

*Természetvédelmi Közlemények 16, pp. 51–63, 2010*

## Korhadó fatörzsek szerepe az erdők természetes felújulásában

Tóth Viktória

7817 Diósvizsló, Korvin O. u. 19. E-mail: [montia21@gmail.com](mailto:montia21@gmail.com)

Összefoglaló: Napjainkban az erdők korhadó faanyaga, mint számos élőlénycsoport élettere, egyre nagyobb érdeklődésre tart számot. Az alábbi szemle a korhadó holt fákon (anyatörzsek, nurse logs) megtelepedő újulatra szeretné felhívni a figyelmet. A holt fán történő felújulásnak elsősorban mikroklimatikus okai vannak, ott bír nagy jelentőséggel ahol szélsőségesek a termőhelyi körülmények, boreális és magashegységi fenyvesekben, mocsarakban, lápokban. Az újulat megtelepedésére a nagyméretű, erősen korhadt fák a legalkalmasabbak, és főként a kis magmérettel rendelkező fajok telepsznek meg nagy sikerrel a korhadó holt fákon. A szemle a korhadó holtfán történő felújulás abiotikus paramétereivel, az anyatörzs és az újulat faja által meghatározott tulajdonságokkal, valamint egyéb biotikus paramétereivel kíván foglalkozni. Legvégeül a jelenség hazai előfordulására hoz néhány példát.

Kulcsszavak: fekvő holtfa, anyatörzsek (nurse logs), korhadás

### BEVEZETÉS

Napjainkban, amikor a biológiai sokféleség megőrzése sürgető feladatunk, egyre nagyobb figyelmet kap a holt faanyag, mely a legkülönbözőbb szervezeteknek biztosít élőhelyet. Számos élőlény kizárólag a korhadó faanyaghoz kötődik. Ismeretes, hogy sok gomba, moha, szaproxil rovarfaj, odúlakó madár stb. áll szoros kapcsolatban a holtfával (Maser & Trappe 1984, Csóka 2000, Ódor *et al.* 2004, Lonsdale *et al.* 2008).

A holt fák költő helyet, táplálkozó-, vadászterületet, búvóhelyet biztosítanak számos gerinces állat számára. A kétélűek elsősorban búvóhelyként és vadászterületként használják a korhadó fatörzseket. A hullók gyakran sütkeznek a fényben gazdag lékekben található holt fákon. A kisemlősök előszeretettel mozognak a holt fák mentén, és használják őket búvóhelyül, vagy készítenek üregeikben kotorékot. Számos denevér faj a holt fák odvait, leváló kéreg alatti repedéseit választja éjszakázó- és/vagy telelőhelyül. A nagyobb méretű holtfák üregeit gyakran használják kotorékul a ragadozó emlősök is. (Bobiec *et al.* 2005, Bull 2002, Csóka 2000)

Bielowieza Őserdőben a területen rendszeresen költő 177 madárfaj közül 109 „erdei faj”, melyek többsége odúlakó. Az odúlakó madarak zöme a harkályok által készített odvakban fészkel. A holt faanyag jelentőségét mutatja, hogy pl. a

fehérhátú harkály (*Dendrocopos leucotos* Sharpe et Dresser) az esetek 52%-ban élő fába, míg 48%-ban valamilyen holt fába készítette el a fészekodóját (Bobic *et al.* 2005).

A tápanyag forgalomban, és magában a korhadás folyamatában fontos szerepet töltenek be a szaproxyl gombák (Ódor *et al.* 2004, Lonsdale *et al.* 2008). Például Svédországban a kb. 2120 vöröslisztás faj 40%-a szaproxil, melynek egy negyede a gombák közül kerül ki (Lonsdale *et al.* 2008). Mohák között is vannak olyan fajok, melyek kizárólag a korhadó holt fákhoz kötődnek (Ódor *et al.* 2004). A lebomló fatörzseken, tuskókon magasabb rendű növények is képesek megtelepedni, és bizonyos körülmények között ez az egyetlen igazán sikeres módja az erdő felújulásának (Harmon *et al.* 1986, Hofgaard 1993, Bobiec *et al.* 2005).

„A holtfa – mint gyűjtőfogalom – alatt különböző méretű, mennyiségű, eredetű, fafajú, térbeli eloszlású, elhelyezkedésű, korhadtságú, megjelenésű (álló/ fekvő) elhalt farészeket lehet összefoglalni, melyek funkciója rendkívül sokrétű.” (Bartha & Oroszi 2004)

A holt faanyagot többféleképpen osztályozhatjuk. Mérete szerint két nagyobb csoportra lehet osztani finom fa törmelékre (FWD, Fine Woody Debris) és durva fa törmelékre (CWD, Coarse Woody Debris), melyek mérettartományának megállapítása egyes szerzők esetén különböző lehet. Például Krus és Johnson (1999) szerint a finom fatörmelék átmérője 5–9 cm, a durva fatörmeléké pedig 10 cm-nél nagyobb, ezzel szemben pl. Bobiec *et al.* (2005) a durva fatörmeléken minden 5 cm átmérőjűnél nagyobb, és 1 m-nél hosszabb száradékot, ágat, fatörzset ért.

További csoportosítást tesz lehetővé a holtfa pozíciója, mely alapján beszélhetünk álló-, és fekvő holtfáról. Az álló holtfát tovább csoportosíthatjuk a szerint, hogy ép, vagy facsonk, illetve eredete szerint lehet természetes, vagy mesterséges (pl. fatuskó) (Bobic *et al.* 2005).

Meghatározó szempont a holtfa faja, illetve a fa lehet lombos, vagy tűlevelű (Ódor *ex verb.*), valamint a csoportosítás történhet a fa keménysége alapján is, eszerint a holtfa lehet keményfájú vagy puhafájú (Bobic *et al.* 2005). A holt fa egy-egy speciális csoportját képezik az élőfa elhalt részei (elhalt ágak, leváló kéregdarabok stb.), vagy az élő és élettelen fák odvai (Csóka 2000).

A holtfát osztályozhatjuk korhadási állapota szerint is. Ez nagyon fontos szempont, ugyanis a fa jelentős változásokon megy keresztül a korhadási folyamat során. A holtfa korhadási állapota befolyásolja azt, hogy mely gomba-, állat- vagy növénycsoport képes rajta megtelepedni. A korhadás mértékének megállapítására számtalan osztályozás létezik, melyek több szakaszra bontják a folyamatot. Ezekben közös, hogy figyelembe veszik a fa anyagának keménységét, az oldalágak meglétét, a törzs kéreggel való borítottságát, a fa átmérőjének alakját, és azt, hogy a rönk mennyire élesen határolódik el a talajtól (Söderström 1988, Lee & Sturgess

2002, Ódor & van Hees 2004, Bobiec *et al.* 2005, Zielonka & Piatek 2004, Christy & Mack 1984, Ódor *et al.* 2004, Standovár & Kenderes 2003, Maser & Trappe 1984).

Még néhány fontosabb fogalmat használnak a holtfával kapcsolatban, melyek a korhadó fatörzseken történő felújulásra vonatkoznak. Anyatörzseknek (dajkafák, nevelőfák, nurse logs) nevezik azokat a fekvő holt fákat, melyeken fásnövénnyek csemetéi vagy egyéb edényes növények fejlődnek (Bobiec *et al.* 2005). Lineáris felújulás alatt azt a jelenséget értik, amikor terpesztett gyökereken álló idősebb fák, sűrűn egymás mellett, egy vonal mentén helyezkednek el (Scherzinger 1996).

Azt, hogy hogyan is keletkeznek a terpesztett gyökerű fák Kovácsik (1933) nagyon szemléletesen írja le: „Az érintetlen őserdőkben igen gyakoriak a lábakon álló fák, melyek a talaj felett többé-kevésbé magasan – egészen mintegy másfél méternyire kiemelkedő gyökereikkel a forró földön léggökerekkel bíró fáinak benyomását teszik. Gyakori ugyanis az őserdőkben, ahol kidőlt, korhadózó, mohalepte fatörzsek szanaszét hevernek, hogy az azokra lehullott mag a fatörzset ellepő mohában kikel, kicsírázik. Az apró facsemete egyideig [sic!] a mohakészítette [sic!] televényföldből veszi fel táplálékát. Idővel azonban, növekedése folyamán, a csemete gyökereit a fatörzs felületén leereszti a talajig és pedig a heverő törzs mindkét oldalán. Bizonyos idő elteltével a kidőlt fa, melyen a fiatal fácska fejlődik, teljesen elporladva összeesik. A rajta nőtt fa gyökerei között és alatt ilyenképpen a kidőlt fa kerületének megfelelő nagyságú üreg támad s csupán e felett kezdődik a törzs.”

Magát a holtfán történő felújulás jelenségét Göppert már 1863-ban leírta. Az 1930–1940-es években egyre többen figyeltek fel a holtfán megtelepedő újulatra (Arnborg 1942, Muzsnay 1899, 1933, Kovácsik 1933). Paczoski kutatásai (1930) azért számítottak úttörőnek, mert felismerte a korhadó faanyagban történő csírázás jelentőségét a szubalpin fenyvesek felújulásában. Napjainkban ismét egyre többen foglalkoznak a holtfával és az anyatörzseken történő felújulással.

### KORHADÓ HOLTFÁN TÖRTÉNŐ FELÚJULÁS ABIOTIKUS PARAMÉTEREI (FÖLDRAJZI, TÁRSULÁSTANI VISZONYAI, MIKROKLÍMA)

Elsősorban boreális és magashegységi fenyvesekből ismeretes a holtfán történő felújulás, és itt is bír a legnagyobb jelentőséggel (Brang *et al.* 2003, Harvey *et al.* 1987, Suzuki *et al.* 1987, Taylor *et al.* 1990, Nakagawa *et al.* 2001, Narukawa *et al.* 2003, Sugita & Tani 2001, Mori *et al.* 2004, Sugita & Nagaike 2005, Narukawa & Yamamoto 2001, Paczoski 1930, Arnborg 1942, Muzsnay 1899, 1933, Kovácsik

csik 1933, Gratzner & Rai 2004, Harmon *et al.* 1986, Harmon & Franklin 1989, Zielenka & Piatek 2004, Standovár & Kenderes 2003). Jelentőségét jól szemlélteti, hogy Svédországban a fiatal fenyők 40%-a korhadó fatörzseken található (Hofgaard 1993), Babia Góran az újulat 50%-a található meg holtfán (Bobiec *et al.* 2005). Ezekben az erdőkben a holtfa által biztosított kis felületre sűrű újulat koncentrálódik, pl. Chhetri (2004) leírja, hogy Bhután fenyveseiben az uralkodó fafaj újulatának 62%-a a talaj felszín mindössze 15%-át borító anyatörzseken telepedett meg.

A holtfán történő felújulás kevésbé ismert lomberdőkben, és inkább fenyő elegyes lomberdőkben – jegenyefenyves bükkösökben, boreális nyár erdőkben – mutatták ki a lineáris felújulás jelentőségét, igaz itt is elsősorban az elegy fafajként szereplő fenyők kötődnek a holtfához (Kovácsik 1933, Földváry 1933, Szewczyk & Szwagrzyk 1996, Lee & Sturges 2002). Közép-európai természetközeli erdőkben több helyütt megfigyelték a jelenséget (Standovár & Kenderes 2003), de csak unikális jelleggel.

Pyle és Brown (2002) észak-amerikai lombos erdőkben tölgy anyatörzseken is kimutatták a holtfán történő felújulást. Itt azonban a főleg tölgyekből és juharokból álló újulat már elsősorban a talajon fordult elő, szemben a túlevelű erdőkben tapasztalt tendenciákkal, melynek okaként többek közt a viszonylag szárazabb mikroklímát, és a nagyobb magméretet jelölték meg (Pyle & Brown 2002).

Mérsékeltövi esőerdőkben, és trópusi köderdőkben, ahol magas a talajnedvesség, és dús az aljnövényzet, a fák magvainak csírázása, valamint csíracsemetéinek túlélése szinte kizárólag a magasabb térszintet képviselő korhadó faanyagokon biztosított (Lusk 1995, Lusk & Kelly 2003, Lusk & Ogden 1992, Santiago 2000, Cooray 1974). Hasonló a helyzet a mocsarakban, lápokban és folyóparti ligeterdőkben is (Huenneke & Sharitz 1986, Harmon *et al.* 1986, Hornberg *et al.* 1997, Titus 1990), ahol a magoncok csak a víz színe fölé emelkedő helyeken tudnak sikeresen túlélni. Ezek a többletvíztől, illetve áradásoktól védett helyek, az idős fák gyökfőjénél kialakult halmok, vagy a kidőlt korhadó fák. A kolonizált törzseket a fiatal fák előbb-utóbb átnövik és kialakul a gyökfő körüli kis szigetszerű kúpocska (Bobiec *et al.* 2005). Ez az egyik módja a hazai lápjainkból is ismert lábas éterek keletkezésének (Bartha 2008).

Az anyatörzseken való felújulás jelenségét különböző mértékben, de szinte mindenhol kimutatták, és ott bír gyakorlati jelentőséggel, ahol szélsőségesek a termőhelyi körülmények. Tehát elsősorban nem földrajzi, hanem termőhelyi okai vannak a megjelenésének, főként üde, nedves mikroklímán alakul ki.

## A KORHADÓ HOLTFA ÁLTAL MEGHATÁROZOTT PARAMÉTEREK A FELÚJULÁSBAN

### *A holtfa fajának szerepe*

A holtfa faja hatással van a korhadási folyamatra a fa szövettani tulajdonságai, valamint kémiai összetétele által (Ward & McCormick 1982, Taylor & Shaw 1983, Tseng *et al.* 2007, Csóka 2000). Azonos mikroklimatikus körülmények között a lágylombos fafajok gyorsabban bomlanak le, mint a keménylombosok, így kevesebb idő áll rendelkezésre a fán történő megtelepedésre (Csóka 2000).

A kéregben és a gesztben különféle allelopatikus hatású anyagok halmozódhatnak fel, melyek gátolják a csírázást és a gyökérszét fejlődését. Ezért az anyatörzs fafaja nagymértékben befolyásolja, hogy mely fajok tudnak az adott holtfán felújulni. Egyes fafajok előnyös helyzetbe kerülnek az által, hogy kevésbé érzékenyek az adott vegyületre, mint mások, és versenytársak nélkül aknázhatják ki a holtfák által biztosított erőforrásokat (Ward & McCormick 1982, Taylor & Shaw 1983, Tseng *et al.* 2007).

Elsősorban tűlevelűek kérgének allelopatikus hatására történtek vizsgálatok. Például Ward és McCormick (1982) kimutatták, hogy a kanadai hemlockfenyő (*Tsuga canadensis* (L.) Cartiere) avarja 76%-ban gátolta a fajtársak magvainak csírázását és 52%-ban a vörös tölgy (*Quercus rubra* L.) csírázását, majd megvizsgálták a növény különböző szerveiből nyert kivonatokat is, és megállapították, hogy bizonyos mértékig a törzset borító kéreg is allelopatikus hatású.

Egy másik kísérletben, Taylor és Shaw (1983) sziklás-hegységi szürke luc (*Picea engelmannii* Parry) kéreg kivonatának hatását tesztelte különböző tűlevelű fafajok csírázására és magoncaik fejlődésére. Azt tapasztalták, hogy a legtöbb fajra a kivonat allelopatikus hatású a kéregben felhalmozódott kondenzált tanninok és hidroxisztilbének miatt (Taylor & Shaw 1983).

Taiwan mérsékeltövi erdeiben a hinoki álciprus (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. and Zucc. var. *formosana* (Hayata) Rehder) anyatörzseken vizsgálták az álciprus felújulási sikerének okait. Arra az eredményre jutottak, hogy az álciprus csemeték dominanciáját a lombhullató fajok csemetéivel szemben a holtfa kérgében felhalmozódott szalicilsav allelopatikus hatása okozza (Tseng *et al.* 2007).

Az egyes fafajok kérge bizonyos fajokra allelopatikus tulajdonságú, ez a korai korhadási fázisokban mindenképpen befolyásolja, hogy mely fajok képesek megtelepedni az adott anyatörzsön.

### *A korhadási folyamat és a korhadási fázis szerepe a felújulásban*

A kidőlt fatörzsek felszíne változik a korhadási folyamat alatt (Graham & Cromack 1982), és a felszín paramétereinek változatossága maga után vonja a magoncok és az idősebb újulat mennyiségi és minőségi változatosságát (Iijima *et al.* 2007, Simard *et al.* 1998, Narukawawa *et al.* 2003, Takahashi *et al.* 2000). A holtfa megfelelő közeget biztosít a magvak csírázásához, a gyökerek növekedéséhez, továbbá jó a víztároló kapacitása, és a korhadás során folyamatosan nő a hozzáférhető tápanyagok mennyisége is (Maser & Trappe 1984, Lee & Sturges 2002, Narukawa *et al.* 2003, Bobiec *et al.* 2005, Takahashi *et al.* 2000, Harmon *et al.* 1986). Mindezek a tulajdonságok alkalmassá teszik az edényes növények megtelepedésére, így a fás szárú növények megtelepedésére is.

A faanyag bomlásának előrehaladása során repedések jelennek meg a fa felszínén, és ezekben szervesanyag felhalmozódás jön létre, és hozzáférhetővé válik az esetlegesen puhább geszt is, ezzel egyenes arányban emelkedik a holtfán megtelepedő edényes növények, illetve facsemeték száma (Iijama 2007, Lusk 1995, Lee & Sturges 2002). A holtfát kolonizáló gerinctelen állatok, madarak, gombák, mohák és zuzmók, valamint edényes növények közösségeinek fajösszetétele és mennyiségi viszonyai a korhadás során folyamatosan változnak (Bobiec *et al.* 2005, Ódor *et al.* 2004).

Először azok az epifil zuzmó- és mohafajok dominálnak, melyek az élő fa kérgére is jellemzőek. Már a korhadásnak ebben az első fázisában megjelennek a korai epyxil májmohák és lombos mohák is, melyek a korhadás középső fázisaiban válnak dominánsakká, majd felváltják őket a késői epyxil fajok, melyek kizárólag az erősen korhadt fákhöz kötődnek. A folyamat végére pedig azokban az erdőben, melyekre jellemzőek a csupasz talaj felszínek, egyre dominánsabbá válnak a talajlakó és indifferens mohafajok (Ódor *et al.* 2004, Söderström 1988).

Gombák esetén a fa halálát követő időszakban az ektotrof patogének (sebzési patogének) és a szaproxil fajok lappangó propagulumai a jellemzőek. A korai korhadási fázisban a tágtúrúsú fajok, a folyamat középső szakaszában viszont a kompetitív fajok lesznek dominánsak. A legvégső fázisra több, funkcionálisan eltérő csoport jellemző (ruderalis fajok, mikorrhizás gombák, lebontók, szaproxilek) (Maser & Trappe 1984, Ódor *et al.* 2004).

Edényes növények elsősorban az erősen korhadt holtfákon fordulnak elő (Lee & Sturges 2002, Ódor *et al.* 2004, Szweczyk & Szwagrzyk 1996). A kolonizáció különböző hosszúságú időt vesz igénybe, a korhadás ütemének függvényében, melyet elsősorban a terület mikroklímája és a korhadó törzs faja határoz meg. Kimutatták, hogy a Tátra szubalpin fenyveseiben az első edényes növények megjelenése 20 évvel a fa pusztulása után következik be, és a legtöbb növényfaj csak 50 év elteltével telepszik meg a korhadó faanyagon (Zielonka & Piatek 2004).

### *Holtfaanyag mérete*

Nem csak a korhadás mértéke, hanem a holtfa mérete (térfogata, mellmagassági átmérője) is meghatározó paramétere a különböző élőlény csoportok kolonizációnak (Ódor *et al.* 2004), és ez által a felújulásnak is. A vékonyabb törzsek kisebb felületük miatt kevesebb újulat megtelepedését teszik lehetővé, mint a nagyobb átmérőjűek (Heunneke & Staritz 1986, Takahashi 1994), mivel rajtuk kisebb a megtapadás esélye és kevesebb ideig állnak rendelkezésre az erdőben, mert előbb lebomlanak. Így a fa mérete nemcsak térbeli, hanem időbeli korlátot is jelent a kolonizálhatóság szempontjából. Lee és Sturgess (2002) boreális nyár erdőben kimutatta, hogy a 20 cm-nél nagyobb átmérőjű fekvő holtfákon a korhadó fákat kolonizáló edényes növényfajok 95%-a megtalálható, míg az ennél kisebb átmérőjű kidőlt fákon mindössze két lágyszárú faj fordult elő.

## AZ ÚJULAT ÁLTAL MEGHATÁROZOTT PARAMÉTEREK

A magvak méretének növekedésével csökken a holtfán történő megtelepedés esélye. A kisméretű magvakkal rendelkező fajok általában nagyobb gyakorisággal találhatóak meg bolygatott talajfelszíneken (Nakashizuka 1989), vagy korhadó fákon, mint a nagyobb magvúak (Lusk 1995, Lusk & Kelly 2003, Christie & Armesto 2003, Gratzer & Rai 2004, Narukawa & Yamamoto 2001, Anderson & Winterton 1996, Pyle & Brown 2002). Ezért nagyobb számban jelennek meg kis magvú fajok a holtfákon. Részben ezzel is magyarázható, hogy a kis maggal rendelkező tűlevelek felújulási képessége jobb a korhadó fákon a nagyobb magvú lombos fafajokkal szemben.

A magméretén túl a csíranövények morfológiája (pl. a gyököcske hossza), és bizonyos vegyületekkel szemben mutatott rezisztenciája (pl. más növény számára allelopatikus vegyületekkel szemben) is befolyásolja a felújulás sikerét (Nakamura 1992, Taylor & Shaw 1983, Tseng *et al.* 2007).

## EGYÉB BIOTIKUS PARAMÉTEREK

### *Holtfaanyagot borító moharéteg szerepe*

A holtfákat gyakran különböző vastagságú és sűrűségű moharéteg fedi, melynek megítélése eltérő a szakirodalomban. Egyik nézőpont szerint a vastag moharéteggel fedett rönkön nehezebben tudnak megtelepedni a fák (Harmon *et al.* 1986, Harmon & Franklin 1989), mert csíranövényeik gyököcskéikkel nehezebb

ben érik el a tápanyagokban gazdag humuszos korhadékot. Mások szerint viszont éppen a moharéteg biztosít elegendő humuszt, és megfelelő vízellátást a csíranövények túléléséhez (Iijama *et al.* 2007, Gratzer & Rai 2004, Santiago 2000). Az elmentmondást Nakamura (1992) oldja fel, ugyanis szerinte a csíranövények morfológiájától és a mohaközösség struktúrájától függ, hogy a mohaborítás éppen segíti, vagy gátolja a csírázást, és a magoncok túlélését. Azok a fenyők, melyek csíranövényei hosszú gyököcskét fejlesztenek, könnyedén áthatolnak a legvastagabb moharétegeken is, és elérik a humuszt (Nakamura 1992). Ezért ezek minden mohastruktúra típuson jól újulnak, míg azok a fenyők, amelyek rövidebb gyököcskét fejlesztenek, lényegesen rosszabb felújulási paramétereket mutatnak (Nakamura 1992). A vastag sűrű moharétegek azért kedvezőtlenebbek a vékony mohaborítással szemben, mert eltolják a magoncok gyökér-hajtás arányát a hajtás növekedés rovására, míg a vékonyabb moharétegek esetén a gyökér- és hajtásnövekedés kedvező marad (Iijima *et al.* 2004).

#### *Mikrobák szerepe*

Korai korhadási fázisban, a magasabb rendű növények számára felvehető tápanyagok mennyisége még alacsony, ekkor az edényes növények megtelepedésében nélkülözhetetlenné válnak a holtfát kolonizáló mikorrhiza gombapartnerek (Maser & Trappe 1984). A mikorrhiza gombák különösen a nyitvatermők túléléséhez és növekedéséhez elengedhetetlenek, közöttük vannak olyanok, melyek kizárólag a holtfákhoz kötődnek (Kropp 1982). Kimutatták, hogy a korhadási folyamat előre haladásával a faanyagban folyamatosan nő a mikorrhiza gombapartnerek mennyisége, mely hozzájárul ahhoz, hogy a magasabb korhadási fázisokban meg nő a magoncok túlélési esélye (Maser & Trappe 1984, Harvey *et al.* 1979).

A másik fontos tulajdonság, mely hozzá járul a későbbi korhadási fázisok jobb kolonizációjához, hogy a korhadás során nő a nitrogénfixáló baktériumok mennyisége, és így a növények számára felvehető nitrogén is (Hendrickson 1991).

A holtfákon alacsonyabb a magvakat és csíranövényeket károsító patogén gombák száma, mint a talajban (McKee *et al.* 1982, Tseng *et al.* 2007, O'Hanlon-Manners & Kotanen 2004). Például az eltérő patogén mennyiség miatt a sziklás-hegységi szürke luc erdőben a holtfán megtelepedő csíranövények túlélése (fafajtól függően 42%, illetve 52%) jóval magasabb volt a talajhoz (13%, illetve 12%) képest (Zhong & van der Kamp 1999).

Összességében a korhadási folyamat során megváltozó mikrobiális közösség nagyban hozzájárul ahhoz, hogy az edényes növények számára leginkább az erősen korhadt fatörzsek alkalmasak a megtelepedésre. A korhadó holtfán történő



jobb felújulást segíti a magvakra és magoncokra specializálódott patogén gombák alacsonyabb száma is.

### Vadhatás

A holtfa közvetve is segítheti az erdő felújulását. Ha egy területen széldöntés miatt sok a fekvő holtfa, akkor fizikai jelenlétével védelmet nyújthat a vadkárosítástól (Stevens 1997, Peterson & Picket 1995). Ilyenkor nem csak az anyatörzseken megjelenő újulat, hanem a törzsek mellett növekvő csemeték is jelentősen függenek a holtfák jelenlététől (Stevens 1997, Peterson & Picket 1995). Viszont ott, ahol magas a vadlétszám és vékony a hóréteg a lékekben lezajló gyorsabb hóolvadás miatt, a holtfa sem nyújt megfelelő védelmet a rágási kártól (Kupfersmid & Bugmann 2005).

## HOLTFÁN TÖRTÉNŐ FELÚJULÁS HAZAI TAPASZTALATAI

Hazánkban elsősorban olyan helyeken sikerült megfigyelni a holtfán történő felújulást, ahol magas a relatív páratartalom és viszonylag gyors a korhadási folyamat, tehát patak menti és ártéri ligeterdőkben, lápokban, hűvös és nedves mikroklímájú völgyekben. A legtöbb esetben azonban csak a holtfán történő csírázás folyamata tapasztalható, és néhány évesnél idősebb újulatot – nem is beszélve az idős lábas fákról – csak kivételes körülmények között lehet találni. Ilyen kivételt a vendvidéki Felsőszőlőnk határában, a Szabó-völgyben figyelhetünk meg, ahol egy kis fahídon mézgás éger (*Alnus glutinosa* L.), luc (*Picea abies* (L.) Karst.), bükk (*Fagus sylvatica* L.) és hegyi juhar (*Acer pseudoplatanoides* L.) többéves, kefesűrű újulata fordul elő. A soproni Hidegvíz-völgyben két 1,5 méter körüli lucfenyővel találkozhatunk, melyek egy korhadt facsonkon telepedtek meg. Égerlápokban találhatóak olyan idős lábas égerek, melyek gyökerei között még felismerhetőek a fekvő holtfa maradványai, pl. a szatmár-beregi Bockereki-erdőben (Bartha 2008). Minden bizonnyal gyakrabban figyelhetnénk meg az anyatörzseken történő felújulást, ha több holtfa fordulna elő erdeinkben és a jelenség ismertebb lenne a szakmai körökben.

## ÖSSZEGRZÉS

A holtfán történő felújulás jelensége régóta ismert. Főként magashegységi és boreális fenyvesekben bír nagy jelentőséggel, de olyan társulásokban is szerephez jut, ahol szélsőségesek a termőhelyi körülmények, nagy a talaj nedvességtartalma,

vagy gyakoriak az áradások. Elsősorban a fenyők felújulása zajlik nagy gyakorisággal az anyatörzseken, mivel kis magmérettel rendelkeznek, ezért könnyebben tapadnak meg a holtfaanyag repedéseiben, alacsonyabb versengő képességük és mikorrhiza gombapartnerek iránti igényük miatt is kedvezőbb feltételekre lelnek a talajfelszínből szigetként kiemelkedő korhadó fákon.

A holtfán történő felújulás paramétereit alapvetően négy nagy csoportba lehet sorolni. Az első csoportot az abiotikus tényezők (talaj, mikroklíma stb.), a második csoportot az anyatörzs tulajdonságai (fafaja, korhadási állapota, mérete stb.), a harmadik csoportot pedig az újulat (csíranövény morfológiai tulajdonságai, rezisztencia, magméret stb.) tulajdonságai határozzák meg, és legvégül de nem utolsósorban a negyedik csoportot az egyéb biotikus paraméterek alkotják (pl. mikrobiális közösség, moharéteg szerkezete). A különböző paraméterek szorosan hatnak egymásra és hatásuk összegződik, mint a legtöbb biológiai, ökológiai jelenség esetében.

Az anyatörzsek jelentősége abban áll, hogy kedvező közeget biztosítanak a csírázáshoz (tápanyagforrás, víztároló szerep stb.), a gypszinthez képest alacsonyabb a magokat károsító patogének létszáma, valamint bizonyos esetekben alacsonyabb lehet a vadhatás is.

Bár hazánkban ritkán találkozhatunk a jelenséggel – elsősorban hűvös, nedves mikroklímájú területeken – egy érdekes színező eleme lehetne erdeinknek.

\*

Köszönetnyilvánítás – Köszönöm Bartha Dénesnek, hogy biztatott a szemelvény megírására, Horváth Ferencnek, Ódor Péternek és Szmorad Ferencnek a szemelvény írása közben nyújtott tanácsait és kritikai megjegyzéseit.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Arnborg, T. (1942): Lågaföryngring i en syd-lappländsk granurskog. – *Sven. Skogsvårdsför. Tidskr.* **40**: 47–78. (Idézi Hofgaard, A. (1993): Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. – *J. Veget. Sci.* **4**: 601–608.)
- Baier, R., Meyer, J. & Göttlein, A. (2007): Regeneration niches of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps. – *Eur. J. Forest Res.* **126**: 11–22.
- Bartha, D. & Oroszi, S. (2004): *Őserdők a Kárpát-medencében*. – *Ekvilibrum*, Budakeszi, pp. 124–130.
- Bartha, D. (2008): A Bockerek-erdő élőhelytípusai. – In: Bartha, D. & Vidéki, R. (szerk.): *A Bockerek-erdő*. NYÍRERDŐ Nyírségi Erdészeti Zrt., Nyíregyháza–Sopron, p. 209.
- Bobiec, A., Gutowski, J. M., Laudenslayer, W. F., Pawlaczyk, P. & Zub, K. (2005): *The afterlife of a tree*. – WWF Poland, 248 pp.
- Bull, E. (2002): The Value of Coarse Woody Debris to Vertebrates in the Pacific Northwest. – *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.* **181**: 171–178.

- Csóka, Gy. (2000): Az elpusztult, korhadó fa szerepe az erdei biodiverzitás fenntartásában. – In: Frank, T. (szerk.): *Természet, erdő, gazdálkodás*. – Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület, Pro Silva Hungaria Egyesület, Eger, pp. 85–98.
- Chhetri, P. B. (2004): *Structure and composition of mixed conifer forests in Western Bhutan*. – Degree of Master of Science in Mountain Forestry at UNI BOKU Vienna, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, 67 pp.
- Christy, E. J. & Mack, R. N. (1984): Variation in the demography of juvenile *Tsuga heterophylla* across the substratum mosaic. – *J. Ecol.* **72**: 75–91.
- Földvály, M. (1933): Őserdő-rezervációk az Északkeleti Kárpátokban. – *Erdészeti Lapok* **72**: 416–432.
- Göppert, H. (1868): *Skizzen zur Kenntnis der Urwalder Schlesiens und Böhmens*. – Dresden, 57 pp.
- (Idézi Scherzinger, W. (1996): *Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. – Ulmer, Stuttgart, 447 pp.)
- Gratzer, G. & Rai, P. B. (2004): Density-dependent mortality versus spatial segregation in early life stages of *Abies densa* and *Rhododendron hodgsonii* in Central Bhutan. – *For. Ecol. Manage.* **192**: 143–159.
- Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F. J., Sollins, P., Gregory, S. V., Lattin, J. D., Anderson, N. H., Cline, S. P., Aumen, N. G., Sedell, J. R., Lienkaemper, G. W., Cromack, K. & Cummins K. W. (1986): Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. – *Adv. Ecol. Res.* **15**: 133–302.
- Harmon, M. E. & Franklin, J. F. (1989): Tree seedlings on logs in *Picea*–*Tsuga* forests of Oregon and Washington. – *Ecology* **70**: 48–59.
- Harvey, A. E., Larsen, M. J. & Jurgensen, M. F. (1979): Comparative distribution of Ectomycorrhizae in soils of three Western Montana forest habitat types. – *Forest Sci.* **25**: 350–358
- Hendrickson, O. Q. (1991): Abundance and activity of  $N_2$ -fixing bacteria in decaying wood. – *Can. J. For. Res.* **21**: 1299–1304.
- Heuneke, L. F. & Sharitz, R. R. (1986): Microsite abundance and distribution of woody seedlings a South Carolina cypress-tupelo swamp. – *American Midland Natural* **115**: 328–335.
- Hofgaard, A. (1993): Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. – *J. Veget. Sci.* **4**: 601–608.
- Iijima, H., Shibuya, M. & Saito, H. (2007): Effects of surface and light conditions of fallen logs on the emergence and survival of coniferous seedlings and saplings. – *J. For. Res.* **12**: 262–269.
- Kovácsik, D. (1933): Az őserdőkről. – *Erdészeti Lapok* **72**: 433–437.
- Kropp, B. R. (1982): Formation of Mycorrhizae on nonmycorrhizal Western Hemlock outplanted on rotten wood and mineral soil. – *Forest Sci.* **28**: 706–710.
- Kruys, N. & Jonsson, B. G. (1999): Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests in northern Sweden. – *Can. J. For. Res.* **29**: 1295–1299.
- Kupferschmid, A. & Bugmann, H. (2005): Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. – *For. Ecol. Manage.* **205**: 251–265.
- Lee, Ph. & Sturgess, K. (2002): Assemblages of vascular plants on logs and stumps within 28-year-old aspen-dominated boreal forests. – *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.* **181**: 369–380.
- Lonsdale, D., Pautasso, M. & Holdenrieder, O. (2008): Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. – *Eur. J. Forest Res.* **127**: 1–22.
- Lusk, C. H. (1995): Seed size, establishment sites and species coexistence in Chilean rain forest. – *J. Veget. Sci.* **6**: 249–256.
- Lusk, C. H. & Kelly, C. K. (2003): Interspecific variation in seed size and safe sites in a temperate rain forest. – *New Phytol.* **158**: 535–541.
- Lusk, C. H. & Ogden, J. (1992): Age structure and dynamics of podocarp-broadleaf forest in Tongariro National Park, New Zealand. – *J. Ecol.* **80**: 379–393.

- Maser, C. & Trappe, J. M. (eds) (1984): *The seen and unseen world of the fallen tree*. – Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-164. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 56 pp.
- McKee, A., Laro, G. & Franklin, J. F. (1982): Structure, composition and reproductive behaviour of terrace forests, South Fork Hoh River, Olympic National Park. – In: Starkey, E. E., Franklin, J. F. & Matthews, J. W. (eds): *Ecological research in the national parks of the Pacific Northwest*. – Oregon State University, Forest Research Laboratory, Corvallis, Oregon, USA. pp. 22–29.
- Muzsnay, G. (1933): Néhány szó az őserdőről. – *Erdészeti Lapok* **72**: 1192–1199.
- Nakamura, T. (1992): Effect of bryophytes on survival of conifer seedlings in subalpine forests of central Japan. – *Ecol. Res.* **7**: 155–162.
- Nakashizuka, T. (1989): Role of uprooting in composition and dynamics of an old-growth forest in Japan. – *Ecology* **70**: 1273–1278.
- Narukawawa, Y., Iida, S., Tanouchi, H., Abe, S. & Yamamoto (2003): State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine oldgrowth forest in Japan. – *Ecol. Res.* **18**: 267–277.
- Narukawa, Y. & Yamamoto, S. (2005): Development of conifer seedlings roots on soil and fallen logs in boreal and subalpine coniferous forests of Japan. – *For. Ecol. Manage.* **175**: 131–139.
- Ódor, P. & van Hees, F. M. (2004): Preferences of dead wood inhabiting bryophytes for decay stage, log size and habitat types in Hungarian beech forests. – *J. Bryology* **26**: 79–95.
- Ódor, P., van Hees, A. F. M., Heilmann-Clausen, J., Christensen, M., Aude, E., van Dort, K. W., Piltaver, A., Siller, I., Veerkamp, M. T., Grebenc, T., Kutnar, L., Standovár, T., Kosec, J., Matočec, N. & Kraigher, H. (2004): Ecological succession of bryophytes, vascular plants and fungi on beech coarse woody debris in Europe. – *Nat-Man Working Report* **51**: 1–140.
- O’Hanlon-Manners, D. L. & Kotanen, P. M. (2004): Logs as refuges from fungal pathogens for seeds of eastern hemlock (*Tsuga canadensis*). – *Ecology* **85**: 284–289.
- Paczoski, J. (1930): *Die Waldtypen von Białowieża*. – Państwowa Rada Ochrony Przyrody, Kraków, 575 pp. (Hivatkozta Földváry M. (1933): Őserdő-rezervációk az Északkeleti Kárpátokban. – *Erdészeti Lapok* **72**: 416–432.)
- Peterson, C. J. & Pickett, S. T. A. (1995): Forest reorganization: a case study in an old-growth forest catastrophic blowdown. – *Ecology* **76**: 763–774.
- Pyle, C. & Brown, M. M. (2002): The effects of microsite (logs versus ground surface) on the presence of forest floor biota in a second-growth hardwood forest. – *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.* **181**: 393–403.
- Santiago, S. L. (2000): Use of coarse woody debris by the plant community of a Hawaiian montane cloud forest. – *Biotropica* **32**: 633–641.
- Scherzinger, W. (1996): *Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. – Ulmer, Stuttgart, 447 pp.
- Söderström L. (1988): Sequences of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden. – *Nord. J. Bot.* **8**: 89–97.
- Standovár, T. & Kenderes, K. (2003): A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe. – *Applied Ecol. & Environ. Res.* **1**(1–2): 19–46
- Stevens, V. (1997): *The ecological role of coarse woody debris: An overview of the ecological importance of CWD in BC Forests*. – British Columbia Ministry of Forests Research Program, 26 pp.
- Szewczyk, J. & Szwagrzyk, J. (1996): Tree regeneration on rotten wood and soil old-growth stand. – *Plant Ecol.* **122**: 37–36.
- Taylor, R. J. & Shaw, D. C. (1983): Allelopathic effects of Engelmann spruce bark stilbenes and tannin-stilbene combinations on seed germination and seedling growth of selected conifers. – *Can. J. Bot.* **61**: 279–289

- Takahashi, K. (1994): Effect of size structure, forest floor type and disturbance regime on tree species composition in a coniferous forest in Japan. – *J. Ecol.* **82**: 769–773.
- Takahashi, M., Sakai, Y., Ootomo, R. & Shinozaki, M. (2000): Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth *Picea–Abies* forest in Hokkaido, northern Japan. – *Can. J. For. Res.* **30**: 1148–1155.
- Tseng, M. H., Lai, W. R., Hsieh, C. L. & Kuo, Y. H. (2007): Allelopathy on bark of downed logs of *Chamaecyparis obtusa* Sieb. and Zucc. var. *formosana* (Hayata) Rehder. – *J. Chemical Ecol.* **33**: 1283–1296.
- Zhong, J. & van der Kamp, B. J. (1999): Pathology of conifer seed and timing of germination in high-elevation subalpine fir and Engelmann spruce forests of the southern interior of British Columbia. – *Can. J. For. Res.* **29**: 187–193.
- Zielonka, T. & Piatek, G. (2004): The herb and dwarf shrubs colonization of decaying logs in subalpine forest in the Polish Tatra Mountains. – *Plant Ecol.* **172**: 63–72.
- Ward, H. A. & McCormick, L. H. (1982): Eastern hemlock allelopathy. – *Forest Sci.* **28**: 681–686.

## THE ROLE OF DEAD WOOD IN A NATURAL TREE REGENERATION

Tóth, V.

*H-7817 Diósvizsló, Korvin O. u. 19, Hungary. E-mail: montia21@gmail.com*

Dead wood is an important habitat for numerous organisms in the forest ecosystems. This paper aims at reviewing the mechanism of the colonisation a rooted dead wood (nurse logs) by seedlings.

Microclimatic factor is the results of the tree regeneration on nurse logs. Nurse logs are important in swamps, marches, boreal and alpin coniferous forests. Seedlings colonise better a large sized, well rotted logs than the small in the lower decay classes. Small seeded trees colonise better the nurse logs than the large seeded.

This review explore the tree regeneration abiotic, and species depending parameters by nurse logs, and seedlings, and other biotic parameters. At least represented some nurse logs in the Hungarian forests.

Keywords: lying dead wood, nurse logs, rotted wood