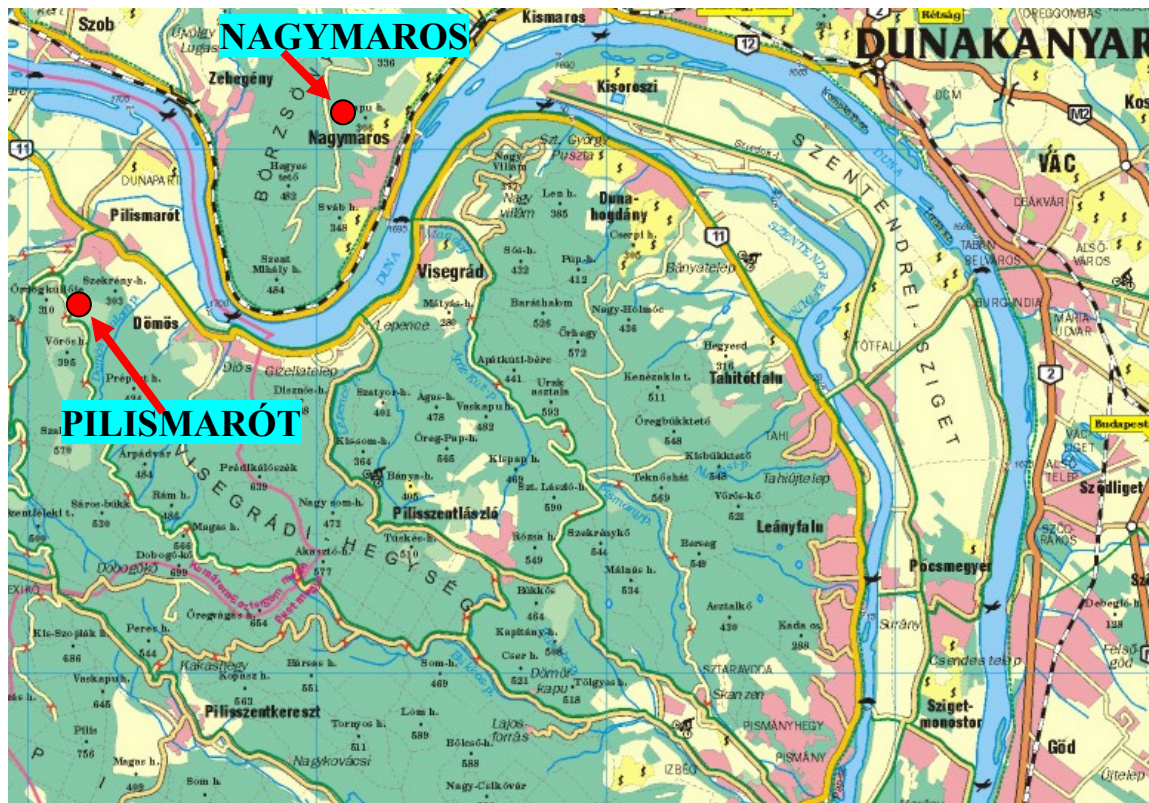
Első felmérésünk 2004. április 29-én történt a Dunakanyar körzetében Pilismarót és Nagymaros térségében (36. ábra). A körzet szelídgesztenyéi az ország többi területén tapasztaltakhoz hasonlóan a kéregrák által erősen fertőzöttnek mondhatók, és az eddigi adatok szerint a betegség 5 vegetatív kompatibilitási csoportja (EU-4, -12, -16, -28, -29) van jelen a térségben.

Első vizsgálatainkat a Pilismaróti Erdészet több szelídgesztenyével elegyes állományában végeztük Kiss Balázs helyi erdőmérnök kíséretében, és iránymutatásai alapján. Átvizsgáltuk az Erdészet 3 tábláját (Pilismarót 99, 103B és 102C táblák),

megkerestük a helyi erdészek által gyanúsnak tartott tüneteket mutató kocsánytalan tölgyeket. Szemrevételezésünkön ezeket a gyanúsnak vélt tüneteket nem azonosítottuk *C. parasitica* tünetként. Néhány ilyen fából a biztonság kedvéért kéregmintát is gyűjtöttünk, amelyeket később laboratóriumban kitenyésztettünk. A laboratóriumi vizsgálat eredménye is negatív volt, azaz nem tudtuk a térségből kimutatni a kéregrák betegség kórokozójának jelenlétét kocsánytalan tölgyön.

A Dunakanyar körzet másik területén a Nagymarosi Erdészet 37E jelzésű szelídesztenye-kocsánytalan tölgy elegyes tábláját mértük fel Kovács Olivér erdőfelügyelő társaságában. Itt is volt néhány tölgyfa, amelyeket a helyi erdészeti szakemberek előzetesen gyanúsnak vélték. Ezeket a fákat megvizsgáltuk, illetve az állományt teljes területét bejártuk és fákat véletlenszerű vizsgálatnak alávetve kerestük az esetleges *Cryphonectria parasitica* tüneteket. Ilyen tüneteket végül itt sem találtuk.

A két vizsgálati helyszínen kapott eredményeink szerint a Dunakanyar körzetében a szelídesztenyén jelen lévő *Cryphonectria parasitica* kocsánytalan tölgyekre még nem terjedt át. Az első vizsgálatot követően helyszíni felméréseinket évi rendszerességgel megismételtük. A 2006. október 26-án végzett legutolsó vizsgálatunkig kéregrákos megbetegedés tünetet egyik felmérési helyen sem találtunk (12. táblázat).



36. ábra: A Dunakanyar körzet térképe a vizsgált helyszínekkel

4.3.1.2. Felmérések a Dél-Dunántúl régiójában

2004. május 06-án a Baranyai gesztenyetermő körzetben található Hetvehelyi Erdészet több szelídsztenye-tölgy elegyes állományát vizsgáltuk, valamint Pécsvárad térségében is kutattuk a kórokozó esetleges tüneteit tölgyeken (37. ábra). A területek a Mecsek-hegység déli, délnyugati oldalán, illetve a délkeleti részén találhatók, és a *Cryphonectria parasitica* szelídsztenyén jelen van, súlyosan károsít. Az ország 5 nagy gesztenyetermő körzetéből ebben a körzetben azonosított a legnagyobb számú vegetatív kompatibilitási csoportja a kórokozónak (9 VCG , mégpedig az EU-3, -4, -6, -9, -11, -12, -13, -15, -16 törzsek).



37. ábra: Térkép a baranyai vizsgálati helyszínekről

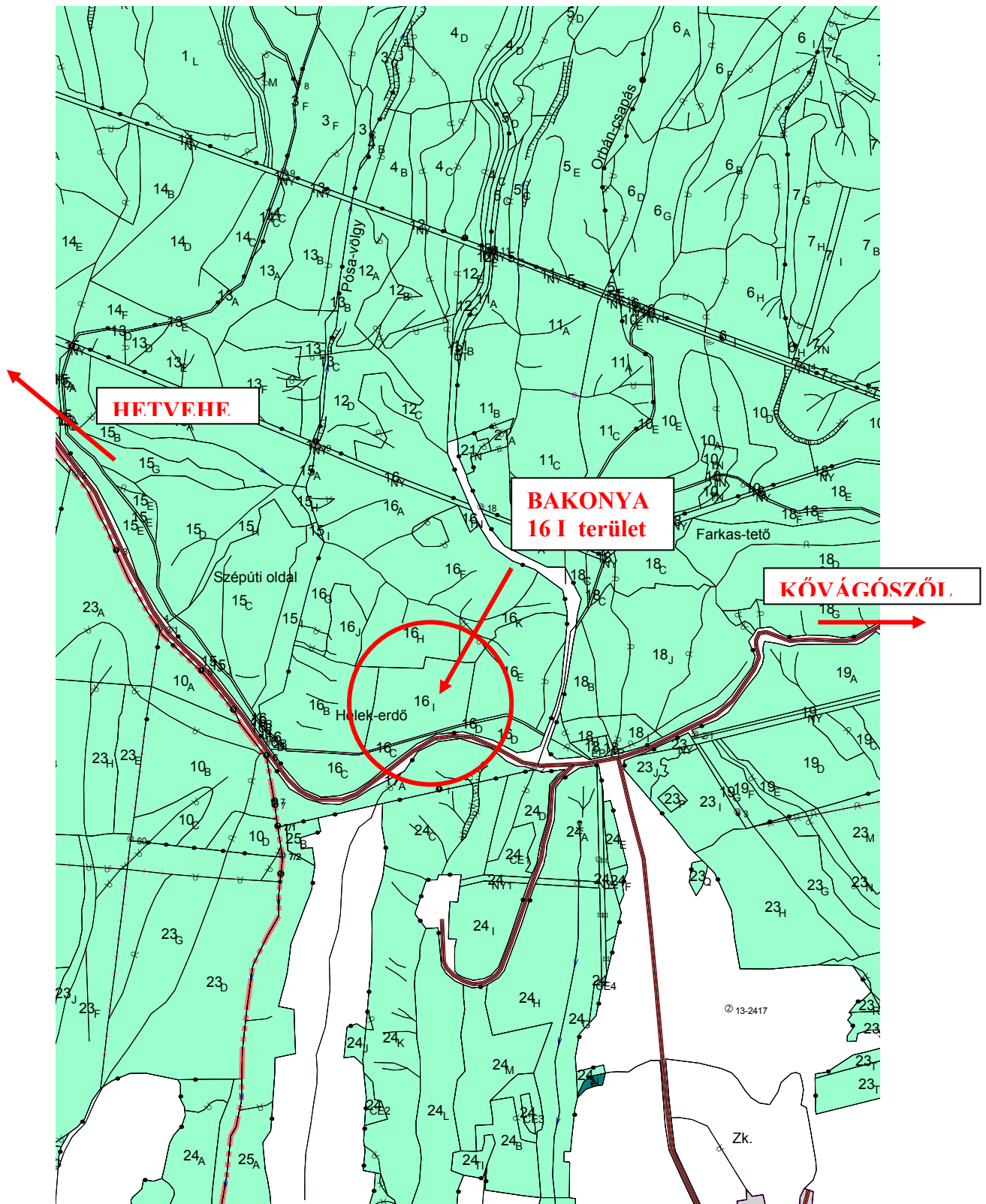
Terepi vizsgálatainkat a Hetvehelyi Erdészet területén 4 felmérési helyen végeztük az erdészet munkatársainak segítségét is igénybe véve. Az erdészet összterülete 7392 ha, amiből 1690,2 ha tölgy erdő, s ebből 463,6 ha-on tenyészik fiatal

tölgy állomány (0-30 éves korú). A négy vizsgált területből egyben (Bakonya 16-I) szabad szemmel is egyértelműen érzékelhetően több kéregrákkal fertőzött tölgyet találtunk. Az állomány egy 4,1 ha területű kb. 15 éves korú kocsánytalan tölgy (*Q. petraea*) ültetvény, elszórta csertölgygel (*Q. cerris*), valamint idősebb korú, *Cryphonectria parasitica* által megbetegített szelídgesztenye (*C. sativa*) hagyásfákkal keveredve. A kéregrákos megbetegedés tünetei jól láthatóak voltak a kocsánytalan tölgyek lombkoronájában, illetve a törzseiken, ágaikon is, sőt néhány fán a kórokozó termőtesteit is megtaláltuk. A beteg, illetve gyanús tüneteket mutató fákról kéregmintákat gyűjtöttünk, amelyeket laboratóriumban megvizsgáltuk. A minták többségéből ki tudtuk tenyészteni a *C. parasitica* virulens képleteit, amelyek kétséget kizáróan igazolták, hogy ebben az ültetvényben már a kocsánytalan tölgyet is támadja a kórokozó, továbbá a mintaterület 1 csertölgyén is megtaláltuk a betegség tünetét. Az erdészet másik három vizsgált területén (Bakonya 18-A, Boda 4 D, Hetvehely) is találtunk néhány gyanúsnak vélt tünetet tölgyfákon, de azok nem bizonyultak fertőzötteknek a laboratóriumi vizsgálat során. Ez a három ültetvény jelenleg még fertőzésmentesnek minősíthető. De ezek közelében is ott van a kór a gesztenyefákon, s áttejedésének veszélye reális. A pécsváradi területen is hasonló tapasztalatokat szereztünk. Kocsánytalan tölgyön még ott sem találtunk tüneteket, de a szelídgesztenyéről bármikor megtörténhet a fertőződés. A felméréseket évente megismételtük. A Bakonya 16-I jelű ültetvényben a fertőzöttség mértéke évről évre súlyosbodik. A többi említett területen napjainkig nem észleltük a betegséget tölgyön.

4.3.1.2.1. Populáció dinamikai vizsgálat a Bakonya 16-I jelű mintaterületen

A fertőzöttnek talált Bakonya 16-I jelű területen (38. ábra) 2004. június 04-én 150 tölgyfából álló (többségében kocsányos tölgy, néhány csertölgyel kiegészítve) mintaterületet jelöltünk ki (1. melléklet). Vizsgáltuk a mintaterület fainak fertőzöttségét és annak mértékét. A felméréseket évente megismételtük, amelyek részletes eredményeit a 2. melléklet tartalmazza. A mintaterületen már az első felmérés alkalmával is komoly arányú fertőzöttséget regisztráltunk, és nagy volt az elpusztult fák száma (12. táblázat, 43. ábra). Ez a helyzet évről évre súlyosabb képet mutat, ami azt a korábbi feltételezést igazolja, hogy a *Cryphonectria parasitica* tölgyeken is képes komoly pusztításra, és még fokozottabb potenciális veszélyként kell számolni vele

erdeinkben, mint a korábbi évtizedekben, amikor csak a szelídgesztenyét támadta (39-41. ábra).



38. ábra: Térkép a Hetvehelyi Erdészet Bakonya 16 I területéről



39. ábra: Súlyosan fertőzött fiatal kocsánytalan tölgyek a Bakonya 16-I mintaterületen

(fotók: Tarcali G.)



40. ábra: A *Cryphonectria parasitica* piknídiumai a bakonyai mintaterület 73. számú tölgyfájának kérgén (fotó: Tarcali G.)



41. ábra: Tipikus lombelhalásos tünetek kocsányos tölgyön Bakonyán (fotó: Tarcali G.)

4.3.1.3. Felmérések Somogy és Zala határkörzetében

Az Iharosi Erdészet területe a két megye határának somogyi részén található, de már a Zalai-szelídgesztenye termő körzethez tartozik (RADÓCZ, 1995). A szelídgesztenyén korábban elvégzett felmérések szerint itt is nagy pusztítást végzett a kéreggrák kórokozója. Az Erdészet két területén (Iharos és Pogányszentpéter) először 2006. április 06-án szemléltük szelídgesztenye-kocsánytalan tölgy elegyes ültetvényekben a tölgyek állapotát (42. ábra). Vizsgálatainkban segítségünkre volt Dr. Vidóczy Henriett okleveles erdőmérnök, akinek irányítása mellett könnyen megtaláltuk a két legkritikusabb ültetvényt.

A pogányszentpéteri állomány egy 25-30 éves kb. 50-50 %-os arányban elegyedő szelídgesztenye-kocsánytalan tölgy populáció. A terület szelídgesztenye fái súlyosan fertőzöttek, és környezetükben nagyszámú megbetegített vagy gyanús, esetleg már elpusztult tölgyfát is találtunk. Egyes fákon megtaláltuk a gomba termőtesteit is. Hasonlóan a többi terepi munkához, a fertőzött vagy gyanúsnak talált kocsánytalan tölgyekről begyűjtöttünk kéregmintákat a laboratóriumi vizsgálatok céljaira.

Iharos külterületén egy fiatalabb korú elegyes szelídgesztenye-kocsánytalan tölgy ültetvényt vizsgáltunk, ahol a szelídgesztenye mellett szintén megtaláltuk a betegség tüneteit a tölgyeken is.

Ismételt szabadföldi vizsgálatot végeztünk a két állományban 2006. szeptember 29-én. A regisztrált fertőzöttségi értékeket mutatja a 12. táblázat és a 43. ábra.

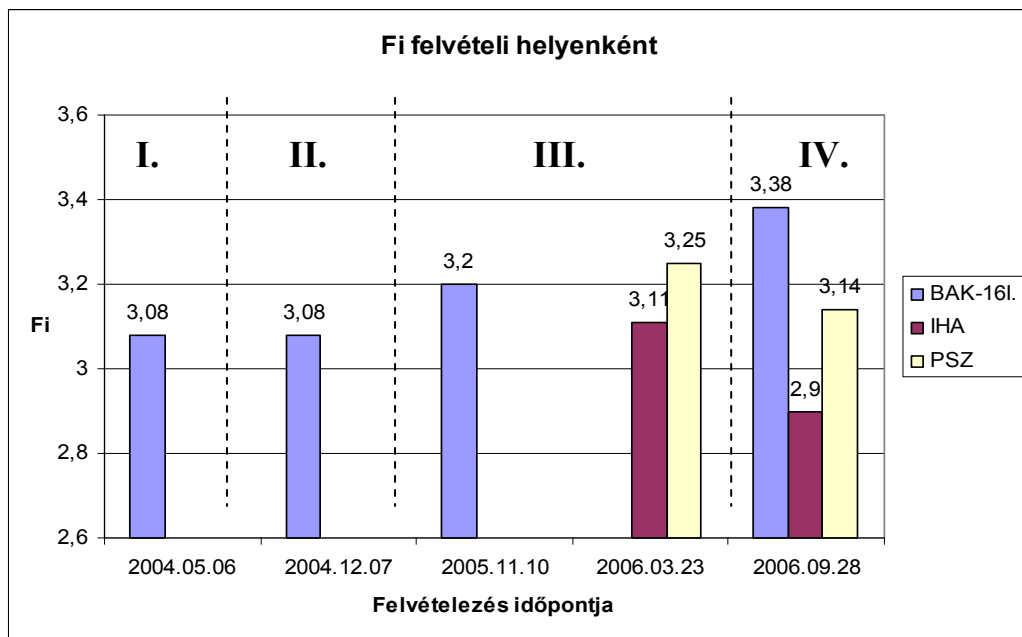
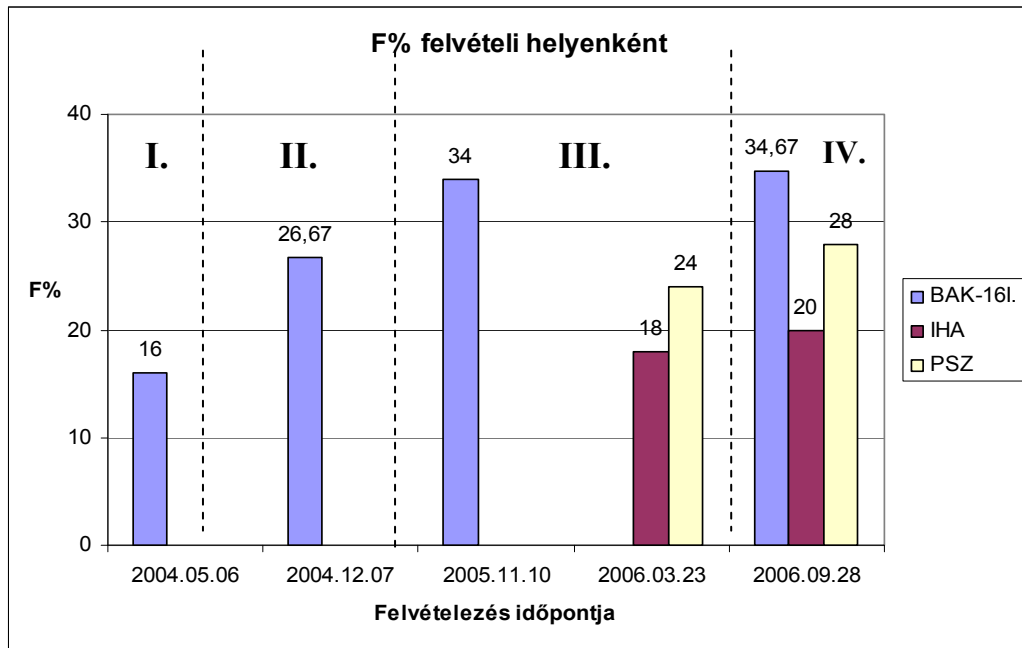


42. ábra: A Zalai termőkörzet térképe a vizsgálati helyszíneink megjelölésével

12. táblázat: A magyarországi terepi felvételezés eredményei tölgyön (I).

Termőhely	Felvelelés időpontja	Fa (db)	Regisztrált fertőzöttségi fokozatok					Fi	F %
			1	2	3	4	5		
PM-99	I. 2004.04.29.	100	100	-	-	-	-	-	0
PM-99	IV. 2006.10.26.	100	100	-	-	-	-	-	0
PM-103B	I. 2004.04.29.	100	100	-	-	-	-	-	0
PM-103B	IV. 2006.10.26.	100	100	-	-	-	-	-	0
PM-102C	I. 2004.04.29.	100	100	-	-	-	-	-	0
PM-102C	IV. 2006.10.26.	100	100	-	-	-	-	-	0
NM-37E	I. 2004.04.29.	100	100	-	-	-	-	-	0
NM-37E	IV. 2006.10.26.	100	100	-	-	-	-	-	0
PV	I. 2004.05.05.	20	20	-	-	-	-	-	0
BAK-16I	I. 2004.05.06.	150	126	13	2	3	6	3,08	16
BAK-16I	II. 2004.12.07.	150	110	17	8	10	5	3,08	26,67
BAK-16I	III. 2005.11.10.	150	99	16	15	14	6	3,20	34,00
BAK-16I	IV. 2006.09.28.	150	98	12	16	16	8	3,38	34,67
BAK-18A	I. 2004.05.06.	100	100	-	-	-	-	-	0
BAK-18A	II. 2004.12.07.	100	100	-	-	-	-	-	0
BAK-18A	III. 2005.11.10.	100	100	-	-	-	-	-	0
BAK-18A	IV. 2006.09.28.	100	100	-	-	-	-	-	0
BOD-4D	I. 2004.05.06.	100	100	-	-	-	-	-	0
BOD-4D	II. 2004.12.07.	100	100	-	-	-	-	-	0
BOD-4D	III. 2005.11.11.	100	100	-	-	-	-	-	0
BOD-4D	IV. 2006.09.28.	100	100	-	-	-	-	-	0
HET	I. 2004.05.06.	100	100	-	-	-	-	-	0
HET	II. 2004.12.07.	100	100	-	-	-	-	-	0
HET	III. 2005.11.11.	100	100	-	-	-	-	-	0
HET	IV. 2006.09.28.	100	100	-	-	-	-	-	0
IHA	III. 2006.03.23.	50	41	2	4	3	-	3,11	18,00
IHA	IV. 2006.09.29.	50	40	3	5	2	-	2,90	20,00
PSZ	III. 2006.03.23.	50	38	3	4	4	1	3,25	24,00
PSZ	IV. 2006.09.29.	50	36	5	4	3	2	3,14	28,00

(A vizsgált fák a BAK-16I terület kivételével minden esetben kocsánytalan tölgyek. A BAK-16I mintaterület vizsgált 150 db fája többségében kocsánytalan tölgy, néhány csertölgygel keveredve a 2. mellékletben rögzített adatoknak megfelelően.)



43. ábra: A dél-dunántúli termőhelyeken 2004-2006-ban tölgyeken regisztrált F% és Fi értékek ábrázolása oszlop diagramon.

Jelmagyarázat a 12. táblázathoz és a 43. ábrához:

BAK	=	Bakonya,	BOD	=	Boda,
HET	=	Hetvehely,	PV	=	Pécsvárad,
IHA	=	Iharos,	PSZ	=	Pogányszentpéter,
PM	=	Pilismarót,	NM	=	Nagymaros,
Fi	=	fertőzési index,	F%	=	fertőzöttségi százalék

4.3.2. A magyarországi minták laboratóriumi vizsgálata

A bemutatott magyarországi termőhelyekről gyűjtött kéregminták táptalajon történő kitenyésztését és az izolátumok további tesztelését a Debreceni Egyetem ATC Növényvédelmi Tanszékének laboratóriumában végeztük.

A Dunakanyar körzetében (Pilismarót, Nagymaros) a terepi felméréseink során nem találtunk *C. parasitica* fertőzésre utaló tüneteket tölgyeken, ezért a laboratóriumi vizsgálatok szempontjából e területek már nem érintettek. A körzetben a tölgyek jelen állás szerint fertőzésmentesek.

Baranyában egy termőhelyen, a Bakonya-16-I jelzésű szelídgesztenyével és csertölgygel elegyes kocsánytalan tölgy állományban szabadföldi felméréseink jelentős mértékű *Cryphonectria parasitica* fertőzöttséget mutattak. A mintaterület minden gyanús, illetve egyértelműen kéregrákos fájáról kéregmintákat gyűjtöttünk. A minták laboratóriumi kitenyésztése alapján megállapítható volt, hogy a kitenyésztett izolátumok a kórokozó virulens törzsét tartalmazzák. A mintaterület fertőzött kocsánytalan tölgyei mellett egy kéregrákos tünetet mutató csertölgyet is találtunk (BAK-16I/86 jelű fa).

A vegetatív kompatibilitási tesztek során két csoport jelenléte bontakozott ki a területen. A minták többsége kompatibilis volt egymással. Egy tölgyről származó minta -a BAK-16I/80 jelű - egyértelműen inkompatibilis volt a többivel. A területen található fertőzött szelídgesztenyékről is gyűjtöttünk kontroll mintákat (BAK-16I/G1-4). Ezek kitenyésztett izolátumai a BAK-16I/80 tölgy mintával kompatibilisek voltak, az összes többi tölgy mintával viszont inkompatibilitásuk volt tapasztalható (3. melléklet). Ez alapján megállapítható legalább két kórokozó törzs egyidejű jelenléte a mintaterületen. Az EU-teszter törzsekkel (EU 1-31) történő párosítások eredményei szerint a bakonyai kocsánytalan tölgyekről származó izolátumok többsége az EU-11 VCG-vel volt kompatibilis ((5. melléklet adatai szerint), vagyis ezeket a tölgyeket a kórokozó EU-11-es törzse támadja. A BAK-16I/80-as tölgyet és a terület szelídgesztenyéit a vegetatív kompatibilitási vizsgálatok szerint egy másik kórokozó törzs, az EU-9-es fertőzte meg (5. melléklet). Az előbbi eredmények mellett rögzítenem kell azt is, hogy a vizsgált kocsánytalan tölgyekről származó izolátumok között volt 7 db olyan minta (Bak-20, -62, -67, -87, -89, -96, -118), amelyek nem voltak kompatibilisek az EU 1-31 törzsek egyikével sem.

A laboratóriumi vizsgálatok utolsó fázisában a bakonyai mintákat reprezentáló izolátumokon konverziós teszteléseket végeztünk hipovirulens tenyészetekkel (7. melléklet).

A Zalai-körzet két területéről (Pogányszentpéter és Iharos) származó kéregminták laboratóriumi vizsgálata igazolta a szabadföldi diagnózist, azaz a kéregrák itt is átterjedt a szelídgesztenyéről a szomszédságukban tenyésző kocsánytalan tölgyekre, és már számottevő mértékű a pusztítása is. A laboratóriumi kitenyésztés minden minta esetében virulens kórokozó törzseket mutatott ki a kéregmintákból. A kompatibilitási vizsgálatokon a két területről származó izolátumok inkompatibilisek voltak egymással, tehát különböző VCG-kbe tartozónak bizonyultak (4. melléklet). Az EU-teszter törzsekkel történt párosításuk eredményeként megtudtuk, hogy az iharosi minták EU-3 VCG reprezentánsai a Pogányszentpéterről származó izolátumok pedig az EU-16-os csopothoz tartoznak (6. melléklet). A felméréseinkben vizsgált magyarországi minták vegetatív kompatibilitási tesztjének összesített eredményét tartalmazza a 28. táblázat (122.o.).

A zalai minták hipovirulens törzsekkel történő konverziós vizsgálatának eredményei azt mutatják, hogy a szelídgesztenyéről származó virulens izolátumok kis mértékű konvertálására volt képes az FS1xGA13 (EU-13 VCG) és a B1xBF (EU-12 VCG) jelzésű *in vitro* konvertált hipovirulens törzs. Ugyanakkor a bakonyai gesztenyeminták átalakítására az FS8x88 jelű *in vitro* konvertált, illetve a 128C jelű hazai natív hipovirulens izolátum volt alkalmas. A tölgyekről származó virulens izolátumok átalakítására a zalai minták esetében az FS8x88 (EU-14 VCG), az FS1xGA13 (EU-13 VCG) és az FS4x146 (EU-12 VCG) jelű *in vitro* konvertált hipovirulens törzsek voltak képesek. A bakonyai mintáknál bizonyos szintű konverziót mutattak a tölgyről származó virulens tenyészetekkel az FS8xW31 (EU-13 VCG), az FS8x88 (EU-14 VCG), valamint az FS4x146, B1xBF, A3xB7 (mindhárom az EU-12 VC csoportba tartozó) *in vitro* konvertált hipovirulens törzsek.

A fenti eredmények azt mutatják, hogy a tölgyek esetében is lehet esély hipovirulens törzsek gyakorlati alkalmazásával eredményes védekezés kivitelezésére a *Cryphonectria parasitica* által okozott kéregrákos megbetegedés ellen.

4.4. Szlovákiai vizsgálatok

Szlovákiában évtizedek óta komoly kutatómunka folyik a *Cryphonectria parasitica* pontos megismerése és helyi vonatkozásainak feltárása céljából. A Szlovák Tudományos Akadémia Erdészeti Kutató Intézetének nyitrai Fás Növények Biológiai Kutatásának Osztálya Dr. habil Gabriela Juhásová igazgató-helyettes irányításával az egész országra kiterjedően rendszeresen vizsgálja a témát.

A szelídgesztenye (*Castanea sativa*) Szlovákia 5 régiójának 210 helyszínén termesztett fafaj. A *Cryphonectria parasitica* megjelenését az országban szelídgesztenyén 1976-ban fedezték fel Duchonka-n. (JUHÁSOVÁ, 1976). Eddig 36 szlovákiai szelídgesztenye termő helyen a *C. parasitica* 8 különböző vegetatív kompatibilitási csoportjának (EU-1, -2, -5, -12, -13, -14, -17, -25) előfordulását sikerült kimutatni (JUHÁSOVÁ et al, 2006). Az azonosított kórokozó törzsek eddig minden esetben virulensek voltak. Természetes körülmények között kialakult hipovirulens törzset ez idáig nem sikerült felfedezni Szlovákiában.

2002-ben a Szlovákiában fiatal tölgyön is felfedezték a *Cryphonectria parasitica* első tüneteit Duchonka-n (JUHÁSOVÁ, 2002), majd Modry Kamen (Kékkő) térségében is megtalálták a betegséget fiatal kocsánytalan és kocsányos tölgyeken.

Terepi vizsgálatokat végeztünk Szlovákiában 2005 novemberében Kékkő (Modry Kamen) térségében, illetve 2006. novemberében Kékkő és Duchonka helyszíneken Dr. Gabriela Juhásová közreműködésével (44. ábra).

2005. november 24-én Kékkőn szelídgesztenye ültetvényeket szemléltünk meg. A beteg fákról kéregmintát vettünk. A mintákat a selmecbányai Erdészeti Kutató Intézet laboratóriumában táptalajra oltottuk (45. ábra). A kitenyésztett izolátumok minden esetben virulensnek bizonyultak. A további laboratóriumi vizsgálatokat Debrecenben végeztük. A kompatibilitási vizsgálatok eredménye szerint a kórokozó EU-12-es törzset tudunk beazonosítani.

2006. november 17-én Duchonkán, november 18-án pedig ismételten Kékkőn végeztünk terepi vizsgálatot. Duchonkán több kéregrákos kocsánytalan tölgyet találtunk, amelyekről mintát vettünk. Az azokból kitenyésztett izolátumok nem tűntek egyértelműen virulensnek, ezért kettősszálú RNS-vizsgálatnak is alávetettük azokat. A tenyészetek a vegetatív kompatibilitási tesztek során az EU-2-es kórokozó törzshöz

tartozónak bizonyultak. Kékkői terepi szemlénken is a kocsánytalan tölgyek esetleges fertőzésére koncentráltunk, de fertőzött tölgyet a területen nem sikerült fellelnünk.



44. ábra: Szlovákiai vizsgálataink helyszínei



45. ábra: A selmecbányai Erdészeti Kutató Intézet Laboratóriuma (fotó: Tarcali G.)

4.5. A mesterséges inokulációs vizsgálat eredményei

4.5.1. A vizsgálat szöveges értékelése

Ezzel a vizsgálattal pontos eredményeket kaphatunk az egyes izolátumok relatív virulenciájára vonatkozóan, valamint tesztelhetjük különböző fafajok *C. parasitica* iránti fogékonyságát. Kísérletünk alapvető célkitűzése ez utóbbi volt, azaz különböző tölgy fajok fogékonyságának meghatározása a kórokozó iránt. A kórokozó izolátumok relatív virulenciájára vonatkozó adatok is értékes információul szolgálnak. A kísérlet során 9 féle (8 faj és 1 változat), egy-egy faegyedről származó tölgy (*Quercus spp.*), valamint kontrollként szelídgesztenye (*C. sativa*) ágdarabokat fertőztem 4 ismétlésben az általam vizsgált (magyarországi, ukrajnai és szlovákiai) termőhelyeket reprezentáló 10 gomba tenyésztettel, illetve 2 in vitro konvertált hipovirulens törzsszel:

- BAK-23 - Bakonya, virulens izolátum kocsánytalan tölgyről (EU-11),
- BAK-56 - Bakonya, virulens izolátum kocsánytalan tölgyről (EU-11),
- BAK-80 - Bakonya, virulens izolátum kocsánytalan tölgyről (EU-9),
- BAK-G1 - Bakonya, virulens izolátum szelídgesztenyéről (EU-9),
- IHA-1 - Iharos, virulens izolátum szelídgesztenyéről (EU-3),
- PSZ-T1 - Pogányszentpéter, virulens izolátum kocsánytalan tölgyről (EU-16),
- SZER-2 - Szerednye, Ukrajna, virulens izolátum szelídgesztenyéről (EU-13),
- BOB-II/1 - Bobovisce, Ukrajna, virulens izolátum szelídgesztenyéről (EU-12),
- MOK-1 - Modry Kamen, Szlovákia, virulens izolátum szelídgesztenyéről (EU-13),
- D4B6 - Duchonka, Szlovákia, virulens izolátum kocsánytalan tölgyről (EU-13),
- F2B7 - magyarországi hipovirulens izolátum,
- BA2GA3 - magyarországi hipovirulens izolátum

Az inokulálást követő 36. napon értékeltem az eredményt. Az ágdarabok külső kéregrészeinek eltávolítása után ellipszis alakú nekrozisok váltak jól láthatóvá (46. ábra), amelyek nagysága mutatja a beoltott faj *C. parasitica* iránti fogékonyságát, illetve a vizsgált izolátum relatív virulenciáját is. Az ágdarabokon keletkezett ellipszis alakú nekrozisokat mérőszalaggal megmértem (a rövidebb és a hosszabb átlót), majd a két átló szorzatát π -vel szorozva $[(a \times b) \times \pi]$ megkaptam a nekrotizálódott terület nagyságát. A kapott adatokat fafajonként feltüntetve a 13-22. táblázatokban ismertetem, illetve a 47-56. ábrákon szemléltetem.

A kísérleti eredmények alapján (13. táblázat, 47. ábra) a vörös tölgy (*Quercus rubra*) tekinthető a kórokozó iránt leginkább fogékony tölgy fajnak. A legnagyobb kiterjedésű nekrozisokat a SZER-2 izolátum okozta e fafaj ágdarabjain. A nekrozisok átlagos nagysága a vörös tölgy ágdarabokon 1365,9 mm², de ezen belül a SZER-2/1. ismétlés értéke kiemelkedően magas, 2355 mm² volt. A többi izolátum 127,17 – 497,69 mm² közötti kiterjedésű elhalásokat idézett elő.

A vörös tölgyön mért elhalások mértéke meghaladta a kontrollként használt *C. sativa*-n mért értékeket is, amelyek 142,87 mm² és 682,17 mm² között voltak. A kísérlet eredményeiből megállapítható, hogy valamilyen mértékű fogékonyságot mindegyik tölgy faj mutatott a kéregrákot okozó betegség iránt. A *Q. rubra* kimagasló értékei mellett jelentős – de a szelídgesztenyénél jóval kisebb mértékű – fogékonyságot mutatott a *Quercus robur* (94,2 - 348,54 mm² átlagértékekkel) és a *Quercus petraea* (146,01 – 256,7 mm² átlagértékek). A többi vizsgált tölgy faj (*Quercus pubescens*, *Q. frainetto*, *Q. canariensis*, *Q. cerris*, *Q. palustris*), valamint a *Q. robur f. fastigiata* változat lényegesen kisebb mértékű fogékonyságot mutatott. Meg kell említeni, hogy a *Q. palustris* esetében a PSZ-T1 izolátum egyáltalán nem okozott értékelhető nekrozist, valamint más fajoknál is előfordult néhány vizsgált izolátum esetében ez a teljesen negatív eredmény. A *C. parasitica* iránt legkevésbé fogékonyak a *Q. robur f. fastigiata* (közismert nevén piramistölgy) mutatkozott minimális mértékű (41,18 – 95,08 mm² átlagos nagyságú) nekrotikus elváltozásokkal, ami nem meglepő, hiszen egy ellenálló, betegségekkel szemben kevésbé érzékeny tölgy változatról van szó.

A vizsgálat eredményei igazolni látszanak a téma szakirodalmában is rögzített korábbi tapasztalatokat. A vörös tölgy (*Q. rubra*) kiemelten fogékonyak látszik a kéregrákos megbetegedés kórokozója iránt, és ugyan mérsékeltebben, de a kocsányos tölgy (*Q. robur*) és kocsánytalan tölgy (*Q. petraea*) is komolyan veszélyeztetett.

Az inokulációban használt izolátumok virulenciáját vizsgálva megállapítható, hogy az Ukrajnából szelídgesztenyéről származó SZER-2 (Szerednye) gombatenyészet és a szlovákiai eredetű, ugyancsak szelídgesztenyéről izolált MOK-1 (Modry Kamen) virulenciája jelentősen meghaladja a többi törzs fertőzőképességét. Ugyanakkor a kísérletben alkalmazott két magyarországi hipovirulens tenyészet a *C. parasitica* iránt fogékonyságot alig mutató fafajok ágdarabjain okozott relatíve jelentősebb nekrozisokat (F2B7 – 136,59 mm² átlag érték a *Q. palustris*-on, BA2GA3 – 142,87 mm² átlag érték a *Q. cerris*-en és 82,43 mm² átlag érték a *Q. robur f. fastigiata*-n).

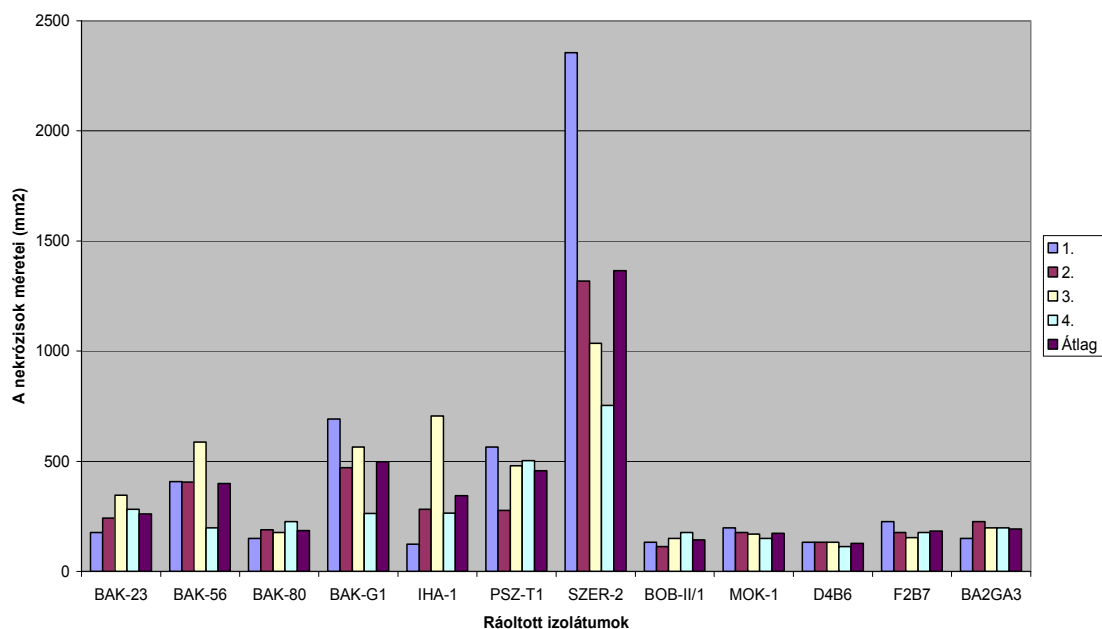


46. ábra: Nekrózisosok a beoltott ágdarabokon (fotók: Tarcali Gábor)

13. táblázat:

QUERCUS RUBRA						
Minta:	A nektrózisok mérete (mm ²)				Átlag	Szórás
	1.	2.	3.	4.		
BAK-23	175,84	241,78	345,4	282,6	261,45	71,20603
BAK-56	408,2	405,06	587,18	197,82	399,57	159,1699
BAK-80	150,72	188,4	175,84	226,04	185,25	31,38267
BAK-G1	690,8	471	565,2	263,76	497,69	180,0784
IHA-1	123,14	282,6	706,5	265,2	344,36	251,7699
PSZ-T1	565,2	276,32	480,42	502,4	456,09	125,1117
SZER-2	2355	1318,8	1036,2	753,6	1365,9	698,6059
BOB-II/1	131,88	113,04	150,72	175,84	142,87	26,82817
MOK-1	197,82	175,84	169,56	150,72	173,49	19,41983
D4B6	131,88	131,88	131,88	113,04	127,17	9,42
F2B7	226,08	175,84	153,86	175,84	182,91	30,59151
BA2GA3	150,72	226,08	197,82	197,82	193,11	31,24261

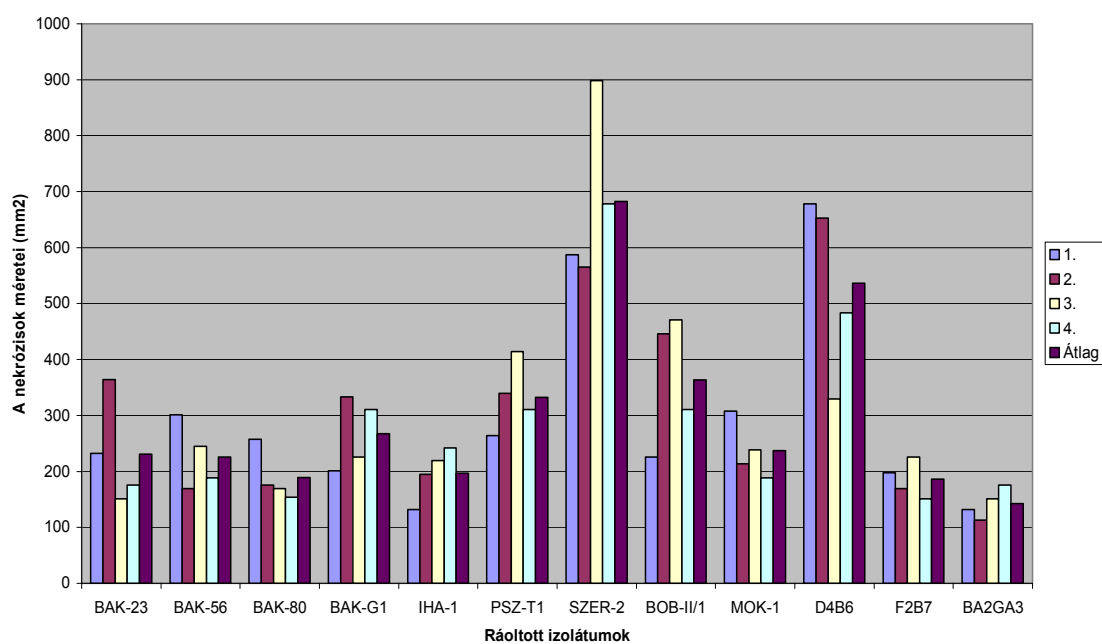
A nektrózisok méretei *Q. rubra* ágakon



47. ábra: A *Q. rubra* ágdarabokon mért nektrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiaqramon kezelésenként és ismétlésenként

14. táblázat:

CASTANEA SATIVA						
	A nektrózisok mérete (mm ²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	232,26	364,24	150,72	175,84	230,79	95,29213
BAK-56	301,44	169,56	244,92	188,4	226,08	59,57731
BAK-80	257,48	175,84	169,56	153,86	189,19	46,45891
BAK-G1	200,96	332,84	226,04	310,86	267,68	64,02027
IHA-1	131,88	194,68	219,8	241,78	197,04	47,50818
PSZ-T1	263,76	339,12	414,48	310,86	332,06	63,13274
SZER-2	587,18	565,2	898,04	678,24	682,17	152,0092
BOB-II/1	226,08	445,88	471	310,86	363,46	115,4671
MOK-1	307,72	213,52	238,64	188,4	237,07	51,37204
D4B6	678,24	653,12	329,7	483,56	536,16	162,5411
F2B7	197,82	169,56	226,04	150,72	186,04	32,95381
BA2GA3	131,88	113,04	150,72	175,84	142,87	26,82817

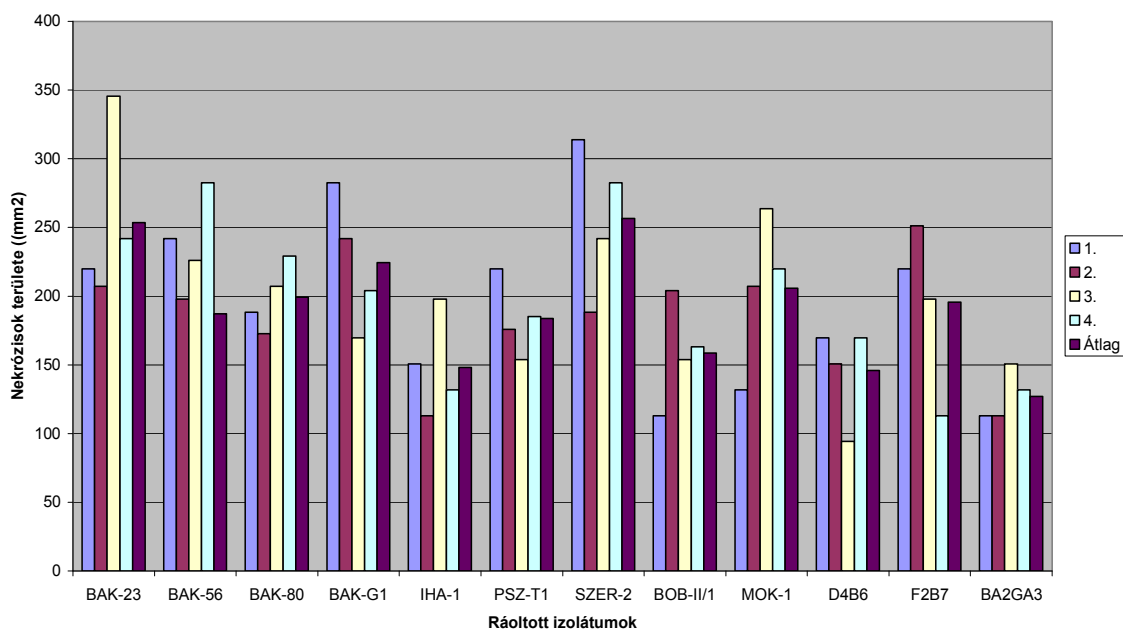
A nektrózisok méretei *C. sativa* ágakon

48. ábra: A *C. sativa* ágdarabokon mért nektrózisok méreteinek ábrázolása
oszlopdiagramon kezelésenként és ismétlésenként

15. táblázat:

QUERCUS PETRAEA						
	A nektrózisok mérete (mm²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	219,8	207,24	345,4	241,78	253,56	62,8719
BAK-56	241,78	197,82	226,08	282,6	187,07	35,386
BAK-80	188,4	172,7	207,24	229,22	199,39	24,3898
BAK-G1	282,6	241,78	169,56	204,1	224,51	48,6784
IHA-1	150,72	113,04	197,82	131,88	148,34	36,382
PSZ-T1	219,8	175,84	153,86	185,26	183,69	27,4339
SZER-2	314	188,4	241,78	282,6	256,7	54,2881
BOB-II/1	113,04	204,1	153,86	163,28	158,57	37,3735
MOK-1	131,88	207,24	263,76	219,8	205,67	54,8377
D4B6	169,56	150,72	94,2	169,56	146,01	35,6635
F2B7	219,8	251,2	197,82	113,04	195,65	59,1552
BA2GA3	113,04	113,04	150,72	131,88	127,17	18,0379

A nektrózisok méretei *Q. petraea* ágakon

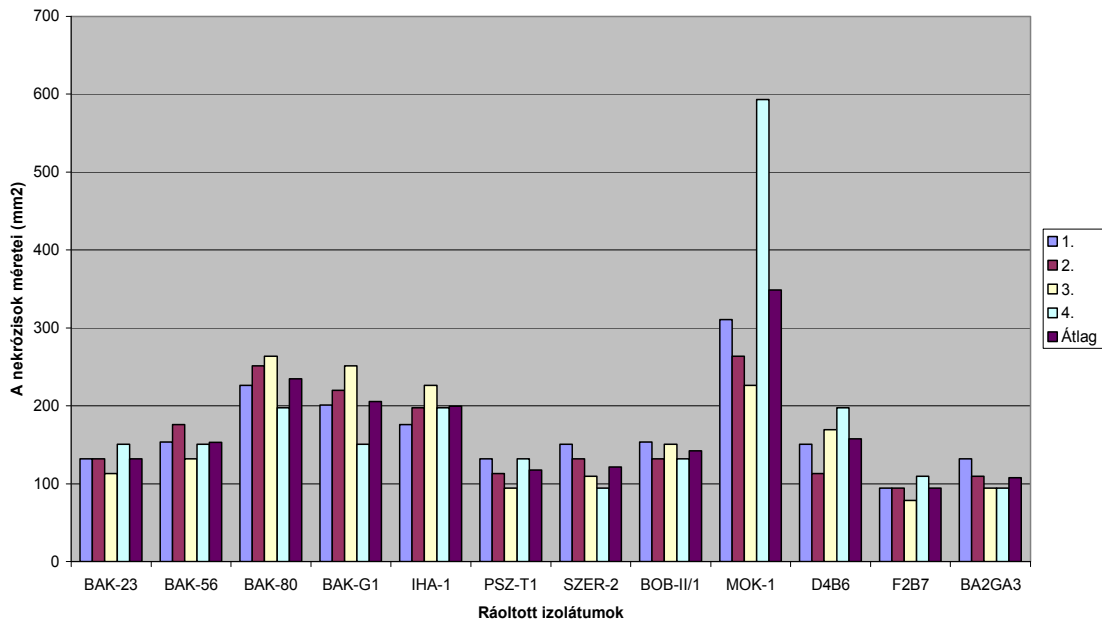


49. ábra: A *Q. petraea* ágdarabokon mért nektrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiagramon kezelésenként és ismétlésenként

16. táblázat:

QUERCUS ROBUR						
	A nektrózisok mérete (mm ²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	131,88	131,88	113,04	150,72	131,88	15,3828
BAK-56	153,86	175,84	131,88	150,72	153,08	18,0151
BAK-80	226,08	251,2	263,76	197,82	234,72	29,1615
BAK-G1	200,96	219,8	251,2	150,72	205,67	42,0885
IHA-1	175,84	197,82	226,08	197,82	199,39	20,5904
PSZ-T1	131,88	113,04	94,2	131,88	117,75	18,0379
SZER-2	150,72	131,88	109,9	94,2	121,68	24,7742
BOB-II/1	153,86	131,88	150,72	131,88	142,09	11,8532
MOK-1	310,86	263,76	226,08	593,46	348,54	166,923
D4B6	150,72	113,04	169,56	197,82	157,79	35,5597
F2B7	94,2	94,2	78,5	109,9	94,2	12,819
BA2GA3	131,88	109,9	94,2	94,2	107,54	17,8318

A nekrózisok méretei *Q. robur* ágakon

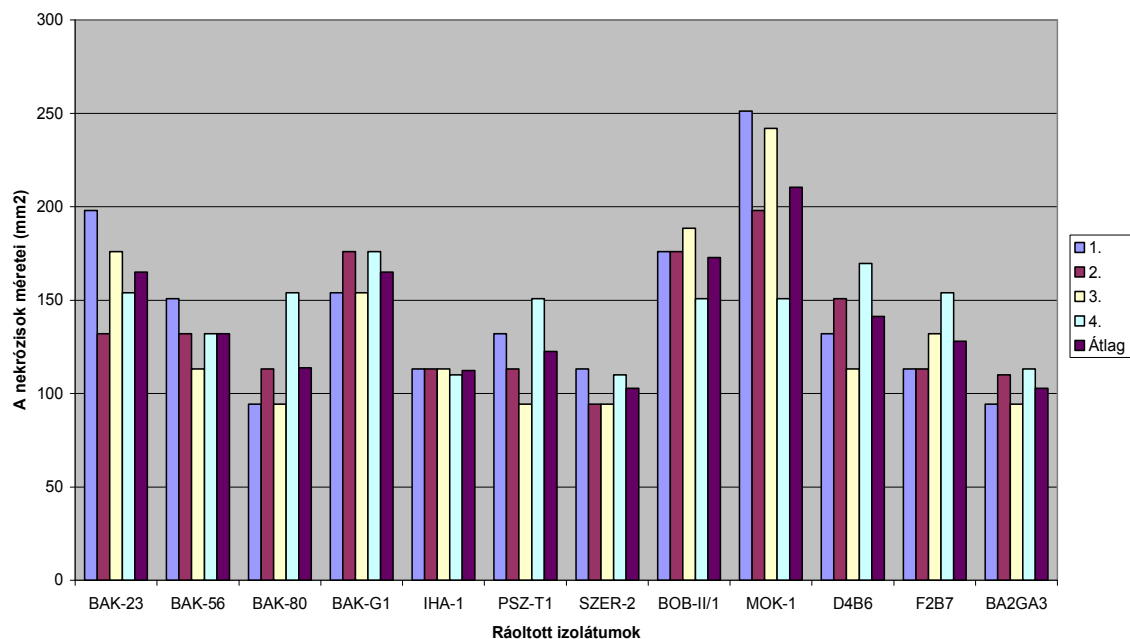


50. ábra: A *Q. robur* ágdarabokon mért nekrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiagramon kezelésenként és ismétlésenként

17. táblázat:

QUERCUS PUBESCENS						
	A nekrózisok mérete (mm ²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	197,82	131,88	175,84	153,86	164,85	28,3761
BAK-56	150,72	131,88	113,04	131,88	131,88	15,3828
BAK-80	94,2	113,04	94,2	153,86	113,83	28,1289
BAK-G1	153,86	175,84	153,86	175,84	164,85	12,6902
IHA-1	113,04	113,04	113,04	109,9	112,26	1,57
PSZ-T1	131,88	113,04	94,2	150,72	122,46	24,3223
SZER-2	113,04	94,2	94,2	109,9	102,84	10,0529
BOB-II/1	175,84	175,84	188,4	150,72	172,7	15,8043
MOK-1	251,2	197,82	241,78	150,72	210,38	46,0771
D4B6	131,88	150,72	113,04	169,56	141,3	24,3223
F2B7	113,04	113,04	131,88	153,86	127,96	19,4198
BA2GA3	94,2	109,9	94,2	113,04	102,84	10,0529

A nektrózisok méretei *Q. pubescens* ágakon

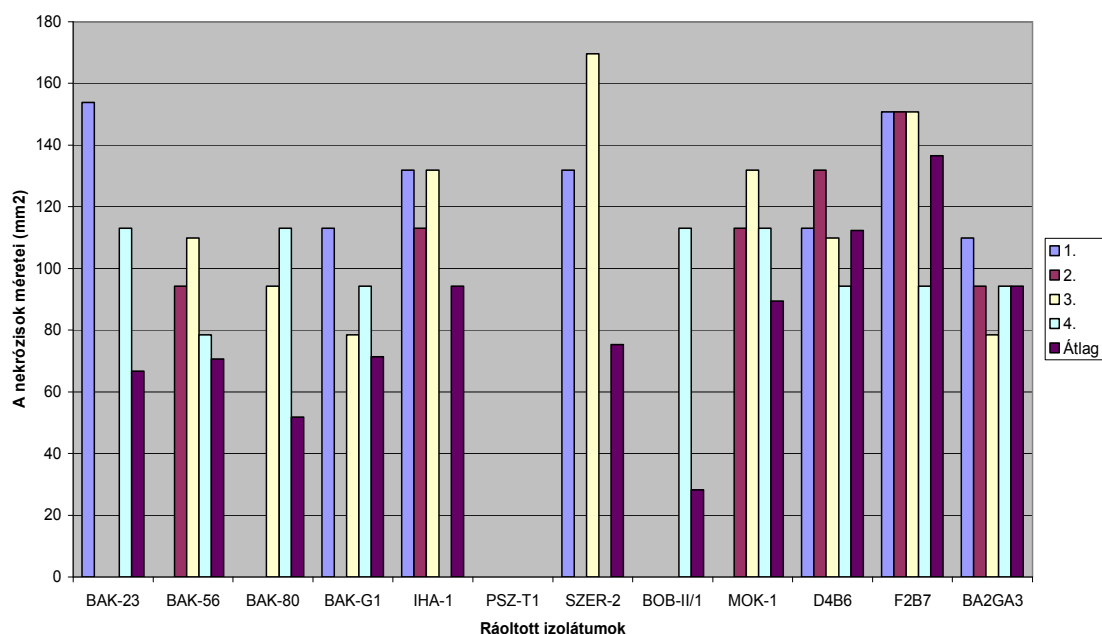


51. ábra: A *Q. pubescens* ágdarabokon mért nektrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiagramon kezelésenként és ismétlésenként

18. táblázat:

QUERCUS PALUSTRIS						
	A nektrózisok mérete (mm ²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	153,86	0	0	113,04	66,73	78,829
BAK-56	0	94,2	109,9	78,5	70,65	48,8133
BAK-80	0	0	94,2	113,04	51,81	60,3174
BAK-G1	113,04	0	78,5	94,2	71,44	49,6726
IHA-1	131,88	113,04	131,88	0	94,2	63,4249
PSZ-T1	0	0	0	0	0	0
SZER-2	131,88	0	169,56	0	75,36	88,3674
BOB-II/1	0	0	0	113,04	28,26	56,52
MOK-1	0	113,04	131,88	113,04	89,49	60,3174
D4B6	113,04	131,88	109,9	94,2	112,26	15,4627
F2B7	150,72	150,72	150,72	94,2	136,59	28,26
BA2GA3	109,9	94,2	78,5	94,2	94,2	12,819

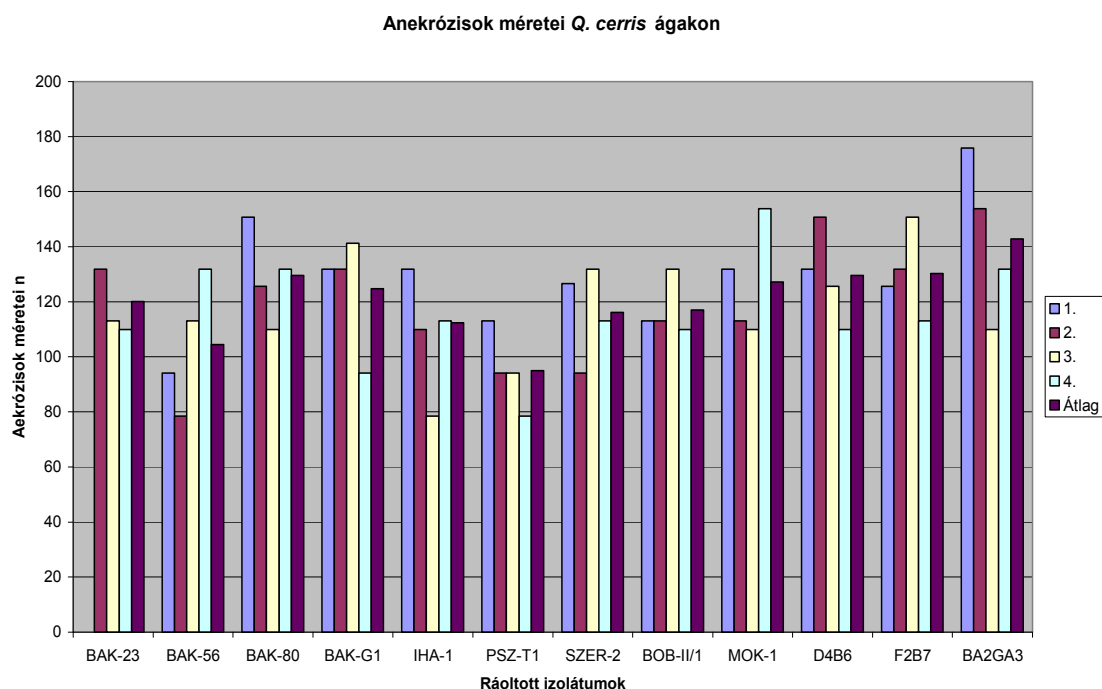
A nekrózisok méretei *Q. palustris* ágakon



52. ábra: A *Q. palustris* ágdarabokon mért nekrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiagramon kezelésenként és ismétlésenként

19. táblázat:

QUERCUS CERRIS						
Minta:	A nekrózisok mérete (mm ²)					Szórás
	1.	2.	3.	4.	Átlag	
BAK-23	125,6	131,88	113,04	109,9	120,11	11,8878
BAK-56	94,2	78,5	113,04	131,88	104,41	23,1275
BAK-80	150,72	125,6	109,9	131,88	129,53	16,8851
BAK-G1	131,88	131,88	141,3	94,2	124,75	20,8875
IHA-1	131,88	109,9	78,5	113,04	112,33	22,129
PSZ-T1	113,04	94,2	94,2	78,5	94,99	14,13
SZER-2	126,6	94,2	131,88	113,04	116,18	16,8107
BOB-II/1	113,04	113,04	131,88	109,9	116,97	10,0529
MOK-1	131,88	113,04	109,9	153,86	127,17	20,2686
D4B6	131,88	150,72	125,6	109,9	129,53	16,8851
F2B7	125,6	131,88	150,72	113,04	130,31	15,7
BA2GA3	175,84	153,86	109,9	131,88	142,87	28,3761

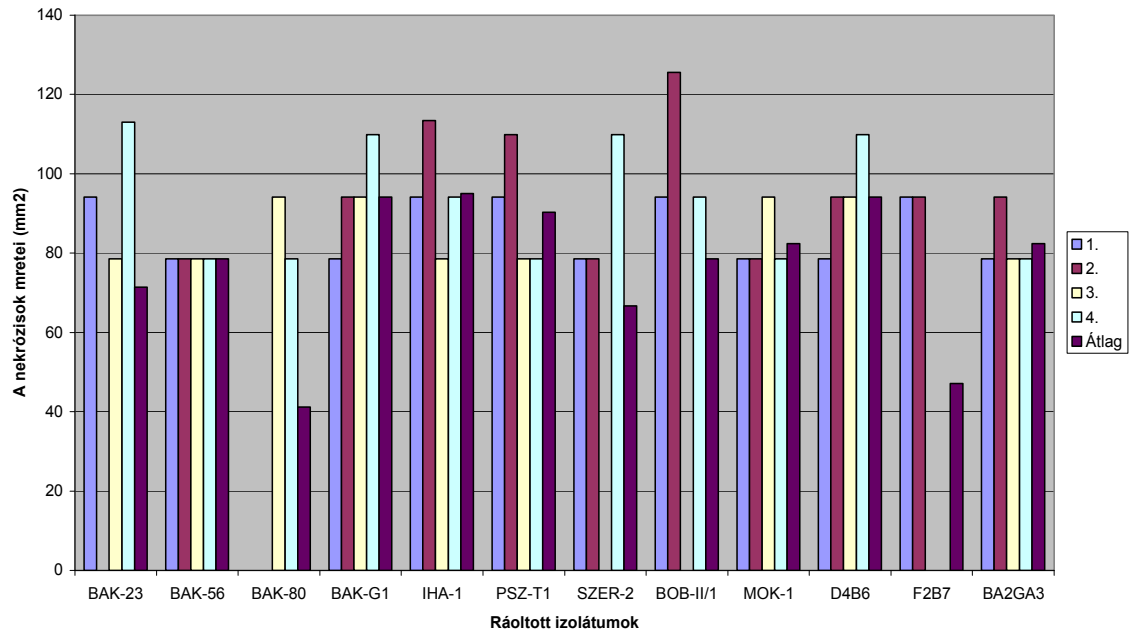


53. ábra: A *Q. cerris* ágdarabokon mért nekrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiaqramon kezelésenként és ismétlésenként

20. táblázat:

QUERCUS ROBUR f. fastigiata						
	A nekrózisok mérete (mm²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	94,2	0	78,5	113,04	71,44	49,6726
BAK-56	78,5	78,5	78,5	78,5	78,5	0
BAK-80	0	0	94,2	78,5	41,18	50,2645
BAK-G1	78,5	94,2	94,2	109,9	94,2	12,819
IHA-1	94,2	113,4	78,5	94,2	95,08	14,2836
PSZ-T1	94,2	109,9	78,5	78,5	90,28	15,0316
SZER-2	78,5	78,5	0	109,9	66,73	46,8814
BOB-II/1	94,2	125,6	0	94,2	78,5	54,3864
MOK-1	78,5	78,5	94,2	78,5	82,43	7,85
D4B6	78,5	94,2	94,2	109,9	94,2	12,819
F2B7	94,2	94,2	0	0	47,1	54,3864
BA2GA3	78,5	94,2	78,5	78,5	82,43	7,85

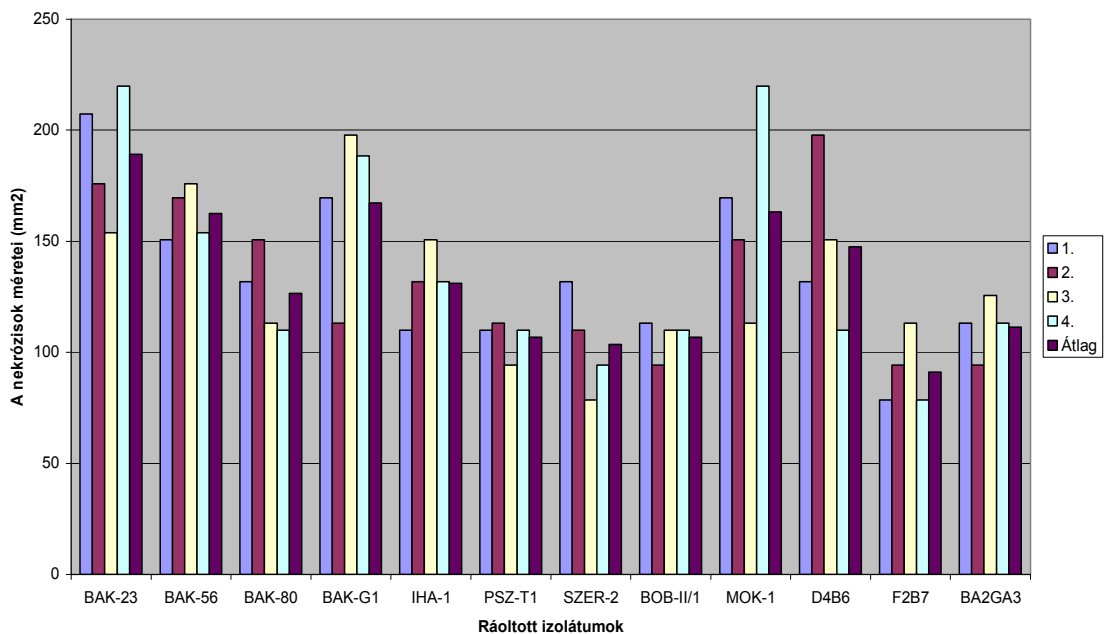
A nekrozisok méretei *Q. robur f. fastigiata* ágakon



54. ábra: A *Q. robur f. fastigiata* ágdarabokon mért nekrozisok méreteinek ábrázolása oszlopdiagramon kezelésként és ismétlésként

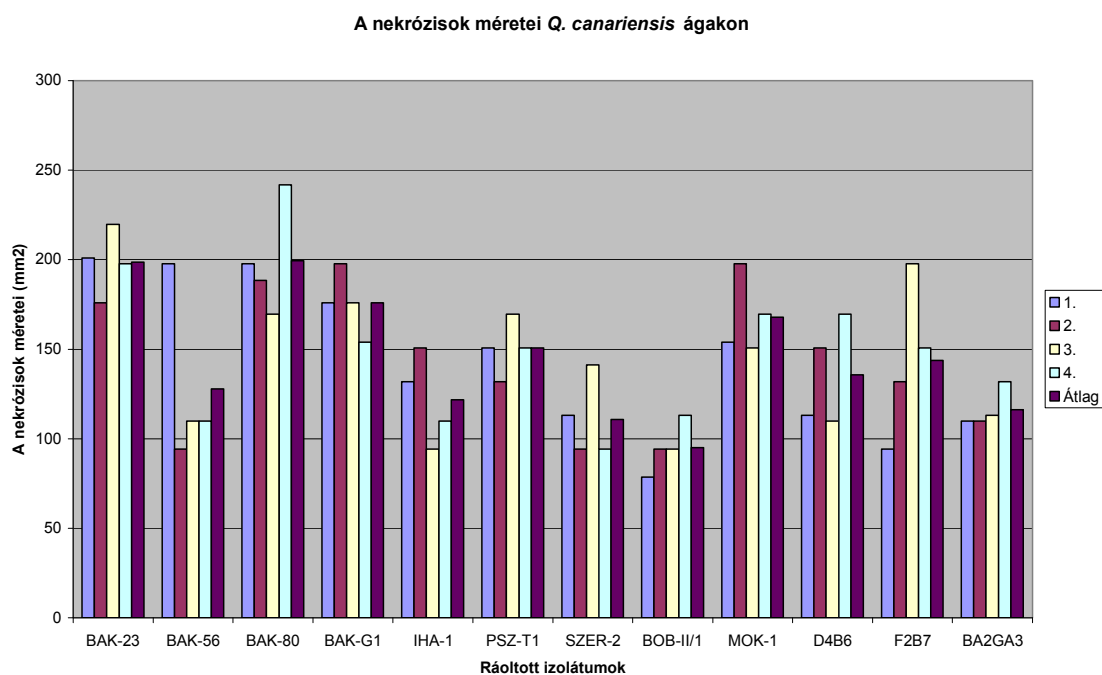
21. táblázat:

QUERCUS FRAINETTO						
	A nekrózisok mérete (mm ²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	207,24	175,84	153,86	219,8	189,19	29,94
BAK-56	150,72	169,56	175,84	153,86	162,5	12,1273
BAK-80	131,88	150,72	113,04	109,9	126,48	18,9053
BAK-G1	169,56	113,04	197,82	188,4	167,3	37,9732
IHA-1	109,9	131,88	150,72	131,88	131,1	16,6893
PSZ-T1	109,9	113,04	94,2	109,9	106,76	8,50316
SZER-2	131,88	109,9	78,5	94,2	103,62	22,7875
BOB-II/1	113,04	94,2	109,9	109,9	106,76	8,50316
MOK-1	169,56	150,72	113,04	219,8	163,28	44,4063
D4B6	131,88	197,82	150,72	109,9	147,58	37,4174
F2B7	78,5	94,2	113,04	78,5	91,06	16,4163
BA2GA3	113,04	94,2	125,6	113,04	111,34	12,9466

Anekrózisok méretei *Q. frainetto* ágakon55. ábra: A *Q. frainetto* ágdarabokon mért nekrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiagramon kezelésenként és ismétlésenként

22. táblázat:

QUERCUS CANARIENSIS						
	A nektrózisok mérete (mm ²)					
Minta:	1.	2.	3.	4.	Átlag	Szórás
BAK-23	200,96	175,84	219,8	197,82	198,61	18,0151
BAK-56	197,82	94,2	109,9	109,9	127,96	47,161
BAK-80	197,82	188,4	169,56	241,78	199,39	30,6049
BAK-G1	175,84	197,82	175,84	153,86	175,84	17,9466
IHA-1	131,88	150,72	94,2	109,9	121,68	24,7742
PSZ-T1	150,72	131,88	169,56	150,72	150,72	15,3828
SZER-2	113,04	94,2	141,3	94,2	110,69	22,2586
BOB-II/1	78,5	94,2	94,2	113,04	94,98	14,13
MOK-1	153,86	197,82	150,72	169,56	167,99	21,5268
D4B6	113,04	150,72	109,9	169,56	135,81	29,1615
F2B7	94,2	131,88	197,82	150,72	143,66	43,0821
BA2GA3	109,9	109,9	113,04	131,88	116,18	10,5708

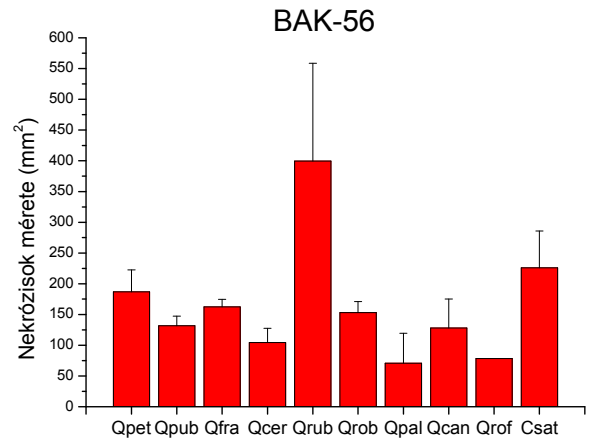
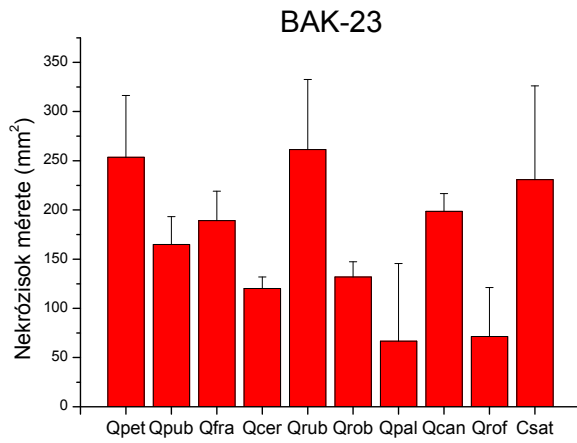
56. ábra: A *Q. canariensis* ágdarabokon mért nektrózisok méreteinek ábrázolása oszlopdiaqramon kezelésenként és ismétlésenként

Jelmagyarázat a 13-22. számú táblázatokhoz és a 46-56. számú ábrákhoz:

BAK-23	-	Bakonya 23 jelű tölgyről származó virulens izolátum
BAK-56	-	Bakonya 56 jelű tölgyről származó virulens izolátum
BAK-80	-	Bakonya 80 jelű tölgyről származó virulens izolátum
BAK-G1	-	Bakonya G1 jelű szelídgesztenyéről származó virulens izolátum
IHA-1	-	Iharos 1 jelű szelídgesztenyéről származó virulens izolátum
PSZ-T1	-	Pogányszentpéter T1 jelű tölgyről származó virulens izolátum
SZER-2	-	Szerednye 2 jelű szelídgesztenyéről származó virulens izolátum
BOB-II/1	-	Bobovisce-II/1 jelű szelídgesztenyéről származó virulens izolátum
MOK-1	-	Modry Kamen 1 jelű szelídgesztenyéről származó virulens izolátum
D4B6	-	Duchonka 4 B6 jelű tölgyről származó virulens izolátum
F2B7	-	F2B7 jelű magyarországi hipovirulens izolátum
BA2GA3	-	BA2GA3 jelű magyarországi hipovirulens izolátum
Kék 1	-	1. ismétlés,
Sárga 3	-	3. ismétlés,
Lila-átlag	-	Adott kezelés 4 ismétlésének átlaga
Bíbor 2	-	2. ismétlés,
Zöld 4	-	4. ismétlés,

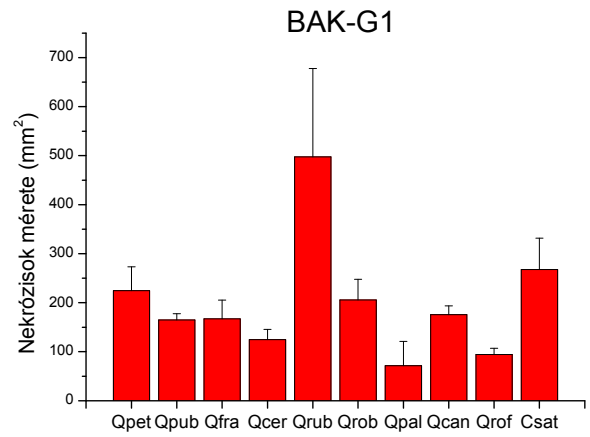
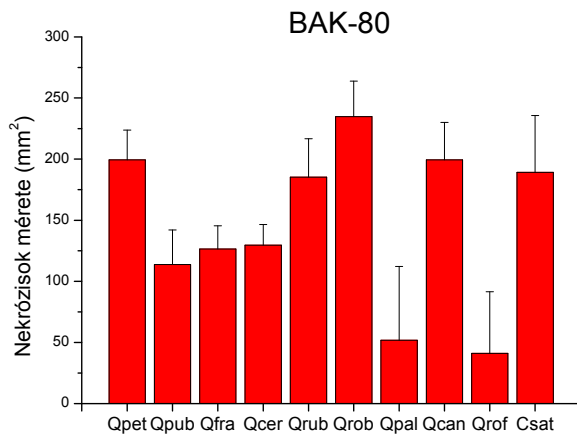
4.5.2. Statisztikai értékelés

A Mann-Whittney U-teszt és a Kruskal-Wallis-teszt segítségével végzett elemzések eredményeit szemléltetik az 57. ábra diagramjai és táblázatai, valamint a 23. táblázat. A *Q. rubra* és a *C. sativa*- érzékenysége a kezelések többségénél szignifikánsan magasabb a többi faj érzékenységénél. Két legfontosabb magyarországi tölgy fajunk, a *Q. petraea* és a *Q. robur* az előzőeknél ugyan kisebb mértékű, de az átlagosnál szintén nagyobb érzékenységet mutatott a kezelésekre használt kórokozó izolátumokkal szemben.



BAK 23	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra										
Qcer	*	*	*							
Qrub				*						
Qrob	*		*		*					
Qpal	*		*		*					
Qcan				*		*	*			
Qrof	*		*		*	*	*	*		
Csat				*		*	*		*	

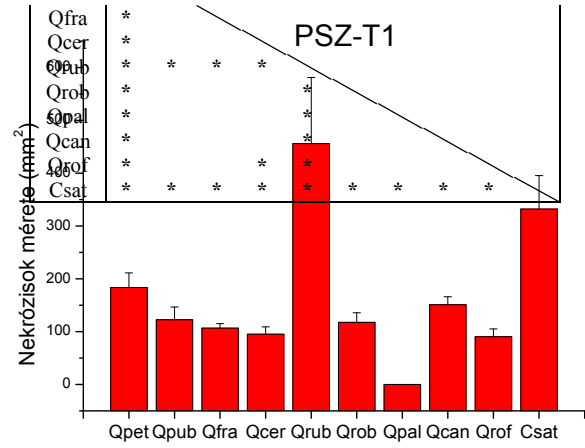
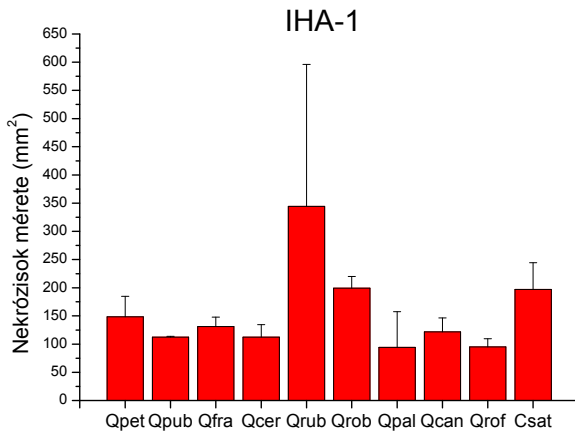
BAK 56	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra	*	*								
Qcer	*	*	*							
Qrub	*	*	*	*						
Qrob	*	*	*	*	*					
Qpal	*	*	*	*	*	*				
Qcan	*	*	*	*	*	*	*			
Qrof	*	*	*	*	*	*	*	*		
Csat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	



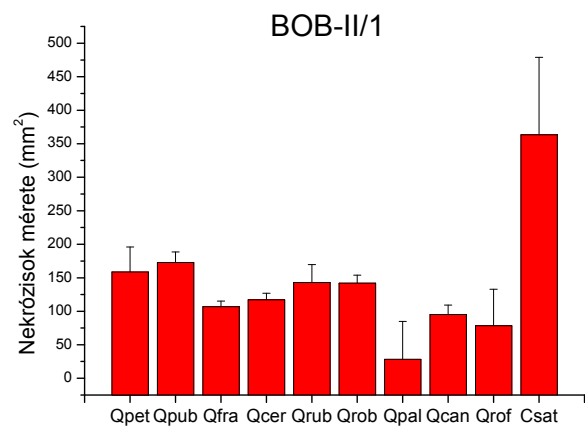
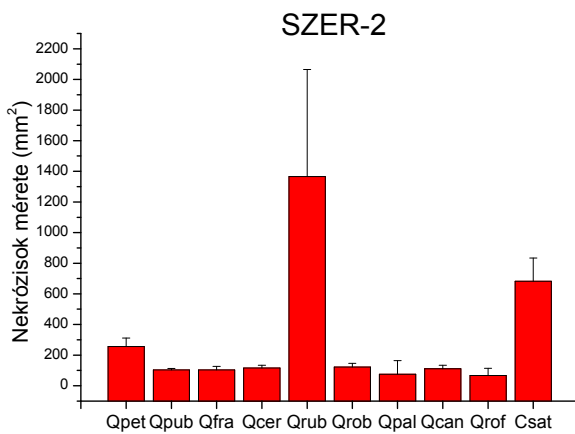
BAK 80	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra	*									
Qcer	*	*	*							
Qrub		*	*	*						
Qrob	*	*	*	*	*					
Qpal	*	*	*	*	*	*				
Qcan		*	*	*	*	*	*			
Qrof	*	*	*	*	*	*	*	*		
Csat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

BAK G1	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra	*	*								
Qcer	*	*	*							
Qrub	*	*	*	*						
Qrob	*	*	*	*	*					
Qpal	*	*	*	*	*	*				
Qcan	*	*	*	*	*	*	*			
Qrof	*	*	*	*	*	*	*	*		
Csat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

57a. ábra: A fajok fertőzöttsége (nekrózisok mérete) és a páronkénti összehasonlítás eredményei alkalmazott izolátumonként. Mann-Whittney U-teszt. A * a szignifikáns eltéréseket jelöli ($p < 0,05$), $n=4$.



IHA 1	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra										
Qcer										
Qrub		*		*						
Qrob		*	*	*						
Qpal						*				
Qcan						*				
Qrof	*	*	*		*	*				
Csat		*		*	*		*		*	

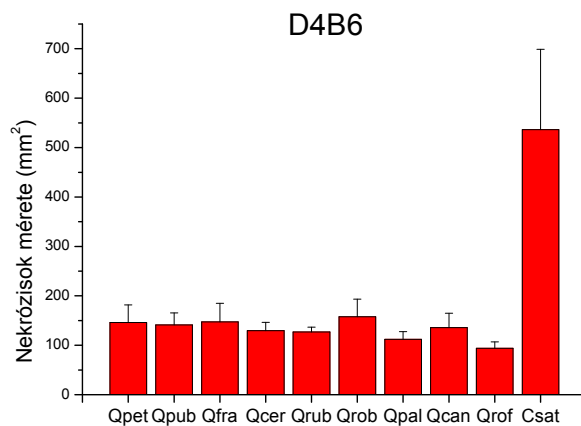
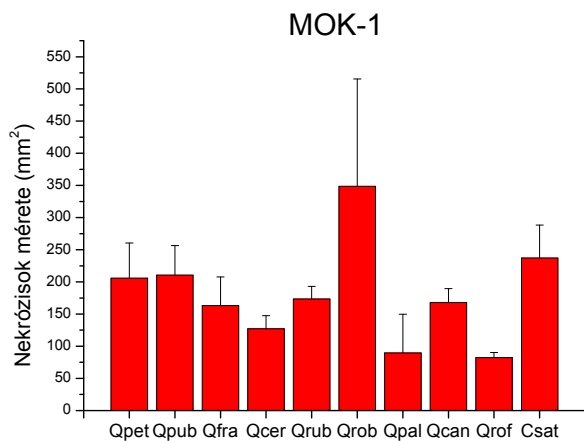


SZER 2	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									

PSZ T1	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra	*									
Qcer	*									
Qrub	*	*	*	*						
Qrob	*				*					
Qpal	*	*	*	*	*	*				
Qcan	*		*	*	*	*	*			
Qrof	*				*		*	*		
Csat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

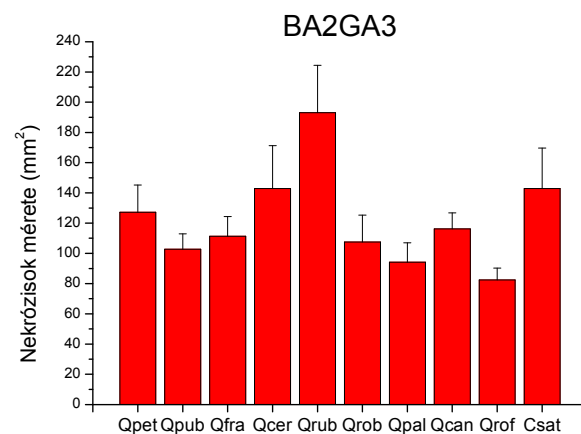
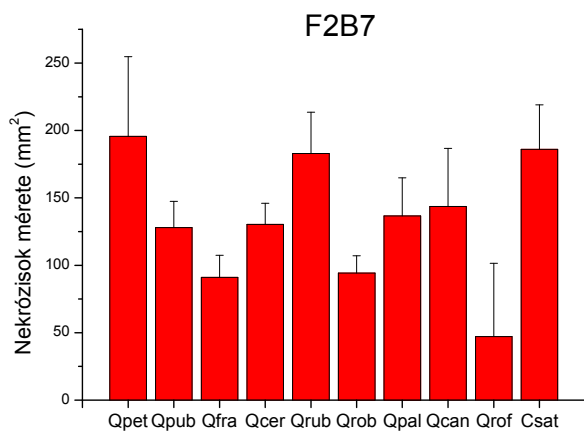
BOB II/1	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub										
Qfra	*	*								
Qcer		*								
Qrub			*							
Qrob			*	*						
Qpal	*	*			*	*				
Qcan	*	*			*	*				
Qrof	*	*			*	*				
Csat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

57b. ábra: A fajok fertőzöttsége (nekrózisok mérete) és a páronkénti összehasonlítás eredményei alkalmazott izolátumonként. Mann-Whittney U-teszt. A * a szignifikáns eltéréseket jelöli ($p < 0,05$), $n=4$.



MOK 1	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub										
Qfra										
Qcer		*								
Qrub				*						
Qrob			*	*	*					
Qpal	*	*			*	*				
Qcan					*	*	*			
Qrof	*	*	*	*	*	*	*	*		
Csat				*	*	*	*	*	*	

D4 B6	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub										
Qfra										
Qcer										
Qrub										
Qrob										
Qpal										
Qcan										
Qrof		*	*	*	*	*	*	*	*	
Csat	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*



F2 B7	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub										
Qfra	*	*								
Qcer			*							
Qrub		*	*	*						
Qrob	*	*		*	*					
Qpal					*	*				
Qcan							*			
Qrof	*	*		*	*	*	*	*		
Csat		*	*	*	*	*	*	*	*	

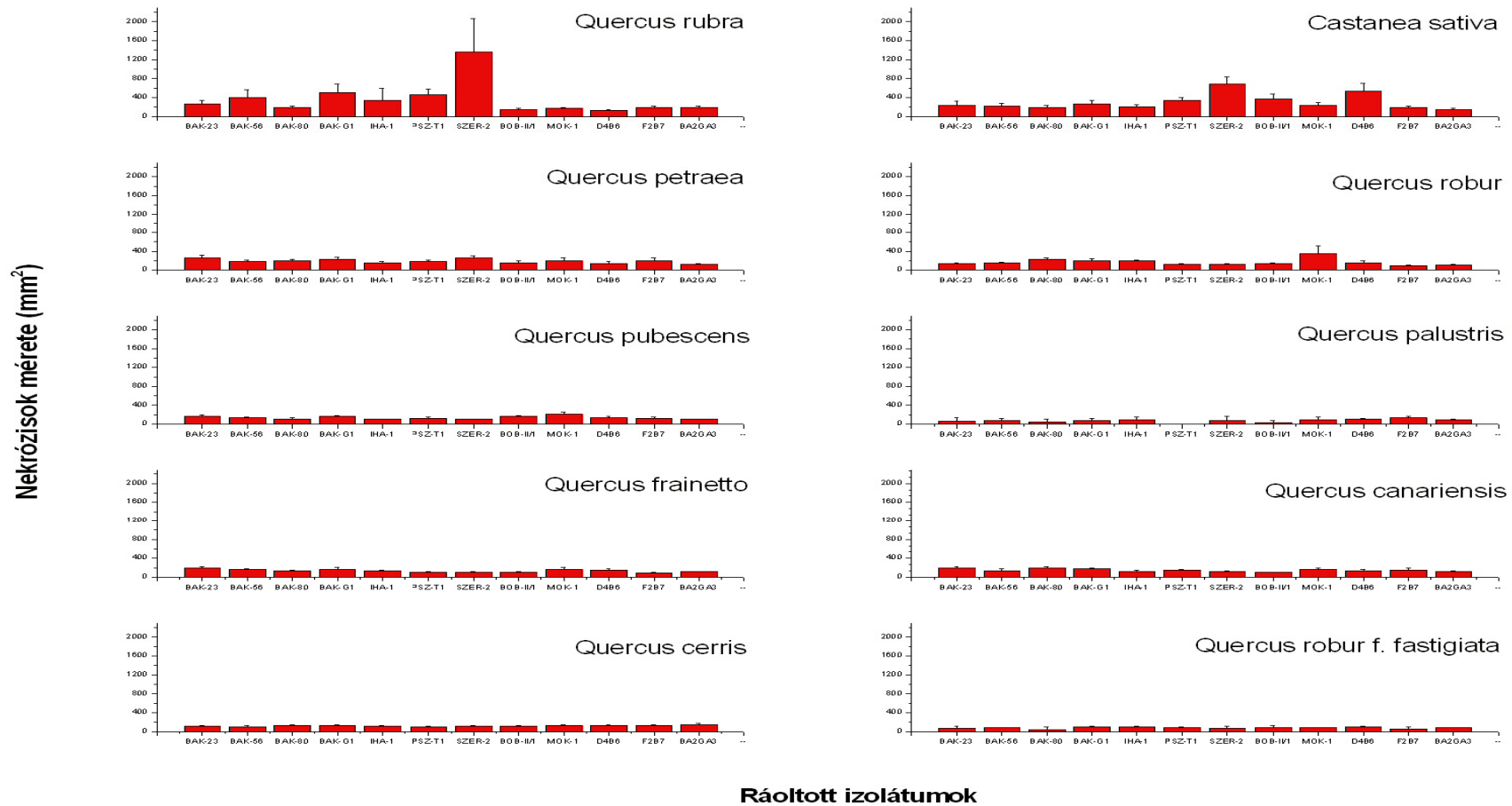
BA2 GA3	Qpet	Qpub	Qfra	Qcer	Qrub	Qrob	Qpal	Qcan	Qrof	Csat
Qpet										
Qpub	*									
Qfra										
Qcer										
Qrub	*	*	*							
Qrob					*	*				
Qpal	*			*	*	*				
Qcan					*	*	*			
Qrof	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Csat		*	*	*	*	*	*	*	*	*

57c. ábra: A fajok fertőzöttsége (nekrózisok mérete) és a páronkénti összehasonlítás eredményei alkalmazott izolátumonként. Mann-Whittney U-teszt. A * a szignifikáns eltéréseket jelöli ($p < 0,05$), $n=4$.

23. táblázat: A fajok fertőzöttségének (nekrózisok mérete) összehasonlítása alkalmazott izolátumonként. Kruskal-Wallis ANOVA, $df=9$, $n=4$. **: $p<0,01$.

izolátum	χ^2		izolátum	χ^2	
BAK23	31,233	**	SZER2	28,590	**
BAK56	33,684	**	BOB2	32,141	**
BAK80	33,047	**	MOK1	29,824	**
BAKG1	33,354	**	D4B6	22,455	**
IHA1	24,708	**	F2B7	28,583	**
PSZT1	35,626	**	BA2GA3	29,098	**

A patogenitási vizsgálat során keletkezett nekrosisok területi adatait szórás számítás módszerével is elemeztem. Az azonos kezelések 4 ismétlésének értékeiből kiszámítottam a számtani átlag értékeket, majd megállapítottam az attól való átlagos eltéréseket. Az elemzés eredményeit az 58. ábra diagramjain szemléltetem, amelyből jól érzékelhető, hogy a legnagyobb szórást a *Quercus rubra* adatai mutatják, különösen a kimagasló patogenitású kórokozó izolátumok (SZER-2) esetében



58. ábra: A patogenitási kísérlet adatainak szórás elemzése

4.6. Szabadföldi kezelések hipovirulens törzsekkel

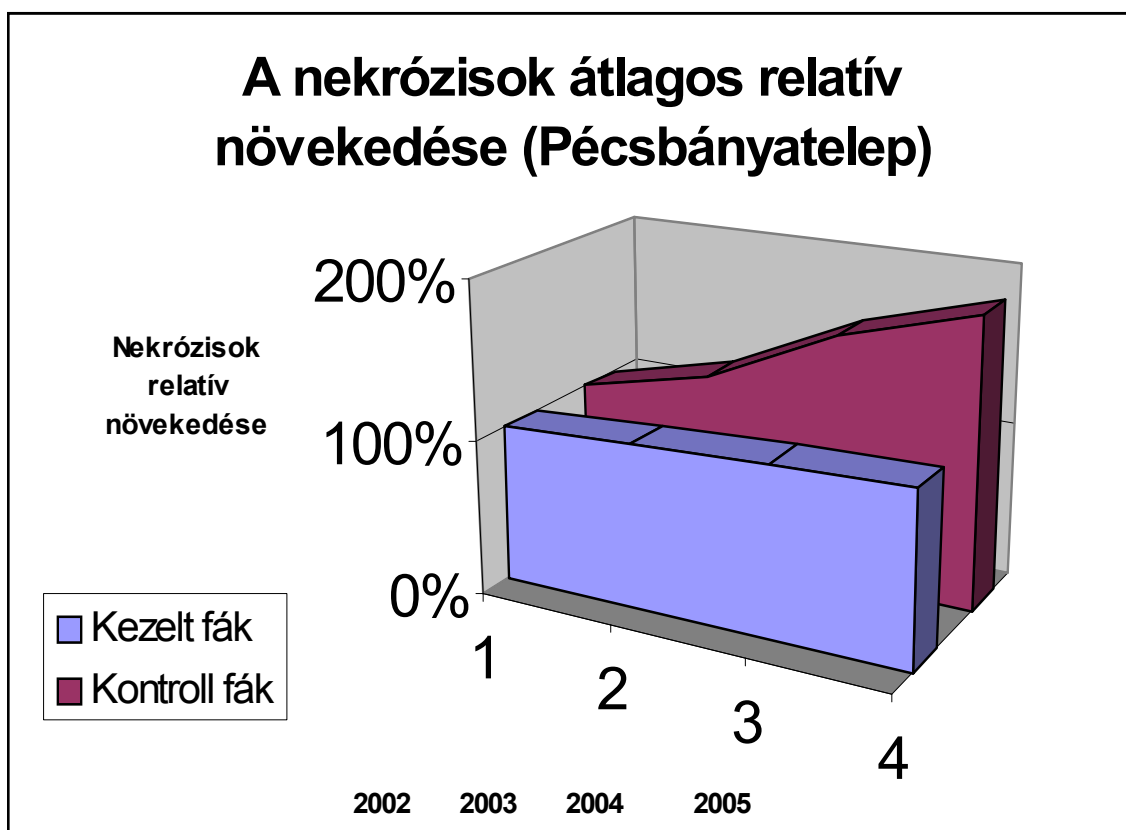
A *Cryphonectria parasitica* magyarországi természetes előfordulású hipovirulens törzseivel végeztünk kezeléseket Nagykanizsán, Pécsbányatelepen és Nagymaroson beállított referencia jellegű kísérletekben 2002-ben. Mindegyik kísérletben 25-25 kéregrákos fát kezeltünk hipovirulens tenyésztettel, és azonos számú kéregrákos kezeletlen kontroll fát jelöltünk ki a későbbi értékelésekhez.

Az értékeléseket 2003, 2004 és 2005 években végeztük. Megállapítottuk, hogy a *C. parasitica* által előidézett nektrózisok átlagos relatív növekedése a hipovirulens törzsekkel kezelt, konvertált fáknál szinte teljesen megállt, miközben a kezeletlen kontroll fákon a növekedés intenzíven folytatódott tovább. A kísérlet eredményeit láthatjuk a 24-27. táblázatokban, valamint a 59-61. ábrákon.

Hasonló kutatásokat végeztünk 2001-2003 években Pécsvárad-Zengővárkonyban a helyi Ösgesztenyés rehabilitációs programjában (62. ábra). Itt összesen 1000 db szelídgesztenye fát kezeltünk kuratív jelleggel a program első és második évében, azzal a céllal, hogy vizsgáljuk a hipovirulens törzsek természetes úton való szétterjedésének mértékét. Az oltásokat követő években értékeltük a kezelések hatásfokát. A 45. táblázat adataiból láthatjuk, hogy a 2002. évi kezelések hatásfoka 87 % volt. A kontroll fákon található nektrózisok 25 %-a kapta meg a mikovírus fertőzést a kezelést követő évben. Az újonnan megjelenő (eredetileg virulens) nektrózisok esetében a kezelt fákon kialakult nektrózisok 77 %-a, a kontroll fákon megjelent nektrózisoknak pedig a 17 %-a hipovírussal felülfertőződve hipovirulens jellegűvé vált. A kezeléssel mesterségesen beállított h/v arány az első évi 1,38-ról a második évben 1,68-ra változott, ami jól mutatja a hipovirulens törzsek természetes szétterjedését.

24. táblázat: A nektrózisok növekedése a pécsbányatelepi kísérletben

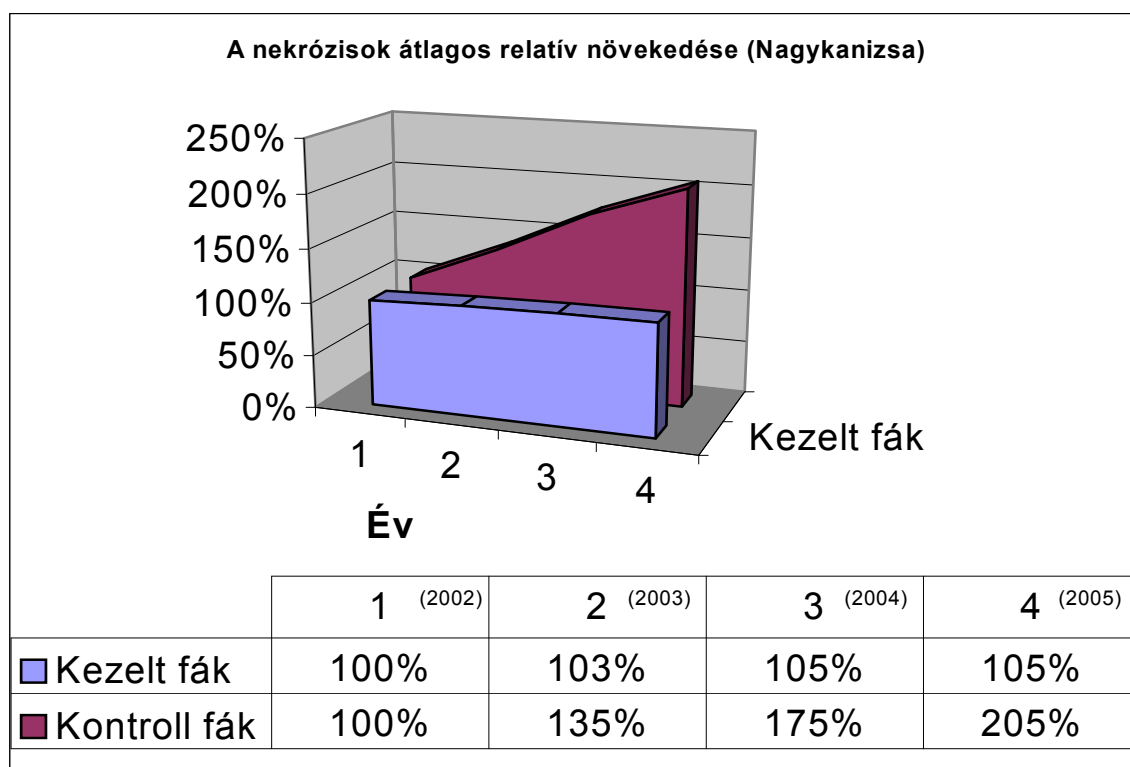
A nektrózisok átlagos relatív növekedése (Pécsbányatelep)				
Év:	2002	2003	2004	2005
Hipovirulens törzsekkel kezelt fák (25 db)	100 %	105 %	108 %	110 %
Kezeletlen kontroll fák (25 db)	100 %	120 %	160 %	185 %



59. ábra: A pécsbányatelepi kísérlet eredményeinek ábrázolása terület diagramon

25. táblázat: A nektrózisok növekedése a nagykanizsai kísérletben

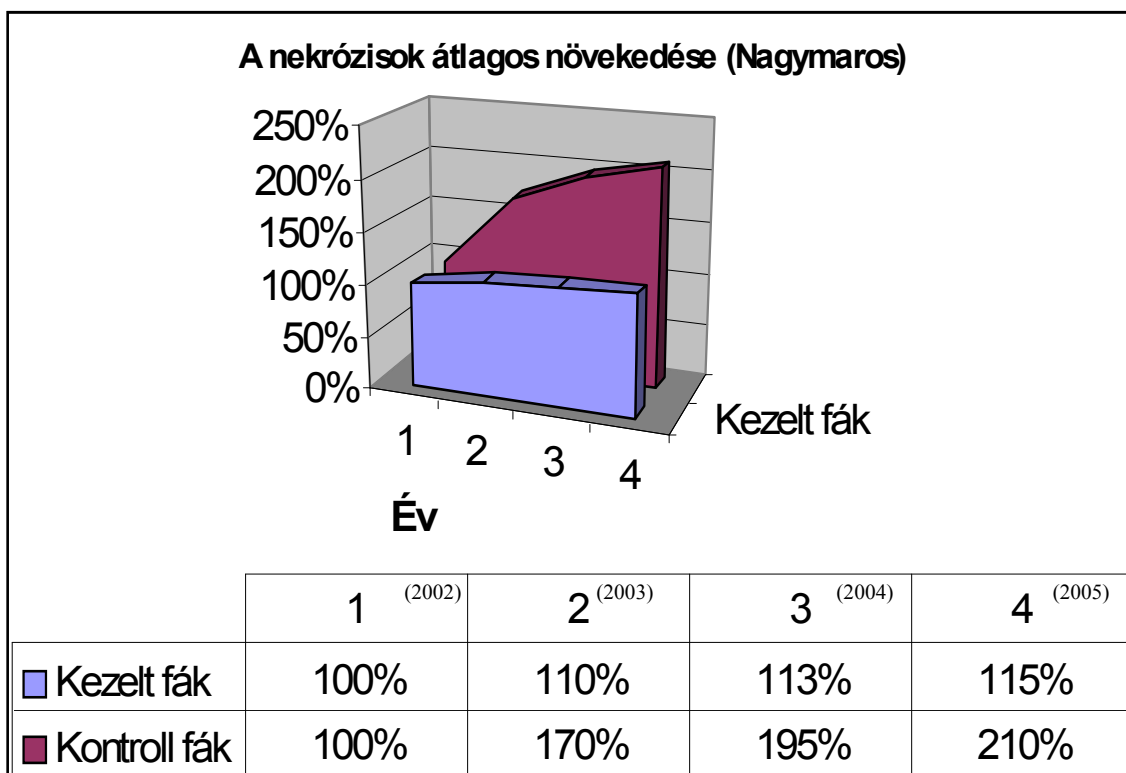
A nektrózisok átlagos relatív növekedése (Nagykanizsa)				
Év:	2002	2003	2004	2005
Hipovirulens törzsekkel kezelt fák (25 db)	100 %	103 %	105 %	105 %
Kezeletlen kontroll fák (25 db)	100 %	135 %	175 %	205 %



60. ábra: A nagykanizsai kísérlet eredményeinek ábrázolása terület diagramon

26. táblázat: A nektrózisok növekedése a nagymarosi kísérletben

A nektrózisok átlagos relatív növekedése (Nagymaros)				
Év:	2002	2003	2004	2005
Hipovirulens törzsekkel kezelt fák (25 db)	100 %	110 %	113 %	115 %
Kezeletlen kontroll fák (25 db)	100 %	170 %	195 %	210 %



61. ábra: A nagymarosi kísérlet eredményeinek ábrázolása terület diagramon

27. táblázat: A *Cryphonectria parasitica* hipovirulens izolátumainak jelenléte, valamint a hipovirulencia szétterjedése a zengővárkonyi területen

	2002.		2003.	
	kezelt	chv-mentes	chv	chv-mentes
Kezelt nektrózis (db)	240	0	210 (87%)	30 (13 %)
Kontroll nektrózis (db)	0	120	31 (25 %)	89 (75 %)
Újonnan kialakuló nektrózisok				
Kezelt fákon (db)	0	33	51 (77 %)	15 (23 %)
Kontroll fákon (db)	0	21	10 (17 %)	46 (83 %)
Hipovirulens/virulens arány	240/174 (1,38)		302/180 (1,68)	

Jelmagyarázat:

- chv-mentes - *Cryphonectria hipovírus* mentes
 chv - *Cryphonectria hipovírus*-t tartalmazó



62. ábra: Hipovirulens tenyészetekkel kezelt gyógyuló nektrózisok szelídesztenye fákon Pécsvárad-Zengővárkonyban (fotók: Tarcali G.)

4.7. Összehasonlító elemzés a kárpát-medencei *Cryphonectria parasitica* fertőzöttségre vonatkozó adatok között

4.7.1. A szelídgesztenye fertőzés mértékének összehasonlítása

A jelentősebb magyarországi szelídgesztenyések fertőzöttségének felmérése az 1990-es években megtörtént. Az akkori adatok összesen 650 ha termőterületet reprezentáló 24 felvételezési helyről származnak (RADÓCZ, 1997). A kórokozó által előidézett károk Magyarországon igen jelentősek, több helyen szinte totális pusztulást eredményeztek.

A fertőzöttségi %-ok felmért eredményeit elemezve megállapítható, hogy 0 % és 93 % között változnak az adatok. Néhány kisebb állományban (6-15 fa) 100 %-os (!) fertőzöttséget is regisztráltak. A jelentősebb termőhelyek közül a baranyai-körzetben található Zengővárkony bizonyult a legsúlyosabban fertőzöttnek, ahol két felvételezési helyen igen magas -93 %-os és 66 %-os- megbetegedést regisztráltak 1997-ben. Ezzel párhuzamosan a fertőzöttségi index értéke is itt volt a legsúlyosabb ($F_i = 3,38$). Igen komoly fertőzöttséget mutatott még Fertőszentmiklós ($F\% = 89$, 1995-ös adat), Nemeshegyes ($F\% = 78$, 1994-es adat) és Iharosberény ($F\% = 73$, 1994-es adat). Ugyanakkor teljesen fertőzésmentes állományokat is találtak Pilismaróton, illetve Hosszúhetényben (1994-es adatok).

A nagybányai eredményeket összevetve a magyarországi adatokkal megállapítható, hogy az ottani értékek alig maradtak el az előbbieken ismertetett magyarországi adatoktól. A Nagybányán regisztrált legmagasabb fertőzöttségi érték 97 % (NBV-II), ami szinte totális pusztulás, ugyanolyan tragikus, mint a zengővárkonyi helyzet. A többi, Romániában tapasztalt eredmény is hasonló a magyarországi átlagos fertőzési adatokhoz. Figyelemre méltó ugyanakkor a legmagasabb romániai fertőzési index értéke az NBV-II területen ($F_i=4,45$), ami a magyarországi értékeket is felülmúlja. Minden általunk vizsgált Nagybánya környéki szelídgesztenye termőhely *Cryphonectria parasitica* által fertőzöttnek bizonyult, ami arra utal, hogy a körzetet teljes egészében elárasztotta e veszélyes kórokozó.

Az Ukrajnában tapasztalt helyzet egyelőre sokkal kedvezőbb. Ott a fertőzés még alacsony szintűnek nevezhető, amit a vizsgálatok adatai jól reprezentálnak. A legmagasabb fertőzöttségi %-ot (29 %) a második szakaszban vizsgálni kezdett Rosztovjatiszja területén regisztráltuk, és a fertőzési index is e helyen volt a

legmagasabb ($F_i=2,66$). Ezek az értékek is és a többi fertőzöttnek talált terület adatai is jóval alatta vannak a magyarországi és romániai értékeknek. Fontos megemlíteni azt is, hogy az Ukrajnában általunk vizsgált területek majdnem fele teljesen fertőzésmentesnek bizonyult. Ez a jelenlegi helyzet a fertőzöttség tekintetében -hasonlóan a külföldi tapasztalatokhoz- valószínűleg fokozatosan súlyosbodni fog, viszont jó esélyt nyújt arra, hogy egy időben elkezdett és jól kidolgozott biológiai védekezési program meggátolhasson egy magyarországi vagy romániai szintű fertőzés kialakulását.

Az 1990-es években Szlovákiában is megtörténtek a részletes terepi felmérések. Általánosságban elmondható, hogy a kórokozó ott is széles körűen elterjedt, és egy-két kivételtől eltekintve szinte minden szelídgesztenye termőhelyen jelen van. Viszont az is megállapítható, hogy az okozott károk nagysága elmarad a magyarországi pusztítástól, vélhetően annak köszönhetően, hogy relatíve korábban megkezdődtek a helyi hipovirulens kezelések külföldi törzsek alkalmazásával, valamint időben és körütekintően végrehajtották a szükséges mechanikai védekezéseket.

4.7.2. A Kárpát-medence különböző termőhelyein jelenlévő vegetatív kompatibilitási csoportok összehasonlítása

A felmérések szerint Magyarországon szelídgesztenyén napjainkig 18 VCG jelenléte azonosított (RADÓCZ, 2004). Vannak olyan területek, ahol egyidejűleg több VCG van jelen. A hazánk területén leggyakoribb törzsek: az EU-10-es, EU-12-es és EU-16-os, amelyek erősítik azt a feltételezést, hogy a *Cryphonectria parasitica* Olaszország irányából érkezett Magyarországra, mivel az ottani domináns VCG-k is ugyanezek.

Szlovákiát a betegség feltételezhetően Magyarország irányából érte el. Ezt látszik igazolni az ottani VCG összetétel, ami egyelőre ott kevésbé bonyolult képet mutat, mint Magyarország területén. 8 vegetatív kompatibilitási csoport jelenlétét mutatták ki eddig Szlovákiában (JUHÁSOVÁ et al., 1999). A legjellemzőbb a Magyarországon is jelentős EU-12-es és EU-13-as törzs. Számos helyen viszont már a szlovákiai termőhelyeken is kimutatták több VCG egyidejű jelenlétét, ami arra utal, hogy a kórokozó szegregálódása ott is megkezdődött.

A romániai helyzet jelen állás szerint egyszerűbb. Ott csak 1 VCG (az EU-12-es) mutatható ki, ami arra utal, hogy a Szlovákiában és Magyarországon is egyik legjelentősebb kórokozó törzs telepedett meg, valószínűleg nyugati irányból -az említett két országból- bekerülve.

Ukrajna kárpátaljai területein ugyan egyelőre kisebb mérvű a fertőzöttség, viszont máris 2 VCG (EU-12-es és EU-13-as) mutatható ki, és szintén az feltételezhető, hogy a kórokozó nyugati irányból érkezett a területre. Ezt a feltételezést erősíti az a tény is, hogy a körzethez legközelebb eső korábbi felmérési helyen a kelet-szlovákiai Hárskúton (Lipovnik), ami Rozsnyó (Rožnava) közelében található, az ukrainai felmérési helyszínektől légvonalban 100-140 km-re, éppen az EU-12-es -s EU-13-as VCG-be tartozó törzseket azonosították be, illetve a legújabb adataink szerint az Ungvár térségével közvetlenül szomszédos, az ukrán-szlovák határ szlovákiai oldalán fekvő Petrovce térségében szintén az EU-12-es kórokozó törzs van jelen.

A *C. parasitica* tölgy fajokon történő felbukkanásával foglalkozó korábbi szakirodalmi adatokat jelen munka eredményei megerősítik, sőt sokkal részletesebb és pontosabb új adatokat rögzíttek. Egyértelmű, hogy a kórokozó immár a tölgyeket is komolyan veszélyezteti. A korábbi adatokat vizsgálataink adataival kibővítve

megállapítható, hogy Magyarország 3 termőközetének több helyén jelen van a betegség kocsánytalan tölgyeken, sőt egy esetben csertölgyön is regisztráltuk. Vizsgálataink alapján eddig 4 kórokozó törzs (EU-3, -9, -11, -16) jelenléte vált ismertté tölgyön Magyarországon, amelyek általában azonosak a tölgyek közvetlen szomszédságában élő fertőzött szelídgesztenyefákról kimutatható VCG-vel. A Bakonya 16 I területen a helyzet összetettebb, ott máris 2 VCG van jelen egyidejűleg a mintaterület vizsgált tölgyfáin. Az egyik (EU-9) egyezik a terület szelídgesztenyéin jelen lévő VCG-vel, a másik (EU-11) viszont nem. Ez utóbbi valószínűsíthetően valamelyik szomszédos területről került be a tölgyekre.

A romániai kéregrákos kocsánytalan tölgyeken (3 termőhelyen) azt a kórokozó törzset (EU-12) mutattuk ki, amelyik ugyanott a szelídgesztenyén is jelen van.

Szlovákiában 2 helyen van igazoltan jelen a kórokozó tölgyeken. Vizsgálatainkban mi csak az egyik területről tudtuk ezt kimutatni (Duchonka), ahol az EU-2-es VCG támad. Modry Kamen térségéből nem sikerült izolálnunk e betegséget tölgyről. Korábbi adatok szerint viszont már ott is felütötte a fejét tölgyön is, mégpedig ugyanaz a VCG (EU-12), amely a helyi szelídgesztenyéken is ott van (46. táblázat).

Ukrajnában a helyzet jelen állás szerint még nagyon egyszerű. Tölgyön ez idáig nem találtunk kimutatható *Cryphonectria parasitica* fertőzöttséget.

A Kárpát-medence különböző termőhelyein eddig felfedezett vegetatív kompatibilitási csoportokat és azonosításuk helyszíneit a 8. mellékletben foglalom össze. A táblázatban is egyértelműen látható, hogy az EU-12-es törzs a Kárpát-medence szinte minden termőhelyén megtalálható. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy a térségben eddig felfedezett 19 kórokozó törzsből az EU-25-ös kivételével Magyarországon is jelen van mindegyik.

28. táblázat: A kárpát-medencei termőhelyekről gyűjtött kéregminták kompatibilitási vizsgálata EU-teszter (EU-1-31) törzsekkel

Felvételezési helyek		EU - TESZTER TÖRZSEK / EU-1 — 31 /																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SZELÍDGESSZTENYE	NBB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBV-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBV-II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBV-III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NBT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BOB-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BOB-II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BOB-III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	BAK-16I/G-1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PSZ/G-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PM	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TÖLGY	NBV-II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	NBF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	NBT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	BAK-16I/T-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	BAK-16I/T-80	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	IHA	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PSZ/T-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

5. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A *Cryphonectria parasitica* által okozott kéregrákos megbetegedés kutatásával foglalkozó európai szakemberek a Kárpát-medence keleti részeit a kórokozó terjedésének jelenlegi „frontvonalaként” tartják nyilván. Felméréseink azt mutatják, hogy ez a tézis mára már csak részben igaz.

1. Elvégeztük a *Cryphonectria parasitica* elterjedésének felmérésére, valamint a kártétel mértékének megállapítására vonatkozó terepi vizsgálatokat szelídgesztenyén (*Castanea sativa*) és tölgyeken (*Quercus* spp.) Észak-Erdélyben, Kárpátalján, Szlovákiában valamint egyes dunántúli termőhelyeken. Megállapítottuk, hogy a kórokozó már minden vizsgált körzetben jelen van. Romániában szelídgesztenyén és tölgyön is megtalálható a kórokozó, Ukrajnában jelenleg még csak szelídgesztenyén. Magyarországon több szelídgesztenye ültetvénnel szomszédos vagy elegyes állományban megbetegítette a tölgyfákat is a gomba. Szlovák termőhelyeken hasonló következtetésre jutottunk felméréseink során. Eredményeinket összegezve kijelenthetjük, hogy a *Cryphonectria parasitica* napjainkra a Kárpát-medence teljes területén elterjedt. A szelídgesztenyét mindenütt támadja, és az ukrainai termőhelyek kivételével egyre több helyen tölgyeken is felbukkan az általa kiváltott betegség. A Romániában regisztrált adatok arra engednek következtetni, hogy az ottani területek már nem tekinthetők frontvonalnak. Ma már a Nagybánya környéki szelídgesztenye termőhelyeket egyértelműen fertőzött, egyes részeit súlyosan fertőzött helyekként kell nyilvántartanunk. A nyugat-ukrainai régióra jelenleg még igaz a megállapítás, hogy a betegség terjedésének pillanatnyi keleti határvonala. De a kórokozó már ott is jelentős mértékben jelen van, és a környező termőhelyek tapasztalatait figyelembe véve várható a fertőzés viszonylag gyors szétterjedése, mértékének súlyosbodása.

2. Terepi felméréseink alkalmával kéregmintákat gyűjtöttünk fertőzött vagy gyanús tüneteket mutató szelídgesztenyékről, illetve tölgyekről laboratóriumi vizsgálatok céljaira. A román és az ukrán területekről ilyen jellegű vizsgálat még nem történt. A laboratóriumi vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy Romániában jelenleg 1 kórokozó törzs, az EU-12-es VCG van jelen szelídgesztenyén, és a helyi tölgyeket is ugyanez a törzs támadja. Az ukrainai eredetű, szelídgesztenyéről származó izolátumokból a gomba 2 törzsét, az EU-12-es, valamint EU-13-as VCG-t

azonosítottuk. Az eredmények alapján megerősíthető az a feltételezés, hogy a kárpátaljai és Nagybánya környéki szelídgesztenye termő területek nagy valószínűséggel Szlovákia irányából fertőződhetek, hiszen a két említett kórokozó törzs ott is a leggyakoribbak közé tartozik. A romániai és ukrainai körzetekben viszonylag kedvezőnek mondható a helyzet abból a szempontból, hogy a kórokozó helyi szegregálódása még nem kezdődött meg. Úgy tűnik, jelenleg még csak a természetes terjedés útján bekerült kórokozó törzsek vannak jelen mindkét helyen. A felméréseken fertőzöttnek bizonyult magyarországi tölgyesekben általában azokat a kórokozó törzseket detektáltuk, amelyek a terület szelídgesztenyéit támadják. A szlovákiai minták esetében is hasonló következtetésre jutottunk.

3. 9 tölgy fajon és kontrollként szelídgesztenyén patogenitási vizsgálatot végeztem. Az eredmények egyértelművé tették, hogy a legtöbb tölgy faj (különböző mértékben) fogékony a betegségre. A eredmények alapján elmondható, hogy kiemelkedően fogékony a vörös tölgy (*Quercus rubra*), de a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) és a kocsányos tölgy (*Quercus robur*) is egyértelműen érzékenységet mutatott. A vizsgálat során oltóanyagként alkalmazott különböző *C. parasitica* izolátumok virulenciájában jelentős eltérések mutatkoztak.

4. A felmért kárpátaljai és erdélyi körzetekből csak virulens kórokozó törzseket azonosítottunk. Hipovirulens törzseket eddig nem találtunk. Azok helyben, természetes úton várhatóan kialakulnak/kialakulhatnak, de a nyugat-európai termőhelyek tapasztalatai alapján a folyamat akár évtizedeket is igénybe vehet. Ennek kivárására nincs lehetőség. A Kárpát-medence más régióiban fellelt hipovirulens törzsek adaptálása és gyors gyakorlati alkalmazása ellenben lehetőség arra, hogy a kórokozó agresszív terjedését és károkozását mérsékelhessük, a szelídgesztenyéseket, s ezzel párhuzamosan a veszélyeztetett tölgyeseket eredményesen megvéddhessük.

A laboratóriumi vizsgálatok eredménye szerint van olyan magyarországi eredetű natív hipovirulens törzs (PJ-2) amely a képes a virulens izolátumok konvertálására, és a gyakorlatban is alkalmazható lehet a Kárpát-Medence keleti részein szelídgesztenyéről beazonosított virulens kórokozó törzsek elleni biológiai védekezésre. A tölgyek esetében is találtunk olyan hazai natív (PJ-2) vagy *in vitro* konvertált hipovirulens törzseket (L13xW31, FS8xW31, FS8x88, FS1xGA13, FS4x146, B1xBF, A3xB7),

amelyek *in vitro* képesek voltak bizonyos mértékű konverzióra a virulens gomba izolátumokkal.

Kísérletet állítottunk be a hipovirulens törzsek természetes úton való szétterjedése mértékének vizsgálata céljából. Megállapítottuk, hogy a kezelést követő első évben a h/v (hipovirulens/virulens) arány 1,38-ra növekedett, a második éves értékelésnél pedig ez a mutató 1,68-ra változott. Az eredmény jól mutatja a hipovirulens törzsek természetes szétterjedésének mértékét.

5. A kéregrák elleni egyetlen hatékony védekezési eljárás a hipovirulens törzsek alkalmazása. Magyarországon és Szlovákiában a szelídgesztenye állományok hipovirulens kórokozó törzsekkel történő biológiai védelme egy kidolgozott és a gyakorlatban eredményesen alkalmazott eljárás. Fontos e módszer adaptálása az ukrainai és romániai termőhelyekre, valamint a tölgyekre is. Ehhez folyamatosan figyelemmel kell kísérni a kórokozó továbbterjedését és szegregálódását. Fel kell készülni a fokozottabban veszélyeztetett kocsányos tölgyesek preventív jellegű kezelésére is egy komolyabb mérvű kéregrák járvány megelőzése céljából, amelyre alkalmas lehet a hipovirulens törzsekkel végrehajtott biológiai módszer.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr nevű gomba kórokozó felbukkanása és világméretű elterjedése XX. század egyik súlyos csapása volt a szelídgesztenye számára. A gomba szinte teljesen elpusztította az USA-ban az amerikai szelídgesztenye (*Castanea dentata*) állományt. A XX. század közepén a kór bekerült Európába, és kontinensünkön is súlyosan károsította az európai szelídgesztenye (*Castanea sativa*) erdőket és ültetvényeket. 1969-ben Magyarországon is felfedezték a betegséget. A súlyos kór a hazai szelídgesztenyések nagy részét megtámadta. Az 1990-es évek végén kéregrákos tüneteket találtak dél-dunántúli fiatal tölgyfákon is, ami tovább fokozza a kórokozó jelentőségét. A betegség elleni védekezés nehéz feladat, hagyományos módszerekkel szinte lehetetlen megoldani. Áttörést jelentett e kérdésben a kórokozó csökkent virulenciájú ún. hipovirulens törzseinek felfedezése, majd felhasználása biológiai védekezésként. A módszert Magyarországon is adaptálták és alkalmazzák.

A kutatók a betegség terjedésének jelenlegi „frontországaként” tartják nyilván a közép- és kelet-európai országokat. A Kárpát-medence nyugati régióiban már korábban megtörtént a szelídgesztenye állományok fertőzöttségének felmérése, és így Magyarországról és Szlovákiáról pontos képünk van e tekintetben. Sokkal kevesebb információnk volt viszont a keleti régiókban található szelídgesztenyések egészségi állapotáról. Romániában, Nagybánya körzetében már 1984-ben felfedezték a kórokozó tüneteit szelídgesztenyén (FLOREA és POPA, 1989), de részletes vizsgálatok, felmérések az észlelésen túlmenően kutatásainkig nem készültek. Ukrajnából egyáltalán nem volt semmilyen dokumentált információ a szelídgesztenye kéregrákkal kapcsolatosan ott végzett felméréseink előtt. Mi azonosítottuk be a *C. parasitica* ukrajnai jelenlétét.

Kutatásaink céljaul tűztük ki a következőket:

1. Az említett kárpát-medencei területek alapos vizsgálatát a betegség jelenlétére vonatkozóan, a fertőzöttség mértékének felmérését szelídgesztenyén és tölgy fajokon.
2. A begyűjtött kéregminták alapján a kórokozó törzseinek laboratóriumi beazonosítását.
3. Az azonosított kórokozó törzsek konverziós vizsgálatát hipovirulens törzsekkel.
4. Patogenitási vizsgálat elvégzését különböző tölgy fajokon.

5. A Kárpát-medence különböző termőhelyeinek összesítő, összehasonlító elemzését.

A kutatás eredményeinek összegzése:

1. Romániában Nagybánya (Baia Mare) körzetében végeztünk terepi felméréseket 2002-2006. években több szelídgesztenye állományban. Megállapítottuk, hogy a kéregrák tüneteinek 1984-ben történt első észlelése óta a kórokozó tragikus mértékben elterjedt a területen, és komoly károkat okozott. A legsúlyosabban fertőzött helyen (Nagybánya-Veresvíz II.) a fertőzöttség több mint 90 %-os volt, és a fertőzöttségi index (Fi) is nagyon magas (még a korábban Magyarországon regisztrált értékeknél is magasabb) 4,38-as értéket mutatott, ami gyakorlatilag azt jelenti, hogy a fertőzött fák túlnyomó többsége e helyen elpusztult. 2004-2006-ban nagybányai vizsgálatainkat kiterjesztettük a szelídgesztenyésekben elegyesen található kocsánytalan tölgyekre is. 2004. 06. 11-én 3 vizsgálati helyszínen tölgyön is felfedeztük a betegség tüneteit. A fertőzöttség %-os értéke elmaradt ugyan a szelídgesztenyénél tapasztaltaktól, de mért tendenciája növekedést mutat. Utolsó terepi vizsgálatunk alkalmával Nagybánya-Felsőtótfalun már 30 %-os volt a legmagasabb F % érték kocsánytalan tölgyön.

Ukrajnában Ungvár (Uzsgorod) és Munkács (Munkachevo) környékén 2001-től 2006-ig végeztünk terepi vizsgálatokat. Megállapítottuk, hogy a fertőzés már oda is „megérkezett”. A megvizsgált helyek egy részét még teljesen fertőzésmentesnek találtuk, másik részükben (Szerednye, Bobovisce) viszont 2001.04.20-án beazonosítottuk a betegséget szelídgesztenyén, igaz még alacsony fertőzöttségi értékeket regisztrálva. 2004-ben egy újabb szelídgesztenye állományban (Rosztovjatitszja) is felleltük a kórokozót. 2004-től kezdődően kocsánytalan tölgyeket is vizsgáltunk a felmért területeken, de napjainkig kéregrák által megbetegített tölgyfát Ukrajna területén nem fedeztünk fel.

A romániai és ukrajnai kéregrák fertőzöttség felmért adatait statisztikai módszerrel is vizsgáltuk. Az elemzés szerint a több éven át értékelt területek F% és Fi adatainak trendje egyértelműen növekvő tendenciát mutat.

Magyarországi és szlovákiai kutatásaink elsősorban a tölgyek vizsgálatára irányult. Szlovákiában Duchonka térségében találtunk kéregrákos kocsánytalan tölgyeket. Magyarország területén 3 körzetben vizsgáltuk többségében kocsánytalan tölgyek esetleges fertőzöttségét. A Dunakanyar körzetében nem találtunk a kórokozó

jelenlétére utaló tünetet tölgyön. A Zalai körzet 2 állományában (Iharosban és Pogányszentpéteren) találtunk *C. parasitica* által megtámadott kocsánytalan tölgyeket. A baranyai körzetben 5 állományt vizsgáltunk. A Bakonya-16I jelű szelídgesztenye hagyásfákkal és csertölgygel elegyes kocsánytalan tölgy ültetvényben jelentős számú kéregrákos fiatal tölgyfát találtunk. A területen 150 fából álló mintaterületet jelöltünk ki, amelyet 2004. óta évente értékelünk populáció dinamikai adatgyűjtés céljából. A beteg fák száma évről-évre növekszik a mintaterületen, és a fertőzöttség mértéke is fokozatosan súlyosbodik.

2. A betegség tüneteit mutató fák kérgeiből mintákat vettünk, amelyeket laboratóriumban vizsgáltunk. Többségükből eredményesen ki tudtuk tenyészteni a *Cryphonectria parasitica* gomba virulens változatát. A vegetatív kompatibilitási tesztek során Nagybánya körzetéből a kórokozó gomba 1 vegetatív kompatibilitási csoportját, az EU-12-es VCG-t diagnosztizáltuk. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a kórokozó genetikai elkülönülése még nem kezdődött el e térségben, ami pozitív a biológiai védekezés lehetősége szempontjából, könnyítheti annak gyakorlati kivitelezési lehetőségét. A romániai termőhely kéregrákos kocsányos tölgyeiről begyűjtött kéregmintákból ugyanazt a kórokozó törzset (EU-12 VCG) azonosítottuk, amelyik a helyi szelídgesztenyéket pusztítja.

Az ukrainai kéregminták laboratóriumi tesztjei során megállapítottuk, hogy a szerednyei (Seredne) termőhelyről származó izolátum különbözik a többi tenyésztettől, vagyis inkompatibilis volt azokkal. Ez azt mutatta, hogy az ukrainai körzetben legalább 2 VCG van jelen. Az EU-teszter törzsekkel történt párosítások során beazonosítottuk a két Ukrajnában talált kórokozó törzset, mégpedig az EU-13-as VCG-t a szerednyei termőhelyen, az EU-12-es VCG-t pedig a boboviscei és rosztovjatitszjai állományokban.

A szlovákiai Duchonka-n talált kéregrákos tölgyeket a laboratóriumi vizsgálat eredménye szerint az EU-2-es kórokozó törzs fertőzte meg. Ez a VCG a környék több szelídgesztenye ültetvényén is jelen van.

Magyarország területéről a Zalai körzet 2 állományából (Iharos és Pogányszentpéter) mutattuk ki a kórokozót kocsánytalan tölgyön. Mindkét helyen ugyanazt a VCG-t azonosítottuk be, amely az adott termőhely szelídgesztenyéit is fertőzi (Iharos-EU-3, Pogányszentpéter-EU-16). A Baranyában fertőtöttnek talált Bakonya 16-I területéről származó kéregminták laboratóriumi vizsgálata azt az

eredményt mutatja, hogy az ott felmért állományban 2 kórokozó törzs van jelen a kocsánytalan tölgyeken. Az egyik az EU-9 VCG, amely a terület egy db kocsánytalan tölgyéről (BAK-16I/80) lett beazonosítva, s ugyanez a törzs mutatható ki a mintaterületen lévő szelídgesztenyékről is. A másik beazonosított VGC az EU-11, amely a mintaterület többi fertőzött kocsánytalan tölgyéről, valamint egy csertölgyről lett kimutatva. Ez a törzs jelen van a körzet más területeinek szelídgesztenyéin, és valószínűleg azok irányából kerülhetett a vizsgált állományba.

3. A laboratóriumi vizsgálatok során elvégeztük a virulens ukrainai és romániai izolátumok konverziós tesztelését magyarországi eredetű hipovirulens tenyészetekkel. A PJ-2 jelű magyarországi natív hipovirulens törzs konverziót mutatott a Nagybányáról szelídgesztenyéről származó izolátumokkal. A nagybánya környéki tölgyeket támadó gombatörzsek esetében a PJ-2-es hazai törzs, valamint több *in vitro* konvertált hipovirulens törzs (L13xW31, FS8xW31, FS8x88, FS1xGA13, FS4x146, B1xBF, A3xB7) konverziót mutatott a virulens izolátumokkal. A Kárpátaljáról származó minták hipovirulens törzsekkel történő párosításainál nem sikerült konverziót kimutatnunk.

4. Patogenitási vizsgálatot végeztem különböző tölgyfajok nyugalmi állapotban lévő ágdarabjain abból a célból, hogy információt kapjunk az egyes fajok *C. parasitica* iránti fogékonyságára. A vizsgálat eredménye szerint a *Quercus rubra* (vörös tölgy) a legfogékonyabb a betegségekre. Az ágdarabokon kialakult nekrozisok területe a vörös tölgy esetében nagyobb volt, mint a kontrollként használt szelídgesztenye ágdarabokon. A kísérlet eredményeit statisztikai módszerek alkalmazásával is alátámasztottam.

5. A felmérési adatok és a vizsgálati eredmények alapján összegezve megállapítható, hogy a *Cryphonectria parasitica* intenzíven terjed tovább az eddig még mentes kelet-európai térségek irányában. Az a tény viszont, hogy a betegség még nem túl régen van jelen a Kárpát-medence már megfertőződött keleti területein könnyítheti a gyors biológiai védekezési eljárás kidolgozását és kivitelezhetőségét, hatékony hipovirulens törzsek mesterséges szétterjesztése útján. Kijelenthető az is, hogy a gesztenyetermő körzetekben található tölgyesek is egyre komolyabban veszélyeztetettek, és fel kell készülni a tölgyek megvédésére is a kórokozóval szemben.

SUMMARY

„Chestnut blight” disease caused by the *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr [syn: *Endothia parasitica* (Murr.) And.] causes big damages of the chestnut stands throughout the world. First at the beginning of the XXth. century it destroyed almost the whole American chestnut (*Castanea dentata*) populations in the USA. In the middle of the last century the pathogen was transferred into Europe, infected and destroyed the European chestnut (*Castanea sativa*) populations in the West European countries. Then the disease spread towards Central Europe, and arrived to the Carpathian-Basin. Chestnut blight symptoms were reported first on chestnut in Hungary in 1969. In the next twenty years the pathogen attacked most of the Hungarian chestnut stands. Until 1998 the fungus was only detected on chestnut in Hungary. Then blight symptoms were also detected on some young sessile oak (*Quercus petraea*) trees in South-Transdanubie. Therefore *C. parasitica* could be a more serious potential parasite for our forests.

Nowadays the Middle and East European regions are reported as the”frontline” of the epidemic of *C. parasitica*. Our investigations took place in this regions of the Carpathian-Basin. Main goals of our studies were the followings:

- estimating damages caused by *Cryphonectria parasitica* in the Carpathian-Basin (in Romania, in Ukraine, in Slovakia and in Hungary),
- laboratory investigations of the collected samples and isolates,
- pathogenical examination on branches of different oak trees,
- examinations using by hypovirulent strains to study their capacity for the practical biological protection,
- evaluation and analysis of the results achieved.

Cryphonectria parasitica was reported in Romania on chestnut in 1984, but there were not any other examinations. Our work was the first investigation near Baia Mare. 7 chestnut sites were examined in 2002-2006. *C. parasitica* was spread throughout the territory and symptoms were easily visible, but differences were observed in the destruction among the different growing sites. The ratio of the infected trees (I%) was more then 90 % on the most damaged site (Baia Mare-Veresváz II. section), and the index of the infection (Ii) was also high (4,38) on that place. After the field investigations laboratory examinations were carried out, which showed that only 1

VCG of the pathogen exists on the examined Romanian areas what was vegetatively compatible with the EU-12 strain. In the 2004 infected oak trees with bark necrosis were also found in Baia Mare. According to the results of the laboratory examinations oak trees were infected by the same *C. parasitica* strain (EU-12) that was detected from Romanian chestnut.

In Ukraine our examinations were done in 2001-2006 near the towns of Uzhgorod and Munkacevo. There were symptoms of *C. parasitica* found in three examined chestnut stands. It was the first report of this fungus in Ukraine. Laboratory examinations showed that every isolate from Ukraine was virulent, and there were two VCG-s (EU-12, EU-13) of the pathogen. Infected oak trees by chestnut blight were not yet found in Ukraine.

In Hungary and in Slovakia we principally researched oaks. Infected oak trees were detected in Slovakia near Duchonka. EU-2 pathogen strain was identified from the Slovakian sites. In Hungary three growing areas were examined. Blight symptoms were identified on two areas (Zala-county and Baranya-county). All of the isolates were virulent. EU-3 (from Iharos), EU-16 (from Pogányszentpéter), EU-9 and EU-11 (from Bakonya) pathogen strains were identified from bark samples of infected Hungarian oaks.

Romanian and Ukrainian isolates were paired Hungarian hypovirulent strains. Only one Hungarian hypovirulent strain (PJ-2) were able to convert isolates from Romanian chestnuts. There were several Hungarian hypovirulent strains (PJ-2, L13xW31, FS8xW31, FS8x88, FS1xGA13, FS4x146, B1xBF, A3xB7) which were able to convert isolates from Romanian oaks. There was not any conversion between hypovirulent strains and Ukrainian originated isolates. Hungarian virulent isolates were converted with several hypovirulent strain. Field applications by hypovirulent strains were also done. The natural spreadig capacity of hypovirulent strains were measured. According to the results of the examinations the rate of hypovirulent/virulent strains increased. It was 1,38 in the first year of the estimation, but it was 1,68 in the second year.

Pathogenical examinations were done on branch pieces of different oak species. Our main goal was to research the susceptibility of oak species to *Cryphonectria parasitica*. According to the results of this study red oak (*Quercus rubra*) was the most susceptible to the fungus. Necrosis on the branches of red oak caused by *C. parasitica* were bigger than necrosis on chestnut branches.

A SZAKIRODALOM JEGYZÉKE

- ANAGNOSTAKIS, S. L. (1977): Vegetative incompatibility in *Endothia parasitica*. Exp. Mycol. 1. p. 306-316.
- ANAGNOSTAKIS, S. L. (1983): Conversion to curative morphology in *Endothia parasitica* and its restriction by vegetative compatibility. Mycologia. 75. p. 777-780.
- ANAGNOSTAKIS, S. L. (1987): Chestnut blight: The classical problem of an introduced pathogen. Mycologia. 79. p. 23-37.
- ANAGNOSTAKIS, S. L. (1995): Release of genetically engineered chestnut blight fungus. Report on progress. USDA/APHIS/BBEP, Washington D.C., USA. pp. 5.
- ANAGNOSTAKIS, S. L., WAGGONER, P. E. (1981): Hypovirulence, vegetative incompatibility and the growth of cankers of chestnut blight. Phytopathology. 71. p. 1198-1202.
- ANDERSON, P. J., ANDERSON, H. W. (1912): The chestnut blight fungus and a related saprophyte. Phytopathology. 2. p. 204-210.
- ANDERSON, P. J., BABCOCK, D. C. (1913): Field studies on the dissemination and growth of the chestnut blight fungus. Pennsylvania Chestnut Tree Blight Comm. Bull. 3. pp. 46.
- ÁLLAMI ERDÉSZETI SZOLGÁLAT (2002): Magyarország erdőállományai, 2001. Állami Erdészeti Szolgálat. Budapest. pp. 250.
- BALDACCI, E., ORSENIGO, M. (1952): Chestnut blight in Italy. Phytopathology. 42. p. 38-39.
- BALOGHNÉ NY. A. (2005): Mezőgazdasági növénytan alapjai. Egyetemi jegyzet. DE ATC, Debrecen, p. 223.
- BALOGHNÉ NY. A., TRÓCSÁNYINÉ K. ZS. (2002): Mezőgazdasági növények szervezettana. Egyetemi jegyzet. DE ATC, Debrecen, p. 205.
- BARR, M. E. (1978): The *Diapothales* in North-America. Mycologia Memoir. 7. ed.: J. Cramer, Lehre, Germany. pp. 232.
- BATSON, W. E., WITCHER, W. (1968): Live Oak Cankers Caused by *Endothia parasitica*. Published with the approval of the Director, South Carolina, Agricultural Experiment Station, as Technical Contribution No. 705. p. 1473-1475.

- BAZZIGHER, G. (1955): Über Tannin-und Phenolspaltende Fermente von *Endothia parasitica*. Phytopathol. Z. 24. p. 265-282.
- BAZZIGHER, G. (1981): Selection of blight-resistant chestnut trees in Switzerland. Eur. J. For. Pathol. 11. p. 197-207.
- BAZZIGHER, G., KANZLER, E., KUHNER, T. (1981): Irreversible Pathogenitätsverminderung bei *Endothia parasitica* durch übertragbare Hypovirulenz. Eur. J. For. Pathol. 11. p. 358-369.
- BÁNÓ I., RETKES J. (1965): A kámoni arborétum. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 214.
- BIRAGHI, A. (1946): Il cranco del castagno causato da *Endothia parasitica*. Ital. Agric. 7. p.406-412.
- BIRAGHI, A. (1948): Prove di inoculazione di castagni con *Endothia* sp. isolata in Biscaglia. Ann. Sper. Agric. 2. p. 687-691.
- BIRAGHI, A. (1950): Caratteri di resistance in *Castanea sativa* nei confronti di *Endothia parasitica*. Boll. Stn. Patol. Veg., Rome. 7. p. 161-171.
- BISSEGGGER, M., HEINIGER, U. (1991): Chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) north of the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmensdorf, Switzerland. p. 250-252.
- BOUNOUS, G., PAGLIETTA, R., CRADDOCK, J. H., BELLINI, E. (1993): An overview of chestnut breeding. in: Proceed. Int. Congress on Chestnut, Univ. Perugia, Spoleto, Italy. p. 251-269.
- COOK, M. T., WILSON, G. W. (1915): The influence of the tannin content of the host plant on *Endothia parasitica* and selected species. Bot. Gaz. 60. p. 346-361.
- CORTESI, P., RIGLING, D., HEINIGER, U. (1998): Comparison of vegetative compatibility types in Italian and Swiss subpopulations of *Cryphonectria parasitica*. Eur. J. For. Path., 28. p. 167-176.
- DALLAVALLE, E., ZAMBONELLI, A. (1999): Epidemiological role of strains of *Cryphonectria parasitica* isolated from hosts other than chestnut. Eur. J. For. Path., 29. p. 97-102.
- DAVIS, D. D., TORSELLO, M. L. (1999): Characteristics of the chestnut blight fungus isolated from scarlet oak in Pennsylvania. Proceedings, 12-th Central Hardwood Forest Conference, 1999. February 28 - March 2., Lexington, KY. Gen. Tech. Rep. SRS-24. Asheville, NC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. p. 235-239.

- DEL GUERRA, L. (1948): Le malattie parassitarie ed i castagneti del Piemonte e della Liguria. Ital. For. Mont. 3. p. 266-287.
- DELEN, N. (1979): Studies on the control possibilities of chestnut blight (*Endothia parasitica* (Murr.) And.) in Turkey. J. Turkish Phytopath. 8. p. 51-76.
- DODDS, J. A. (1980): Revised estimates of the molecular weights of dsRNA segments in hypovirulent strains of *Endothia parasitica*. Phytopathology. 70. p. 1217-1220.
- DONAUBAUER, E. (1964): Untersuchungen über die Variation der Krankheitsanfälligkeit verschiedener Pappeln. Mitt. FBVA. Maria Brunn. p. 70-120.
- EKE I., GÁL T. (1975): Az *Endothia parasitica* (Murr.)Anderson elterjedése Magyarországon és a védekezés lehetőségei. Növényvédelem. 11. p. 405-407.
- EKE I., GÁL T. (1977): Az *Endothia parasitica* (Murr.)And. aszkospóra szóródásának éves menete. Növényvédelem. 13. p. 352-358.
- EKE I., SELMECZI J. (1984): A gesztenye növényvédelme. in: A gesztenyetermesztés technológiája. Szerk. GÁL T., SELMECZI J., NTÁ Zalaegerszeg, p. 16-30.
- ELKINS, J. R., GRIFFIN, G. J., STIPES, R. J. (1978): Blight development and Methyl-2-Benzimidazole Carbamate levels in bark tissues of American chestnut trees following soil injection of benomyl. in: Proc. Am. Chestnut Symp. eds.: W. L. MacDonald, F. C. Cech, J. Luchok, H. C. Smith, WV University Books, Morgantown, USA. p. 73-79.
- FEKETE L., BLATTNY T. (1913): Az erdészeti jelentőségű fák és cserjék elterjedése a magyar állam területén. I. Selmezbánya. Joerges Á. Ny., p. 86.
- FINESCHI, S., GILLET, E., MALVOLTI, M. E. (1990): Genetics of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.), genetic analysis of zymograms of single tree offspring. Silvea genetica. 39. p.188-194.
- FLOREA, S., POPA, I. (1989): Diseases of the edible chestnut reported in the fruit growing area of Baia Mare. In: *Cercetarea stiintifica in sluibă productiei pomicole 1969-1989. Bucuresti, Romania, 1989.* p. 365-372.
- FRIGIMELICA, G., FACCOLI, M. (1999): Preliminary report on the occurrence of *Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr on different tree species in Friuli Venezia-Giulia (Italy). www. actahort. org.
- FULBRIGHT, D. W. (1984): Effect of eliminating dsRNA in hypovirulent *Endothia parasitica*. Phytopathology. 74. p. 722-724.

- GÁNCS V. (2002): A szelídgesztenye kéregrájkját okozó *Cryphonectria parasitica* előfordulása és patogenitása tölgyeken. Diplomamunka. NYME, Erdőmérnöki Kar, Erdő- és Faanyagvédelmi Intézet, Sopron.
- GENCSI L., VANCSURA R. (1997): Dendrológia, Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 728.
- GLITS M. (1993): A gesztenye betegségei. in: Kertészeti növénykórtan. Szerk. FOLK GY., GLITS M., Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 226-228.
- GRAVATT, G. F. (1952): Blight on chestnut and oaks in Europe in 1951. Plant Dis. Rep. 36. p. 111-115.
- GRENTE, J. (1965): Les forme hypovirulentes d *Endothia parasitica* et les espoirs de lutte contre la chancre du chataignier. C. R. Seances Acad. Agric. Fr. 51. p. 1033-1037.
- GRENTE, J., BERTHALAY-SAURET, S. (1978): Biological control of chestnut blight in France. in. Proc. Am. Chestnut Symp. eds.: MacDONALD, W. L., CECH, F. C., LUCHOK, J., SMITH, H. C., WV University Books, Morgantown, USA. p. 30-34.
- GRENTE, J., SAURET, S. (1969): Le hypovirulence exclusive, est-elle controlee par des determinants cytoplasmiques? C.R. Seances Acad. Sci. Fr. 268. p. 3173-3176.
- HARDEGGER, E., RIEDER, W., WALSER, A., KUGLER, F. (1966): Konstitution des Diaporthin und Synthese der Diaporthinsause. Helv.Chim.Acta. 49. p. 1283-1290.
- HEALD, F. D., GARDNER, M. W. (1913): Preliminary notes on the relative prevalence of pycnospores and ascospores of the chestnut blight fungus. Science.37. p. 916-917.
- HEALD, F. D., STUDHALTER, R. A. (1914): Birds as carries of the chestnut blight fungus. J. Agr. Res. 2. p. 405-422.
- HEALD, F. D., STUDHALTER, R. A. (1915): Seasonal duration of ascospore expulsion of *Endothia parasitica*. Amer. J. Bot. 2. p. 429-448.
- HEALD, F. D., WALTON, R. C. (1914): The expulsion of ascospores from the perithecia of the chestnut blight fungus. Amer. J. Bot. 1. p. 499-521.
- HEBARD, F. V., GRIFFIN, G. J., ELKINS, J. R. (1984): Developmental histopathology of cankers incited by hipovirulent and virulent isolates of *Endothia parasitica* on susceptible and resistant chestnut trees. Phytopathology. 74. p. 140-149.

- HEBARD, F. V., KAUFMAN, P. B. (1978): Chestnut callus-cultures: Tannin content and colonization by *Endothia parasitica*. in: Proc. Am. Chestnut Symp. eds.: W.L. MacDonald, F.C. Cech, J. Luchok, H.C. Smith, WV University Books, Morgantown, USA. p. 63-70.
- HEINIGER, U., RIGLING, D. (1994): Biological control of chestnut blight in Europe. Ann. Rev. Phytop. 32. p. 581-599.
- HILLMAN, B. I., FULBRIGHT, G. W., NUSS, D. L., VAN ALFEN, N. K. (1994): *Hypoviridae*. in: Sixth report of the International Comm. for the Tax. of Viruses. ed.: MURPHY, F. A., Springer-Verlag, New-York, USA. p. 30-65.
- HOGAN, E. P., GRIFFIN, G. J. (2002): Incomplete movement of *Cryphonectria hipovirus 1* within a vegetative compatibility type of *Cryphonectria parasitica* in natural cankers on grafted American chestnut trees. Eur.J. For.Path.32., p. 331-344.
- JAYNES, R. A. (1978): Selecting and breeding blight resistant chestnut trees. in: Proc. Am. Chestnut Symp. eds.: W.L. MacDonald, F.C. Cech, J. Luchok, H.C. Smith, WV University Books, Morgantown, USA. p. 4-6.
- JAYNES, R. A., DE PALMA, N. K. (1984): Natural infection of nuts of *C. dentata* by *Endothia parasitica*. Phytopathology. 74. p. 296-299.
- JAYNES, R. A., ELLISTON, J. E. (1980): Pathogenicity and canker control by mixtures of hypovirulent strains of *Endothia parasitica* on American chestnut. Phytopathology. 70. p. 453-456.
- JAYNES, R. A., Van ALFEN, N. K. (1974): Control of American chestnut blight by trunk injection with MBC. Phytopathology. 64. p. 1479-1480.
- JUHÁSOVÁ, G. (1976): A summary of knowledge of fungal diseases of Spanish chestnut in Slovakia. Forestry 38. p. 449-460.
- JUHÁSOVÁ, G., ADAMČIKOVÁ, K., RADÓCZ, L. (1999): Results on testing of virulent and hypovirulent isolates of the fungus *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr with European testers. in: Book of Abst. International Congress on Chestnut, Sopron, Hungary. p. 49-50.
- JUHÁSOVÁ, G., KAMENICKÁ, A., BERTHALAY-SAURET, S., RADÓCZ, L. (1993): Biological protection and regeneration of *Castanea sativa* Mill. By means of *in vitro* methods. in: Proc. Int. Congress on Chestnut, Univ. of Perugia, Spoleto, Italy. p. 519-522.

- JUHÁSOVÁ, G., KOBZA, M., ADAMČIKOVÁ, K., RADÓCZ, L., TARCALI, G. (2006): Results of the use of *Cryphonectria parasitica* hypovirulent strains in Hungary and in Slovakia. Proceedings of 4-th International Plant Protection Symposium at Debrecen University, 18-19. October, 2006. Debrecen, Hungary, p. 78-84.
- JUHÁSOVÁ, G., KULCSAROVÁ, K. (2002): A *Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr előfordulása tölgyeken. 48. Növényvédelmi Tudományos Napok. Összefoglalók. Budapest, 2002. március 6-7: p. 79.
- JUHÁSOVÁ, G., RADÓCZ L. (1995): Biológiai védekezés a szelídgesztenyekört előidéző gomba (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr) ellen a kórokozó hipovirulens törzseinek felhasználásával. Növényvédelem. 31. p. 169-176.
- KERESZTESI B. (1967): A tölgyek. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 637.
- KÖRTVÉLY A. (1970): A gesztenye endotias kéregelhalása. Növényvédelem. 6. p. 358-361.
- KÖRTVÉLY A. (1984): A gesztenye endotias kéregelhalása. in: Gyümölcsfák védelme. Szerk. JENSER G., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 112-114.
- KÖVICS GY. (2000): Növénybetegséget okozó gombák névtára. Mezőgazda Kiadó, Budapest. p. 255.
- KRISTÓ L. (1995): Erdőműveléstan I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. p. 175.
- LINDBERG, G. D. (1959): A transmissible disease of *Helminthosporium victoriae*. Phytopathology. 49. p. 29-32.
- LIU, Y.-C., DOUBLE, M. L., MacDONALD, W. L., MILGROOM, G. (2002): Persistence of *Cryphonectria* hypoviruses after their release for biological control of chestnut blight in West Wirginia forests. Eur. J. For. Path. 32. p. 345-356.
- LUIZI, N., GENTILE, T. M., SICOLI, G., TURCHETTI, T. (1992): Outbreaks of *Cryphonectria parasitica* on *Quercus* species and their epidemiological role. Recent Advances in Studies on Oak Decline. Proceeding of the International Congress. Selva di Fasano (Brindisi), Italy, Sept. 13-18. 2002. p. 95-104.
- MacDONALD, W. L., FULBRIGHT, D. W. (1991): Biological control of chestnut blight: use and limitations of transmissible hypovirulence. Plant. Dis. 75. p. 656-661.
- MÁTYÁS V. (1967): A tölgyek dendrológiai ismertetése. in: A tölgyek. Szerk. Keresztesi B., Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 51-90.

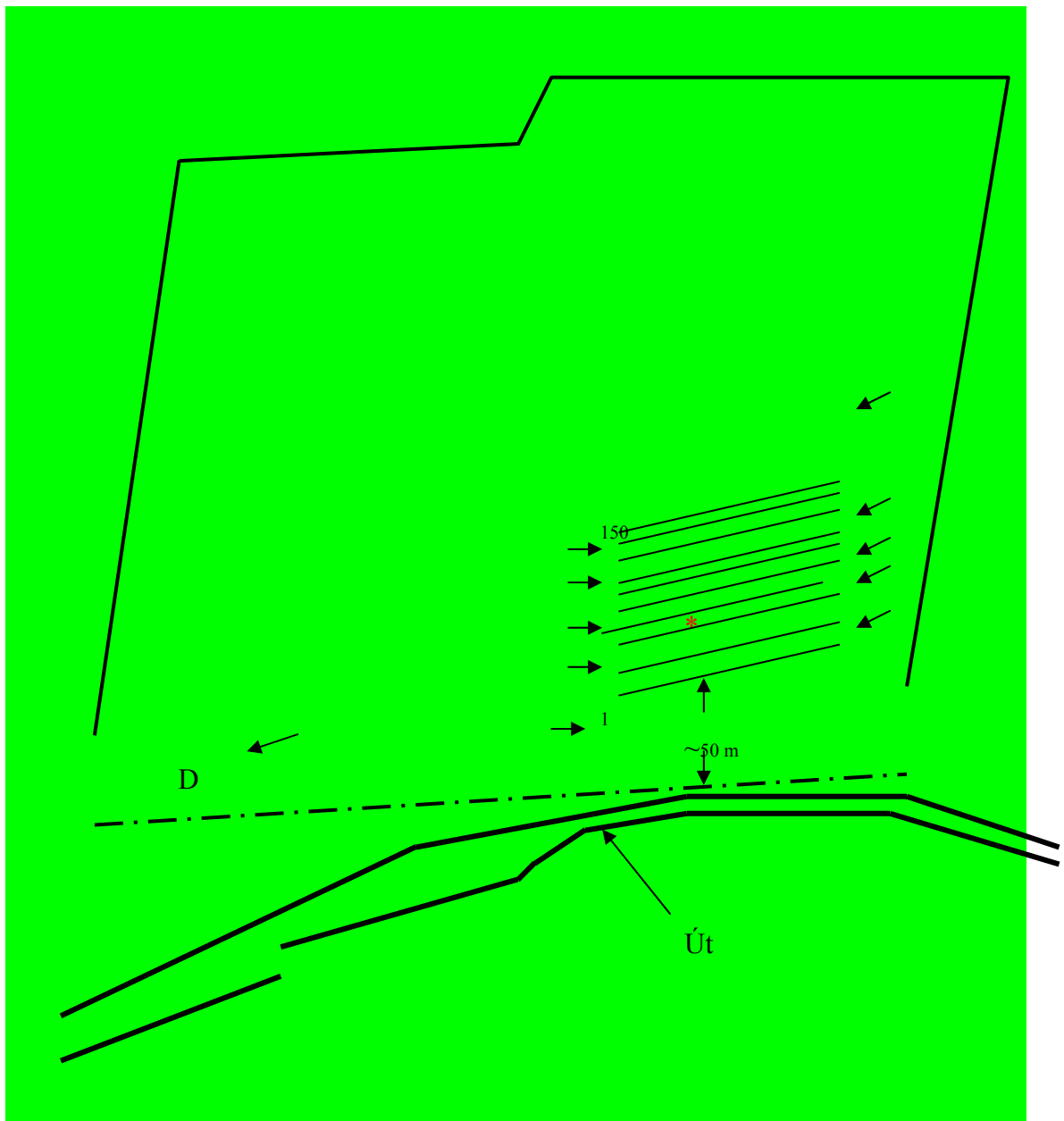
- Mc CABE, E. (1974): New hope for American chestnuts organically. *Org. Gard. Farm.* 21. p. 117.
- MERKEL, H. W. (1906): A deadly fungus on the American chestnut. *N.Y. Zool. Soc. Am. Rep.* 10. p. 204-210.
- MOFFITT, E. M., LISTER, R. M. (1975): Application of serological screening test for detecting double-stranded RNA mycoviruses. *Phytopathology.* 65. p. 851-859.
- PAGONY H. (1967): A tölgyek fontosabb betegségei, károsítói és az ellenük való védekezés. in: *A tölgyek.* Szerk. Keresztesi B., Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 555-621.
- PALLAGI G. (2003): A *Cryphonectria parasitica* vizsgálata tölgyeken és szelídgesztenyén a Soproni hegyvidéken. *Diplomaterv.* Sopron. pp. 37.
- PÉCH D. (1903): A külföldi farmerek hazánkban való telepítéséről. *OEE kiadása.* Budapest. Pátria Ny., p. 36.
- POWELL, W. A. (1995): Vegetative incompatibility and mycelial death of *Cryphonectria parasitica* detected by pH indicator. *Mycologia.* 87. p. 738-741.
- RADÓCZ L. (1994a): A szelídgesztenyekór I. *Élet és Tudomány.* 42. p. 1321-1323.
- RADÓCZ L. (1994b): A védekezés lehetőségei a szelídgesztenyekórt előidéző (*Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr) gombabetegség ellen. *Poszter. IV. Növényvédelmi Fórum Összefoglaló. PATE. Keszthely.* p. 70.
- RADÓCZ L. (1995): A hipovirulencia jelenségének, valamint biológiai védekezési eljárásokban való alkalmazhatóságának vizsgálata a szelídgesztenyekórt előidéző *Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr gomba magyarországi izolátumainak esetében. *Doktori értekezés. DATE. Debrecen.* pp. 66.
- RADÓCZ L. (1997): A hipovirulencia jelenségének, valamint biológiai védekezési eljárásokban való alkalmazhatóságának vizsgálata a szelídgesztenyekórt előidéző *Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr gomba magyarországi izolátumainak esetében. *Kandidátusi értekezés. MTA Doktori Tanács, Budapest,* pp. 99.
- RADÓCZ L. (2001): Study of subpopulations of the chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) fungus in the Carpathian-basin. *For. Snow Landsc. Res.* 76(3): p. 368-372.
- RADÓCZ L. (2002): A gesztenye kórokozói. In: *A héjasok növényvédelme.* Szerk. RADÓCZ L., Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, p. 85-112.

- RADÓCZ L. (2004): A *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr kórokozó gomba Kárpát-medencei szubpopulációinak és a biológiai védekezés lehetőségeinek tanulmányozása. Habilitációs pályázat tézisei. DE ATC, MTK, Debrecen. pp. 19.
- RADÓCZ L., SZABÓ I., VARGA M. (1996): A hipovirulencia, mint a szelídgesztenyekór (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr) elleni védekezés egyik hatékony biológiai eszköze. Integrált termesztés a kertészetben. (17.) p. 47-53.
- RADÓCZ L., SZABÓ I., VARGA M. (1997): A szelídgesztenyekór [*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr] elleni biológiai védekezés hazai eredményei. Növényvédelem 33 (1) p. 3-10.
- RADÓCZ L., HOLB I. J. (2002): Detection of natural infection of *Quercus* spp. by the chestnut blight fungus (*Cryphonectria parasitica*) in Hungary. International Journal of Horticultural Science 8 (2): p. 54-56.
- ROANE, M. K., GRIFFIN, G. J., ELKINS, J. R. (1986): Chestnut Blight, Other Endothia Diseases, and the Genus *Endothia*. Monograph series, The American Phytopathological Society, APS Press. St. Paul, MN., USA. pp. 53.
- SEEMANN, D., UNGER, J. G. (1993): Rindenkrebs der Esskastanie in Deutschland. Nachrichtbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst. 45. p. 120-122.
- SHEAR, C. L., STEVENS, N. E. (1913): Cultural characters of the chestnut blight fungus and its near relatives. U.S. Dept. Agr. Bull. 131. p. 3-18.
- SIMONKAI L. (1890): Hazánk tölgyfajai és tölgyerdei. A Magyar Tudományos Akadémia Matematikai és Természettudományi Állandó Bizottságának külön kiadványa, Budapest, p. 40.
- SIVANESAN, A., HOLLIDAY, P. (1981): *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. CMI Description of pathogenic Fungi and Bacteria. No. 704.
- SMITH, I. M., McNAMARA, D. G., SCOTT, P. R., HARRIS, K. M. (1992): *Cryphonectria parasitica*. in: Quarantine Pests for Europe. Data Sheets on Quarantine Pests for the EC and EPPO. eds. SMITH, I. M., McNAMARA, D. G., SCOTT, P. R., HARRIS, K. M., Univ. Press, Cambridge, England. p. 467-471.
- SOÓ R., JÁVORKA S. (1951): A magyar növényvilág kézikönyve I-II. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 1120.
- SZABÓ I. (2003): Erdei fák betegségei. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. p. 179.
- SZENTIVÁNYI P. (1976): Gesztenye. in: Dió, mandula, mogyoró, gesztenye. Szerk. Horn E. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. p. 271-320.

- TURCHETTI, T. (1982): Hypovirulence in chestnut blight and some practical aspects in Italy. Eur. J. For. Path., 12. p. 414-417.
- TURCHETTI, T., MARESI, D., APONYI I., SÓTONYI J., HERTELENDY L. (1996): biológiai védekezés a szelídesztenye kéregelhalása ellen. Integrált termesztés a kertészetben 17. 1996. november 26. Budapest. p. 1-23.
- UBRIZSY G. (1965): Növénykórtan II. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 716.
- UCHIDA, K. (1977): Studies on Endothia canker of Japanese chestnut trees caused by *Endothia parasitica* (Murr.) P.J. et H.W. Anderson. Bull. Ibaraki -Ken Hort. Exp. Stat. Spec. Issue 4. pp. 65.
- VADAS J. (1908): Kisebb közlések: A szelídesztenyefákon fellépett gombabetegségekről. Erdészeti Kísérletek. 10. p. 125-126.
- VAJNA L. (1987): Növénypatogén gombák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 208-210.
- VARGA F. (2001): A lombos fafajok fafajonkénti kártevői és kórokozói. In: Erdővédelemtan. Szerk VARGA F., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, p. 151-177.
- VETTRAINO, A. M., MOREL, O., PERLEROU, C., ROBIN, C., DIAMANDIS, S., VANNINI, A. (2005): Occurrence and distribution of *Phytophthora* species in European chestnut stands, and their association with Ink Disease and crown decline. European J. Plant Pathol. 111: p. 169-180.
- VIDÓCZI H. (2005): A szelídesztenye kéregrákja [*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr] a Soproni-hegységben. Doktori (PhD.) értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, pp. 131.
- VIDÓCZI H., VARGA M., SZABÓ I., RADÓCZ L. (2000): A szelídesztenye kéregrák elleni biológiai védekezés lehetőségei a Soproni Hegyvidéken. Növényvédelem 36 (2) p. 53-59.
- VIDÓCZI H., VARGA M., SZABÓ I. (2005): A szelídesztenye-kéregrák elleni biológiai védekezés tapasztalatai a Soproni-hegységben. Növényvédelem 41 (9) p. 405-412.

MELLÉKLETEK

1. melléklet: A **BAKONYA 16 I** erdőterületen kialakított mintaterület térképe



10 jelölt sor.
Jelölés színe fehér, a fatörzsek keleti, délkeleti oldalán 1- 150 sorszámmal.

Sorok iránya dél, délkelet - észak, északnyugat.

Sorok :

- 1. sor: 1-15
- 2. sor: 16-30
- 3. sor: 31-45
- 4. sor: 46-60
- 5. sor: 61-75
- 6. sor: 76-90

- 7. sor: 91-105
- 8. sor : 106-120
- 9. sor: 121-135
- 10. sor:136-150

Az 1. sor az 1. számú jelöléstől halad a nyíl irányában, a 2. sor az első sor végén fordul vissza, vele szemben haladva 16. sorszámmal kezdődik, és halad 30-ig, amely az 1. sorszám közelébe ér vissza. Folytatás ugyanezen szisztéma szerint (az állomány sűrűsége miatt).

* = az 55. számú elpusztult fa a terület centrumában, amelyről történt az első mintavétel, és laboratóriumban igazolódott a *C. parasitica* jelenlét

2. melléklet: A bakonyai mintaterület felméréseinek részletes adatai

Sorszám	Fertőzési kód I. (2004.05.06.)	Fertőzési kód II. (2004.12.07.)	Fertőzési kód III. (2005.11.10.)	Fertőzési kód IV. (2006.09.28.)
1	1	1	2b	2ab
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	2b	1
6	2b	2b (1)	3b	4a
7	2ab	5 (kivágva)	5	5
8	1	1	4ab	5
9	1	1	1	1
10	1	1	2b	1
11	1	1	1	1
12	1	1	2b	2ab
13	1	1	1	1
14	1	1	2b	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	2b (2)	2b	2ab
18	1	1	1	1
19	1	2b (1)	2b	2b
20	1	1	3b	3b
21	2b	1	1	1
22	1	1	1	1
23	3b	4b (2)	4b	4ab
24	2b	4b (3)	4b	4ab
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	2ab
31	1	1	1	2b
32	1	1	1	1
33	2a	1	1	3ab
34	2b	2b (1)	2ab	2ab
35	2ab	3b	3ab	3ab
36	1	1	1	1
37	1	1	2ab	2ab
38	5	5	5	5
39	1	1	1	1
40 (Cs)	1	1	1	1
41	1	3b	5	5

42 (Cs)	1	1	1	1
43	2b	1	1	1
44	1	1	1	1
45	1	1	1	1
46	1	1	1	1
47	1	1	1	1
48	2b	2b (1)	2b	2b
49	1	3b	3b	3ab
50	1	1	1	2ab
51	1	1	1	1
52	1	2b (1)	1	1
Sorszám	Fertőzési kód I. (2004.05.06.)	Fertőzési kód II. (2004.12.07.)	Fertőzési kód III. (2005.11.10.)	Fertőzési kód IV. (2006.09.28.)
53	4ab	4b (2)	4ab	5
54	1	1	1	1
55	5	5	5	5
56	5	4b	4b	4ab
57	1	1	1	1
58	1	1	1	1
59	1	1	1	1
60	1	1	1	1
61 (Cs)	1	1	1	1
62	1	1	3b	3ab
63	1	1	3b	3ab
64	1	1	1	1
65	1	1	1	1
66	1	1	2b	2b
67	2b	2b (1)	3b	3b
68	1	2b (2)	2b	1
69	1	1	1	1
70	1	1	1	1
71	1	1	1	1
72	1	1	1	1
73	2b	4b (3)	4b	4ab
74	1	1	1	1
75	1	1	1	1
76	1	1	1	1
77	1	1	1	1
78	1	1	1	1
79	1	1	1	1
80	1	1	2b	4a
81	1	1	3b	4b
82	1	1	1	1
83	1	1	1	1

84	1	1	1	1
85	1	1	1	1
86 (Cs)	1	1	3b	4ab
87	2b	2b (1)	3b	3ab
88	4ab	4b (3)	4ab	4ab
89	1	1	1	3ab
90	1	1	1	1
91	5	5	5	5
92	1	1	1	1
93	1	1	2b	3ab
94	1	1	1	1
95	1	1	1	1
96	1	2b (3)	2b	3b
97	1	2b (1)	3b	3ab
98	1	1	1	1
99	2b	2b	1	1
100	1	2b (1)	3b	3b
101	1	1	1	1
102	1	1	1	1
103	1	1	1	1
104	1	1	1	1
105	1	1	1	1
106	1	1	1	1
Sorszám	Fertőzési kód I. (2004.05.06.)	Fertőzési kód II. (2004.12.07.)	Fertőzési kód III. (2005.11.10.)	Fertőzési kód IV. (2006.09.28.)
107	1	1	1	1
108	1	1	1	1
109	1	4b (4)	4b	4ab
110	1	3b	3b	3ab
111	1	1	1	1
112	1	1	1	1
113	1	1	1	1
114	1	1	1	1
115 (Cs)	1	1	1	1
116	3ab	3b(2)	4ab	4ab
117	1	1	1	1
118	1	3b	4ab	4ab
119	5	4b	4ab	4ab
120	1	1	1	1
121	1	1	1	1
122	1	1	1	1
123 (Cs)	1	1	1	1
124	1	1	1	1

125	1	1	1	1
126	1	3b	3b	3ab
127	1	1	1	1
128	1	1	1	1
129	1	1	1	1
130	1	1	1	1
131	1	1	1	1
132	1	4b (2)	4b	4ab
133	1	1	1	1
134	1	2b (1)	1	1
135	1	1	1	1
136	1	1	1	1
137	5	5	5	5
138	1	2b (1)	1	1
139	1	1	1	1
140	1	1	1	1
141	1	1	1	1
142	1	1	1	1
143	1	1	1	1
144	1	1	1	1
145	1	3b	4ab	4ab
146	1	1	1	1
147	1	1	1	1
148	1	2b (1)	2b	2ab
149	1	2b (1)	3b	3ab
150	4ab	4b (2)	4ab	4ab

Jelmagyarázat :

- Fertőzési kódok - 2. táblázat (Anyag és módszer fejezet)
Cs - Csertölggy (*Quercus cerris*)

3. melléklet: A bakonyai mintaterületről származó izolátumok VCG tesztjének eredményei

MINTÁK	6	7	8	23	24	33	35	38	41	49	53	55	56	63	73	80	81	86	88	91	93	97	99	109	110	116	119	126	132	137	145	149	150	G1	G2	G3	G4			
BAK-6	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
BAK-7	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-8	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-23	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-24	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-33	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-35	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-38	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-41	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-49	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-53	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-55	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-56	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-63	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-73	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+		
BAK-81	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BAK-86	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-88	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-91	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-93	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-97	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-99	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-109	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-110	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-116	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-119	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-126	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-132	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-137	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-145	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	
BAK-149	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	
BAK-150	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	
BAK-G1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	+	+		
BAK-G2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	X	+	
BAK-G3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	X	+
BAK-G4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	X

4. melléklet: Az Iharosi Erdészet területéről származó izolátumok VCG tesztjének eredményei

MINTÁK	PSZ T1	PSZ T2	PSZ T3	PSZ/ T4	PSZ T5	PSZ T6	PSZ/ G1	PSZ/ G2	PSZ/ G3	PSZ/ G4	PSZ/ G5	PSZ/ G6	IHA T1	IHA T2	IHA T3	IHA T4	IHA T5
PSZ/T1	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/T2	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/T3	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/T4	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/T5	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/T6	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/G1	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/G2	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/G3	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/G4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	+	-	-	-	-	-
PSZ/G5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	+	-	-	-	-	-
PSZ/G6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	X	-	-	-	-	-
IHA/T1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	+	+	+	+
IHA/T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	X	+	+	+
IHA/T3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	X	+	+
IHA/T4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	X	+
IHA/T5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	X

7. melléklet: A dél-dunántúli izolátumok konverziós tesztelése hipovirulens törzsekkel

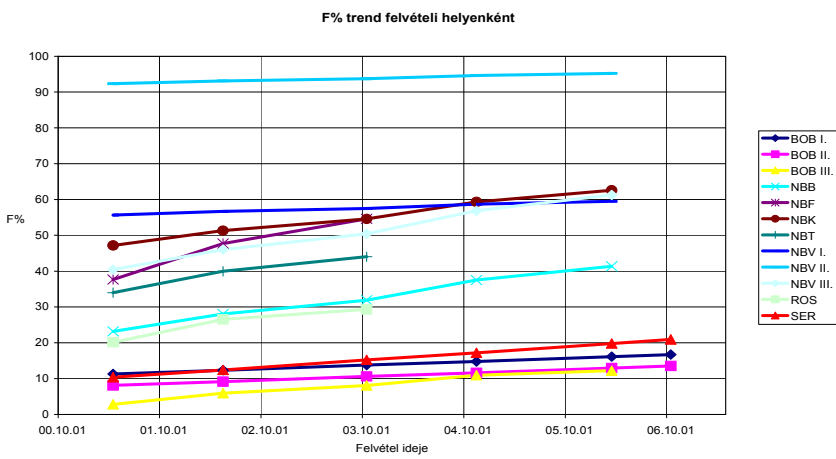
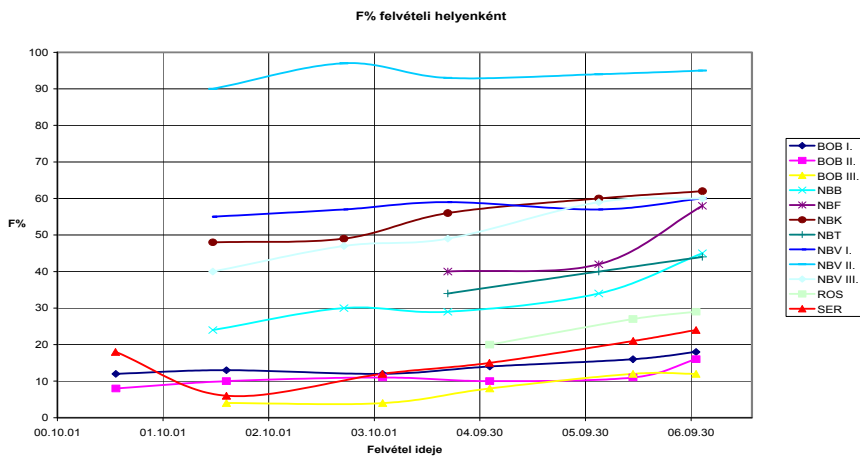
MINTA	FS8 X W31 (EU-13 VCG)	FS8 X 88 (EU-14 VCG)	FS1 X GA13 (EU-13 VCG)	FS4 X 146 (EU-12 VCG)	B1 X BF (EU-12 VCG)	B2 X GA3 (EU-22 VCG)	128C	R – 6 (EU-12 VCG)	A3 X B7 (EU-12 VCG)	R5 X 21 (EU-12 VCG)
BAK-23	+	+	-	++	-	-	-	-	+	-
BAK-56	+	+	-	++	+	-	-	-	-	-
BAK-119	++	+	-	+	+	-	-	-	+	-
BAK-145	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
BAK-80	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
BAK-G1	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
PSZ/T1	-	++	+	-	-	-	-	-	-	-
PSZ/T5	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
PSZ/G2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
PSZ/G4	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
IHA/T1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
IHA/T3	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-

8. melléklet: A Kárpát-medencében azonosított vegetatív kompatibilitási csoportok

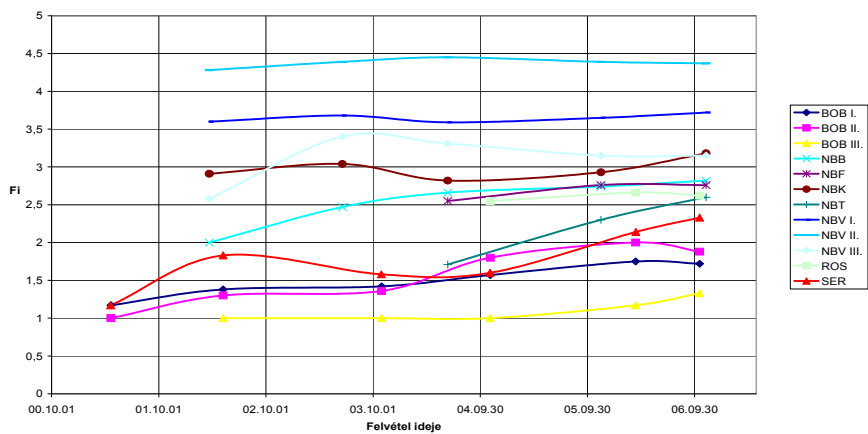
Helyszín ↓	EU-TESZTER TÖRZSEK																		
SZELÍDGESZTENYÉN																			
MAGYARORSZÁG																			
EU-	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
SOPRONI KÖRZET Ágfalva, Bánfalva, Sopron, Brennbergbánya, Fertőszentmiklós									X	X	X				X	X			
VASI KÖRZET Szombathely, Velem, Csepreg, Cák, Csipkerek	X	X							X	X				X					
ZALAI KÖRZET Zalaegerszeg, Rezi, Sand, Nemeshetés, Iharosberény	X	X	X		X	X			X				X						
BARANYAI KÖRZET Pécs, Pécsvárad, Zengővárkony			X	X		X	X	X	X	X			X	X					
DUNAKA-NYAR KÖRZET Budapest, Gödöllő, Nagymaros, Pilismarót				X					X				X						
(A magyarországi termőhelykörzetek kialakítása Radócz, 1994. nyomán.)																			
SZLOVÁKIA																			
EU-	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
H. Plachtince									X										
S. Plachtince									X										
Lipovnik		X							X	X									
Modry Kamen	X	X							X	X									
Duchonka									X										
Raca														X					
Bratislava		X							X					X					
Radosina		X							X					X					
Limbach									X	X									
Modra										X	X			X					
Pezinok									X	X									
Grinava										X									
Svaty Jur		X							X					X					
Hlohovec		X			X														

Senec		X									X							X		
Párovské Háje										X										
Nitra		X																		
H. Lefantovce										X										
Bojná										X										
Podhradie										X										
Petrovce										X										
Helyszín ↓	EU-TESZTER TÖRZSEK																			
ROMÁNIA																				
	EU-	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
Nagybánya-Borpatak										X										
Nagybánya-Veresvíz										X										
Nagybánya-Kőbánya										X										
Nagybánya-Felsőtőtfalu										X										
Tauti Magherau										X										
UKRAJNA																				
	EU-	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
Szerednye											X									
Bobovisce										X										
Posztovjatitszja										X										
TÖLGYÖN																				
MAGYARORSZÁG																				
	EU-	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
Bakonya								X	X											
Iharos			X																	
Pogányszent-Péter														X						
Zengővárkony			X						X											
SZLOVÁKIA																				
	EU	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
Duchonka		X																		
Modry Kamen										X										
ROMÁNIA																				
	EU-	1	2	3	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	17	21	22	25	28	29
Nagybánya-Versevíz										X										
Nagybánya-Felsőtőtfalu										X										
Tauti Magherau										X										

9. melléklet: Az F% és Fi értékek, valamint trendjük a romániai és ukrainai szelídsztenye felvételezési helyeken



Fi felvételi helyenként



Fi trend felvételi helyenként

