

A SZELÍDGESZTENYE KÉREGRÁK ELLENI BIOLÓGIAI VÉDEKEZÉS TAPASZTALATAI A SOPRONI-HEGYSÉGBEN

Vidóczi Henriett

SEFAG Zrt., Iharosi Erdészet

Kivonat

A szelídgesztenye kéregrák (*Cryphonectria parasitica*) ellen egyetlen hatékony, biológiai módszerrel lehet védekezni. A módszer sikeres alkalmazásának feltétele a kórokozó vegetatív kompatibilitási típusainak meghatározása és adekvát csökkent virulenciájú (hipovirulens) törzsek kijuttatása a területre. A Soproni-hegyvidék termőközethez tartozó Ágfalván 1996-tól 2000-ig végeztünk gyógyító kezeléseket egy fiatal szelídgesztenye-ültetvényben. A rákos kéregsebeket rendszeresen körbeoltva nyolc év alatt a fák közel teljes gyógyulását értük el. Az alkalmazott biológiai védekezés során fontos szempont volt az izolált törzsek virulenciájának meghatározása, az esetleges hipovirulencia minél egyszerűbb megállapítása. A szelídgesztenye és a kórokozó in vitro kölcsönhatásának vizsgálata egy a gyakorlatban gyorsan és megbízhatóan alkalmazható tesztet eredményezett.

Kulcsszavak: szelídgesztenye, *Cryphonectria parasitica*, biológiai védekezés, kompatibilitási típus, hipovirulencia

EXPERIENCE OF BIOLOGICAL CONTROL OF CHESTNUT BLIGHT IN THE SOPRON MOUNTAINS

Abstract

There is single efficient method for the biological control of chestnut blight caused by *Cryphonectria parasitica*. The condition of successfully using the method is to determine the vegetative compatibility types of the pathogen and to apply adequate, hypovirulent strains on the site. Curative treatments were carried out in a young chestnut grove at Ágfalva belonging to the growing district of the Sopron mountains between 1996 and 2000. Regularly inoculating the area around the cankers, the trees almost completely recovered during eight years. Determining the virulence of the isolated strains and the eventual hypovirulence the easiest way possible was of primary importance during the applied biological control. In vitro studying the relationship of chestnut and the pathogen resulted in a rapid and reliable test method for practice.

Key words: chestnut, *Cryphonectria parasitica*, biological control, compatibility type, hypovirulence

BEVEZETÉS

Sopronnak és a Soproni-hegységnek jellegzetes fája a szelídgesztenye. A Lővérekből indulva a telepített gesztenyéseken át egészen a hegység legtávolabbi erdőrézéig mindenütt találkozhatunk vele. Néhány évtizeddel ezelőtt azonban a Soproni-hegyvidéket is elérte a szelídgesztenye járványos pusztulását okozó kéregrákbetegség, amellyel a környező gesztenyeültetvények és a természet szerű erdőtársulások szelídgesztenyéi is megfertőződtek és pusztulásnak indultak. A betegség okozója egy Ázsiából származó, onnan amerikai közvetítéssel Európába behurcolt mikroszkopikus gombafaj, a *Cryphonectria parasitica* [(Murrill) M. E. Barr, 1978]. A betegség leküzdése és az epidémia megállítása a hagyományosan alkalmazott növényvédelmi eljárásokkal nem volt lehetséges. Az áttörést egy környezetkímélő biológiai védekezés jelentette, amely a kórokozó csökkent virulenciájú törzseinek elterjesztésén alapszik (Roane és mtsai 1986). Ezeknek a csökkent virulenciájú (hipovirulens) törzseknek a citoplazmája kettősszálú RNS-t tartalmaz, amelynek európai típusa a *Cryphonectria hypovirus 1* (CHV 1) (Heiniger és Robin 2001). A CHV-1 laboratóriumi és természetes körülmények között is átadható egy virulens törzsnek, amely ezután maga is hipovirulenssé válik. A hipovirulens törzsek támadását a szelídgesztenyefa képes leküzdni, az általuk okozott hipovirulens rákosodások alatt a kambium és a hancs életképes marad. A CHV-1 transzmisszió viszont csak egymással kompatibilis törzsek között jöhet létre. Ezért egymáshoz való viszonyukat tekintve a kórokozó izolátumait vegetatív kompatibilitási típusokba sorolták.

Ennek a kutatásnak a célkitűzése volt a hegyvidéken előzőekben meghatározott és konvertált, immár hipovirulens törzsek szabadföldi oltási kísérletekben való alkalmazhatóságának vizsgálata, javaslatok a kezelések racionalizálására és hatékonyságuk fokozására. További cél volt az európai teszter törzsekkel való kompatibilitási viszonyok meghatározása, amelyekből következtethetünk a járvány kialakulására, és a továbbiakban célzottan kereshetünk megfelelő hipovirulens törzseket hazánkban. Mivel az alkalmazott biológiai védekezés egyik alappillére a helyi hipovirulens törzsek felkutatása és felhasználása, ezért kidolgoztam egy megbízható *in vitro* virulencia tesztet a hipovirulens törzsek elkülönítésére. A terepi mintagyűjtés 1997–2000 között, a biológiai védekezési kísérletek 1996–2004 között zajlottak.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az *in vitro* virulencia tesztekben négyhetes, 0,2 ppm benzil-amino-purinnal kiegészített P24 táptalajon (Teasdale 1992) szaporított szelídgesztenye-hajtásokat használtam. A hajtások szárát fertőztem meg az alábbi *C. parasitica* törzsek tenyészetével: S21 – virulens, S21 x R5 – konvertált hipovirulens, R5 – hipovirulens, kontroll – csak sebzés történt. A fertőzéshez szikével kb. 2 mm-es U alakú sebet ejtettem a száron, majd ebbe helyeztem az aktívan növekedő kb. 2 mm³-es micélium-darabkát. Egy-egy sorozatban 14 hajtástenyészetet fertőztem meg. A tenyészeteket szobahőmérsékleten, a megszokott megvilágításban tartottam, az eredményeket harminc nap elteltével értékeltem.

Az általam azonosított hat soproni vegetatív kompatibilitási típust harminc európai teszter törzsszel (Cortesi és mtsai 1998) hasonlítottam össze. A vegetatív kompatibilitási teszteket Vidóczy és mtsai (2005) után végeztem: burgonya-dextróz-agaron (plusz 100 mg/l L-methionin, 1 mg/l biotin) párban tenyésztettem a törzseket. Egy Petri-csészébe kilenc pár került. Szobahőmérsékleten hét napig sötétben, majd hét napig természetes fényben való inkubálást követően értékeltem az eredményeket.

A kórokozó konvertált és RAPD analízissel azonosított helyi törzseit használtam fel a terepi oltási kísérletek során. Az oltásokat az ágfalvi gesztenyésben végeztük. Ágfalva határában található egy fiatal, az 1970-es években kőszegszerdahelyi és iharosberényi fajtákból telepített gesztenyés. A gesztenyésben a sorok távolsága 10 méter, a tőtávolság változó. A fák magassága 5–8 méter, ami lehetővé teszi a magasabban található

nekrózisok biztonságos kezelését is. A terület kezelői minden évben kivágták és elégették az elpusztult fákat, így a járvány terjedése ebben az ültetvényben mérsékeltebbnek mondható. 1996 tavaszán három beteg fa oltásával kezdődtek az első hipovirulens kezelések a területen. 1996-tól 2000-ig rendszeresen elvégeztük a szükséges oltásokat, eltávolítottuk a beteg ágakat, és értékeltük az eredményeket. Az első oltásokhoz egy Franciaországból származó Bf jelű hipovirulens törzset használtunk fel. A helyben izolált A3 jelű törzset konvertálva, az így létrejött A3xBf hipovirulens törzs tenyésztésével végeztük az első kezeléseket. Néhány esetben sikertelennek tűnt az oltás, ezekből a nekrózisokból kéregmintát vettem, izoláltam a gombát, magyarországi hipovirulens törzssel konvertáltam, a konverziót és a konvertált törzs eredetivel való azonosságát RAPD analízissel igazoltam. Ennek eredményeképp oltásokat végeztünk az S21xR5 törzssel (S = Sopron, R = Rezi) is.

Az „oltás” a gyakorlatban azt jelentette, hogy minden egyes nekrózist a megfelelő hipovirulens gombatörzs laboratóriumi tenyésztésével körbeoltottunk (1. ábra). Az oltásokhoz a seb szélén, de még az élő kéregbe egymástól 4–5 cm távolságra, 6 mm Ø lyukakat fúrtunk, ezekbe helyeztük a gombafonalakkal átszótt táptalajdarabkát, majd gombaölő szert nem tartalmazó, méhviasztartalmú, hidegben is könnyen kenhető sebkezelővel lezártuk a lyukat (Vidóczy és mtsai 2000). A későbbiekben a bizonytalan gyógyulást mutató nekrózisok esetén kombinált kezelést is alkalmaztunk: a lyukakba felváltva helyeztünk a két konvertált hipovirulens törzs tenyésztéséből. Eltérő jellegű kezelést alkalmaztunk néhány esetben: súlyosan fertőzött, nagyszámú rákosodástól szenvedő fákon nemcsak a nekrózist oltottuk körbe, hanem a törzset is hosszában végigoltottuk, a tőtől kezdve az erősebb vázágakon folytatva egészen a koronáig. Több, erősen sporuláló rákosodás esetén a leváló, fertőzött kérget eltávolítottuk, ezzel is csökkentve a további fertőzéseket.



1. ábra: Hipovirulens törzs alkalmazása a kéregelhalás körül
Figure 1: Application of a hypovirulent strain around the bark lesion

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Egy *C. parasitica* gombatörzsben a hipovirulencia igazolása biztosan csak a kettősszálú RNS-ek kimutatásával lehetséges. Ez egy jól felszerelt mikrobiológiai laboratóriumi háttérrel igénylő, meglehetősen költséges vizsgálat. A hagyományos, szelídgesztenyesarjakon végzett virulencia tesztek csak tájékoztató jellegűek (Heiniger és mtsai 1999).

Természetes körülmények között a kórokozó virulens törzseivel fertőzött gesztenyefa néhány éven belül elpusztul, miközben a szállítószövetek szétroncsolódnak, és a növekedő nyílt rákosodás körülveszi a fa törzsét. Ugyanakkor hipovirulens gombatörzs támadásakor felületi rák keletkezik, amely okoz ugyan elváltozást a kérgen, de terjedése lassú és behatárolt, a kambiumot nem pusztítja el, és nem zárja el a víz- és anyagcsere-szállítást. Ennek a vizsgálatnak az volt a célja, hogy bizonyítsa, megállapítható egy gombatörzs virulenciája *in vitro* tenyésztett szelídgesztenye-hajtástenyészetek mesterséges fertőzésével.



2. ábra: *Virulens S21 és hipovirulens R5 gombatörzsszel in vitro fertőzött szelídgesztenye-hajtások*
Figure 2: Chestnut sprouts inoculated with virulent S21 and hypovirulent R5 strains *in vitro*

A 2. ábrán jól látható, hogy a virulens S21 kórokozó aktív rákot idézett elő a hajtásokon, s ez előbb a sebzés feletti részek, majd a teljes hajtás pusztulásához vezetett. Az R5 hipovirulens törzs okozta elváltozásokra jellemző, hogy nem vezettek a hajtástenyészetek pusztulásához. A mesterséges hipovirulens fertőzések kisebb szöveti nekrozist okoztak ugyan, de nem okozták a hajtások elhalását. Összehasonlítva a virulens és a hipovirulens gombatörzs okozta nekrozisokat, több lényeges különbség mutatkozik. Míg az aktív rákosodások esetében jól látható az epidermisz alatt vertikálisan tovaterjedő micélium, addig a hipovirulens rákok határa éles, a kórokozó nem terjeszkedik akadálytalanul. Ez utóbbi esetekben a kevésbé mély nekrozisokat körülvevő szárrészek élénk zöld színűek, és maga a fertőzött rész is gyógyulónak tűnik. A virulens gombatörzs okozta nekrozisok szabálytalanok, éles határvonaluk nincs, a szövetek mélyére hatolnak, vertikális és

horizontális növekedésük gyors, a szövetek barnulását okozzák. A konvertált hipovirulens S21xR5 törzs hasonló tüneteket idézett elő, mint az R5 gombatörzs. A kórokozó fehér színű micéliuma jól láthatóan körülvette a nekrozisokat, amelyek nem okozták a hajtások vagy a mesterséges fertőzés feletti szár pusztulását. Összehasonlítva az R5 hipovirulens törzs okozta hatásokkal, a konvertált hipovirulens törzs okozta fertőzések után a tenyészetek növekedési erélye valamivel kisebb. Az egyes gombatörzsek okozta különbségek szignifikánsak, tehát ezzel a vizsgálattal egyértelműen elkülöníthetők egymástól a virulens és hipovirulens gombatörzsek. A fertőzések okozta mortalitás a következő: kontroll – 0%, S21 (virulens) – 75%, S21xR5 (konvertált hipovirulens) – 8%, R5 (hipovirulens) – 0%. A konvertált törzs esetén tapasztalt alacsony mortalitás azt jelzi, hogy a konverzió nem minden esetben teljes: a virulens telepnek maradhatnak olyan részei, amelyek fertőzőképesek.

Előző vizsgálataim során (Vidóczi és mtsai 2000) megállapítottam, hogy a hegységben a *C. parasitica* hat vegetatív kompatibilitási típusba tartozó törzse károsít. A vegetatív kompatibilitási típusok közül háromnak jelentős az elterjedése (SI, SII, SIII), másik három (SIV, SV, SVII) gyakorlatilag csak néhány izolátummal szerepel. A hegységhez közel, egy fertőszentmiklósi telepített gesztenyésben egy hetedik (SVI) típust is sikerült azonosítani. A kórokozó soproni törzsei általában egyszerre több EU-teszterrel is kompatibilisek voltak (1. táblázat). A kapott eredményeket összevetve a hazai és a nemzetközi szakirodalommal, következtettem a járvány kialakulására és további terjedésére.

1. táblázat: A *C. parasitica* vegetatív kompatibilitási típusai a Soproni-hegységben

Table 1: Vegetative compatibility types of *C. parasitica* in the Sopron mountains

Típus	SI	SII	SIII	SIV	SV	SVII
EU1	-	-	+	-	+	+
EU6	-	+	-	-	-	-
EU9	-	+	-	-	-	-
EU12	-	-	-	+	-	-
EU13	+	-	-	-	-	-
EU16	-	-	-	-	+	-
EU17	-	-	+	-	-	-
EU22	-	-	-	-	+	-
EU23	-	+	-	-	+	-
EU25	-	-	-	-	-	+
EU28	-	-	-	-	-	+

Az SI a domináns típus a Soproni-hegyvidéken, valószínűleg ez, a leginkább elterjedt törzs jelent meg itt először. Kompatibilis az EU-13 teszterrel, amely típus Ausztriában széleskörűen elterjedt, míg nálunk a soproni előforduláson kívül csak a Kőszegi-hegységben és a Mecsekben fordul elő. A Kőszegi-hegységben, Cákon természetes hipovirulens alakja is létezik. A hipovirulencia természetes megjelenése és a kórokozó első észlelése egy területen szoros korrelációt mutat (Robin és Heiniger 2001). Mivel ez idáig sem a Soproni-hegységben, sem a közeli Rozália-hegységben nem találtak hipovirulens törzset, feltételezhető, hogy a járvány első hulláma a Kőszegi-hegységből érkezett Sopron környékére, majd terjedt tovább keletre Fertőszentmiklós felé, ahol szintén megtalálható ez a típus. Összehasonlítva szlovák kutatók EU-kompatibilitási vizsgálataival jól látható, hogy az epidémia innen terjeszkedett a Kárpát-medence északi, elszigetelt szelídgesztenye-populációi felé (Juhászová és Bernadovicová 2001). Az SI típust egy francia származású hipovirulens törzsszel sikerült konvertálni.



Az SII törzs, amely szintén elterjedt, az EU-6, EU-9 és EU-23 típusokkal volt kompatibilis. Ez alapján rokonságot mutat néhány Zala ill. Baranya megyei izolátummal: Sand, Rezi, Nemesetés, Zengővárkony (Radóczy 2001). Mivel a soproni szelídgesztenye-populáció ezektől a területektől távol fekszik, valószínűleg antropogén hatás (szaporítóanyag) révén került ez a kompatibilitási típus a területre. Természetes hipovirulens törzset – vizsgálataim idején – a kórokozó helyi populációjában nem találtam, de az SII törzs konvertálását Zala és Somogy megyei törzsekkel sikerült elvégezni. Fontos megjegyezni, hogy 2004 óta a Soproni-hegységben is megjelent és terjedőben van a hipovirulencia (Szabó és mtsai 2007).

A lokális elterjedésű SIII típus kompatibilitást mutatott az Ausztriában domináns EU-17 törzssel és a Zala és Vas megyében előforduló EU-1 törzssel. Mivel ez a törzs a nyugat-európai *C. parasitica*-populációra jellemző, és Ausztriában is széleskörűen elterjedt (Heiniger és Robin 2001), a Soproni-hegyvidéken pedig csak lokálisan, a határhoz közel, ezért valószínű, hogy a Rozália-hegységből származik. A kompatibilitási tesztek során egyhetes, párban történő tenyésztést követően az SIII kompatibilisnek bizonyult az EU-5 gombatörzssel is, de később sztrómák keletkeztek telepeik határvonalán. Hazánkban az EU-5 törzset a Zala megyei Sandon írták le (Radóczy 2001); az SIII konverziója végül is sikeresnek bizonyult – egy Sandról származó hipovirulens törzssel alakítottam át. Ez a konverzió azt bizonyítja, hogy a vegetatív kompatibilitási típusok nem határolódnak el élesen egymástól, és a teszt negatív eredménye ellenére is átadható a hipovirulencia.

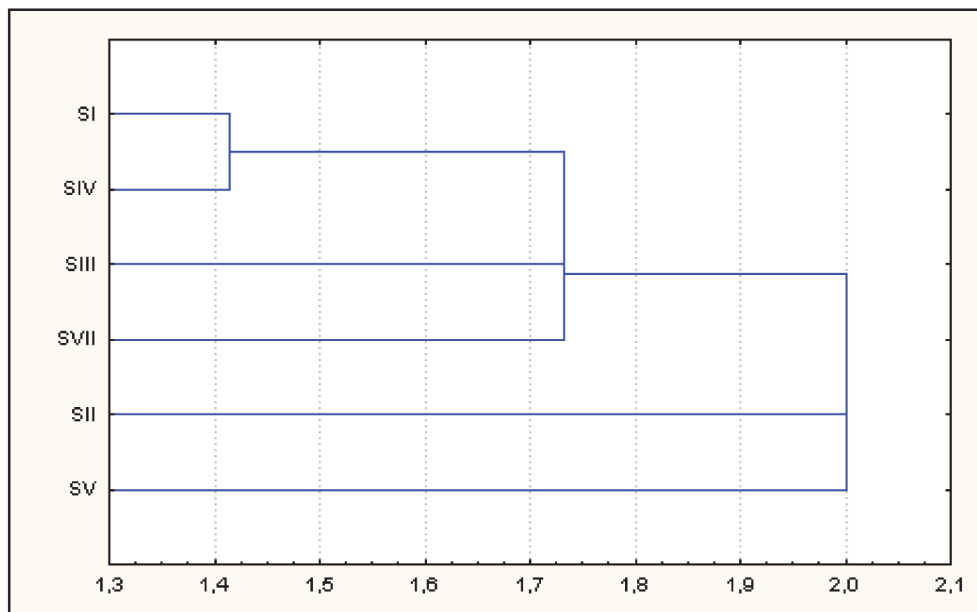
Az SIV típus szintén kis elterjedésű: egyik izolátum kompatibilitását tekintve az EU-12 teszterrel mutat rokonságot, amely gombatörzs széleskörűen elterjedt nemcsak hazánk legfontosabb szelídgesztenye-termőterületein (Radóczy 2001), de domináns a jugoszláv utódállamokban, Görögországban, Dél-Olaszországban, és kizárólagos az epidémia frontországának számító Romániában és Ukrajnában (Heiniger és Robin 2001). Feltételezhető, hogy ez a törzs a mediterráneum keleti országaiból jutott hozzánk, és terjesztette a betegséget a szelídgesztenye legtávolabbi, izolált populációi felé.

Az SV típus kis területen található meg, egy városzéli, frekvenciát gesztenyében, ahol egyszerre több kompatibilitási típus fordul elő. A terület valószínűleg az elsők között fertőződött meg a *C. parasitica*-val. 1997–98 között végzett vizsgálataim során még nem találtam meg a kórokozó ivaros alakját, azonban a gomba több évtizedes jelenléte miatt feltételezhetően már ezekben az években megkezdődtek az ivaros szaporodási folyamatok, s így a vegetatív kompatibilitást szabályozó gének rekombinációjával a populáció szegregálódott, új típusok jelentek meg, növelve a populáció diverzitását és ezzel megnehezítve a biológiai védekezést. Az ivaros alak megjelenését azóta leírták (Vidóczy és mtsai, 2007). Az SV törzs kompatibilis az EU-1, EU-16, EU-22, és EU-23 teszter törzsekkel.

Vélhetően hasonló az SVII jelű törzs eredete is. Ez a törzs kompatibilisnek bizonyult az EU-1, EU-25 és EU-28 teszter törzsekkel.

Ez utóbbi három törzs (SIV, SV, SVII) átalakítása sem a hazai, sem a hozzáférhető európai hipovirulens törzsekkel nem járt sikerrel. Emiatt korlátozottak a gyógyítási lehetőségek. A későbbiekben fontos teendő ezzel a három törzssel kompatibilis hipovirulens törzsek felkutatása. A hasonló vegetatív kompatibilitási típusok miatt (Radóczy 2001) célszerűen az Iharosberény, Pécsvárad, Zengővárkony, Rezi, Csepreg településekhez tartozó gesztenyésekben célszerű megfelelő hipovirulens törzseket felkutatni, illetve figyelemmel kísérni a Soproni-hegységben megjelenő természetes hipovirulens törzseket.

Mivel a EU-teszter törzsekkel végzett vizsgálatok során a relációk átmeneti típusokat mutattak, így lehetővé vált a rokonsági viszonyok cluster-analízise. Az alábbi dendrogram (3. ábra) a kórokozó soproni törzseinek rokonsági viszonyait ábrázolja. Eszerint a három domináns törzs jól elkülönül egymástól, a szexuális rekombináció eredményeként fellépő SV törzs az SII jelűvel, az SVII az SIII jelűvel mutat rokonságot. Az SIV törzs szoros rokonságban van az SI jelű törzssel. Tehát elképzelhető, hogy már ez a törzs is az ivaros szaporodási folyamatok eredménye: igaz, hogy a fent említettek szerint sokfelé elterjedt, de hazánkban leginkább azokra a területekre jellemző (Iharosberény, Zengővárkony, Rezi), ahol a betegség évtizedek óta jelen van, és a populáció szegregálódott (Radóczy 2001). Ehhez hasonlóan Sopronban is létrejöhetett akár három endogén vegetatív kompatibilitási típus.



3. ábra: A kompatibilitási tesztek alapján szerkesztett dendrogram (single linkage)
Figure 3: Dendrogram based on compatibility tests (single linkage)

1996-ban a Soproni-hegységben, Ágfalván Szabó Ilona és Varga Mária elsőik közt kezdték el hazánkban a gyógyító jellegű kezeléseket, konvertált, hipovirulens törzs kijuttatásával. Ezekbe a kísérleti kezelésekre kapcsolódtam be 1997-ben, majd folytattam később önállóan. Az ágfalvi kísérleti területen 1996 tavaszától 2000-ig folytattuk ezt a biológiai védekezési programot. Ez idő alatt 37 beteg szelídgesztenyefát kezeltünk az előzőekben leírt módszer szerint, fánként egy-négy alkalommal. Egy-egy fán átlagosan 1,4-szer oltottuk körül a nektrózisokat. Mivel a területen az előzetes felmérés szerint az SI kompatibilitási típus fordult elő, a kezelésekhöz az A3xBf francia törzzsel konvertált helyi gombatörzset használtuk, csökkentve az ivaros szaporodás megindulásával járó populáció-szegregálódást. A kezelt nektrózisok általában már egy év múlva a kezdődő gyógyulás jeleit mutatták: az oltási pontok helyén a szövet megduzzadt, és megindult a kalluszosodás. A kéreg felületén is jól kivehetők lettek a hipovirulens gombatörzs okozta elváltozások: hosszanti majd keresztirányban felrepedezett, nyomásra nem süppedt be, és nem vált le. Sztromatikus piknidiumok általában nem képződtek rajta.

Megfigyeléseim szerint a virulens micélium terjedése hosszanti irányban gyorsabb, mint oldalirányban. Több kezelésnél észrevehető, hogy a virulens hifák áttörtek a felső és alsó oltási pontokon, míg kétoldalt ez ritkán fordult elő. (Ha igen, ott más probléma is felmerült: a gesztenyefán a betegséget okozó és a kezeléshez használt gombatörzs kompatibilitása különbözött.) Ezért a későbbi kezeléseket már úgy végeztük, hogy a nektrózis alsó és felső részén nagyobb biztonsági távolságot hagytunk, így a hipovirulencia az oltási pontok által alkotott vonal teljes hosszán átadódott, bezárva ezzel a terjeszkedő virulens rákot.

A betegség gyakran ágvillaiban támadta meg a fát, ugyanis az ott megmaradó nedvesség kedvez a spórák megtelepedésének. Ilyen ágvilla rásodásnak a kezelése csak alapos, a nektrózis teljes területét érintő oltással volt eredményes. Ugyancsak gondot jelentett a tőnél, a vastag kéreg alatt fejlődő nektrózisok határainak megállapítása. Gyakran szinte az egész területet érintette a kezelés. Végül ezek a bonyolult kezelések is eredményesek lettek, megindult a kalluszosodás, és a seb körülzáródott.

Néhány esetben – az oltások sikertelensége miatt – kéregmintát vettem, amelyből izoláltam a kórokozót, és meghatároztam a kompatibilitási típust. Kiderült, hogy az SII típus is jelen van a mintaterületen. Ezeket a

nekrózisokat az S21xR5 hipovirulens törzssel kezeltem. Előfordult, hogy addigra a nekrózis csaknem körülölelte a törzset, de még ekkor is volt remény a szövetek regenerálódására. A következő ábrán jól láthatók a kambium pusztulásával járó, nagy kiterjedésű virulens nekrózisok és az erőteljes kalluszosodás, ahogy a fa igyekszik leküzdeni a betegséget. Ezek a különlegesen szép gyógyulások a szelídgesztenye kiváló visszacszerző-képességét is bizonyítják (4. ábra).

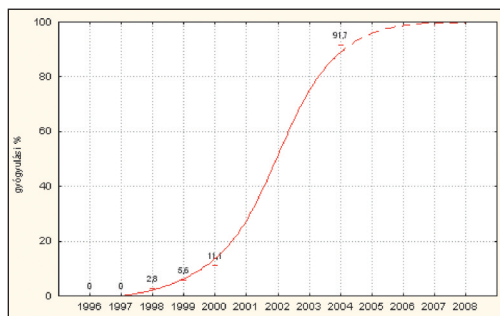


4. ábra: Nagy kiterjedésű rákosodás gyógyulása
Figure 4: Healing of an extensive canker

Mivel az SII kompatibilitási típus csak gócszerűen jelentkezett a területen, a későbbiekben ezen góccok közelében álló fákon a kompatibilitást nem vizsgáltam, hanem kombinált kezelést alkalmaztam. Az ilyen kombinált kezelések is eredményesek voltak. Amennyiben mindkét kompatibilitási típus jelen van (SI és SII), ezzel a kombinált kezeléssel nem viszünk be újabb, a vegetatív kompatibilitást szabályozó alléleket a területre.

Maga a gyógyulás aktív küzdelemmel járó folyamat, amely a szelídgesztenye, a virulens és a hipovirulens kórokozó között zajlik. Ezért minden eszközzel arra kell törekednünk, hogy a virulens kórokozó terjeszkedését gátoljuk, a hipovirulenciát pedig elterjesszük. Egy nekrózis esetén a fertőzött, sztromatikus piknídiumokkal teli kéregrész eltávolításával jelentősen csökkenthetjük a felülfertőzések esélyét. Emellett a mechanikai védekezéshez hasonlóan gátoljuk az újabb virulens nekrózisok megjelenését. Mivel a hipovirulens kórokozó nem okozza a szövetek pusztulását, preventív jelleggel is biztonságosan alkalmazhatjuk. Több súlyosan beteg fát is kezeltem, amelyeknél féltő volt, hogy a számos rákosodás egyike körülveszi a törzset, és ez a víz- és tápanyagszállítás blokkolásával a fa azonnali pusztulásához vezet. Különösen a vékonyabb törzsű fák esetében fordulhat ez elő. Több sikeres gyógyulás azt bizonyítja, hogy a törzs kerületének kb. 20–25%-a is biztosítja a fa fennmaradásához szükséges vízszállítást. Ebből kiindulva néhány fánál a törzset és a főtágakat teljes hosszában végigoltottam, kialakítva ezzel egy biztonsági zónát. A hipovirulens inokulum megtelepedése ebben a sávban megakadályozta a patogén terjeszkedését és a fa pusztulását. Az ágfalvi területen kívül oltásokat végeztünk a kertvárosban, szintén jó eredményekkel.

A kísérleti területen akkor minősítettem gyógyultnak egy fát, ha a kezelt nekrózisok teljes kerületükön erősen kalluszosodtak, esetlegesen spontán hipovirulens nekrózisok keletkeztek az ágakon, újabb virulens nekrózis viszont nem jelent meg (a koronában egy-két vékony gally elpusztulhatott). Az 1996-tól 2000-ig tartó kezelések eredményeként nyolc év alatt a szelídgesztenyefák több mint 90%-a meggyógyult. Az eredményeket a 5. ábra szemlélteti. Jól látható, hogy a fák gyógyulása hosszú, évekig tartó folyamat. Az első gyógyulások két év elteltével jelentkeztek, számuk eleinte lassan növekedett. 2001-ben, öt évvel az első kezeléseket követően vált intenzívvé a gyógyulási folyamat, és nyolc év után közeledik az állomány a teljes gyógyulás felé. Ez idő alatt a hipovirulencia terjedése általánossá vált: a legtöbb fán (nemcsak a kezeltéken) spontán hipovirulens rákok alakultak ki, és a szomszédos szelídgesztenyés erdőre is áttért a gyógyulási folyamat.



5. ábra: A gyógyult fák aránya az ágfalvi kísérleti területen
Figure 5: Ratio of healed trees in the Ágfalva experimental area

A hipovirulencia természetes terjedésével párhuzamosan újabb vegetatív kompatibilitási típusok jelennek meg, egyrészt a kórokozó természetes terjedésének hatására a szomszédos kiemelt jelentőségű termőtájokról (Kőszegi-hg., Rozália-hg.), ahol a *C. parasitica* más típusba tartozó törzsei is károsítanak. Emellett a kórokozó helyi populációján belül idővel egyre inkább általánossá válnak az ivaros folyamatok, és ennek következtében – a vegetatív kompatibilitást szabályozó gének rekombinálódásával – új, endogén vegetatív kompatibilitási típusok megjelenése várható. Végül meg kell említeni, hogy az esetleges mutagén hatások miatt növekedhet a diverzitás. A biológiai védekezés hatékony alkalmazása tehát a *C. parasitica* populációstruktúrájának naprakész ismeretében rejlik. Saját tapasztalataim szerint egy kezelt gesztenyében elegendő a sikertelennek tűnő oltások vizsgálatával az újonnan fellépő törzs azonosítása, kompatibilitásának meghatározása, hozzá megfelelő hipovirulens törzs felkutatása, majd a helyi virulens törzs konvertálása és genetikai azonosságának igazolása. Tapasztalataim szerint az ágfalvi kísérleti területen évente 1,9 m²-t terjedt a hipovirulencia. Ez öt év alatt 283 m²-t, tíz év alatt 1133 m²-t jelent. Tehát hektáronként tíz mesterséges fertőzéssel tíz év alatt, negyven fertőzéssel öt év alatt lehet elterjeszteni az adott hipovirulens törzset egy hasonló területen.

A *C. parasiticá*t számos európai országban (Bissegger és Heiniger 1991, Luisi és mtsai 1992, Juhászová és Kulcsarova 2002) és hazánkban is széleskörűen megtalálták kocsánytalan tölgyön, s ezeken a fákon is nekrozisokat, esetenként pusztulást idéz elő (Szabó 2003, Tarcali és Radócz 2003). Emiatt a 2000-es evek közepétől hazánkban a *C. parasitica* kutatások nagyrészét áthelyeződtek erre az erdőgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű fafajra. A szelídgesztenye biológiai vedelmevel kapcsolatban elért eredményekből kiindulva kezdődtek meg az első vizsgálatok (Szabó és mtsai 2009). A fiatal kocsánytalan tölgyesek esetén a fák egyedi védelme megoldhatatlan, és a védekezési programnak eleve nagy teruletet kell érintenie, ennek kovetlezteben tolgyerdosıteseben és fiatalosokban a járvány megfékezésének egyetlen kivitelezhető modja a megfelelő hipovirulens *C. parasitica* törzsek elterjesztése az adott területen.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki Szabó Ilonának az egész kutatás folyamán nyújtott értékes segítségéért, és külön köszönet illeti Varga Máriát, amiért együtt dolgozhattam vele a szabadföldi kezelések során.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bissegger, M. and Heiniger, U. 1991: Chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) north of the Swiss Alps. *European Journal of Forest Pathology* 21 (4): 250–252.
- Cortesi, P.; Rigling, D. and Heiniger, U. 1998: Comparison of vegetative compatibility types in Italian and Swiss subpopulations of *Cryphonectria parasitica*. *European Journal of Forest Pathology* 28 (3): 167–176.
- Heiniger, U. and Robin, C. 2001: Chestnut blight in Europe: Diversity of *Cryphonectria parasitica*, hypovirulence and bio-control. *Forest Snow and Landscape Research* 76 (3): 361–367.
- Heiniger, U.; Roethlisberger, V.; Hoegger, P. and Rigling, D. 1999: Virulence tests for *C. parasitica*: *in vivo* and *in vitro*. COST G4 Multidisciplinary Chestnut Research. Sopron, Hungary. 5–9 May 1999: 41.
- Juhászová, G. and Bernadovicová, S. 2001: The results of biological control of chestnut tree (*Castanea sativa* Mill.) in Slovakia. COST G4 Multidisciplinary Chestnut Research. Final Meeting, May 23–27, 2001, Ascona, Ticino, Switzerland: 81.
- Juhászová, G. and Kulcsárová, K. 2002: A *Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr előfordulása tölgyeken. 48. Növényvédelmi Tudományos Napok előadásainak összefoglalói. Budapest, 2002. március 6–7: 79.
- Luisi, N.; Gentile, T. M.; Sicoli, G. and Turchetti, T. 1992: Outbreaks of *Cryphonectria parasitica* on *Quercus* species and their epidemiological role. International Congress Recent Advances in Studies on Oak Decline, Selva di Fasano (Brindisi), Italy. 13–18 September 1992: 95–104.
- Radócz, L. 2001: Study of subpopulations of the chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) fungus in the Carpathian basin. *Forest Snow and Landscape Research* 76 (3): 368–372.
- Roane, M. K.; Griffin, G. J. and Elkins, J. R. 1986: Chestnut Blight, Other Endothia Diseases, and the Genus *Endothia*. APS Press. St. Paul. MN. USA
- Robin, C. and Heiniger, U. 2001: Chestnut blight in Europe: Diversity of *Cryphonectria parasitica*, hypovirulence and bio-control. *Forest Snow and Landscape Research* 76 (3): 361–367.
- Szabó I. 2003: Erdei fák betegségei. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest
- Szabó, I.; Varga, Sz.; Berényi, A. and Vidóczy, H. 2007: *Cryphonectria parasitica* in sessile oak in Hungary. In: Szabó I. (editor): IUFRO WP. 7.02.02 meeting, 21–26 May 2007, Sopron, Hungary.
- Szabó I.; Varga Sz. és Vidóczy H. 2009: A *Cryphonectria parasitica* előfordulása és jelentősége kocsánytalan tölgyön, a biológiai védekezés lehetőségei. *Növényvédelem* 45 (4) 208–212.
- Tarcali, G. and Radócz, L. 2003: Examination of Hungarian populations of *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr on oak. Proc. 3rd International Plant Protection Symposium (3rd IPPS) at Debrecen University, Debrecen, Hungary: 95–100.
- Teasdale, R. 1992: Formulation of plant culture media and applications thereof. International publication No. WO 92/07460, Patent No. Europe: 92902531.0, ForBio Pty Ltd., Queensland, Australia
- Vidóczy H.; Varga M.; Szabó I. és Radócz L. 2000: A szelídgesztenye-kéreggrák elleni biológiai védekezés lehetőségei a Soproni-hegyvidéken. *Növényvédelem* 36 (2): 53–59.
- Vidóczy H.; Varga M. és Szabó I. 2005: A szelídgesztenye-kéreggrák elleni biológiai védekezés tapasztalatai a Soproni-hegységben. *Növényvédelem* 41 (9): 405–412
- Vidóczy, H.; Varga, M. and Szabó, I. 2007: Chestnut blight and its biological control in the Sopron Hills, Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, Special Edition 2007: 199–206.

Érkezett: 2011. május 15.

Közlésre elfogadva: 2011. szeptember 1.