

50 ÉV BIOTIKUS KÁRAI A MAGYAR BÜKKÖSÖKBEN

Janik Gergely¹, Hirka Anikó², Koltay András², Juhász János³ és Csóka György²

¹KEFAG Zrt.

²NAIK ERTI, Erdővédelmi Osztály

³NAIK ERTI, Ökológiai és Erdőművelési Osztály

Kivonat

Az ERTI Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer erdővédelmi jelzőlap adatainak feldolgozásával vizsgáltuk az elmúlt 50 év bükk állományokat érintő biotikus erdőkárait. Ismertettük a kártípusok idősorait, majd aszályindexekkel vetettük össze eredményeinket. A károk mértéke és gyakorisága az 1980-as évek közepétől megnövekedett. A bükkpusztulás esetében nagyobb kiterjedésű károk akkor jelentkeztek, ha az aszályindex értékek 2 egymást követő évben bizonyos értékeket meghaladtak.

Kulcsszavak: bükk, biotikus károk, kárdinamika, aszály index, klímaváltozás

50 YEARS BIOTIC DAMAGE IN THE HUNGARIAN BEECH FORESTS

Abstract

We examined the database of the Forest Research Institute derived from the reports of the forest-managers. We indicated the important pest and pathogen damage areas from the last 50 years. We also compared the data to drought-indexes. The frequency and severity of damages increased from the mid-1980's. The beech-decline occurred on larger areas, if the values of the drought indexes were above certain values in the predecesing 2 years.

Keywords: beech, biotic damage, damage-dynamics, drought index, climate change

BEVEZETÉS

A klímaváltozás jelensége ma már az átlagember számára is érzékelhető, erdeinkben pedig az elmúlt évtizedekben egyértelmű hatásokat váltott ki, ráadásul várhatóan a jövőben a jelenség erősödésére kell számítanunk (Mátyás és mtsai 2010). A klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatásai közül az extrém események meghatározóbbak, mint az átlagok emelkedései (Rasztovits és mtsai 2014). A szélsőséges időjárási események közvetlen károkat okoznak, de miattuk az állományok egészségi állapota is romlik (Csóka és mtsai 2009).



Ezen kívül a változások a bükk areáját különféleképpen érintik, de Magyarországon, a faj faj szárazsági határán csak negatív hatásokkal számolhatunk (Mátyás és mtsai 2009; Czúcz és mtsai 2011; Bosela és mtsai 2016).

A bükk faj területaránya Magyarország erdeiben 5,9%, fakészlet-aránya pedig 10,7% a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatósága 2015-ös adatai szerint (Wisnovszky 2015). Klímajelző fajokként a bükkön jelentkező erdővédelmi problémák — abiotikus károk, károsítók, kórokozók — jelentősége is nagy, és sokan foglalkoztak e témakörrel (Tuzson 1931; Szontagh 1960; Igmándy 1964; Mátyás 1965; Kiss 1972; Tóth 1979; Eke és Varga 1981; Szabó 1991; 1993; Barton 1997). Különösen annak fényében fontos figyelemmel kísérnünk a bükköseinkben előforduló egyre gyakoribb erdőkárokat (Csóka 1997; Koltay 2006; Hirka és Csóka 2010), hogy az elmúlt két évtizedben globális léptékben és jelentős mértékben változott meg a klíma (Trenberth és mtsai 2007; Michel és Seidling 2014). A bükk klímaérzékenysége miatt az eljövendő évtizedekre előrejelzett klimatikus változások következményeként bizonyára számíthatunk kell erdőklíma-övének és így magának a faj elterjedésének visszaszorulására (Berki és mtsai 2007; Cannell és Sparks 2008; Führer és mtsai 2011; Garamszegi és Kern 2014), illetve egészségi állapotának romlására. Egyes előrejelzések szerint a bükkösök erdőgazdasági hozama 7,5%-kal csökkenhet 2065-ig (Führer és mtsai 2013). Ugyanakkor hazai bükkös származásaink Nyugat-Európa számára az aridabb körülményekhez alkalmazkodott szaporítóanyag forrásai lehetnek a jövőben (Führer és mtsai 2010).

Jelen munkánkban összefoglaljuk a magyarországi bükkösökben jellemző biotikus kártípusokat, és az érintett kárterületek nagyságának időbeli változásait, majd az összesített károkat és a bükkpusztulás adatait összevetjük a klímaváltozás okozta aszály-események idősoráival.

Az Erdészeti Tudományos Intézet Erdővédelmi Osztálya 1962-től kezdődően 50 éven keresztül, egészen 2011-ig gondozta az erdőgazdálkodók által beküldött erdővédelmi jelzőlapok rendszerét. Összegezte, elemezte azokat, és évente prognózist készített a várható erdőkárookra vonatkozóan. Az erdővédelmi kárbejelentő lapok rendszerét 2012-től a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága kezeli, ezen alapul az Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer. Az adatok feldolgozását és az Erdővédelmi Prognózis készítését az Erdészeti igazgatóság és a NAIK ERTI Erdővédelmi Osztálya közösen végzi.

A gyűjtött adatok alapján alkalmunk nyílt a bükkösök adatainak áttanulmányozására és az eddigi tapasztalatok összegzésére, valamint a káradatok összevetésére az elmúlt évtizedek meteorológiai adataival.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A bükkösök szakirodalmában több alkalommal is beszámol a fajt érintő jelentős károkról, ezek időrendi sorrendben:

Nyugat-Európában és Észak-Amerikában majdhogynem egyszerre figyeltek fel a múlt század első harmadában az úgynevezett bükk-kéregbetegségre. A jelenség az Európában őshonos bükk-gyapjaspajzstetűhöz (*Cryptococcus fagisuga* Lindinger, 1936) kötődik, amely legfőbb vektora a *Nectria coccinea* (Pers.) Fr., 1849 gombafajnak, amely a felrepedező és nedvedző kéregsebeket okozza. Észak-Amerikában invazív volta miatt azóta is súlyos problémát okoz bükk állományokban (Ehrlich 1934; Perrin 1983; Ramirez és mtsai 2006). Ebben a kárfolyamatban a fák előzetes legyengülését okozó környezeti tényezők fontos szerepét mutatták ki (Lonsdale 1980). Németországban megfigyelték, hogy a tünetegyüttes összefügg az aszályos időjárással (Schmutterer 1974). A német területeken az 1990-es évek közepén ismét kiterjedt a betegség, melynek vizsgálata során a faegyedek populáción belüli fogékonyságának genetikai összefüggéseit is kimutatták (Gora és mtsai 1994a; Krabel és Petercord 2000).

Németországban már az 1950-es évek elejétől kezdődően komoly károkat okozott a zöld karcsúdszobogár (*Agilus viridis* (L., 1758)), akkor a fertőzött fák döntésével, fogófák alkalmazásával igyekeztek enyhíteni a károkon (Kamp 1956).

Szintén a nyugat-európai erdőkben figyelték meg egyes fitoftóra-fajok kártételét, amelyben vektorként a már említett zöld karcsúdíszbogár is részt vett. A csapadékos időjárás indította a folyamatot, melyben a fitoftóra először a gyökérzetet pusztítja. Ezt a kárlefolási típust 1981–1983 között, valamint 1994–1995 között is megfigyelték (Hartmann és Blank 1998). A legutóbbi németországi fitoftórási bükkpusztulások időpontjai: 2003–2004 (Schröter és mtsai 2004) és 2007–2008 (Petercord 2008; Jung 2009). Az 1980-as évektől kezdve Lengyelországban is megfigyelték ezt a kártípust (Nowakowska és Oszako 2008).

Emellett a zöld karcsúdíszbogár a bővítés bükkszúval (*Taphrorychus bicolor* (Hbst., 1793)) együtt aszálkárokat követő, elsősorban kigyérült állományokat sújtó bükkpusztulási folyamatban is részt vehet (Schönherr és mtsai. 1983). Ez a kárforma Németországban 2003-ban volt nagyon erőteljes (Delb 2006). Horvátországban 2003-ban ugyanezt a jelenséget tapasztalták (Hrašovec és mtsai 2005).

1999–2000-ben jelent meg a bükkpusztulás Romániában, ahol egyszerre több rovarkártevő és gombakórokozó fellépése volt megfigyelhető. A károkat 2 évnyi aszály és késői fagyok előzték meg (Chira és mtsai 2003).

A bükkösökben jelentkező erdőkárokról, ezen belül a bükkpusztulásról hazánkban először Tuzson (1931) hívta fel a figyelmet. A hazai szakirodalom említést tesz a zöld karcsúdíszbogár károsításairól 1932–1933-ban, és 1954-ben (Győrfi 1963).

Magyarországon a Nyugat-Európában tapasztalhatóhoz hasonló bükkpusztulás az 1980-as évektől jelentkezett. Hazai viszonyaink között azonban némileg különböző módon épült fel a folyamat, ekkor a fő inicializáló faktornak Pagony (1989) a kései fagyokat és az aszályt tartotta, amelyet a kárláncolatban xylofág rovarok kártétele követ.

Ezen időszakról kezdve nagyobb figyelem irányult bükköseink erdővédelmi problémáira, és az ERTI Erdővédelmi Osztálya monitoring-hálózat kiépítését kezdte meg. Az első parcellák még 1989-ben létesültek. A hálózat fokozatosan bővült, és mára jelentős mennyiségű adat gyűlt össze a mintafák egészségi állapotáról, melyek már korábban is számos publikáció megszületését tették lehetővé (Leskó 1993; Leskó 1995; Szontagh 1986; 1987; 1989a; 1989b; Tóth és mtsai 1995).

2003-ban és 2004-ben a bükkpusztulás ismét jelentős méreteket öltött, elsősorban Zala megyében (Góber 2005). Ezekben az extrazonális, klimatikus hatásoknak különösen kitett termőhelyeken aszályos időszakot követően rovarkártevők és egy gombafaj együttes fellépése okozott állomány szintű pusztulásokat (Lakatos és Molnár 2009).

A jelzőlapok adataiban külön nem kimutatható ugyan, de a legutóbbi években a klímaváltozással összefüggően a korábbi időszakokban bükkösökben egyébként ritka kártípusok is előfordulnak. Legjelentősebb ilyen esemény a gyapjaslepke (*Lymantria dispar* Linnaeus, 1758) tarrágása volt a hazai bükkösökben, amely faj erendően tölgyesekben jellemző, lévén fő tápnövénye a csertölgy (Csóka és mtsai 2008). Ez a jelenség korábban csak igen ritkán volt megfigyelhető, kivételesen erős tömegszaporodás esetén (Győrfi 1963; Szontagh 1986). A 2003–2006 közötti tömegszaporodáskor viszont nagyobb tengerszint feletti magasságban is erős kártételre volt képes a faj, például a bakonyi bükkösökben (Csóka és mtsai 2015).

MÓDSZER

A vizsgálat alapjául az erdőkárok adatsorának azt a részét választottuk, amelyben az adatok kezelése az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszer keretében az ERTI feladata volt. Mivel a fejlesztések az adatstruktúrát is érintették, az újabb jelentések nehezen fésülhetők össze a régebbiekkal. Ez az időszak 1962-től 2011-ig tartott, azaz kerekén 50 évig.

A jelzőlapokat az említett időszakban évente 4 alkalommal az erdőgazdálkodók töltötték ki és küldték be.

A jelentésekben szereplő paraméterek:

- a károsítás megnevezése
- a károsítással érintett terület hektárban
- a károsítás mértéke (erős, közepes és gyenge kategóriákban)
- az észlelés időpontja
- az esetleges védekezés módja és területe hektárban

Az adatok az egykori ÁESZ (később MGSZH, NÉBIH) Erdészeti Igazgatóságok illetékességi területei szerinti bontásban kerültek rögzítésre, emiatt a területi kimutatásokban így közöljük az adatokat (1. ábra).

A bükkpusztulás kártípus esetében szükségesnek tartottuk az adatokat meteorológiai jellemzőkkel összevetni, mivel a jelenség nem egy károsító faj populációjának dinamikájától függ, hanem több károsító és egy kórokozó is részt vesz benne. Emiatt feltételeztük, hogy a különböző fajok populációdinamikai ingadozásai egymást jobban kiegyenlítve a klimatikus hatások jobb megfigyelhetőségét eredményezik.

A meteorológiai adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálatól, a TÁMOP Agrárklíma 2 és Földrendszer projektek keretein belül sikerült beszerezniünk, az 1961-től 2010-ig terjedő időszakra, a NAIK ERTI Erdővédelmi Osztályának mintaterületeire. Mivel a bükkpusztulás mértéke Zala megyében volt a legnagyobb, ezért itt a meteorológiai adatháló mintapontjai közül azt az ötöt választottuk ki, amelyeken Zalában bükkösök találhatóak (Zalaegerszeg, Szentpéterföldre, Liszó és Zajk községhatárokból).

Ezen kívül jelentős bükkpusztulás fordult elő az 1990-es évek elején az Északi-középhegységben, az egykori ÁESZ (MGSZH, NÉBIH) Egri Igazgatóságának területén. Innen 3 mintaterületünk időjárási adatait használtuk fel, Felsőtárkány és Gyöngyössolymos községhatárokból.

Az országos átlaghoz való viszonyításhoz mind a 32 bükkös mintaterületünkre megkapott adatok átlagából számítottuk az ország teljes bükkös területére vonatkoztatott aszályindexeket.

Ezen adatok átlagából számítottuk ki a megye bükköseire jellemző Pálfai-féle aszályindexet (PAI), illetve az erdészeti aszályindexet (FAI), amelyekkel a klímahatást, azon belül az aszályosság mértékét jelenítettük meg (Pálfai 1990; Führer és mtsai 2011).



1. ábra: Az egykori ÁESZ (MGSZH, NÉBIH) Igazgatóságok. (1 = Budapesti Igazgatóság; 2 = Veszprémi Igazgatóság; 3 = Szombathelyi Igazgatóság; 4 = Zalaegerszegi Igazgatóság; 5 = Kaposvári Igazgatóság; 6 = Pécsi Igazgatóság; 7 = Kecskeméti Igazgatóság; 8 = Debreceni Igazgatóság; 9 = Miskolci Igazgatóság; 10 = Egri Igazgatóság)

Figure 1: The districts of the forestry directorates: (1 = Directorate of Budapest; 2 = Directorate of Veszprém; 3 = Directorate of Szombathely; 4 = Directorate of Zalaegerszeg; 5 = Directorate of Kaposvár; 6 = Directorate of Pécs; 7 = Directorate of Kecskemét; 8 = Directorate of Debrecen; 9 = Directorate of Miskolc; 10 = Directorate of Eger)

EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

Az 1. táblázatot és az ábrázolt adatsorokat (2–5. ábra) áttekintve láthatjuk, hogy a bükkösökre napjainkban jellemző biotikus károsítókról 1962 és 1980 között nem érkezett jelentés. Ezt tekinthetjük úgy, hogy az erdőgazdálkodók számára jelentéktelen volt ebben az időszakban az említett kártípusok mértéke és területi kiterjedése egyaránt. Továbbá látható, hogy a legnagyobb összesített kárterülettel a viszonylag csekély súlyú károkat okozó szívó rovarok rendelkeztek.

Az 1980-as évektől jelennek meg az első káradatok, kezdetben szórványosan, majd az időszak vége felé közeledve a legtöbb kártípus esetében a jelentések rendszeresebbé váltak. Általánosságban kijelenthetjük, hogy a károk gyakorisága és mértéke az 1980 előtti időszakhoz képest jelentősen megnőtt, bár az egyes típusok kulminációs csúcsai nem mindig estek egybe (2–5. ábra).

Aszályindexek alakulása

Az aszályindexek értékei a teljes vizsgálati időszakot tekintve jelentős kilengéseket és igen enyhe növekvő trendet mutattak. Az időjárási paraméterekben nem az átlagok változnak feltűnően, hanem a szélsőséges események gyakorisága nőtt meg. Az indexek értékei 1980 előtt többnyire évente váltakozóan a korszaki átlag feletti, majd a rákövetkező évben az átlag alatti értéket mutattak. 1980 után gyakoribb, hogy több éven keresztül a hasonló értékek követik egymást.

Területi eloszlás

A teljes időszak alatt a legtöbb kárterületet a bükk hazai elterjedésének megfelelően Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből jelentettek. Ezt követte a Nógrádi-Hevesi térség, majd hasonló területösszeggel Zala következik. A Bakony összesített kárterülete az előzőtől jóval csekélyebb volt, és a többi erdészeti tájegységben már minimálisak voltak a bükkös-károkkal érintett területek (1. táblázat). Szembetűnő a bükkpusztulással érintett terület magas értéke Zalában.

1. táblázat: Az 50 éves időszak összesített kárterületeinek (ha) megoszlása az egykori ÁESZ (MGSZH, NÉBIH) Igazgatóságok között. (1 = Budapesti Igazgatóság; 2 = Veszprémi Igazgatóság; 3 = Szombathelyi Igazgatóság; 4 = Zalaegerszegi Igazgatóság; 5 = Kaposvári Igazgatóság; 6 = Pécsi Igazgatóság; 9 = Miskolci Igazgatóság; 10 = Egri Igazgatóság)

Table 1: The summarized damage area of 50 years (1962-2011) in the forestry directorates. (1 = Directorate of Budapest; 2 = Directorate of Veszprém; 3 = Directorate of Szombathely; 4 = Directorate of Zalaegerszeg; 5 = Directorate of Kaposvár; 6 = Directorate of Pécs; 9 = Directorate of Miskolc; 10 = Directorate of Eger)

Kárforma/Régió	1	2	3	4	5	6	9	10	Összes:
<i>Apiognomonía errabunda</i>	80	1453	44	416	5	1090	260	86	3434
<i>Phyllaphis fagi</i>	66	739	326	927	10	1078	12519	9875	25540
<i>Rhynchaenus fagi</i>			1050	815			4433	1100	7398
<i>Cryptococcus fagisuga</i>	45	281	237	2008	125	662	3555	1221	8134
<i>Taphrorychus bicolor</i>		60		1285				201	1546
<i>Agilus viridis</i>		327		1388		2		29	1746
Bükkpusztulás	30	974	45	3755	94	302	196	633	6029
Összes:	221	3834	1702	10594	234	3134	20963	13145	53827

A biotikus kárformák 50 éves trendje

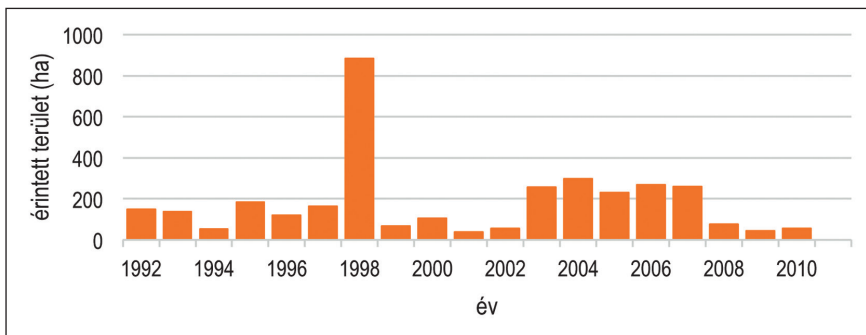
A jelentett kárterületek összege a vizsgált időszak második felében gyakrabban mutatott magas értékeket. Ugyanakkor ezalatt erdeink bükkös-területaránya mintegy 1,2%-kal csökkent a jelenlegi, 5,9%-os értékre (Koloszár 2010; Wisnovszky 2015). Ez a tény nem jelent gyökeres változásokat, de a károk jelentőségét tovább emeli.

A jelzőlapokon az erdőgazdálkodók az 1962-től 2011-ig 7 biotikus kárfeleségről adtak le jelentéseket: Apiognomóniás levélhalás (*Apiognomonia errabunda*), bükklevél-gyapjastetű (*Phyllaphis fagi*) tömegszaporodása, bükk-bolhaormányos (*Rhynchaenus fagi*) levélrágása, bükk gyapjas-pajzstetű (*Cryptococcus fagisuga*) fölszaporodása, bóbítás bükkészű (*Taphrorychus bicolor*) károsítása, zöld karcsúdíszbogár (*Agrilus viridis*) kártétele, valamint maga a bükkpusztulás tünetegyüttese. Megjegyzendő, hogy a bükkpusztulás folyamatával az utolsó három rovarkártevő kapcsolatban áll. Ezek voltak azok a káresemények, amelyek az erdőgazdálkodás számára is jelentékeny mértékeket értek el hazánkban a jelentések alkalmával.

Kórokozók

Az Apiognomóniás levélhalás, *Apiognomonia errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn., 1918 erdeinkben mindenütt elterjedt, számos fajfajta fertőzni képes lomblevél-kórokozó, de főként bükkösökben okozott károk miatt jelentkezik erdővédelmi problémaként. Terjedését a meleg és nedves időjárás segíti elő. Alapvetően szaprofita karakterű, járványszerű fertőzését az állományokat korábban ért stressz szokta kiváltani (Szabó 1991). A fertőzések a vegetációs periódus során nagyrészt tavasszal történnek (Moricca és Ragazzi 2008). Nem csak a lomblevelekben, hanem a kéregben is él, fejlődik (Danti és mtsai 2002). Toti és munkatársai (1993) szerint képes a lombleveleket a hajtásokról megtámadni. Hazánkban ritkán okoz kiterjedt károkat, és hasonlóan viselkedik egész Európában. 2010-ben Ausztriában jegyezték fel kártételét (Czech 2010).

Az Apiognomóniás levélhalást 1992-óta jelentik, viszonylag kis területtel. 1998-ban volt jelentősebb a kárterülete (2. ábra).



2. ábra: Az Apiognomóniás levélhalás (*Apiognomonia errabunda*) kárterületének alakulása
Figure 2: Fluctuation of the damage area of *Apiognomonia errabunda*

Kártevő rovarok

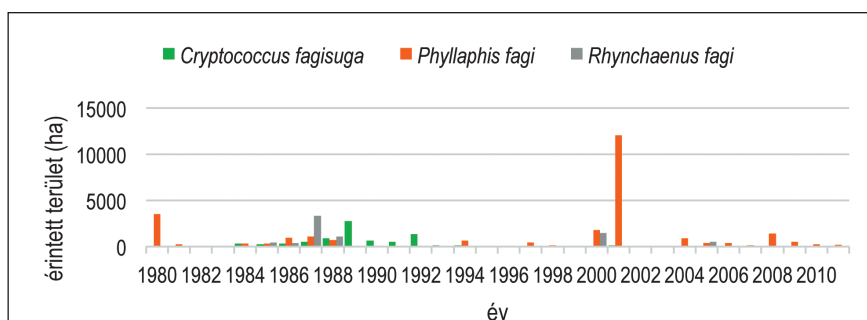
A monofág bükklevél-gyapjastetű (*Phyllaphis fagi* (Linnaeus, 1767)) hazánkban a lomblevelek szívogatásával károsít, elsősorban kései fagyokat követően és fiatalosokban (Szontagh 1989). Hazánkban gyakorta megfigyelhető, de időszakos jelenléte önmagában nem okozza a fák pusztulását. Életciklusa a koronában zajlik, a vékony ágak alsó oldalán, de legfőképpen az ágvillákban telel (Kot és Kmieć 2012).

Csemetekerti kísérletek alapján preferálja a jó tápanyag-ellátottságú talajokon álló fákat. Igazolták azt is, hogy a fák a támadás mértékével arányos mennyiségben igyekeznek aktívan védekezni bizonyos vegyületek termelésével (Gora és mtsai 1994b; Polle és mtsai 2001).

1980-óta jelentették, gyakorta nem csekély kárterülettel. 1980-ban és 2001-ben viszont hatalmas mértékben megnövekedett a kárterülete (3. ábra). Mivel jellemzően nem okozta a fák pusztulását, ezért szerencsére nem jelentett számottevő erdővédelmi problémát. A bükk bolhaormányos (*Rhynchaenus fagi* (L., 1758)) a bükk egyik legjelentősebb levélkártevője hazánkban. Másodlagos tápnövényei a tölgyfélék. Tömegszaporodásai csak időszakonként nagy kiterjedésűek. Hazánkban eddig a legsúlyosabb károkat az 1980-as évek második felében okozta. Megfigyelések szerint a több éves aszály és a kései fagyok elősegítik a gradáció kialakulását (Csóka és mtsai 2008; Szontagh 1989). Ugyanebben az időszakban szlovén területeken is tömegszaporodást tapasztaltak (Jurc 1997).

A hosszan tartó erős téli fagyok jelentősen tudják csökkenteni egyedszámát, így az enyhe telek a tömegszaporodást segítik elő (Coulson és Bale 1996).

1985-től időnként jelentették. 1987–1988-ban és 2000-ben gradációt mutatott (3. ábra).



3. ábra: A bükklevél-gyapjastetű (*Phyllaxis fagi*), a bükk bolhaormányos (*Rhynchaenus fagi*), és a bükk gyapjas-pajzstetű (*Cryptococcus fagisuga*) kárterületeinek alakulása

Figure 3: Fluctuations of the damage areas of *Phyllaxis fagi*, *Rhynchaenus fagi* and *Cryptococcus fagisuga*

A bükk gyapjas-pajzstetű (*Cryptococcus fagisuga* Lindinger, 1936) monofág károsító. Vektora lehet a bükkpusztulásban szerepet játszó gombafajoknak, és a Nectriás kéregelhalás fő terjesztője (Szontagh 1989).

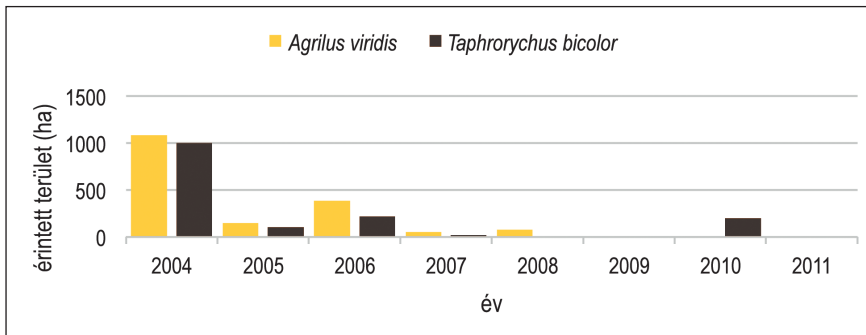
Hazánkban a Nectriás kéregbetegség nem jellemző, de a sok évig tartó erős gyapjas-pajzstetű fertőzés legyengíti az állományokat (Csóka és mtsai 2008). Általában egymáshoz közeli fákra jelenik meg, rossz repülőképessége miatt a szél segítsége is kell a terjedéséhez (Györfi 1963, Wainhouse 1980). Genetikai kutatások alapján eredeti tápnövénye a Keleti bükk lehetett (Gwiazdowski és mtsai 2006).

1982 óta jelentették, és 1989-ig növekedett kárterülete, amikor is több ezer hektáros mértéket ért el (3. ábra). Ezt követően viszont a kárterület fokozatosan lecsökkent a jelentésekben.

A bóbítás bükkészű (*Taphrorychus bicolor* (Hbst., 1793)) meglehetősen polifág rovarfaj, ám elsődlegesen bükkön él. Hazánkban részt vesz a bükkpusztulási folyamatban, a zöld-karcsúdiszbogárral együtt, emiatt erdészeti szempontból jelentős bogárfaj (Csóka és mtsai 2008; Lakatos és Molnár 2009; Mátyás és mtsai 2010). Csapdázások szerint igen gyakori rovar a bükkösökben (Simon 1995). Feltehetően a kórokozók vektora is lehet (Bolvanský és mtsai 2014). Támadását jellegzetes fekete nedvfolyás jelzi (Postner 1974; Schönherr és Krautwurst 1979). A nőstények petézésre előszeretettel választják a kései fagy által károsított kéreg-felületeket (La Spina és mtsai 2012).

Hazai károsításai közül kiemelkedő a 2000-es évek első felében Zalában történt kiterjedt bükkpusztulásban való részvétele (Lakatos és Molnár 2009).

2004-ben jelentették először, kiemelkedő kárterülettel. Ezt követően szórányosan jelentették kisebb kárait (4. ábra).



4. ábra: A bóbítás bükkszú (*Taphrorychus bicolor*) és a zöld karcsúdíszbogár (*Agrilus viridis*) kárterületeinek alakulása
Figure 4: Fluctuations of the damage areas of *Taphrorychus bicolor* and *Agrilus viridis*

A zöld karcsúdíszbogár, *Agrilus viridis* (L., 1758) kedvelt tápnövényei a bükk, a kecskefűz és a nyír, de számos más fafajon is megél (Győrfi 1963). Kulcsszerepet játszik hazánkban a bükkpusztulás folyamatában (Molnár és mtsai 2010). Tömeges elszaporodásakor képes egyes fák elpusztítására.

Változatos faj, Muskovits és Hegyessy (2002) 3 változatát említik. Európában, Közép- és Észak-Ázsiában gyakori. Magyarországon szinte mindenütt megtalálható, és igen gyakori díszbogár faj. Kimondottan melegkedvelő rovar, fejlődésmenete is nagyban függ a hőmérséklettől, de általában 1–2 évig tart. Emiatt kártételére leginkább a megbontott állományokban és az erdőszegélyekben, különösen délies fekvésű, jól benapozott helyeken kell számítani, száraz és meleg időjárású éveket követően. A károsító fellépésekor a kéreg megrepedezik, a korona kigyűrűl, elszíneződik és elfonnyad. Egyes ágak hirtelen elhalnak, akár csúcscsúszaradás is bekövetkezhet. A peterakás apró szürkésfehér foltjai, fehéres nedvfolyások a törzsön (súlyos esetben az ágakat madárürülék-szerűen borítja), és végül a jellegzetes kirepülési nyílások jól jelzik a bogár jelenlétét (Scönherr 1974).

A konkrét, fajra vonatkozó jelentések 2004-ben jelentek meg, majd 4 éven belül elültek. Valószínűleg a bükkpusztulásként azonosított kártípusban is jelen volt ez a károsító, de már abban a típusban jelentették (4. ábra).

Bükkpusztulás

A jelentések összegzését a 2. táblázatban és az 5. ábrán mutatjuk be.

1994-óta szerepel a jelentésekben, 2004-ben volt kiemelkedő a kárterület nagysága, és a károk súlyossága is (5. ábra). Az 1990-es évek elején kialakult bükkpusztulás főként az Északi-középhegységben jelentkezett, az Egri Erdészeti Igazgatóság területén. A pusztulásokat ekkor a *Nectria coccinea* okozta, fő vektorként pedig a bükk-gyapjaspajzstetű vett részt benne (Szontagh 1989).

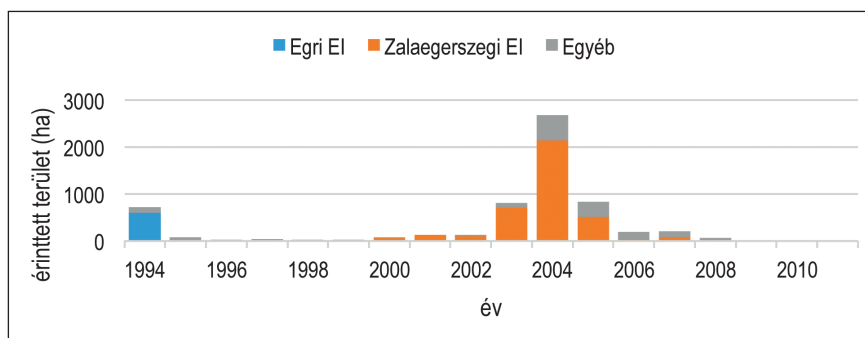
Ezután a 2003–2004 évi bükkpusztulások alkalmával (5. ábra) ismét súlyos erdőkárok keletkeztek. Több éves aszály után elsősorban a gyenge záródású, jól felmelegedő bükk állományokban tömeges elhalást tapasztaltak Zalában (Góber 2005). Sikerült tisztázni a folyamatban résztvevő fajokat is: a xylofág rovarok közül a zöld karcsú-díszbogárral együtt a bóbítás bükkszú volt jelen, majd pedig a folyamat gombakártevőjeként a *Biscogniauxia nummularia* (Bull.) Kuntze, 1891 gombafajt azonosították (Lakatos és Molnár 2009). Az előbbieket miatt az erdőgazdálkodók jelentéseikben a zöld karcsú-díszbogár és a bóbítás bükkszú kártételeit nem ritkán bükkpusztulásként jelentették.

Szerencsére azóta hasonló kártétel nem fordult elő, de a zalai bükkösök extrazonális volta, valamint a klímaváltozás trendjei valószínűsítik hasonló káresemények előfordulását, hiszen az előrejelzések még a zonális bükköseinkre nézve is negatív jövőképet mutatnak (Berki és mtsai 2009).

2. táblázat: A bükkpusztulás kárterületének megoszlása időben és az egyes Erdészeti Igazgatóságok között. (1 = Budapesti Igazgatóság; 2 = Veszprémi Igazgatóság; 3 = Szombathelyi Igazgatóság; 4 = Zalaegerszegi Igazgatóság; 5 = Kaposvári Igazgatóság; 6 = Pécsi Igazgatóság; 9 = Miskolci Igazgatóság; 10 = Egri Igazgatóság)

Table 2: Temporal distribution of beech decline areas in the forestry directorates. (1 = Directorate of Budapest; 2 = Directorate of Veszprém; 3 = Directorate of Szombathely; 4 = Directorate of Zalaegerszeg; 5 = Directorate of Kaposvár; 6 = Directorate of Pécs; 9 = Directorate of Miskolc; 10 = Directorate of Eger)

	1	2	3	4	5	6	9	10	Összesen
1994							115	600	715
1995	20			5	20		30		75
1996				1			30		31
1997		20	15						35
1998						20	10		30
1999				19			10		29
2000		10		59					69
2001				131					131
2002			30	96			1	2	129
2003		20		695		80		10	805
2004		297		2129	33	202		19	2680
2005		318		509	6				833
2006	10	123		25	35				193
2007		125		83					208
2008		61		3				2	66
2009									0
2010									0
2011									0
Végösszeg	30	974	45	3755	94	302	196	633	6029

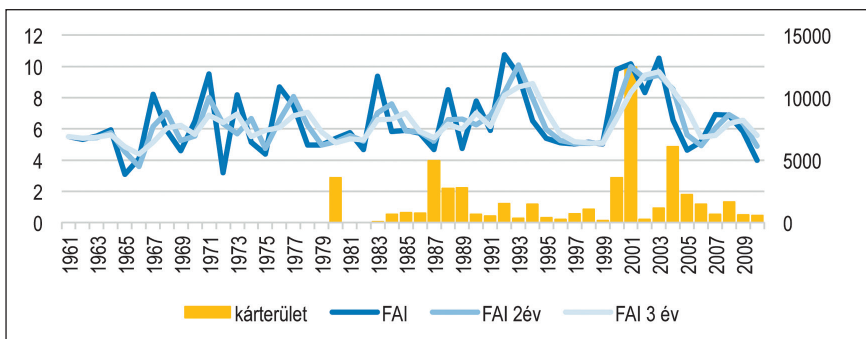


5. ábra: A bükkpusztulás kárterületének alakulása és a leginkább érintett régiók
Figure 5: Fluctuation of beech decline areas in the most affected forestry directorates

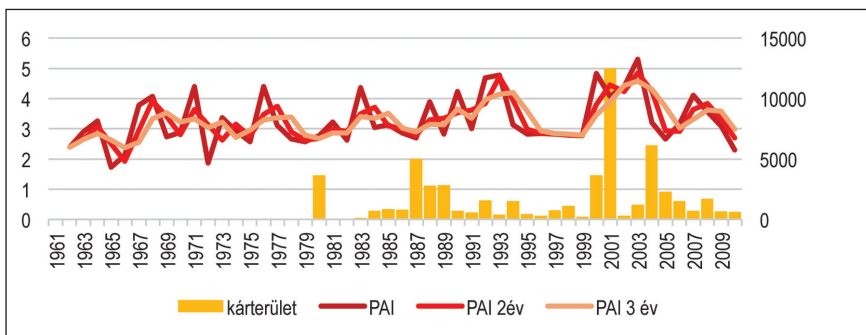
Megvizsgáltuk a kárterületek és két hazai aszályindex összefüggését. A FAI és a PAI különböző célokra kifejlesztett indexek, de számítási metódusukból adódóan alapvetően hasonló menetű adatsort mutattak. 2 és 3 éves mozgóátlagaikat tekintve megfigyelhető, hogy az 1990-es évektől kezdve az értékek lassabb lefolyású és nagyobb amplitúdójú ingadozásokat mutatnak (6–7. ábra). Tovább vizsgálódva arra a jelenségre figyeltünk fel, hogy amikor az aszályindexek értékei több egymást követő évben bizonyos értékeket meghaladtak, akkor a bükkpusztulással érintett kárterület (5. ábra) rendszerint jelentősen megnövekedett. A FAI esetében ez a küszöb a „7”-es, míg PAI esetében a „4”-es érték közelében volt.

Az alacsony kárértékek előfordulását vizsgálva: 1994 és 1999 között 5 évig folyamatosan alacsony aszályindex-értékek adódtak, melyhez 1995-től társultak csak csökkent kárterület-értékek. Az aszályindexek 2000-ben bekövetkezett megugrását is csak 2003-ban követték növekedéssel a jelentett kárterületek. Az adatokban tehát megmutatkozott a bükkösök késleltetett reakciója. Kimutatható az is, hogy csak hosszabb időszak súlyosabb aszályai váltanak ki leromlást, egy-egy aszályos év nem.

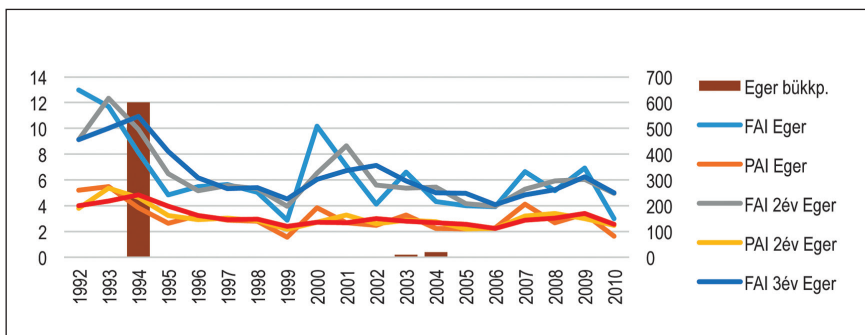
A bükkpusztulás 1994-es első magas értékét az ÁESZ (MGSZH, NÉBIH) Egri Igazgatóságának területéről jelentették (8. ábra), míg a 2000-es években Zalában volt jellemző ez a kárfeleség (9. ábra). Látható, hogy 1994-et közvetlenül megelőzően az Északi-középhegység említett részén két igen erős aszályos év fordult elő, de a későbbiekben nincsenek ismétlődő aszályos évek. Ezzel szemben Zalában 1994 előtt gyengébb volt az aszály, és a 2004. évi károkat 4 éves aszály előzte meg (8–9. ábra).



6. ábra: A FAI aszályindex, valamint 2 és 3 éves mozgóátlagainak változása és a teljes kárterület alakulása
 Figure 6: Fluctuations of the summarized damage area and the Forest Aridity Index
 (with the index's moving averages of 2 and 3 years)

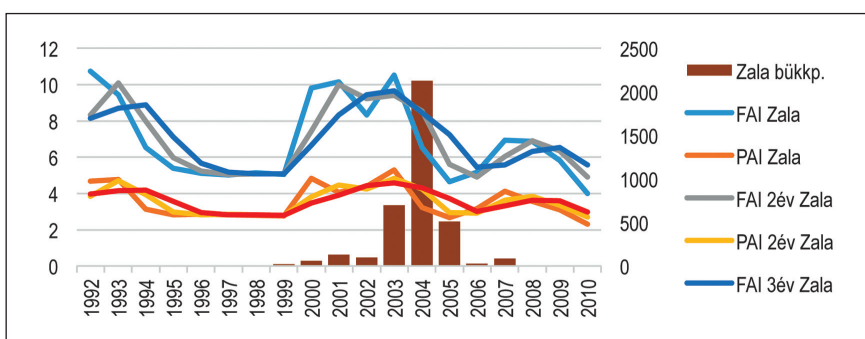


7. ábra: A PAI aszályindex, valamint 2 és 3 éves mozgóátlagainak változása és a teljes kárterület alakulása
 Figure 7: Fluctuations of the summarized damage area and the Pálfi's Aridity Index
 (with the index's moving averages of 2 and 3 years)



8. ábra: Az ÁESZ (MGSZH, NÉBIH) Egri Igazgatóság területén az aszályindexek és a bükkpusztulás területének alakulása 1992-től 2010-ig

Figure 8: Fluctuations of beech decline and aridity indexes in the forestry directorate of Eger, from 1992 to 2010



9. ábra: Az ÁESZ (MGSZH, NÉBIH) Zalaegerszegi Igazgatóság területén az aszályindexek és a bükkpusztulás területének alakulása 1992-től 2010-ig

Figure 9: Fluctuations of beech decline and aridity indexes in the forestry directorate of Zalaegerszeg, from 1992 to 2010

Az összefüggések vizsgálatát Pearson-féle korreláció-számítással folytattuk. Az országos adatokra mind a teljes jelentett kárterület, mind a bükkpusztulás kárterületét korreláltattuk az aszályindexekkel, a 2 és 3 éves mozgóátlagokkal. Az Egri Igazgatóság és a Zalai Igazgatóság esetében csak a bükkpusztulást korreláltattuk az említett, helyileg számított aszály-jellemző mennyiségekkel (3. táblázat).

Országos viszonylatban a teljes kárterület a FAI 2 éves mozgóátlagával sejtet pozitív kapcsolatot, míg a bükkpusztulás az indexek 3 éves mozgóátlagával.

Az Egri igazgatóság területén adataink jelentős és szignifikáns korrelációt mutattak a bükkpusztulás területe és a FAI 3 éves mozgóátlaga között, hasonlóan a PAI 3 éves mozgóátlagához. A 2 éves mozgóátlagok csekélyebb korrelációt adtak.

A Zalai adatokra hasonló kép rajzolódott ki, de a korreláció gyengébb volt (3. táblázat).

3. táblázat: Korrelációs- és p-értékek az aszályindexek és mozgóátlagaik, valamint a teljes kárterület és a bükkpusztulás között; országos adatokra, az Egri EI területére és a Zalaegerszegi EI területére. A legmagasabb és szignifikáns korrelációs értékeket vastagítással jelöltük

Table 3: Pearson's correlation values and p-values between the aridity indexes (and their 2 and 3 years moving averages) and summarized damage areas and beech decline areas for Hungary, and for the most affected forestry directorates

		FAI	PAI	FAI 2 év	PAI 2 év	FAI 3 év	PAI 3 év
Országos	Kárterület r érték	0,26732	0,095534	0,36925	0,29347	0,22539	0,18012
	kárterület p érték	0,14599	0,60919	0,040924	0,10908	0,22281	0,33223
	Bükkpusztulás r érték	0,10227	0,054338	0,36975	0,38889	0,49006	0,55008
	Bükkpusztulás p érték	0,6961	0,83591	0,14408	0,12289	0,04583	0,02215
Egri EI	Bükkpusztulás r érték	0,35146	0,35386	0,69541	0,76702	0,778	0,76075
	Bükkpusztulás p érték	0,16656	0,16348	0,001939	0,000327	0,000236	0,000391
Zalaegerszegi EI	Bükkpusztulás r érték	0,15592	0,10689	0,42643	0,45733	0,5084	0,56302
	Bükkpusztulás p érték	0,56419	0,69356	0,099536	0,074899	0,044342	0,023161

ÖSSZEFOGLALÁS

Ismertettük az Erdővédelmi Figyelő-Jelzőszolgálati Rendszernek a bükkösök jellemző kártípusaira vonatkozó adatait 1962-től 2011-ig terjedő 50 éves időszakra. A bükkösökben a biotikus károk a vizsgált időszakban nem voltak kiemelkedően gyakoriak, és csak helyileg voltak súlyosak, nagyobb tájegységekre nem terjedtek ki. A jelentések alapján viszont az utóbbi két évtizedekben gyakoribbá váltak a súlyosabb károk, mint a megelőző időszakban. Ezen kívül az utóbbi évtizedben olyan fajok károsítása is előfordult, amelyek korábban nem léptek fel károsítóként a bükkösökben. Az adatok alapján tehát megfigyelhető a klímaváltozás hatása a bükkösöket érintő erdőkárok tekintetében.

Az adatok között a bükkpusztulás komplex folyamatát is feltüntettük. Összevetettük két, hazánkban a mezőgazdaságban és az erdészetben alkalmazott aszályindexekkel is. Az aszályindexek (jellegükből adódóan) hasonló menettel jellemezték az időjárást. Mindkét aszályindex esetében megfigyeltük, hogy jelentősebb bükkpusztulás azokban az években következett be, amelyeket megelőzően legalább 2 évig az aszályindexek bizonyos értéket meghaladtak. Ez egybevág Delaporte és munkatársai (2015) vizsgálataival, akik azt találták, hogy a bükk biokémiai folyamataiban a nem szélsőséges, egy éves aszály nem mutatkozik meg, így tehát az egymást követő aszályos éveknél alapvető jelentősége van.

Feltételezhető, ha a klímaváltozással kapcsolatos előrejelzések beigazolódnak, akkor bizonyos kárformák is gyakoribbá válnak, és a bükkösök egészségi állapota jelentősen romolhat, különösen az érzékeny régiókban (extrazonalitás). Emiatt a szakirodalomban az erdőgazdálkodók részére az alábbi javaslatokat fogalmazták meg a várható hatások mérséklésére:

Egyes szerzők, például Hlásny és munkatársai (2014) szerint mesterséges erdőültetés esetén célszerű a szárazságtűrőbb (déli) származási helyekről szaporítóanyagot beszerezni a génállomány változatosságának elősegítésére. A bükk esetében eredményink szerint ez nem feltétlenül lenne célravezető, hiszen hazai viszonyaink között a délebbi előfordulások nem mutattak jobb klímaállékonyságot.

Emiatt a kérdés további kutatását olyan fontosnak tartjuk, mint például Mátyás és munkatársai (2010), akik többek között javasolják a klíma és az erdő kutatásának, valamint az adatgyűjtésnek az erősítését, hogy

jobban felkészülhessünk a változásokra. Ezt szolgálja az Agrárklíma 2 projekt Zala megyére készülő döntéstámogató GIS adatbázisa (Gálos és mtsai 2015).

A gyakorlati szakemberek figyelmét arra is fel kell hívunk, hogy a klímaváltozás miatt körütekintőnek kell lenni az erdőtelepítések tervezésében, mivel a jövőben az erdő jelenléte akár negatív hidrológiai következményeket is okozhat (Mátyás és Sun 2014). Ezen kívül a klímahatásokra különböző talajokon más-más reakciók várhatóak, szélsőségesen homokos és agyagos talajok kedvezőtlenek a bükk számára (Chira és mtsai 2003). Kiemeljük, hogy a túlzott erélyű bontások rontják az állományok belső szerkezetét és páráviszonyait, ezzel pedig túlélési esélyeit (Csóka és mtsai 2009; Roibu és mtsai 2011).

A már említetteken kívül javasoljuk a következőket:

- elegység megőrzése, növelése, a nevelővágások során a bükkösökben lévő tölgyek és más fafajok tudatos kímélése
- több fokozatú, időben elnyújtott, kisléptékű és kíméletes felújítógátások alkalmazása
- az egyenletes bontáson alapuló felújítógátások helyett az egyenetlen bontások preferálása
- álló és fekvő holtfa tudatos visszahagyása
- fiatalkori vadkár kizárása, csökkentése,
- mechanikai sérülések minimalizálása.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük Rasztoivits Ervin, Führer Ernő, Jagodics Anikó és Szőcs Levente segítségét. A tanulmány elkészítését a VKSZ_12-1-2013-0034 Agrárklíma 2 és a TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0015 „Földrendszer” projekt támogatta.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Barton Zs. 1997: A Börzsöny bükköseiben volt az évszázad legsúlyosabb erdőkárosodása. Erdészeti Lapok, 132 (10): 304-304.
- Berki I.; Mórincz N.; Rasztoivits E. és Víg P. 2007: A bükk szárazság tolerancia határának meghatározása. In: Mátyás Cs. és Víg P. (szerk.): Erdő és klíma V. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 213-228.
- Berki, I.; Rasztoivits, E.; Mórincz, N. and Mátyás, Cs. (2009): Determination of the drought tolerance limit of beech forests and forecasting their future distribution in Hungary. Cereal Research Communications, 37: 613-616.
- Bolvanský, M.; Adamčíková, K. and Kobza, M. 2014: Screening resistance to chestnut blight in young chestnut trees derived from *Castanea sativa* × *C. crenata* hybrids. Folia Oecologica, 41: 1-7.
- Bosela, M.; Stefancik, I.; Petrás, R. and Vacek, S. 2016: The effects of climate warming on the growth of European beech forests depend critically on thinning strategy and site productivity. Agricultural and Forest Meteorology, 222: 21-31. DOI: [10.1016/j.agrformet.2016.03.005](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.03.005)
- Cannell, M. G. R. and Sparks, T. H. 2008: Review of UK Climate Change Indicators. Health of Beech Trees in Britain. www.ecn.ac.uk/iccuk
- Chira, D.; Dănescu, F.; Roșu, C.; Chira, F.; Mihalciuc V.; Surdu, A. and Nicolescu, N.-V. 2003: Some recent issues regarding the european beech decline in Romania. Annals of Forest Research, (46): 167-176.
- Coulson, S. J. and Bale, J. S. 1996: Supercooling and survival of the beech leaf mining weevil *Rhynchaenus fagi* L. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Insect Physiology, 42 (7): 617-623. DOI: [10.1016/0022-1910\(96\)00022-4](https://doi.org/10.1016/0022-1910(96)00022-4)
- Csóka, Gy. 1997: Increased insect damage in Hungarian forests under drought impact. Biologia, Bratislava, 52 (2): 1-4.
- Csóka Gy.; Koltay A.; Hírka A. és Janik G. 2008: A bükk biotikus és abiotikus kárai. „Kutatással az erdőért” - az Erdészeti Kutatások digitális, ünnepi különszáma az OEE 139. Vándorgyűlése tiszteletére, 135-149.
- Csóka Gy.; Koltay A.; Hírka A. és Janik G. 2009: Az aszályosság hatása kocsánytalan tölgyesek és bükkösök egészségi állapotára. 'Klíma-21' Füzetek, 57: 64-73.

- Csóka, Gy.; Pödör, Z.; Nagy, Gy. and Hirka, A. 2015: Canopy recovery of pedunculate oak, Turkey oak and beech trees after severe defoliation by gypsy moth (*Lymantria dispar*): Case study from Western Hungary. *Forestry Journal (Lesnicki Casopis)*, 61 (3): 143-148. DOI: [10.1515/forj-2015-0022](https://doi.org/10.1515/forj-2015-0022)
- Czech, T. L. 2010: Fungal diseases in Austrian trees 2010. *Forstschutz Aktuell*, 2010 (50): 7-10.
- Czúcz, B.; Gálhidy, L. and Mátyás, Cs. 2011: Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe. *Annals of Forest Science*, 68 (1): 99-108. DOI: [10.1007/s13595-011-0011-4](https://doi.org/10.1007/s13595-011-0011-4)
- Danti, R.; Sieber, T. N. and Sanguineti, G. 2002: Endophytic mycobiota in bark of European beech (*Fagus sylvatica*) in the Apennines. *Mycological Research*, 106. 1343-1348. DOI: [10.1017/S0953756202006779](https://doi.org/10.1017/S0953756202006779).
- Delaporte, A.; Bazot, S. and Damesin, C. 2015: Reduced stem growth, but no reserve depletion or hydraulic impairment in beech suffering from long-term decline. *Trees*, 30 (1): 265-279. DOI: [10.1007/s00468-015-1299-8](https://doi.org/10.1007/s00468-015-1299-8)
- Delb, H. 2006: The current practice of forest pest monitoring in the southwest of Germany. IUFRO Working Party 7.03.10 Proceedings of the Workshop, 2006. Gmunden/Austria 86-99.
- Ehrlich J. 1934: The beech bark disease. A Nectria disease of Fagus following *Cryptococcus fagi* (Baer.) *Canadian Journal of Forest Research*, 10 (6): 593-692. DOI: [10.1139/cjfr-34-070](https://doi.org/10.1139/cjfr-34-070)
- Eke I. és Varga Sz. 1981: A bükk (*Fagus sylvatica*) csirakori károsodásai elleni védekezés. *Növényvédelem*, 17 (3): 124-126.
- Führer, E.; Horváth, L.; Jagodics, A.; Machon, A. and Szabados, I. 2011: Application of a new aridity index in Hungarian forestry practice. *Időjárás*, 115 (3): 205-216.
- Führer, E.; Jagodics, A.; Juhász, I.; Marosi, Gy. and Horváth, L. 2013: Ecological and economical impacts of climate change on Hungarian forestry practice. *Időjárás*, 117 (2): 159-174.
- Führer E.; Marosi Gy.; Jagodics A. és Juhász I. 2011: A klímaváltozás egy lehetséges hatása az erdőgazdálkodásban. *Erdészettudományi Közlemények*, 1 (1): 17-28.
- Führer, E.; Mátyás, Cs.; Csóka, Gy.; Lakatos, F.; Bordács, S.; Nagy, L. and Rasztoivits, E. 2010: Current status of European beech (*Fagus sylvatica* L.) genetic resources in Hungary. *Communications Instituti Forestalis Bohemicae* 25: 152-163.
- Gálos, B.; Führer, E.; Czímber, K.; Gulyás, K.; Bidló, A.; Häsler, A.; Jacob, D. and Mátyás, Cs. 2015: Climatic threats determining future adaptive forest management – a case study of Zala County. *Időjárás* 119 (4): 425-441.
- Garamszegi, B. and Kern, Z. 2014: Climate influence on radial growth of *Fagus sylvatica* growing near the edge of its distribution in Bükk Mts., Hungary. *Dendrobiology*, 72, 93-102. DOI: [10.12657/denbio.072.008](https://doi.org/10.12657/denbio.072.008)
- Góber Z. 2005: A ZALAERDŐ Rt. kezelésében lévő területeken 2004-ben végbement erdőpusztulás értékelése. *Erdészeti Lapok*, 140 (5): 156-159.
- Gora, V.; Konig, J. and Lunderstadt, J. 1994a: Physiological defence reactions of young beech trees (*Fagus sylvatica*) to attack by *Phyllaphis fagi*. *Forest Ecology And Management*, 70 (1-3): 245-254. DOI: [10.1016/0378-1127\(94\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90090-6)
- Gora, V.; Starke, R.; Ziehe, M.; König, J.; Müller-Starck, G. and Lunderstädt, J. 1994b: Influence of genetic structures and silvicultural treatments in a beech stand (*Fagus sylvatica*) on the population dynamics of beech scale (*Cryptococcus fagisuga*). *Forest Genetics*, 1 (3): 157-164.
- Gwiżdowski, R. A.; Van Driesche, R. G.; Desnoyers, A.; Lyona, S.; San-an Wu, S.; Kamata, N. and Normark, B. B. 2006: Possible geographic origin of beech scale, *Cryptococcus fagisuga* (Hemiptera: Eriococcidae), an invasive pest in North America. *Biological Control*, 39 (1): 9-18. DOI: [10.1016/j.biocontrol.2006.04.009](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.04.009)
- Gyórfi J. 1963: Erdővédelemtan. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Hartmann, G. und Blank, R. 1998: Buchensterben auf zeitweise nassen Standorten unter Beteiligung von Phytophthora-Wurzelfäule. *Forst und Holz*, 53 (7): 187-190., 192-193.
- Hirka A. és Csóka Gy. 2010: Abiotikus károk Magyarország erdeiben. *Növényvédelem*, 46 (11): 513-517.
- Hlásny, T.; Mátyás, C.; Seidl, R.; Kulla, L.; Merganičová, K.; Trombik, J.; Dobor, L.; Barcza, Z. and Konôpka, B. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? *Forestry Journal*, 60, 1, 5-18. DOI: [10.2478/forj-2014-0001](https://doi.org/10.2478/forj-2014-0001)
- Hrašovec, B.; Pernek, M.; Diminić, D. and Pilas, I. 2005: The uprise of xylophagous insect populations in Croatia as a consequence of climatic changes. In: Priwitzer, T. (ed): *Climate Change – Forest Ecosystems & Landscape*, 19-22. October 2005, Zvolen. 31-34.
- Igmándy Z. 1964: Bükköseink farontó taplógombái. *Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei*, (1): 101-107.
- Jung, T. 2009: Beech decline in Central Europe driven by the interaction between Phytophthora infections and climatic extremes. *Forest Pathology*, (39): 73-94. DOI: [10.1111/j.1439-0329.2008.00566.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2008.00566.x)
- Jurc, A. 1997: European beech. Insects and mites on leaves. *Gozdarski vestnik*, 65 (5-6.): 193-208.
- Kamp, H. J. 1956: Buchenprachtkäfer-Kalamitat auf der Schwabischen Alb. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 11 (2): 26-29.

- Kiss L. 1972: Fenológiai, morfológiai jellegek és a bükk fagyérzékenysége. Az Erdő, 21 (8): 369-371.
- Koloszár J. 2010: Erdőismeret. Egyetemi jegyzet. NYME Erdőmérnöki Kar, Sopron
- Koltay A. 2006: Az erdők egészségi állapotának változásai az erdővédelmi monitoring rendszerek adatai alapján. Tájökológiai lapok, 4 (2): 327-337.
- Kot, I. and Kmieć, K. 2012: Study on intensity of infestation, biology and harmfulness of woolly beech aphid (*Phyllaphis fagi* L.) on *Fagus sylvatica* (L.). Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, 11 (1): 3-11.
- Krabel, D. and Petercord, R. 2000: Genetic diversity and bark physiology of the European beech (*Fagus sylvatica*): a coevolutionary relationship with the beech scale (*Cryptococcus fagisuga*). Tree Physiology, 20 (7): 485-491. DOI: [10.1093/treephys/20.7.485](https://doi.org/10.1093/treephys/20.7.485)
- La Spina, S.; De Cannière, C.; Dekri, A. and Grégoire, J.-C. 2012: Frost increases beech susceptibility to scolytine ambrosia beetles. Agricultural and Forest Entomology, 15 (2): 1-11. DOI: [10.1111/j.1461-9563.2012.00596.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00596.x)
- Lakatos, F. and Molnár, M. 2009: Mass Mortality of Beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. Acta Silvatica & Lingaria Hungarica, 5: 75-82.
- Leskő K. 1993: A mecseki és zselici bükkösök egészségi állapota. p. 59-63. In: Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia. Sopron, 1993.05.06.-1993.05.07. EFE
- Leskő K. 1995: Az ormánsági kocsányos tölgyesek és a mecseki bükkösök egészségi állapota. In: Tar K.; Berki I. és Kiss Gy. (szerk.): Erdő és Klíma Konferencia. 1994.06.01.-1994.06.03. KLTE, 202-208.
- Lonsdale, D. 1980: *Nectria coccinea* infection of beech bark: variations in disease in relation to predisposing factors. Annales des Sciences Forestières, 37 (4): 307-317. DOI: [10.1051/forest:19800406](https://doi.org/10.1051/forest:19800406)
- Mátyás, C.; Bozic, G.; Gömöry, D.; Ivankovic, M. and Rasztovits, E. 2009: Juvenile growth response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to sudden change of climatic environment in SE European trials. iForest – Biogeosciences and Forestry, (2): 213-220. DOI: [10.3832/for0519-002](https://doi.org/10.3832/for0519-002)
- Mátyás Cs., Führer E., Berki I., Csóka Gy., Drüszler Á., Lakatos F., Móricz N., Rasztovits E., Somogyi Z., Veperdi G., Vig P. és Gálos B. 2010: Erdők a szárazsági határon. „KLÍMA-21” Füzetek: Klimaváltozás – Hatások – Válaszok, 61: 84-97.
- Mátyás, Cs.; Berki, I.; Czúcz, B.; Gálos, B.; Móricz, N. and Rasztovits, E. 2010: Future of beech in southeast Europe from the perspective of evolutionary ecology. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, (6): 91-110.
- Mátyás, Cs. and Sun, G. 2014: Forests in a water limited world under climate change. Environmental Research Letters, 9: 10. DOI: [10.1088/1748-9326/9/8/085001](https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/085001)
- Mátyás V. 1965: Ökológiai megjegyzések a tölgy és a bükk termésének időszakosságához. Erdészeti Kutatások, 61: 99-121.
- Michel, A. and Seidling, W. (eds) 2014: Forest Condition in Europe: 2014 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long - Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP). Vienna: BFW Austrian Research Centre for Forests. BFW - Dokumentation 18/2014. 164 p.
- Molnár M.; Brück-Dyckhoff, C.; Petercor, R. és Lakatos F. 2010: A zöld karcsúdíszbogár (*Agrilus viridis* L.) szerepe a bükkösök pusztulásában. Növényvédelem 46 (11): 522-528.
- Moricca, S. and A. Ragazzi, A. 2008: Fungal endophytes in Mediterranean oak forests: a lesson from *Discula quercina*. Phytopathology, 98 (4): 380-386 DOI: [10.1094/phyto-98-4-0380](https://doi.org/10.1094/phyto-98-4-0380)
- Muskovits J. és Hegyessy G. 2002: Magyarország díszbogarai (Coleoptera: Buprestidae) - Jewel beetles of Hungary (Coleoptera: Buprestidae), Grafon Kiadó, Nagykovácsi
- Nowakowska, J. A. and Oszako, T. 2008: Health condition and genetic differentiation level of beech in the Siewierz Forest District assessed with cpDNA markers. Sylwan, 9: 11-20.
- Pálfai, I. 1990: Description and forecasting of droughts in Hungary. Proceedings 14th International Congress on Irrigation and Drainage. Rio de Janeiro. Brazil. 1-C: 151-158.
- Perrin, R. 1983: Specificity of *Cryptococcus fagisuga* and *Nectria coccinea* association in beech bark disease in Europe. In: Proceedings, I.U.F.R.O. Beech Bark Disease Working Party Conference; 1982 September 26-October 8; Hamden, CT. Sponsored by the USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. Gen. Tech. Rep. WO-37. [Washington, DC]: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 50-53.
- Petercord, R. 2008: Untersuchungen zum Auftreten des Buchen-Prachtkäfers (*Agrilus viridis* L.) in Baden-Württemberg. 56. Deutsche Pflanzenschutztagung in Kiel.
- Polle, A.; Peltzer, D. and Schwanz, P. 2001: Resistance against oxidative stress in leaves of young beech trees grown in model ecosystems with different soil qualities, elevated CO₂, and larch infestation. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 120 (1): 1-7. DOI: [10.1007/BF02796075](https://doi.org/10.1007/BF02796075)

- Postner, M. 1974: Scolytidae, Borkenkäfer. In: Schwenke W.: Die Forstschädlinge Europas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Ramirez, M.; Loo, J. and Krasowski, M. J. 2006: Evaluation of resistance to the beech scale insect (*Cryptococcus fagisuga*) and propagation of american beech (*Fagus grandifolia*) by grafting. *Silvae Genetica*, 56 (3-4): 163-169.
- Rasztovits, E., Berki, I., Mátyás, Cs., Czímber, K., Pötzelsberger, E. and Móricz, N. 2014: The incorporation of extreme drought events improves models for beech persistence at its distribution limit. *Annals of Forest Science*, 71 (2): 201 DOI: [10.1007/s13595-013-0346-0](https://doi.org/10.1007/s13595-013-0346-0)
- Roibu, C.-C.; Savin, A.; Negrea, B. M. and Barbir, F. C. 2011: Dendroecological research in beech (*Fagus sylvatica* L.) stands affected by abnormal decline phenomena from Dragomirna plateau, Suceava county, Romania. *Advances in Agriculture & Botany - International Journal of the Bioflux Society*, 3 (2): 139-150.
- Schmutterer H. 1974: Coccidae (Lecaniidae), Napfschildsläuse. In: Schwenke W.: Die Forstschädlinge Europas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Schönherr, J. 1974: Buprestidae, Prachtkäfer. In: Schwenke W.: Die Forstschädlinge Europas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Schönherr, J.; Krautwurst, K. und Rössler, W. 1983: Schadinsekten in Buchenaltholzbeständen. *Allgemeine Forstzeitschrift*, (50): 1361-1364. 19840691192
- Schönherr, Von J. und Krautwurst, K. 1979: Beobachtungen über den Buchenborkenkäfer *Taphrorychus bicolor* Hbst. (Col., Scolytidae). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 52 (11): 161-163. DOI: [10.1007/bf01991976](https://doi.org/10.1007/bf01991976)
- Schröter, H.; Delb, H. und Metzler, B. 2004: Waldschutzsituation. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden Württemberg.
- Simon, M. 1995: Untersuchungen zu an Buche (*Fagus sylvatica* L.) lebenden Borkenkäfern (Col., Scolytidae). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 10 (1-6): 161-165.
- Szabó I. 1991: A bükk levélszáradását okozó gomba [*Apiognomonina errabunda* (Rob.) Höhn.] fellépéséről. *Erdészeti Lapok*, 126 (12): 358-359.
- Szabó I. 1993: A bükkpusztulásáról. In: Sáringer Gy.; Seprős I. és Szemessy Á. (szerk.): 39. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest, 1993.02.23.-1993.02.24. 123-123.
- Szontagh P. 1960: Bükkcseméték gomba okozta pusztulásáról és a védekezés módjáról csemetekertjeinkben. *Az Erdő*, 9 (1): 4-6.
- Szontagh P. 1986: A bükkösök védelme. p. 137-144. In: Keresztesi B és Mendlik G. (szerk.): A bükk. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Szontagh P. 1987: Bükköseink rovarfajta problémái. p. 42-42. In: Seprős I. (szerk.): 33. Növényvédelmi Tudományos Napok. Budapest, MAE Növényvédelmi Társaság
- Szontagh P. 1989a: Rovarak okozta károk bükköseinkben. *Állattani Közlemények*, 75: 107-112.
- Szontagh P. 1989b: A kései fagyok szerepe a bükk korai pusztulásának kárláncolatában. *Az Erdő*, 38 (2): 65-66.
- Trenberth, K. E.; Jones, P.D.; Ambenje, P.; Bojariu, R.; Easterling, D.; Klein Tank, A.; Parker, D.; Rahimzadeh, F.; Renwick, J.A.; Rusticucci, M.; Soden, B. and Zhai, P.2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Tóth J. 1979: A farkasgyepűi bükkösök rovarvilága. *VEAB Monográfia*, 5 (1): 100-109.
- Tóth J.; Pagony H. és Szontagh P. 1995: A magyarországi bükkösök egészségi állapota. In: *Az erdők egészségi állapotának változása*. Budapest, 1995.03.02.-1995.03.02. MTA Erdészeti Bizottság, 77-81.
- Toti, L.; Viret, O.; Horat, G. and Petrini, O. 1993: Detection of the endophyte *Discula umbrinella* in buds and twigs of *Fagus sylvatica*. *European Journal of Forest Pathology*, 23: 147-152. DOI: [10.1111/j.1439-0329.1993.tb00954.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.1993.tb00954.x)
- Tuzson J. 1931: A zalamegyei bükkösök pusztulása. *Erdészeti Kísérletek*, 33 (3-4): 127-137.
- Wainhouse, D. 1980: Dispersal of first instar larvae of the felted beech scale, *Cryptococcus fagisuga*. *Journal of Applied Ecology*, 17 (3): 523-532. DOI: [10.2307/2402634](https://doi.org/10.2307/2402634)
- Wisnowszky K. (szerk.) 2015: Erdővagyon és erdőgazdálkodás Magyarországon. NÉBIH Erdészeti Igazgatóság, Budapest

Érkezett: 2016. május 6.

Közlésre elfogadva: 2016. szeptember 27.