

## Zárójelentés

### „Az éger állományok új típusú fitoftórák megbetegedésének vizsgálata” (T 038309) c. kutatásról

#### Bevezetés

A korábbi hazai vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy az Európa szerte elterjedt új *Phytophthora* fajhibrid jelen van éger állományainkban és patogénitása révén potenciális veszélyt jelent az őshonos égereseinkre. A gomba taxonómiai hovatartozása tisztázott, morfológiai leírása megtörtént, ugyanakkor szinte egyáltalán nem rendelkezünk ismeretekkel a kórokozó gyakorlati, erdészeti vonatkozásait illetően. A négy éves kutatási program elsődleges célkitűzése volt, hogy minél pontosabb képet kapjunk az égervész hazai helyzetéről, feltárjuk a legfontosabb összefüggéseket, és ennek nyomán megtegyük a szükséges javaslatokat a kutatások további irányára, az erdészeti gyakorlat felé. Mindezen célok eléréséhez számos kérdést kellett tisztázni az elmúlt négy év során, hiszen a kutatások kezdete előtt hiányoztak a konkrét adatok, átfogó ismeretek az adott témában.

A probléma erdészeti jellegéből adódóan a felmerülő kérdéseket alapvetően két csoportra osztottuk. Rövid és középtávon megválaszolhatóakra. A kutatás kezdetén, a rövidtávú kérdések tisztázására helyeztük a hangsúlyt, de ezzel párhuzamosan megindítottuk a hosszabbtávú vizsgálatokat is.

A négy év során az alábbi legfontosabbnak ítélt kérdésekre kerestük a válaszokat:

1. Az ország mely területein fordul elő a *Phytophthora* gomba által előidézett pusztulás?
2. A hazai körülmények között jóval nagyobb területen tenyésző lápi égeresekben, illetve az ökológiai értelemben rendkívül értékes patakparti égeresekben egyaránt előfordul-e a fertőzés, illetve mutatkozik-e különbség annak intenzitásában, a különféle állomány típusok között?
3. Mekkora a fertőzött állományokban jelentkező károk valós mértéke, és milyen tendenciák várhatók a jövőben?
4. A fertőzést követően milyen gyors a fák elhalása, milyen irányú a betegség terjedése az állományon belül, illetve individuális szinten.
5. A fertőzés szempontjából mutatkozik-e különbség az erdők kora, illetve a megtámadott fák szociális helyzete között?
6. Melyek a betegség jellegzetességei? Ezen belül:
  - melyek a pontos tünetek
  - milyen a betegség lefolyásának menete
  - milyen gyors a pusztulás
  - képes-e a gomba elpusztítani a fákat
  - képesek-e regenerálódni a fák, és ha igen, akkor milyen mértékben
7. A környezeti tényezők hogyan befolyásolják a fertőzések kialakulását, a betegség terjedését?
8. A különféle erdőfelújítási, erdőművelési eljárások befolyásolják-e, és ha igen, akkor milyen módon az állományok fertőzését, illetve a fapusztulás mértékét?
9. Milyen mértékű az egyes *Phytophthora* törzsek patogénitása az égerre nézve?

## Vizsgálati metodika

A fentiekben vázolt kérdések tisztázására különféle vizsgálati módszereket dolgoztunk ki, melyeket az alábbiakban röviden összefoglaltunk. (Részletes ismertetésük az éves munkajelentésekben megtalálható)

- 22 db precíz mintaparcella kitűzése az ország különböző területein, lápi és patakminti éger állományokban, a hosszabbtávú megfigyelések, vizsgálatok céljára, elsősorban a betegség lefolyásának megismerésére, a tünetek pontos leírására.
- Évente két alkalommal – tavasszal és ősszel – állományfelvételek a parcellákban, melynek során egy speciális, az éger állományokra kidolgozott, 16 paramétert tartalmazó, egyedenkénti egészségi állapot felvételi metodikát alkalmaztunk.
- A fitoftóras égerpusztulás országos elterjedésére és intenzitására vonatkozó vizsgálatokat folyamatosan végeztük. Ennek során az ország különböző tájegységein, az éger állományokban, szűrőpróbaszerű vizsgálatokat végeztünk. Az egyes erdőrészekben, általában ¼ hektáros, (50x50 m-es) területeket jártunk be, meghatározva a beteg illetve a kátrányfoltokkal bíró fák arányát az állományon belül. Vizsgálataink kiterjedtek a lápi és patakminti égerekre egyaránt.
- A kórokozó azonosítására a precíz parcellák közvetlen szomszédságában, valamint az országos állományvizsgálatok során talált, beteg egyedekből gyűjtöttünk mintákat. A talaj és kéregminták vizsgálata az ERTI mikológiai laboratóriumában, a különféle *Phytophthora* fajok meghatározása, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetének növénykórtani osztályán, Dr Bakonyi József és Nagy Zoltán Árpád közreműködésével történt.
- Az égereken előforduló rovarkárok és a fitoftóras égerpusztulás közötti lehetséges kapcsolatot vizsgáltuk a fertőzött állományokból származó, elhalt és beteg fák rovartani vizsgálatával. Ennek során a kidöntött mintafákat feldaraboltuk és ellenőrzött körülmények között regisztráltuk a kikelő fajokat. E mellett az állományfelvételek során külön feljegyeztük a gyökfőben, törzsön illetve a koronában meghatározható rovarkárokat és ezek mértékét.
- Az erdőművelési eljárások és a fitoftóras égerpusztulások kapcsolatát három erdőrészletben – Kaszó pusztán (2 helyen), és az Őrségben – vizsgáltuk. Mindkét területen a fertőzött állomány egy részén eltávolítottuk az elhalt és beteg, fertőzött egyedeket, míg a másik részen nem történt semmiféle beavatkozás. A kutatási program utolsó évében visszatérve a területre értékeltük a kezelt és kezeletlen erdőrészek fertőzöttségi viszonyait.
- Az éger állományok pusztulása és a környezeti tényezők kapcsolatának vizsgálatát is elindítottuk, de a kutatás ezen részét menet közben leállítottuk. Ennek oka egyrészt az anyagi források jelentős szűkülése, (nem bírtuk kigazdálkodni a termőhely feltárások költségeit) másrészt az erdőprivatizáció során kialakult, esetenként kaotikus nyilvántartási rendszerből nem tudtunk hozzáférni azokhoz az adatokhoz, amelyek alapvetően szükségesek lettek volna a vizsgálatokhoz.
- A kutatási tervben eredetileg nem szerepelt, ennek ellenére fontosnak találtuk és ezért teszteltük a rendelkezésünkre álló különféle *Phytophthora* törzsek patogenitását éger csíranövényeken laboratóriumban, valamint szabadföldi oltási kísérletekkel fiatal éger állományban.

## A kutatási eredmények összefoglalása

### A fitoftóra fertőzés jellegzetességei, tünetei

A kutatásokat megelőzően a Bécsi Erdészeti Kutatóintézet (FBVA) vendégként néhány napot *Dr. Thomas Cech*, növénykörtanos kollégával töltöttem, melynek során a Bécs környéki égeresekben tanulmányoztuk, az általa akkor már jól ismert, éger fitoftórás megbetegedés tüneteit. Az ottani gyakorlati ismereteket és tapasztalatokat felhasználva - kiegészítve a nemzetközi irodalmi adatokkal - kezdtük meg a hazai éger állományokban a vizsgálatokat.

Az elmúlt évek kutatásai során meglehetősen pontos képet kaptunk a betegség lefolyásáról, a tünetekről és azok különféle megjelenési formáiról. Sajnálatos módon ugyanakkor a mai napig nem tudtuk teljes bizonyossággal tisztázni, hogyan és mi módon fertőz a gomba? Számos elmélet látott napvilágot erre vonatkozóan, de egyik sem nyert teljes bizonyítást. Jelenlegi elképzeléseink szerint a kórokozó képes lehet a vízzel együtt a talajban vagy akár a levegőben lebegő képleteivel is fertőzni mind a gyökéren, mind a kérgen keresztül. A fertőzések kialakulásához nem feltétlenül szükséges nyílt szöveti sérülés - mint azt többen állítják - mivel számos esetben figyeltünk meg frissen kialakult, fertőzött, elhalt szöveteket teljesen egészséges törzseken akár idős, azaz vastagkérgű vagy fiatal igen vékonykérgű fákön egyaránt. Az egyedenkénti minősítések során regisztrált, kalluszosodó korábbi kéregsérülések és a fertőzések kialakulása között sem sikerült összefüggést találni. A vizsgált 1200 fa közül 293 egyeden találtunk kalluszosodó, korábbi eredetű kéregsérülést. Ebből 136 egyeden mutatkoztak a fertőzés nyomai, míg 157 egyeden nem találtunk fitoftórás fertőzést. Mindez megerősíti azt a nézetet, hogy a kéregsérülések nem feltétlenül szükségesek a gomba sikeres megtelepedéséhez.

Az égeres fitoftórás megbetegedésének első jelei minden esetben a törzsön jelennek meg kisebb nagyobb, barnás-fekete, ún. kátrányfoltok formájában. A nedvfolyás eredhet egyetlen pontból - ez a leggyakoribb - vagy esetleg kisebb kéregrepedésekből. A friss nedvfolyás gyakran narancssárga színű a foltok peremén, ami később megbarnul. Idővel a foltok sötétbarnák illetve fekete színűek lesznek. Megfigyeléseink szerint a friss foltok többnyire ősztől tavaszig jelennek meg. A nyár folyamán csak néhány esetben jegyeztünk fel friss nedvfolyást, foltosodást.



*Friss és régebbi kátrányfoltok fiatal és idős fán*

A foltok többsége a gyökfőben illetve a törzs alsó felén jelenik meg. A foltok kialakulása az esetek többségében jelzi, hogy a külső kéreg alatt a szíjácsban elhalás következett be. A kéreg külső felületét óvatosan eltávolítva előtűnik az elhalt, megbarnult nekrotikus szövet, melynek nagysága a fertőzés előrehaladottságától függ. A foltok számának gyarapodása minden esetben jelzi a szöveti elhalások egyre nagyobb kiterjedését.



*Jellegzetes kárnyafoltok a törzsön*

*Nekrotikus szövet a foltok alatt*

A folt vagy foltok megjelenése kezdetben nem párosul a koronában jelentkező tünetekkel. A fertőzés elhatalmasodásával azonban egyre nagyobb felületen hal el a szíjács, ami a korona tápanyag ellátásában is zavarokat okoz, és ennek nyomán megjelennek a jellegzetes ág és lombelhalási tünetek.

Kezdetben csak apróbbak lesznek a levelek és így a korona ritkább lesz, majd a vékonyabb hajtások elhalása is megindul, tovább fokozva a lombritkulást. A levélméret csökkenése nem mindig következik be, esetenként normál levélméret mellett is észleltünk koronaritkulást. Gyakran kíséri az elhalási folyamatokat - a beteg, sínylődő fáknál közismert - fokozott termésképződés, de ez sem következik be minden esetben. A fertőzés elhatalmasodásával arányosan csökken a lombkorona mérete, gyarapodik az elhalt ágak aránya.



*Pusztulási fázisok*

A precíz mintaterületek rendszeres felvételei alapján, az 1. sz. táblázatban foglaltuk össze az elhalásokkal kapcsolatos adatokat, amelyekből számos következtetés vonható le a pusztulás ütemére vonatkozóan.

A 22 mintaterületen rendszeresen vizsgált 1200 fa közül a négy év során a fák 7,3%-a pusztult el, ebből egyértelműen a fitoftórás fertőzés miatt 6,2%. Ez az összes elhalást tekintve azt jelenti, hogy a fitoftórás pusztulás 85,2%, míg az egyéb okok (alászorult, vihar stb...) miatt elhalt fák aránya 14,8%. Csak a fertőzött fákat külön vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy 9,3%-a gyorsan, azaz két éven belül elhalt, 18,6%-a 3 év alatt, míg a fák zöménél, 72,1%-nál négy vagy annál több évig tartott a pusztulás.

	db	%
<b>Összes vizsgált fa a 22 mintaterületen</b>	1200	100
összes fertőzött fa	371	30,9
összes elhalás a 4 év alatt	88	7,3
fitoftóra fertőzés miatt elhalt fa	75	6,2
<b>Összes elhalás a 4 év alatt</b>	88	100
fitoftóra fertőzés miatt elhalt fa	75	85,2
egyéb ok miatt elhalt fa	13	14,8
<b>Összes elpusztult, fertőzött fa</b>	75	100
Gyors (2 éven belüli) elhalás	7	9,3
Közepes (3 év alatt)	14	18,6
Lassú (4 vagy több év)	54	72,1

*1. sz. táblázat: A precíz parcellák vizsgálati eredményei*

A hosszú távú megfigyelések eredményei alapján úgy tűnik, hogy a fertőzést esetenként képesek a fák lokalizálni, illetve tünetmentesen átvészelni vagy akár meggyógyulni. A mintafák rendszeres vizsgálatai során 2004-ben 16,1%, 2005-ben 16,9% volt azoknak az egyedeknek az aránya, amelyek törzsén és gyökfőjében kátrányfoltokat találtunk ugyanakkor a koronában semmiféle elváltozást nem tapasztaltunk. Ez azt jelenti, hogy ezeken az egyedekben a fertőzés mértéke, azaz a szijácsolás még nem érte el a kritikus szintet. Ebből az állapotból egyes fák tovább romlanak, és a későbbiek során a koronában is megjelennek az elhalási tünetek, míg másik részüknél továbbra sem mutatkozik elváltozás a koronában, és a foltok száma sem növekszik. A beteg fák 5,3%-a változatlan képet mutatott a négy év során, míg 2,1%-a tünetmentessé vált, azaz meggyógyult, leküzdötte a fertőzést.

Mindezek alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy hosszabb ideig, akár évekig is lappanghat a betegség, és esetenként a fa, képes elszigetelni a gombát és megállítani további terjedését a szijácsolásban. A kéregvizsgálatok ez utóbbit több esetben is megerősítették. Az évek óta változatlan foltú fák közül néhányat a kutatási periódus végén megvizsgáltunk és némelyiken kivehető volt az elhalt szövetek körül az izolációs sáv kialakulása.

**A fertőzések és a fák magassági osztálya (szociális helyzete) közötti összefüggések**

Külön figyelmet érdemel az egészségi állapot alakulásának változása a fák szociális helyzete szerint. Ezt feltétlenül figyelembe kell venni, amikor az égerekben zajló elhalásokat vizsgáljuk. A telepített, de a természetes erdőkben is, a törzszám változása, azaz csökkenése folyamatos, bár mértéke az állomány korától nagyban függ. (Minél fiatalabb az állomány annál nagyobb a törzszám és ennél fogva a természetes mortalitás is.) Az elhalásban többnyire az alá és mellészorult egyedek játsszák a főszerepet, mivel a természetes szelekció során ezek pusztulnak el legnagyobb számban. A fiziológiailag legyengült, alászorult egyedeken minden esetben könnyebben és nagyobb gyakorisággal jelennek meg a parazita szervezetek, ezzel is gyorsítva, illetőleg előidézve a fák elhalását. Ugyanakkor egy epidémia esetén nem csak az alászorult, hanem a többi egyed is nagyobb valószínűséggel pusztul el. Ezt az összefüggést figyelembe véve vizsgáltuk az elhalt és fertőzött fák arányát a szociális helyzet szerint.

A nemzetközi irodalmi adatok szerint nincs összefüggés a fertőzés és a fák szociális helyzete között. Ezzel szemben a felméréseink azt mutatták, hogy mind a megbetegedések (látható tünetek a koronában), mind a fertőzött (kátrányfoltos) fák arányában jelentős eltérések mutatkoznak a szociális helyzet alapján. A 2. sz. táblázat mutatja az ezzel kapcsolatos adatokat.

	Szociális helyzet							
	1		2		3		4	
	db	%	db	%	db	%	db	%
<b>Elhalt v. beteg (1, 2, 3) egyedek</b>	12	8,3	87	11,1	28	15,0	22	34,5
<b>Egészséges (4, 5) egyedek</b>	148	91,7	704	88,9	155	85,0	44	65,5
<b>Összes egyed (1,2,3,4,5)</b>	160	100,0	791	100,0	183	100,0	66	100,0

	Szociális helyzet							
	1		2		3		4	
	db	%	db	%	db	%	db	%
<b>Fertőzött (kátrányfoltos) egyedek</b>	41	25,6	226	28,6	73	39,9	30	45,5
<b>Összes egyed (1,2,3,4,5)</b>	160	100,0	791	100,0	183	100,0	66	100,0

2.sz. táblázat: A megbetegedések és fertőzések aránya szociális helyzet szerint

A négy éven keresztül vizsgált éger parcellákban lévő fák magassági osztályai szerint csoportosítva a megbetegedett és elhalt egyedeket azt tapasztaltuk, hogy az alászorult fák 34,5%-a halt el vagy betegedett meg a kutatási időszak során. Ezzel szemben az elhalás és megbetegedés a kimagasló egyedek 8,3%-át, az uralkodó egyedek 11,1%-át míg a mellészorult fák 15,0%-át érintette. Hasonló arányokat kaptunk a fertőzöttségi értékek esetén is. A legnagyobb arányú fertőzést az alászorult egyedek között találtunk, ahol a fák 45,5%-a mutatta a fertőzés tüneteit, ezzel szemben a kimagasló egyedek 25,6%-a, az uralkodó fák 28,6%-a, és a mellészorult égerek 39,9%-a tartozott a fertőzött egyedek közé.

Ezek az adatok egyértelműen mutatják, hogy a szociális helyzet és a fertőzés illetve a megbetegedés elhalás között határozott összefüggés van. A kiemelkedő és általában is legjobb vitalitású egyedek között kisebb a fertőzés mértéke és az ebből adódó elhalás gyakorisága, mint a kínlódó, fiziológiailag kevésbé jó állapotú, alászorult egyedek esetén.

### A fertőzések előfordulási gyakorisága patakmenti és lápi égerekben

Ugyancsak a nemzetközi szakirodalmi adatok jelzik, hogy a fertőzések előfordulási gyakorisága a patakmenti égerekben összefüggést mutat a folyóvíztől való távolsággal, azaz a folyóvíztől távolodva arányosan csökken a fertőzött fák aránya. Ezt az összefüggést egyértelműen nem tudtuk kimutatni, igaz hogy az általunk vizsgált patakmenti égerek száma viszonylag kevés volt, így lehet, hogy a mintaszámot növelve az összefüggés kimutatható lenne. Ezzel szemben - mivel hazánkban a síkvidéki lápi égerek aránya messze felülmúlja a patakmenti állományok arányát - vizsgálataink zöme síkvidéki állományokban történt. E felvételek alapján a lápi égerekben sem találtam összefüggést a fertőzött egyedek állományon belüli mintázata és a nedvesedés mértéke között. A fertőzött egyedek teljesen véletlenszerűen, elszórtan jelentkeztek az erdőrészleten belül.

A precíz parcellák és az országos állományfelvételek eredményei egyaránt azt mutatták, hogy a fertőzés valamennyi korú állományban előfordul. Úgy tűnik, hogy nincs jelentősége az állomány korának a fertőzések kialakulása, mértéke és terjedése között. Abszolút értékben természetesen jóval nagyobb számú fertőzött egyedeket találtunk a fiatal állományokban, de ezt az egységnyi területre jutó jelentős tőszám többlet miatt áll elő. A

hektáronkénti tőszámot tekintve nincs szignifikáns különbség a megbetegedések arányát tekintve.

## Rovartani vizsgálatok

A fitoftórási fertőzések, és a rovarok okozta károsítás közötti összefüggéseket a korábbi jelentésekben ismertetett metodika szerint folytattuk a négy év során. Ennek kapcsán vizsgáltuk az egészséges, valamint az elhalt és beteg égereken megjelenő rovarfajokat. A rendszeres egészségi állapot felvételek alkalmával feljegyeztük a koronában illetőleg a törzsön, és esetenként a gyökfőben megjelenő, rovarkárokat, másrészt a különféle egészségi állapotú egyedek törzs és ágrészeiben megtelepedő xilofág fajok előfordulási gyakoriságát.

A pusztuló illetve elhalt fák egy részén a kivágást követően megtaláltuk az égerfaszitkár (*Paranthrene spheciformis*) álcájáratait. Főleg fiatal és középkorú állományokban figyeltük meg a jellegzetes kárképet, a kivágott fák bütűjén lévő ovális járatok formájában. A fitoftórási megbetegedéssel való kapcsolatát egyelőre nem tudtuk bizonyítani mivel ugyanolyan gyakorisággal fordultak elő a fertőzött, és a fitoftóra mentes egyedeken. Ugyancsak a gyengült, vagy beteg, fertőzött fákon találtuk meg az égerfa díszbogár (*Dicerca alni*) imágóit közvetlen a kibújást követően a Hanságban, de itt sem lehetett kapcsolatot kimutatni a fertőzések és a rovar között.

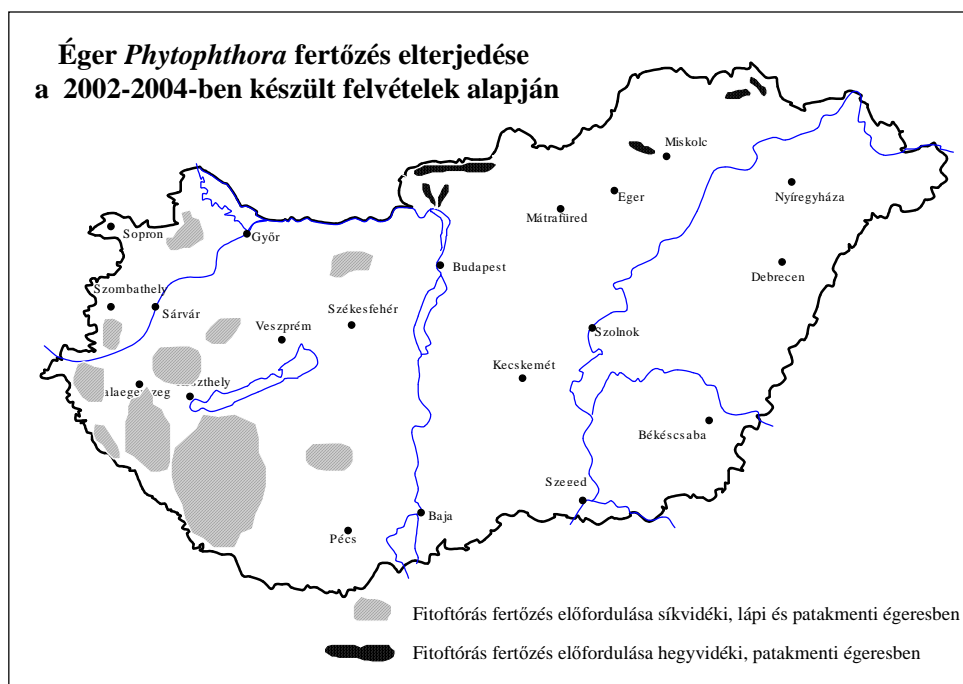
A nevelőházban elhelyezett törzs és ágdarabok vizsgálatának eredményei alapján ugyancsak semmiféle összefüggést nem találtunk a fitoftórási fertőzések kialakulásával, megjelenésével kapcsolatban. Az egészséges kontroll egyedekből semmiféle xilofág rovar nem kelt ki, míg a fitoftórási fertőzés következtében elhalt egyedek és a nem a gomba fertőzése miatt elhalt egyedek között a rovarfajok számában, faji összetételében különbséget nem találtunk. Meg kell jegyezni, hogy a mintaszám a szűkös tároló kapacitás miatt viszonylag alacsony volt, (összesen négy egyed törzse), ezt figyelembe véve ez a témakör a továbbiakban alaposabb vizsgálatokat igényelne.

Az állományokban végzett rovarügyi megfigyelések azt mutatták, hogy a lombrágásból eredő levélvesztés mértéke évről évre ingadozó. A leveleken, elsősorban a hegyvidéki állományokban jegyeztük fel a nyírfa levélsodró (*Deporaus betulae*) valamint a *Fenusa dorhni* aknázó kisebb kártételét. A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy országosan az égerekben leggyakrabban előforduló fajok az égerlevelészek. A felvételezések szerint a kék égerlevelész (*Agelastica alni*) valamint a nagy égerlevelész (*Melasoma aeneum*) álcáinak és imágóinak rágása 2002-ben a vizsgált egyedek 38,7%-át érintette, míg 2003 őszén 44,3% rágáskárosított egyedeket regisztráltunk. Ugyanakkor megállapítottuk, hogy a rágásból eredő levélvesztés mértéke egyedenként átlagosan 15% körül mozgott. 2004-ben a vizsgált állományok fáinak 69,7%-án tapasztaltunk égerlevelészek okozta lombrágást az őszi felvételek során. Az egyedenkénti lombvesztés mértéke azonban 2004-ben sem haladta meg sehol a 20%-os értéket. 2005-ben a vizsgált fák 42,9%-án mutatkozott lombrágás, de ebben az évben az átlagos rovarrágásból eredő lombvesztés 10% alatt maradt. Ez a mértékű lombrágás a fák egészségi állapotát jelentősen nem befolyásolja, tulajdonképpen természetesnek tekinthető és gyakorlatilag az egyes állományok valamennyi egyedét érintette. Mindezek alapján úgy tűnik, hogy a fitoftórási fertőzések és a rovarkárok előfordulása között nincs kimutatható összefüggés.

## A fitoftórási égerpusztulás országos elterjedése, jelentősége

A négy éves kutatási program keretében, az összesen 228 éger erdőrészletben végzett, szűrőpróbaszerű fertőzöttségi vizsgálatok adatai alapján megállapítottuk, hogy az ország egész területén jelen van a kórokozó. Mind a patakmenti, mind a lápi égeresekben megtaláltuk a fitoftórási fertőzésre jellemző tüneteket. (1. ábra) A fertőzés mértéke és a fertőzéssel érintett állományok eloszlása azonban nagyon heterogén. Az ország valamennyi tájegységében találtunk erősen fertőzött és teljesen egészséges égereseket. Megfigyeléseink szerint valamennyi korosztályú állományban, magassági osztálytól függetlenül, mindenütt megjelenhet a fertőzés. A kutatások arra is rávilágítottak, - mint azt korábban már kifejtettük - hogy az alá és mellészorult egyedeken jelentősen nagyobb a fertőzés előfordulása. Ugyanakkor az uralkodó és kimagasló egyedek 25,6%, illetve 28,6%-án figyeltünk meg kátrányfoltokat a gyökfőben illetőleg a törzsön. Ez mindenképpen jelzi, hogy a fertőzések veszélyeztetik az uralkodó és kiemelkedő szociális helyzetű egyedeket is, azaz nem kizárólag a fiziológiailag gyenge és így a betegségekkel szemben fogékonyabb egyedeket képes fertőzni a gomba, így állandóan fennáll egy epidémia kialakulásának veszélye.

A vizsgált 228 erdőrészlet adatai alapján megállapítottuk, hogy a hazai éger állományok 75%-ában jelen vannak a jellegzetes fitoftórási tünetek. A fitoftórással fertőzött éger állományok 76,6%-ában a fertőzöttség mértéke 5% alatt volt, de e mellett a fertőzöttségi értékekben nagy szélsőségek mutatkoznak.



1. ábra: Éger fitoftóra fertőzés elterjedése

A vizsgált állományok 38,2%-ában a fertőzés mértéke minimális szintű, 1% alatti. A területek 19,3%-án a fertőzött fák aránya 1-10% közötti értéket mutatott, míg az ennél erősebben fertőzött állományok aránya 17,6%. (3. sz. táblázat) A legerősebb fertőzést Hévízen regisztráltuk, ahol a vizsgált erdőrészlet egyedeinek 78%-án jelentkeztek kátrányfoltos tünetek.



Fitofóra fertőzés mértéke %-ban	Vizsgált éger állományok 2002-2004	
	db.	%
0	57	25,0
>1	87	38,2
1-10	44	19,3
11-20	17	7,5
21-30	12	5,3
31-40	5	2,2
41-50	0	0
50 <	6	2,6
Összes	228	100

3. sz. táblázat: Fitofórás tünetek előfordulási gyakorisága a vizsgált 228 éger állományban

### Erdőművelési eljárások hatása a fitofórás fertőzések kialakulásában

Az erdőművelési eljárások és a fitofórás pusztulások, fertőzések kapcsolatának vizsgálatát a korábbi területbejárások során kiválasztott, fitofórával fertőzött állományokban végeztük. A kortól és törzsszámtól függően, átlagosan 1/4-1/2 hektáros darabot jelöltünk ki a vizsgálatokhoz. A kiválasztott három mintaterületen különböző jellegű belenyúlásokat végeztünk. Az Ispánk 3/J erdőrészletben az összes 3-as egészségi állapotú, és az összes törzsfoltos egyed (függetlenül az egészségi állapot besorolásától) eltávolítottuk. Ezzel szemben Kaszó pusztán a kísérletekre kiválasztott két erdőrészlet egyikéből - Kaszó 21/F - a meghagyott kontroll kocka kivételével csak a törzsfoltos egyedeket távolítottuk el, míg a másik erdőrészletben - Senta 36/C - a 3-as, beteg és a látszólag egészséges ám törzsfoltos egyedeket egyaránt kivágtuk. A munkák során a kivágott egyedeket kivétel nélkül a területről elszállítottuk.

Az Ispánk 3/J és a Senta 36/C erdőrészletekben kontroll parcellaként a korábban kijelölt precíz kísérleti területek szerepeltek, míg a Kaszó 21/F erdőrészletben kontrollként egy negyed hektáros erdőrészletet jelöltünk ki a kezelt állományban. Az állományokban az erdészeti beavatkozások 2003-ban történtek, ennek megfelelően a kiértékeléseket két évvel később, 2005 őszén végeztük. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy jóval informatívabb és megbízhatóbb lenne az első kezeléstől számítva hosszabb idő intervallumban is vizsgálni az egyes kezelések eredményét.

Az ispánki erdőrészletben a gyérített parcellában, a 2005-ben végzett felmérések során 5 új megbetegedést, foltosan fertőzött egyedeket találtunk. Ez, figyelembe véve a hektárra vetített törzsszámot (jelen esetben 1800 db/ha) azt jelenti, hogy a parcellában megmaradt fák (405 db) 1,2%-a lett fertőzött a két év alatt. Ezzel szemben a kontroll parcellában 2003-2005 között a fertőzött egyedek aránya 3,8%-al nőtt. Itt kell megemlíteni, hogy ez az erdőrészlet igen erősen fertőzött volt már a vizsgálatok kezdetén, éppen ezért tűztünk ki benne mintaparcellát. Ez azt jelenti, hogy a fertőzési nyomás különösen nagy ezen a területen az egészséges fák esetében. Mindentől függetlenül megállapítható, hogy két év alatt a gyérítetlen területen a megbetegedések aránya közel háromszorosa volt a kezelt parcellához képest.

A Senta 6/C erdőrészletben az egészségi termelésen átesett állományban friss fertőzést illetve megbetegedést nem észleltünk, ugyanakkor a kontroll parcellában a kátrányfoltos fák aránya 2,6%-al csökkent, tehát itt sem történt romlás, sőt egy javuló tendenciát figyeltünk meg.

A Kaszó 21/F erdőrészletben a gyérített területen új megbetegedést, fertőzést nem regisztráltunk, míg a kezeltetlen kontroll parcellában 7 egyed pusztult el. Ezek közül azonban 6 alászorult, foltoktól mentes, azaz természetes öngyérülésnek tekinthető elhalásuk. A hetedik

fa az uralkodó koronaszintbe tartozott, elhalásának oka ismeretlen, de foltos fitoftórás fertőzésre utaló nyomokat nem találtunk rajta.

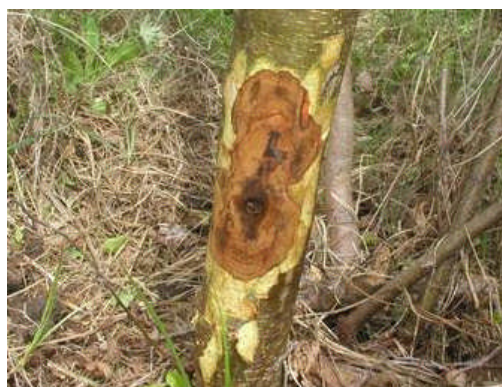
A fentiekben leírtak eredményeit összegezve megállapítható, hogy a két alacsony fertőzöttségű terület esetében nem találtunk különbséget a kezelt és kezeletlen parcellákban, míg az erősen fertőzött állományban a beteg fák eltávolításával jelentősen csökkent az új fertőzések kialakulásának aránya. Ugyanakkor az eredmények értékelésekor figyelembe kell venni, hogy a vizsgált időszak meglehetősen rövidnek tekinthető, és az adatok pontosítása érdekében néhány év múlva feltétlenül meg kellene ismételni a felvételeket.

### **Provokációs fertőzések csemetéken és szabadföldön, fiatal éger állományban**

Az égeres fitoftórás megbetegedésének, hazai elterjedtségének vizsgálatakor különféle fitoftórákat találtunk, melyek ökológiai szerepe még nem teljesen tisztázott. Célunk a begyűjtött mintákból nyert tenyészetek azonosítása és patogenitásuk tesztelése volt égeren. A vizsgálatok, az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetének növénykórtani osztályáról, Dr Bakonyi József és Nagy Zoltán Árpád kutatók közreműködésével történtek.

Összesen 36 éger állományból származó 39 talaj-, ill. 40 kéregmintát vizsgáltunk. Kitenyésztésre az alábbi módszereket alkalmaztuk: 1.) nekrotikus kéreg, illetve gyökér szelektív táptalajra helyezése, 2.) rajzospórák csapdázása babérmeggy levelekkel az égerfák gyökereit is tartalmazó vizes talajszuszpenzióból. Izolátumaink patogenitását szabadföldön és laboratóriumi mesterséges fertőzési kísérletekben is vizsgáltuk. Fiatal éger fák kéregszövetét sebzésen keresztül fertőztük az izolátumok micéliumos agarkorongjaival, valamint 1-2 hónapos csíranövényeket állítottunk a tenyészetek zoospóra szuszpenziójába.

A mintagyűjtés és laboratóriumi vizsgálatok eredményeként hat állományban a *Phytophthora alni*, tízben pedig egyéb fitoftórákat azonosítottunk. Kéregszövetből csak a *Phytophthora alni* tenyésztett. E kórokozót gyökerekből vagy gyökereket is tartalmazó vizes talajszuszpenzióból mindössze egy-egy alkalommal tudtuk kimutatni, ami a patogén gyenge kompetíciós képességére utal talajban. E szubsztrátumokból a *Phytophthora citricola* és - számos *Pythium*-izolátum mellett - főleg olyan fitoftórák izolátuma növekedett, melyeket pusztán morfo-fiziológiai tulajdonságaik alapján nem lehetett teljes biztonsággal azonosítani. Riboszomális DNS ITS szekvenciaanalízissel megállapítottuk, hogy kétséges tenyészeink a *Phytophthora gonapodyides* és az alakilag rá nagyon emlékeztető, de formálisan eddig le nem írt „*Phytophthora* taxon Salixsoil”, és „*Phytophthora* taxon Forestsoil” izolátumokat képviselik. Valamennyi fitoftóra fertőzte sebzésen keresztül a fák belső kéregszövetét, de az okozott léziók méretében jelentős eltérések voltak. Legagresszívebbnek a *Phytophthora alni* subsp. *alni* bizonyult. Őt követte a *Phytophthora citricola* és a *Phytophthora alni* subsp. *uniformis*. Velük ellentétben a *Phytophthora gonapodyides*, „*Phytophthora* taxon Salixsoil” és „*Phytophthora* taxon Forestsoil” izolátumok csak minimális nekrozist okoztak. Hasonló eredményeket kaptunk a zoospóraszuszpenziókba állított csíranövényekkel is: csak a *Phytophthora alni* volt képes elpusztítani a növénykéket. Adataink alapján nyilvánvaló, hogy a fitoftórás égervészért felelős *Phytophthora alni* mellett egyéb fitofotórák is jelen vannak az égeresekben, de ez utóbbiak károkozása nem számottevő. Míg előbbi kórokozó életképessége gyengének mondható a talajban, annál inkább agresszív az égerre és képes a gyökereken keresztül a fák törzsébe is felmenni, s a kéregszövetet elpusztítva a fa elhalását előidézni. Az általunk vizsgált egyéb fitoftórák viszont gyakoriak a talajban, de nem vagy csak kis mértékben károsítják az égert, s a föld feletti részekre nem jelentenek veszélyt. Ezért a fák pusztításában betöltött szerepük nem jelentős.



*Szabadföldi fertőzési kísérletek Szécsényben*

## Összegzés

A négy éves kutatási program során részletesen feltártuk a hazai égerekben előforduló fitoftórás megbetegedés jellegzetességeit, erdőgazdasági jelentőségét. A vizsgálatok tapasztalatai azt mutatják, hogy a hazai égerekben a fitoftórás fertőzések nagy számban megtalálhatóak, de a beteg fák aránya, a fertőzés intenzitása, a betegség terjedése, és a mortalitási értékek nem támasztják alá azt a feltételezést, miszerint az állományok létét veszélyeztetné a betegség megjelenése.

Úgy tűnik, hogy a vizsgálatok kezdetén 2002-ben de még valószínűbb, hogy a korábbi években érte el a csúcspontját az epidémia, és azóta az új fertőzések és a beteg fák aránya lassan csökken. (4. sz. táblázat) Az erdőgazdálkodás szempontjából - néhány kiemelkedően magas fertőzöttségű állománytól eltekintve - egyelőre nem okozott a gomba jelentősebb gazdasági károkat, bár ennek lehetősége egy újabb, és nagyobb intenzitású epidémia kialakulása révén, folyamatosan fenn áll.

	Új elhalás (Alnus = 2) %	Beteg fák (Alnus = 3) %
<b>2002</b>	-	8,5
<b>2003</b>	3,3	6,2
<b>2004</b>	2,3	6,5
<b>2005</b>	1,3	5,3

*4. sz. táblázat: Az új elhalások és megbetegedések aránya a precíz parcellákban*

A vizsgálatok egyértelműen igazolták a *Phytophthora alni* és kisebb mértékben a *Phytophthora citricola* patogenitását, míg a többi fitoftóra faj jelentősége kétséges az elhalások kialakulásában. Mindezek mellett azt is megállapítottuk, hogy a gyors, gutaütésszerű elhalások aránya viszonylag alacsony, az esetek többségében a pusztulási folyamat tovább tart, mint négy év. Megfigyeléseink szerint nem bizonyos, hogy valamennyi fertőzött egyed elpusztul, ugyanis a beteg fák egy részénél (5,3%) az egészségi állapot a vizsgált időszakban nem változott, sőt egyes esetekben (2,1%) javulást is megfigyeltünk. Mindezek alapján úgy tűnik, hogy a fák esetenként képesek a betegséget természetes védekező mechanizmusaik révén legyőzni.

A kutatási eredmények ugyanakkor egyértelműen jelzik, hogy az új típusú fitoftórás betegség országosan jelen van és stabilan állandósult a hazai éger állományokban. Epidémikus megjelenése bármikor bekövetkezhet, de ennek előfeltételeiről egyelőre nagyon keveset tudunk. Éppen ezért a mintaterületeken a rendszeres megfigyeléseket tovább kellene folytatni, hogy pontosabb képet nyerjünk a fertőzések kialakulásának feltételeiről, a betegség lefolyásának hosszabbtávú folyamatairól. Mindezek mellett nagy figyelmet kellene fordítani a környezeti tényezők szerepe és a fertőzések, illetve a kórokozó epidémikus megjelenése közti kapcsolatok feltárására. Ugyancsak további, hosszabbtávú vizsgálatokat igényel a különféle erdőművelési eljárások szerepének tisztázása a károk csökkentése érdekében. E mellett a rezisztencia kérdését is vizsgálni kellene, hiszen hosszabb távon csak ez jelenthet megoldást a gazdálkodók számára.