

# A bükk és a bükkösök Magyarországon

Az MTA Erdészeti Tudományos Bizottságának  
tanulmánykötetete IV.



2024

Az MTA Erdészeti Tudományos Bizottságának  
tanulmánykötete IV.

**A bükk és a bükkösök Magyarországon**

Majer Antal (1920–1995) egyetemi tanár,  
a bükkösök jeles kutatója emlékének

Az MTA Erdészeti Tudományos Bizottságának  
tanulmánykötete IV.

# A bükk és a bükkösök Magyarországon

Szerkesztette:

BARTHA DÉNES, CSÓKA GYÖRGY és MÁTYÁS CSABA



SOPRONI EGYETEM KIADÓ  
Sopron, 2024

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya  
Erdészeti Tudományos Bizottságának kezdeményezésére jött létre.



Jelen publikáció a „TKP2021-NKTA-43 azonosítószámú ErdőLab” projekt keretében az Innovációs és Technológiai Minisztérium (jogutód: Kulturális és Innovációs Minisztérium) Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Kiadó:  
Soproni Egyetem Kiadó

Felelős kiadó:  
Prof. Dr. Fábíán Attila, a Soproni Egyetem rektora



Creative Commons license: CC BY-NC-SA 4.0 DEED



Nevezd meg! - Ne add el! - Így add tovább! 4.0 Nemzetközi  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

Borítókép: Frank Tamás  
Borítóterv: Gáspár Csaba

ISBN 978-963-334-527-6 (nyomtatott)  
ISBN 978-963-334-528-3 (pdf)

A kötet DOI száma: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-528-3>

Nyomdai kivitelezés:



**INFORM**  
Kiadó & Nyomda  
1149 Budapest, Angol u. 34.  
[www.informstudio.hu](http://www.informstudio.hu)

Budapest, 2024/29

# TARTALOM

<b>Előszó</b> .....	7
<b>A bükkösök és az ErdőLab-projekt</b> .....	8
<b>1. A bükk bemutatása</b> .....	9
1.1. A bükk ( <i>Fagus</i> ) nemzetség és fajai rövid ismertetése .....	11
1.2. A közönséges bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> ) taxonómiája és biológiája .....	25
1.3. A bükk és a bükkösök ökológiai sajátosságai .....	59
1.4. A bükk genetikai változatossága, szaporodásbiológiája .....	104
1.5. A bükk kémiai sajátosságai .....	124
<b>2. A bükk a Kárpát-medencében</b> .....	141
2.1. A bükk posztglaciális elterjedéstörténete .....	142
2.2. A bükk és a bükkösök aktuális elterjedési területe .....	147
2.3. A bükk hazai előfordulása, erdészeti statisztikai adatai .....	151
2.4. Különleges bükk előfordulások Magyarországon .....	161
<b>3. A bükkös ökoszisztéma és növényközösségei</b> .....	165
3.1. A bükkösök termőhelyi viszonyai .....	166
3.2. Bükkös erdőtársulások, bükkös élőhelytípusok .....	180
<b>4. A bükk és a bükkösök gombái, gombaközösségei</b> .....	213
4.1. A bükkösök nagygombáinak funkcionális csoportjai .....	214
4.2. A bükkösök nagygombái mint indikátorok .....	223
4.3. A klímaváltozás hatása a bükkösökre és a fungájukra .....	230
<b>5. A bükkösök állatvilága</b> .....	231
5.1. A bükkösök gerinces állatai .....	232
5.2. A bükk és a bükkösök ízeltlábú faunája .....	247
5.3. A bükkösök csigái .....	266
<b>6. A bükk helye a hazai erdőgazdálkodásban – régen és most</b> .....	269
6.1. A bükk növekedési tulajdonságai, a bükkösök fatermése .....	270
6.2. A gazdálkodás hatása a bükkösökre .....	283
6.3. A bükkösök erdőművelési módszerei .....	291
6.4. Erdőhasználati módszerek és lehetőségek bükkösökben .....	312
6.5. A bükkgazdálkodás gyakorlati vonatkozásai .....	320
6.6. A bükkösök ökonómiai értékelése .....	333
6.7. A bükk faanyaga és annak felhasználása .....	340

<b>7. A bükkösök erdővédelmi kérdései</b> .....	367
7.1. Abiotikus kalamitások/bolygatások .....	368
7.2. Biotikus tényezők .....	375
7.3. Közvetlen antropogén károk bükkösökben .....	397
<b>8. A bükkösök természetvédelmi és közjóléti szerepe, ökológiai szolgáltatásai</b> .....	399
8.1. A hazai bükkösök természetességi állapota .....	340
8.2. Bükkös erdőrezervátumok Magyarországon .....	412
8.3. A hazai bükkösök természetessége és a természetvédelmi oltalom összefüggései .....	424
8.4. Az erdei biodiverzitás-megőrzés gyakorlati lehetőségei kezelt bükkösökben .....	434
8.5. A hazai bükkösök közjóléti, társadalmi és ökológiai szolgáltatási szerepe .....	451
8.6. Kultúrtörténeti vonatkozások .....	458
<b>9. Bükkösök a változó klímában</b> .....	477
9.1. Klimatikus változások kihívásai és a bükk .....	478
9.2. A bükk fenotípusos és genetikai alkalmazkodása a környezeti feltételekhez .....	480
9.3. A bükk klímaterének és vitalitásának előrevetítése a 21. századra .....	487
<b>10. Zárszó</b> .....	499
10.1. Mit tudhatunk? .....	500
10.2. Mit tehetünk? .....	501
10.3. Mit remélhetünk? .....	502
<b>A kötet szerzői és lektorai</b> .....	505

## 7.2. Biotikus tényezők

### Vadkárok bükkösökben

*Csóka György, Bányai Péter, Korn Ignác, Partos Kálmán, Vaski László és Hirka Anikó*

A csülkös vadfajok minden vitán felül állóan természetes részei az erdei ökoszisztémáknak, így a bükkösöknek is. Bizonyos esetekben szerepük erdővédelmi szempontokból pozitív is lehet. Ugyanakkor az is nehezen vitatható, hogy a természetes szabályzó mechanizmusok jelentős részének kiesését követően, a szűk rétegigényeket kiszolgáló, túltartott vadállomány a magyar erdők egyik legjelentősebb erdővédelmi problémája. A problémák jellege és mértéke többek közt régióként, fafajonként, az állományok korától és a kárt okozó vadfajtól függően is jelentős eltéréseket mutathat. A bükkal kapcsolatban gyakori vélemény, hogy a vadkárokra általában kevésbé érzékeny, mint pl. a tölgyek, de a környezeti viszonyok függvényében ezek kifejezetten súlyosak is lehetnek. A bükk esetében több kárformát is érdemes megemlíteni. A legjelentősebbek átlagos területi nagyságát erdészeti nagytájanként a 7.2.-1. táblázatban láthatjuk.

#### *A makk felszedése, túraskárok*

Bár más vadfajok is fogyasztják a bükkmakkot, a makkfelszedés és túrás elsősorban a vaddisznóra jellemző kárforma. A negatív hatás mértéke nagyban függ a makktermés nagyságától. A kialakuló makkhiány megnehezíti, szórvány termések esetében akár lehetetlenné is teheti a természetes felújítást. Az afrikai sertéspestis által egyes régiókban okozott jelentős állománycsökkenés a bükkösök természetes felújításának sikeressége szempontjából kifejezetten kedvező helyzetet teremtett, ami egyébként a tölgyesekben is érzékelhető. A teljesség kedvéért megemlíthető, hogy a vaddisznó a bükkmakkot szintén tömegesen fogyasztó rágcsálókat is fogyasztja, ezzel – ha csak részben is – ellentételezi saját negatív hatását.

A makk felszedését, a makk, illetve a csemete kitérését éves átlagban (országos összesítésben) mindössze 30 ha-ról jelentik az erdőgazdálkodók. Nagyon valószínű, hogy ez az érték lényegesen alábecsült, illetve az, hogy bő makktermés esetén ennek a kárformának nem tulajdonítanak érdemi jelentőséget.

#### *Az újulat és a fiatalosok rágása*

A bő magtermésre alapozott természetes felújítás eredményeként, jó termőhelyen létrejövő sűrű újulatban, a vadragás hatása általában kevésbé jelentős. Ilyen esetekben is általában a vad által inkább kedvelt fajok (pl. tölgy, kőris, gyertyán és juhar) szenvednek jelentősebb rágást, ami az újulat fajgazdagságának csökkenése irányába hat. Ritkább újulat esetén – különösen gyengébb termőhelyen – azonban a vadragás meghatározó akadálya lehet a sikeres felújításnak. Kifejezetten kitettek a csülkös vadfajok téli beálló-, bújó- és táplálkozó helyei. A hajtások megrágásában az őz, a szarvas és a muflon is egyaránt szerepet játszik. Megemlítendő továbbá a dám aggodalmat keltő mértékű terjeszkedése. Ezt és a gímszarvas állomány drámai népességnövekedését világítja meg Bajnai (2023): A 14/2018. (VII. 3.) AM rendelet „az Északi hegy- és dombvidék Vadgazdálkodási Táj vadgazdálkodási tájegységeinek vadgazdálkodási tervéről” jogszabály a 202 számú Nógrád-Cserháti Vadgazdálkodási Tájegységben a gímszarvas fenntartható (az élőhelyet még nem veszélyeztető) létszámát 2 000, a dámszarvasét 300 egyedben határozza meg. Eközben Nógrád vármegyében a gím éves terítéke már megközelíti a 6 000-et, a dámé pedig az 1 500 darabot! Ennek ismeretében nehezen érthetőek a nagyragadozók által zsákmányolt csülkösvaddal kapcsolatos hevült aggodalmak. Nem zárható ki, hogy a nem túl távoli jövőben a dám a bükk fiatalosok rágáskáraiban is jelentős szerepet fog játszani.

A különböző felújítási módok arányaiban bekövetkező változások a nagyvadállomány viselkedésére is hatással voltak. A nagyterületű végvágások nyomán kialakuló fiatalosok állandó búvóhelyet és táplálék-



forrást biztosítottak. Az ezeknél jóval kisebb méretű lécek és részterületes végvágások nem, vagy csak korlátozottan alkalmasak a csülkösvad helyben tartására és táplálására, emiatt a vadállomány gyakran változtatja a helyét, nagyobb területeket jár be. Az Északi-középhegységben megjelent nagyragadozók (farkas, medve, hiúz) zavaró hatására pl. a szarvasállomány kisebb területekre koncentrálódik, így az adott helyen akár rövidebb idő alatt is jelentősebb károkat okozhat. A vadkár a fenti szempontok miatt, általában a kisterületű újulat-foltokon erősebb mértékű.

Szintén említésre érdemes szempont, hogy az egyre több vadkárrelhárító kerítés, illetve a mezőgazdasági területek egyre hatékonyabb védelme az egyébként is túlszorodott vadállományt még kisebb területre koncentrálja, ahol is ennek megfelelően megnövekszik a károkozás mértéke (7.2-1. és 7.2.-2. ábra).



7.2.-1. és 7.2.-2. ábra. „Bonszajosodó” fiatal bükkök a Bükk hegységben és a Mecsekben  
(Fotók: Bányai Péter és Csóka György)

Ezek ismeretében sem volna helyes a bükkös fiatalosokban jelentkező vadkár alapvető okaiként kezelni a felújítási módok változását, a nagyragadozók általi zavarást, vagy éppen a vadkár elleni intézkedések életér-csökkentő hatásait. A vadkárok legalapvetőbb oka a bükk és más fafajok esetében is a tolerálható szintet jelentős mértékben meghaladó, magas vadlétszám.

Mesterséges felújításokat az egész országban kizárólag kerítés, illetve vegyszeres védelem alkalmazásával lehet sikeresen végezni. Ezek nélkül a felújítási időszak jelentősen elhúzódik, a rágott egyedek villásodnak, bekorhadnak. Alapvető tévhit, hogy a fiatalkori vadragás hatásai nyomtalanul elmúlnak. Az ilyenkor elszennvedett rágáskárok alapvetően meghatározhatják az érintett egyedek életkilátásait, illetve majdani gazdasági értéküket is.

Az Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer (OENyR) adatai alapján, a 2013–2022. időszakra vonatkozóan, éves átlagban mintegy 1 700 hektár bükk fiatalosból jelentettek rágáskárt. Az egyes erdészeti nagytájából bejelentett rágáskárok volumene jelentős eltéréseket mutat (7.2.-1. táblázat). Ezek az értékek egyrészt tükrözhetik a bükkösök területnagyságát az adott tájban, a probléma tényleges volumenét, de emellett az erdőgazdálkodók kárjelentési hajlandóságát is.

7.2.-1. táblázat. A bükkösökből bejelentett főbb kárformák átlagos éves értékei a 2013–2022. időszakban erdészeti nagytájanként (az Országos Erdőkár Nyilvántartási Rendszer adatai alapján)

Kárforma/Erdészeti tájcsoport	Nyugat-Dunántúl	Dél-Dunántúl	Dunántúli-középhegység	Északi-középhegység	Összesen
Makkfelszedés/túrás	6 ha	5 ha	9 ha	9 ha	29 ha
Rágáskárok	271 ha	226 ha	930 ha	280 ha	1707 ha
Hántás/dörzsölés	74 ha	62 ha	229 ha	49 ha	414 ha

Az Északi-középhegységben (Börzsöny, Mát-ra és Aggteleki-karszt) végzett, nagy elemszámú, szisztematikus mintavételekkel zajló kutatások eredményei szerint a természetes újulat nagyfokú hiánya, illetve erős rágottsága jellemző a bükkösökben is. A vizsgált mintapontok 46,58% – 42,73% – 60,26%-án az újulat az „erősen rágott” vagy „bonsai” minősítéssel volt leírható (Szmorad & Standovár 2023; Zoltán et al. 2024). Ezek az értékek némileg ugyan kedvezőbbek, mint a kocsánytalan tölgy, illetve cser főfafajú állományokban (ott jellemzően 70–80%), de még így is rendkívül magasak.

A vadhatás jelentőségének megítéléséhez (bükkösökben és tölgyesekben egyaránt) egyébként jó adalékot szolgáltatnak a 10×10 m-es kerítésekkel létrehozott vadkizárásos kísérletek (7.2.-3. ábra).



7.2.-3. ábra. 10×10 m-es kerítéssel létrehozott vadkizárásos kísérlet egy cserépfalui bükkösben. A kerítés védelmében embermagasságot meghaladó méretű elegyes fiatalos, kívül pedig nudum állomány (Fotó: Csóka György)

### Hántáskárok és egyéb kéregsebzések

Hántáskárokra a bükk ugyan kevésbé érzékeny, mint a fiatal bükkösökben jellemző elegyfajok (gyertyán, kőris, juhar) – de jelentős vadnyomás esetén 100 százalékos hántáskár is bekövetkezhet (7.2.-4., 7.2.-5. és 7.2.-6. ábra). Bükkön a hántáskár általában akkor válik szembetűnővé, ha nincs a közelben preferált elegyfaj. Az elegyfajokon jellemzően erősebb hántáskár sok esetben azok egyedeinek megritkulását, illetve eltűnését, így az elegyesség csökkenését eredményezheti, ahogyan az már a rágáskárok esetében is említést nyert.



7.2.-4., 7.2.-5. és 7.2.-6. ábra. Hántáskár hosszútávú hatása rudaskorú zalai bükkösben (Fotók: Vaski László)



7.2.-7. ábra. Szarvasagancs által okozott sebzések bükkötörzsön (Fotó: Csóka György)

A szűken értelmezett hántáskárok mellett a vadállomány más módokon is okozhat kéregsebzéseket. A vadkanok „agyarfenése”, vagy éppen a szarvasbikák agancssal okozott kéregsebzése is ismert jelenségek. A barkás szarvasagancs tisztítása (dörzsölés) során fiatal fákon gyakran keletkeznek sérülések, ahogyan a bögési időszakban jellemző agancsverés (egyfajta erőfitogtatás) során is. Ahol az ivararány jelentősen eltolódik a bikák javára, ott a bögésben tényleg nem jutó, hormonok által túlfűtött bikák gyakran fák törzsét vágva/karistolva vezetik le feszültségeiket (7.2.-7. ábra).

Az OENyR-ben bejelentett kéregsebzések (hántás, agancsdörzsölés) a rágáskároknak kb. egynegyedét teszik ki. A nagytájak közötti arányok hasonlóak a rágáskároknál megadottakhoz.

## A bükkösök rágcsáló kisemlősei

Berty László

A különböző erdőtípusok kisemlősközösségeinek faji összetétele és szerkezete elsősorban a vegetáció fajgazdagságától, szerkezetétől és a nedvességétől függ (Berty 1995). Ez magyarázza, hogy bükkösseinkre a hazai erdőtársulások közül is a legfajszegényebb kisemlősközösségek jellemzőek. A Börzsöny bükkös zónájában végzett élvefogó kisemlőscsapdázások (7.2.-8. ábra) során a minden esetben domináns sárganyakú erdeieger (*Apodemus flavicollis* – 7.2.-9. ábra) mellett a második legnagyobb arányban jelen lévő kisemlős faj a vöröshátú erdei pocok (*Myodes glareolus*) legfeljebb 20–25%, de jellemzően 15% alatti arányban volt jelen. A két hazai erdeicikány-faj (*Sorex araneus* és *S. minutus*) mindössze színező elemként volt kimutatható. Nem ritka, hogy egy-egy bükkösben gyakorlatilag a sárganyakú erdeieger az egyedüli rágcsáló kisemlős (Berty 2005). Ez érthető is, hiszen a nudum és gyér aljnövényzetű/gyepszintű bükkösöket az erdei kisemlősök nem kedvelik, mivel ezekben könnyen válhatnak ragadozók prédájává.

Az *A. flavicollis* és a *M. glareolus* jelentősége közismert, mint az erdei ragadozó emlősök és éjszakai ragadozómadarak (pl. macskabagoly – *Strix aluco*) zsákmánya. A nyest, menyét, borz, róka táplálkozásában a kisemlősök szerepe meghatározó (Lanszki & Körmendi 1996). A róka táplálékspektrumának egyes évszakokban 70–80%-át is kitehetik az erdei rágcsáló kisemlősök (Heltay 1989). Ebből kiindulva a bükkös természetes felújításokkal érintett területeken a róka (akárcsak a már említett többi ragadozó is) kímélete erdőművelési szempontból kifejezetten pozitív hatású. Egyébként ugyanez igaz a tölgyesekkel kapcsolatban is.

Kevésbé kutatott a rágcsálók és a vaddisznó (*Sus scrofa*) kapcsolata. Az azonban egyértelmű, hogy a vadkárelhárító kerítéssel védett (tehát a vaddisznóktól elzárt) erdőrészekben nagyobb rágcsáló-egyedsűrűség alakul ki. Nagy (1980) szerint, amikor a vaddisznók őszi időszakban bejutottak az elkerített mintaterületre, a következő évben a korábbi 25%-ára esett vissza a rágcsálók népessége, amit ő a két faj közti táplálék-konkurenciával magyaráz. Ugyanakkor az is nagyon valószínű, hogy ezen túl a vaddisznó a rágcsáló kisemlősök jelentős ragadozója, ami akár számottevő regulációs tényező is lehet az állományaik szabályozásában. Ez már csak azért is életszerű feltételezés, mert a vaddisznó – szemben a ragadozókkal – nemcsak a kifejlett egyedeket fogyasztja el, hanem egész, kölykös családokat is kitúr a talajból.



7.2.-8. ábra. A kisemlős fauna vizsgálatához használt élvefogó csapdák (Fotó: Berty László)



7.2.-9. ábra. A börzsönyi bükkösök domináns rágcsáló kisemlőse a sárganyakú erdeieger (*Apodemus flavicollis*) (Fotó: Szűcs Boldizsár)

A rágcsáló kisemlősök (kiemelten a korábban említett két faj) erdőgazdasági jelentőségéről több erdőtípusra vonatkozóan számos forrás ismert (Sviridenko 1957; Schindler 1970; Buchalczyk et al. 1970). Ezek a vizsgált fajok (tölgy, bükk, juhar, hárs) magjainak és magoncainak 70–100%-os pusztulásáról számolnak be.

Nagy (1980) Turcek (1967) táplálkozásbiológiai vonatkozású adatait alapul véve ismerteti, hogy vizsgált területén 1977 és 1980 között, 100–300 egyed/ha-os kisemlős állománysűrűség mellett az ott élő erdei pocok és sárganyakú erdei egerek potenciális tölgy-makk-fogyasztása 150–300 kg/ha/év közötti lehetett, míg ezekben az években az erdő tényleges átlagos makktermése 200 kg/ha év volt. Megállapítja, hogy ekkora populációdensitás esetén a tényleges makktermés és a rágcsáló kisemlősök potenciális makkfogyasztása azonos tartományba esik. Gyakorlati mérésekkel igazolta, hogy az e fajok által lakott erdőkben csak nagyarányú makktermés és alacsony rágcsáló-egyedszám esetén van reális lehetőség az erdő magról való természetes felújulására. Bár a bükkösökre vonatkozó hasonló adatok hiányoznak, okkal feltételezhető, hogy ott is hasonlóan igen jelentős mértékű a rágcsálók makkfogyasztása.

A 2001. évben a Börzsöny hegység teljes bükkös zónájában átlagon felüli makktermés volt. A következő év tavaszán a lehullott termés legnagyobb része „eltűnt” a területről, és a legtöbb erdőrészletben a kikelt magoncok sűrűsége is nagyon alacsony volt. Ugyanez volt tapasztalható néhány erdőrészletben, a vaddisznók kizárása céljából létesített kerítésekben belül is. Ez egyértelműen a rágcsáló kisemlősök jelentős szerepére engedett következtetni. Egy további vizsgálatosorozat 220–370 egyed/ha denzitású rágcsáló populációt mutatott ki, ami egyértelműen felelőssé tehető a rendkívüli makktermés jelentős részének pusztulásáért. Ez a szokatlan magas denzitás egyébként elsősorban a sárganyakú erdei egér kiemelkedő gradációs csúcsának volt köszönhető (Berty 2005).

Az omnivor erdei pocok táplálékának 38%-a mag és gyümölcs, 35%-a pedig zöld növényi részekből áll (Holisova 1971). A karnivor-omnivor sárganyakú erdei egér Drozd (1967) szerint főleg magvakkal és termésekkel táplálkozik (74%), zöld növényi részt pedig igen kis mennyiségben fogyaszt (kb. 10%). Ezzel egybehangzóan Nagy (1980) rámutat arra, hogy az erdei pocok nemcsak a mag, hanem a kikelt magonc károsításában is jelentős szerepet játszik. Síkfőkúton végzett vizsgálatában a 2000 kiültetett tölgymagonc 86%-át kisemlősök pusztították el (80%-ban erdei pocok).

A sárganyakú erdei egér dominanciáját, valamint a kimutatott fajok táplálékspektrumát tekintve feltételezhető, hogy hazai bükköseinkben a természetes felújítás elsősorban a makk-stádiumban veszélyeztetett, a magonc és csemete hamar kinő a dominánsan erdei egerekből álló rágcsáló kisemlős közösség foga alól. Összegzésül elmondható, hogy a bükkösök természetes felújulásában fontos tényező lehet a sárganyakú erdei egér kártétele, viszont igazán jelentős károkat csak a tömegszaporodások során kialakuló állománysűrűség esetén okoz.

A kisemlősök populációdinamikájával foglalkozó közlemények leggyakrabban a kiemelkedő mezőgazdasági jelentőséggel bíró mezei pocokot tárgyalják, a speciálisan erdei fajok gradációira vonatkozóan sokkal kevesebb az információ. Agrárterületeken a mezei pocok tömegszaporodásainak ciklusa általában négy-öt éves (Palotás 1970). A tömegszaporodások összeomlásának három lehetséges forgatókönyvét Pelikán (1959) írta le. Schmidt (1967) szerint a tömegszaporodások kialakulásának egyik fő tényezője az ember táj- és élőhelyformáló tevékenysége. Ez magától értetődő a mezőgazdasági területeken élő mezei pocok esetében, ugyanakkor olyan fajokra vonatkozóan is fontos, amelyek erdei élőhelyeken mutatnak gradációs jelenségeket.

Börzsönyi bükkösökben, 14 éven keresztül folytatott vizsgálatok (7.2.-9. ábra) során nem sikerült a mezei pocokéhoz hasonló szabályszerűséget kimutatni a sárganyakú erdei egér populációinak fluktuációjában. E faj tömegszaporodásának két markáns típusa volt tapasztalható. Az egyik, amikor a megelőző szezon szaporodási időszaka az enyhe koratavaszi és őszi időjárás miatt megnyúlt, a gradáció gyakorlatilag országszerte, több, különböző erdőtípusban is észlelhető volt. A másik, amikor a kimagasló bükkmakktermésből fakadó táplálékhiány miatt történik a felszaporodás. Megjegyzendő, hogy az utóbbi esetben a magas populációdensitás gyakran egy-egy régióra, hegységre, vagy akár csak egy hegyoldalra korlátozódott.

Becslések szerint a hazai bükkösökben a két tárgyalt rágcsáló populációinak „egyensúlyi” denzitása 40–50 egyed/ha körüli, míg a Börzsönyben észlelt legmagasabb érték 250–350 egyed/ha volt. A tömegszaporodás

dás összeomlásának két, a szakirodalomban jól leírt lefutása itt is jellemző volt. Megtörtént, hogy az extrém magas népesség egyik évről a másikra omlott össze, majd az egészen alacsony denzitású populáció két év alatt regenerálódott, de az is előfordult, hogy a népesség három év alatt, fokozatosan rendeződött vissza az „egyensúlyi” helyzetbe.

A kutatások rámutattak arra is, hogy a sárganyakú erdeiegér extrém népessége bükkösökben csak egyes élőhely-típusokban jellemző. Az állománytípus jellemzők (az állomány kora, kitettség, cserjeszint, gyepszint stb.) közül különösen a talaj borítottsága látszik kiemelkedő jelentőségűnek (Berty 2005). Fény derült arra, hogy a bükkösök sárganyakú erdeiegér populációi az alacsony és sűrű cserjeszinttel (pl. szeder, iszalag, vadrózsa) vagy dús, magas gyepszinttel fedett szegmensekben (csalán, nadragulya, min. 1 m magas fűfélék) mutatnak magas denzitást. A bükkösök nudum részein még tömegszaporodás idején is nagyon alacsony állománysűrűség tapasztalható.

Ezek az összefüggések ugyancsak markánsan kirajzolódtak a lékes felújítógással kezelt börzsönyi bükkösök erdeiegér állományainak vizsgálata során (Berty 2012). Bebizonyosodott, hogy egy lékekkel felújított bükkösben a rágcsáló elsősorban a lékek sűrű irtásnövényzetében élnek, míg a lékek közti zárt, nudum erdő-részekben alig fordulnak elő. A különböző lékek rágcsáló állományai között számottevő kapcsolat nincs. Ez a tény a populáció növekedésének menetét még tömegszaporodásra alkalmas viszonyok között is alapvetően befolyásolja. A népességnövekedés ütemét ebben az esetben nemcsak a táplálék mennyisége fogja limitálni, hanem a lékek közti migrációs akadály is jelentősen lassítja. Mindezek alapján okkal feltételezhető, hogy a bükkösök lékes felújításával a sárganyakú erdeiegér erdőgazdasági kártétele is jelentősen mérsékelhető.

## A bükk erdővédelmi jelentőségű rovarai

### *Lombfogyasztók*

*Csóka György, Hirka Anikó, Gáspár Csaba és Tuba Katalin*

Az 5.2. fejezetben áttekintő jelleggel már írtunk a bükk lombfogyasztó rovarairól. Itt csak az erdővédelmi szempontból jelentősnek tekintett fajokat érintjük a korábbiaknál részletesebben.

Bükkcsemeték termelését szolgáló fóliasátrakban időnként olyan szintet is elérhet a rozsdabarna kisszövő (*Orgyia antiqua*) népessége, ami vegyszeres védekezést tesz szükségessé (Babics István szóbeli közlése).

A bükkállományokban a tölgyesekhez képest általában ritkábbak és kisebb területet érintenek a lombfogyasztó lepkefajok tömegszaporodásai. A gyapjaslepke (*Lymantria dispar*) (Lepidoptera: Erebidae) által okozott – jellemzően

kiseb területű – lombvesztések régóta ismertek bükkösökben (Szontagh 1989b). A 2003 és 2006 közötti gyapjaslepke-tömegszaporodás azonban korábban nem tapasztalt mértékben vertikálisan is kiterjedt, azaz domb- és hegyvidéki bükkösökben (Magas-Bakony, Dél-Mátra, Kelet-Bükk) (7.2.-10., 7.2.-11., 7.2.-12. és 7.2.-13. ábra) is jelent-



7.2.-10. és 7.2.-11. ábra. Extrém magas gyapjaslepke petecsomó denzitás 2004 októberében farkasgyepűi bükkösben és vírusfertőzés okozta tömeges hernyópusztulás ugyanott, 2005 júniusában (Fotó: Csóka György)



7.2.-12. és 7.2.-13. kép. Gyapjaslepke tarrágása 2005 júniusában Mályinka körzetében (Bükk hegység) és a bükkös talaját borító éhező, illetve elpusztult hernyók (Fotók: Bányai Péter)

kezett, nagy kiterjedésű, összefüggő, jelentős mértékű lombvesztést okozva (McManus & Csóka 2007; Csóka & Hirka 2009). Csóka és munkatársai (2015) összehasonlították a cser, a kocsányos tölgy és a bükk koronák lombvesztés utáni regenerációját. A 2005 tavaszán 100%-os lombvesztést szenvedett középkorú cseréken már 2005 őszére bekövetkezett a lombzat teljes mértékű regenerációja, azaz szeptemberben már semmilyen lombhiány nem volt észlelhető. Az ugyancsak tarra rágott kocsányos tölgyeken a regeneráció némileg lassabban ment végbe, aminek egyik fő oka az újraképző lombzaton kialakuló erős lisztharmat fertőzés volt. Az idős bükkösben a 2005 tavaszi átlagos lombvesztés jóval alacsonyabb, átlagosan 50% alatti volt. Ennek ellenére a bükk lombzatának regenerációja sokkal lassabban ment végbe. Az alászorult egyedeken még négy év elteltével is lombhiány mutatkozott, sőt, azok egészségi állapota folyamatosan romlott. Ez egyértelműen arra utal, hogy a bükk kevésbé tolerálja (illetve kompenzálja) a jelentősebb lombvesztést. Ez azért is fontos információ, mert a klímaváltozás mellékhatásként a jövőben valószínűleg gyakrabban és nagyobb területen fog jelentkezni rovarok okozta lombvesztés



7.2.-14. ábra. A gyapjaslepke 2005-ös jelentős lombrágását követően, 2006-ban tömegesen megjelenő falgym (*Parietaria officinalis*) egy bakonyi bükkösben (Fotó: Csóka György)

magasabb tengerszint felett álló állományokban (így bükkösökben) is. A lágyszárú aljnövényzet egyes fajai, pl. a falgym (*Parietaria officinalis*) (7.2.-14. ábra), vagy például a szedrek (*Rubus* spp.) számára kifejezetten előnyös lehet a lombzat lassú regenerációjából fakadó megnövekedett fénymennyiség, illetve a nagy mennyiségű, gyorsabban hasznosítható tápanyag (a hernyóürülék gyorsabban jut vissza a tápanyagkörforgásba, mint az őszelelő levelek). Így egyes fajok tömegesen jelennek meg a gyapjaslepke tömegszaporodását követő néhány évben.

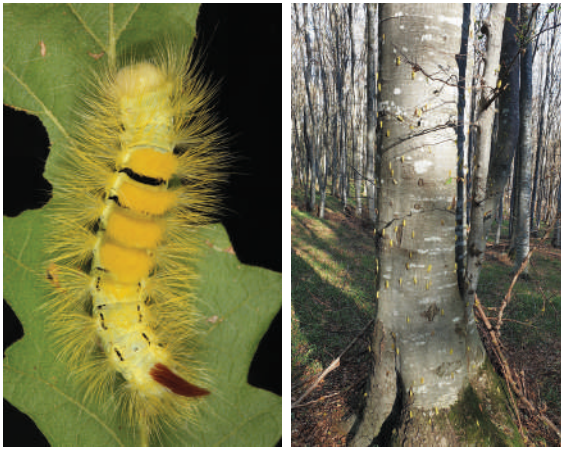
A bükk-gyapjaslepke (*Calliteara pudibunda*) (Lepidoptera: Erebidae) eurázsiai, egynemzedékes, polifág faj (tölgyek, bükk, nyír, vadgesztenye). Jellegetes, könnyen felismerhető hernyója (7.2.-15. ábra) júniustól októberig fejlődik, majd bebábo-

zódva áttelel. Magyarország jelenlegi területéről nem ismertek jelentős tömegszaporodásai, számos európai országban viszont bükk és tölgy állományokban is jelezték gradációját. Wellenstein (1978) szerint tömegszaporodásai Európában a 47. és az 58. szélességi kör között fordulnak elő. Az utóbbi, mintegy fél évszázadból Németországból Klimentz (1972) és Wellenstein (1978), Dél-Svédországból Nilsson (1978), Csehországból és Szlovákiából Urban & Šedivý (1997), Dániából Meulengracht-Madsen & Nielsen (2001) számolnak be tömegszaporodásokról.

Nilsson (1978) az 1971–1973 közötti időszakban bekövetkezett erős lombvesztés néhány ökológiai hatásáról tudósított. Eszerint a harmadik évre (1973) lényegesen lecsökkent a lehulló lomb mennyisége (3 t/ha-

ról 0,8 t/ha-ra). A koronán áteső csapadék foszfor- és nitrogéntartalma pedig háromszorosára emelkedett az 1971-es értékhez képest. A lombvesztéssel egyértelműen összefüggésbe hozható növekedéscsökkenést nem mutatott ki.

1988 és 1992 között a Wellenstein (1978) által jelzethez képest jóval délebbre, Észak-Olaszországban (Piedmont és Liguria régiókban – 44–45. szélességi fok) 700 és 1 300 méteres tengerszint feletti magasság között bükkösökben és elegyes lombos erdőkben alakult ki tömegszaporodás (Mazzoglio et al. 2005). A gradáció egyik fő kiváltó okának a megelőző száraz, meleg nyarakat tartják. A tetőzések (1991 szeptembere) mintegy 3 700 hektáron jelentkezett lombvesztés. Ez a tömegszaporodás lehetőséget adott a lepkefaj természetes ellenségeinek és kórokozóinak tanulmányozására is. A tömegszaporodás összeomlásában a rovarpatogén vírusok játszottak meghatározó szerepet (Mazzoglio et al. 2005). 1992 és 1994 között, Csehország és Szlovákia határán, a Fehér-Kárpátokban, bükkösökben zajlott tömegszaporodás, ami 1994-ben – főként vírusfertőzés és rovarpatogén gombák miatt – összeomlott.



7.2.-15. és 7.2.-16. ábra. A bükk-gyapjaslepke (*Calliteara pudibunda*) könnyen felismerhető hernyója, valamint tömegszaporodása Székelyföldön, egy Kézdivásárhely közelében lévő bükkösben (Fotók: Csóka György és Vánca Botond)

2018–2019-ben törökországi (Bursa – kb. 40. szélességi fok) bükkösökben is észlelték a faj tömegszaporodását (Ipekdal 2022). Feltételeken itt is megemlítték a megelőző évek extrém időjárásának (enyhe telek) hatását.

2019 késő nyarán Székelyföldön, Kézdivásárhely/Felsőlemhény (Târgu Secuiesc/Lemnia) körzetében több száz hektárra kiterjedő tömegszaporodást észleltek 60–80 éves korú bükkösökben, ebből 50 hektáron kifejezetten erős lombvesztés (tarrágás) alakult ki (7.2.-16. ábra). 2020-ra a tömegszaporodás összeomlott (Vánca Botond szóbeli közlése). Megjegyzendő, hogy ez a terület is délebbre esik (ca. 46. szélességi fok) a Wellenstein (1978) által jelzett potenciális tömegszaporodási zónánál (47–58. szélességi fok).

Az utóbbi évtizedekben észlelt tömegszaporodások arra engednek következtetni, hogy a bükk-gyapjaslepke egyre gyakrabban lépi át déli irányban a Wellenstein (1978) által leírt potenciális tömegszaporodási sávot.

Más szóval, a jövőben valószínűleg akár olyan helyeken

(pl. hazai bükköseink) is tömegessé válhat, ahol korábban ez nem következett be. Szontagh & Tóth (1977) szerint tömeges fellépése elsősorban száraz, napos, déli kitettségű, kiritkult és/vagy rossz termőhelyen álló bükkösökben várható.

A tavaszi polifág lombfogyasztó-együttes fajai közül Szontagh (1989b) a következőket tartja jelentősnek: a kis téliaraszoló (*Operophtera brumata*), a nagy téliaraszoló (*Erannis defoliaria*), az aranyárga téliaraszoló (*Agriopsis aurantiaria*) és a tollascsápú araszoló (*Colotois pennaria*). Véleménye szerint ezek bükkön való tömeges megjelenése általában közeli tölgyesek jelenlétére vezethető vissza. A fent említett fajok a bükk rügyeit, frissen kibomló leveleit és virágzatát egyaránt fogyasztják. Esetenként a rügyeknek akár 50%-át is károsíthatják. Ugyanakkor tömeges fellépésük általában csak egyes fákon vagy kisebb csoportokban jelentkezik.

A bükk-bolhaormányos (*Orchestes fagi*) egész Európában elterjedt, egynemzedékes faj. Lárva és imágója egyaránt lombfogyasztó. Előbbi a levél csúcsán aknáz, utóbbi a levélerek között lyukakat rág (Csóka 2003) (7.2.-17., 7.2.-18. és 7.2.-19. ábra). Fő tápnövénye a bükk, a lárva csak ennek levelein aknáz, míg az imágók más fásszárúak leveleit is rágják, de Bale és Luff (1978) szerint a bükkhöz képest csak jelentéktelen mértékben. A kifejlett bogár kéregpedésekben, leváló kéregdarabok alatt telel.

Európa számos országában a bükk-bolhaormányost a bükk egyik legjelentősebb lombkárosítójának tartják. A teljesség igénye nélkül néhány példa: Németország (Dieter 1964), Dánia (Nielsen 1970), Írország és



7.2.-17., 7.2.-18. és 7.2.-19. ábra. A bükk-bolhaormányos (*Orchestes fagi*) lárva, aknája, valamint a lárva és az imágó együttes kárképe (Fotók: Csóka György)

Skócia (Day & Watt 1989), Horvátország (Hrasovec 2003), Szlovákia (Kulfan et al. 2011), Spanyolország (Rullán-Silva et al. 2015).

Magyarországon évente átlagosan 100 hektár körüli területről jelzik tömeges fellépését. 1987-ben szinte minden hazai bükkösben észlelték, összesen 3 350 hektárnyi kárterületét jelentették (Szontagh 1989b). Jelentősebb kártételeit általában aszályos időszakok, illetve kései fagyok előzik meg. Ilyen esetekben fiatalosokban foltos fapusztulást is előidézhet (Szontagh 1989b).

Az új évezredben behurcolták Új-Skóciába, ahol 2012-ben észlelték először (Sweeney et al. 2012), itt az amerikai bükkön (*Fagus grandifolia*) jelentős lombvesztéseket okozott, ami több éven át ismétlődve jelentős mértékű fapusztulást is előidézett (Goodwin et al. 2019; Sweeney et al. 2020). Az észak-amerikai kontinensen belüli terjeszkedés egyik lehetséges módja a tűzifa nagyobb távolságokra történő szállítása (Morrison et al. 2017). A levélrágás, illetve az aknázás által okozott lombvesztésen túl jelentős közvetett hatásai is vannak a bükkre. Gossner és munkatársai (2021) megállapították, hogy főleg az imágók lyuggató rágása fertőzési kaput nyit a *Petrakia liobae* nevű inváziós levélkórokozó gombának. Hasonló következtetésre jutottak Edwards és munkatársai (2021) Kanadában is, miszerint a levélen kialakuló nekrotikus foltok megjelenése és kiterjedése szoros, pozitív összefüggésben van az imágók által rágott lyukak sűrűségével.

A bükk-bolhaormányos mellett a másik jelentős monofág lombfogyasztó a bükk-levéltetű (bükk-gyapjaste-tű) (*Phyllaphis fagi*). Holociklikus fejlődésű, életmenete meglehetősen összetett, amit a környezeti viszonyok is jelentős mértékben befolyásolnak. Kéregrepedésekben pete alakban telet. A kikelő petékből a leveleken és a friss hajtásokon szárnyatlan alakok fejlődnek, ezek rendkívül dús viaszos bevonatot képeznek és mézharmatot választanak ki, amit május-júniusban a méhek is gyűjtenek (7.2.-20. ábra). Ezeket parthenogenetikus úton szaporodó számos, akár 8–10 szárnyas nemzedék is követheti (7.2.-21. ábra). Ősszel (szeptember-október) a kétivarú nemzedék (szárnyatlan nőstények és szárnyas hímek) nőstényei rakják le áttelelő petéiket.



7.2.-20. és 7.2.-21. ábra. A bükk-levéltetű (*Phyllaphis fagi*) viaszos bevonat védelmében fejlődő szárnyatlan alakja a kiválasztott mézharmat cseppekkel és a szárnyas alak (Fotók: Csóka György)

Iversen & Harding (2007) a fajnak csemetekertekben tulajdonítanak kiemelkedő jelentőséget, tekintve, hogy Európában évente mintegy 200 millió bükkcsemetét termelnek ezekben. A tömeges fellépés levélszíneződést, torzulásokat és lelassult növekedést, végső esetben pusztulást okoz (Gora et al. 1994).



Az 1962 és 2011 közötti fél évszázados időszak átlagában Magyarországon évente 500 hektárról jelentették kártételét. 2001-ben azonban országos összesített kárterülete meghaladta a 12 ezer hektárt.

### Karpofágok

Hirka Anikó és Csóka György

A tölgyektől eltérően – ahol a *Curculio*-makkormányosok kiemelkedő jelentőséggel bírnak – a bükk termésében ormányosok nem, csupán makkmolyok lárvái fejlődnek. Ezek a makkfűrómoly (*Pammene fasciana*), a tölgymakkmoly (*Cydia splendana*) és leggyakrabban a bükkmakkmoly (*Cydia fagiglandana*) (7.2.-22., 7.2.-23. és 7.2.-24. ábra). Ezen utóbbi tudományos nevében a faji jelző (fagiglandana) és magyar neve, a bükkmakkmoly is utal a bükkhöz való szorosabb kötődésére (Szabóky & Csóka 2010). A faj azonban nem monofág, lárvái tölgymakkban és a szelídgesztenye termésében is kifejlődnek, utóbbiban jelentős károkat is okozhatnak. A bükkmakkban kifejlődő egyetlen lárva teljesen elfogyaszthatja a szikleveleket, így a makk csírákéességét elveszíti. Hazai számszerű adatok alig ismertek a faj jelentőségére vonatkozóan. Mátyás (1970) a *Carpocapsa grossana* (= *Cydia fagiglandana*) és a *Pammene juliana* (= *P. fasciana*) karpofág sodrómolyokat említi a bükkmakk kártevőjeként.



7.2.-22., 7.2.-23. és 7.2.-24. ábra. A bükkmakkmoly (*Cydia fagiglandana*) hernyója, a hernyó kibújási nyílása és az imágó (Fotók: Csóka György)

Öt év átlagában a makkok 21%-ában (8–30%) találta meg őket. Ehhez közeli értékeket említenek külföldi szerzők is. Gómez de Aizpúrua (1992) Spanyolországból 20%, Kelbel & Zahrada (1999) Szlovákiából 10% körüli átlagos fertőzést jelez, azzal a kiegészítéssel, hogy a tömeges makktermés éveiben ez az érték némileg alacsonyabb.

### Xilofágok

Lakatos Ferenc, Hirka Anikó, Tuba Katalin és Csóka György

Az 5.2. fejezetben már foglalkoztunk xilofág rovarokkal. Itt csak néhány olyan fajra koncentrálnunk, amelyek még élő fákban fejlődnek (herbivor xilofág) és jelentős szerepet tölhetnek be a faegyedek és az állományok egészségi állapotának romlásában, fapusztulásokban, illetve érdemi gazdasági károkat okozhatnak. Megjegyzendő, hogy a herbivor xilofágok és a szaproxilofágok között nem mindig húzható éles határvonal. Számos faj van ugyanis, ami a legyengült, betegeskedő, de még élő fára rakja petéit, de fejlődése jobbára már az elpusztult fában történik.

A kéregtetvek (Hemiptera: Lachnidae) családjába tartozó *Lachnus pallipes* (régőbbi nevén *Schizodryobius pallipes*) holociklikus fejlődésű, egygazdás, nagytermetű (3–5 mm) faj. Az ivaroson szaporodó nemzedék ősszel jelenik meg. A szárnyatlan nőtények ősszel, csoportosan rakják le hosszúka, sötét színű petéiket. Ezekből tavasszal kelnek ki az ősanák, amelyeket a környezeti viszonyoktól függően több ivartalan nemzedék is követ a vegetációs időszak során. Hangyák, különösen *Formica*-fajok, intenzíven látogatják és védel-

mezik kolóniáikat. A bükk mellett tölgyeken és szelídgesztenyén is találkozhatunk vele. A kolóniák többnyire a tápnövény néhány éves ágain, illetve törzsén élnek. Táplálkozásuk során megsértik a kambiumot, aminek következtében az ágakon kisebb-nagyobb daganatok keletkeznek. Thomsen és munkatársai (2016) szerint szívoogatásukkal – mintegy „kapunyitóként” – kórokozók (így pl. *Nectria/Neonectria*-gombafajok) megtelepedését segíthetik elő.

A kifejletten kb. 1 mm-es, sárgás színű, szárnyatlan bükk-gyapjaspajzstetű (*Cryptococcus fagisuga*) (Hemiptera: Eriococcidae) egynemzedékes, parthenogenetikus úton szaporodó monofág faj. A nimfái kéregrepedésekben telelnek, tavasszal fejlődnek ki. A nőtények nyáron, kisebb csoportokban rakják le petéiket és viaszos, gyapjúszerű bevonattal fedik be azokat (7.2.-25. és 7.2.-26. ábra). A kikelő lárvák a kérgen, kéregrepedésekben szívoogatnak. Tömeges fellépése önmagában is negatív hatással van a fák növekedésére és fiziológiai állapotára, de az általa vektorként hordozott kórokozók (*Nectria/Neonectria*-fajok) legyengült fákon kéregnekroízisokat, további leromlást, végül pedig fapusztulást okozhatnak (Wiggins et al. 2004; Mihál et al. 2015).

Európa nagy részén elterjedt, de az északi területeken valószínűleg a téli hidegek korlátozzák népességét. Norvégiából (Ålesund – kb. 62. szélességi fok) a közelmúltban került elő. Ez valószínűleg globálisan is a legészakibb előfordulási adata (Endrestøl & Gertsson 2021). Időnkénti és helyenkénti tömeges megjelenése Közép- és Délkelet-Európában mindenütt közismert (Mihál et al. 2015).

Magyarország bükköseiben kisebb-nagyobb népességgel mindenütt előfordul, de általában csak egyes fákon, illetve kisebb csoportokon jelentkezik tömegesen. Szontagh (1989a) szerint tömeges fellépését az aszály, a sebzések, a héjaszás és a kései fagyok segítik elő, és a bükkpusztulás jelentős szereplőjeként említi a fajt. Az 1982–2011 közötti három évtizedben éves átlagban 270 hektárról jelentették tömeges fellépését. Legnagyobb éves kárterületét (közel 2 800 ha) 1989-ben jelezték, ezt követően az éves kárterületek fokozatosan csökkentek (Janik et al. 2016).

Németországi vizsgálatok szerint az erdőgazdálkodás/erdőművelés módja (érintetlen /egykorú/vegyeskorú állomány) nem befolyásolta a *Cryptococcus* tömegességét, arra inkább a fák kora és az állomány záródása van hatással. Legnagyobb mértékű fertőzését általában a fiatalosokban hagyásfaként visszamaradó idős faegyedeken tapasztalták (Köhler et al. 2014). Krabel és Petercord (2000) kimutatták, hogy populáción belül jelentős – genetikai és fiziológiai okokra visszavezethető – különbségek vannak a *C. fagisuga*-val szembeni érzékenység vonatkozásában.

A 19. század végén Észak-Amerikában is megjelent, és egyes területeken az amerikai bükkön (*Fagus grandiflora*) – az általa terjesztett kórokozókkal együtt – kifejezetten súlyos károkat is okozva, fokozatosan terjeszkedni kezdett. Michigan államban 2000-ben észlelték először, és azt prognosztizálták, hogy az amerikai bükkök mintegy 50%-át el fogja pusztítani (Kearney et al. 2005). Az általa okozott jelentős mortalitás miatt hosszabb távon alapvető változásokat idézhet elő az érintett erdők fafajösszetételében, szerkezetében (Morin & Liebhold 2015).



7.2.-25. és 7.2.-26. ábra. A bükk-gyapjaspajzstetű (*Cryptococcus fagisuga*) fehéres színű viaszos bevonata bükk törzsén (Fotók: Csóka György)

A fajt feltehetően Európából hurcolták be, de Gwiazdowski és munkatársai (2006) szerint nem zárható ki, hogy a faj Európa nagy részén is inváziós, és eredeti elterjedési területe a Fekete-tenger vízgyűjtője, a Kaukázus és Észak-Írán, ahol tápnövénye a keleti bükk (*Fagus orientalis*) lehetett.

Bár a díszbogarak közül több, akár védett faj is előfordul a bükkfák kérge alatt, illetve a fatestben, erdővédelmi jelentősége elsősorban a hivatalos magyar nevén változékony-, a gyakorlatban elterjedt nevén zöld karsúdíszbogárnak (*Agrilus viridis*) (7.2.-27. ábra) van. A bogarak kifejezetten szeretik a meleg, napsütötte oldalakat és a fatörzs déli kitétségszerű részeit. A nőstény kisebb csoportokban ide rakja petéit és lencseszerű védőréteggel fedi be azokat (7.2.-28. ábra). Fejlődési ideje itt többnyire egy év, míg az árnyasabb, kevésbé meleg helyeken általában két év. A lárva (7.2.-29. és 7.2.-30. ábra) a kambialis réteget fogyasztja el, megszakítva a víz- és tápanyagáramlást, ezzel elpusztítva a fát. A bábózás már a szijácsban történik. A korábbról nem ismert jellegű és mértékű bükkpusztulást okozó (7.2.-31. ábra) első tömeges megjelenését leíró hazai publikációk (Molnár & Lakatos 2009; Lakatos & Molnár 2009) is kiemelt jelentőséget tulajdonítanak a fajnak. Hazánkban az új évezred első évtizedében alakult ki jelentős aggodalmat keltő tömegszaporodása. 2004-ben Zalaegerszeg közelében az 1 000 hektárt is meghaladta jelentős mértékű kártétele, aminek következtében mintegy 140 ezer m<sup>3</sup> egészségügyi termelést kellett elvégezni. Ezt követően a kárterületek jelentős mértékben csökkentek. Valószínű, hogy a „bükkpusztulás” néven jelzett kárformában már az ezredfordulón is jelentős szerepet



7.2.-27. és 7.2.-28. ábra. A zöld karsúdíszbogár (*Agrilus viridis*) imágója és a lerakott petéket védő lencseszerű bevonat (Fotók: Csóka György)



7.2.-29. és 7.2.-30. ábra. A zöld karsúdíszbogár korai lárvájatai és az idősebb lárva (Fotók: Csóka György)



7.2.-31. ábra. Zöld karsúdíszbogár okozta tömeges bükkpusztulás Homokkomárom határában (Zala vármegye, Nagykanizsai járás) 2003 augusztusában (Fotó: Vaski László)

játszott. Tömegszaporodásának különösen kedvez, ha a gyérítések során erőteljes belenyúlást alkalmaznak, vagy ha a bontóvágást nagyobb eréllyel hajtják végre. Megjelenését, kártételét elősegíti a melegedő klíma (Molnár et al. 2010).

Érdekes, hogy míg az álló fákon kifejezetten gyakori, petecsomóit, lárvameneteit könnyű megfigyelni, addig széldöntés, vagy jégtörés után az erdőben keletkező, nagyobb mennyiségű holt faanyagban nem jelenik meg tömegesen. A faj maga széles, palearktikus elterjedésű, polifág, a bükk mellett tölgyeken és fűzekben is előfordul. Ugyanakkor nincs egyértelmű konszenzus annak tekintetében, hogy az egyes gazdanövényen előforduló egyedek – bár morfológiailag igen ha-

sonlóak – egy, vagy több fajba sorolandók (Jendek 2016). Az *Agrilus* genusz több faja is hasonló életmódot folytat más fafajokon (pl. *A. biguttatus* a tölgyön, vagy *A. suvorovi* a nyárákon). A genuszban ismerünk inváziós fajt is (*A. planipennis*), ezért annak monitorozására, előrejelzésére több módszert is kidolgoztak (illatanyagokkal támogatott csapdázás). A hazai fajok esetében azonban a módszer széleskörű alkalmazása még várat magára (Imrei et al. 2020, 2021).

A szűbogarak alcsaládjából (Curculionidae, Scolytinae) három fajt kell kiemelni. A bóbítás bükkuszú (*Taphrorychus bicolor*) főként a kitermelt faanyagban, elhalt korona- és törzsrészekben jelenhet meg. Tömeges elszaporodásra hajlamos. Kártétele álló, pusztulófélben lévő fákon igen gyakran a zöld karcsúdíszbogárral egy időben, egy helyen észlelhető. Ugyanakkor esetenként élő, látszatra teljesen egészséges fákon is megtelepszik. A zöld karcsúdíszbogárral ellentétben azonban nem gyorsan, hanem hosszabb idő (4–6 év) alatt okozza a megtámadott fa leromlását, illetve pusztulását. Kihulló rágcsáléka, vagy a befurakodási nyílásból kifolyó nedvek, illetve az azon megtelepedő gombák utalhatnak jelenlétére (7.2.-32. ábra). A megtámadott fák időnként képesek kivédeni a támadást. Erre utalnak a paláston látható kisebb, felrepedező púpok (7.2.-33. ábra). A 20. század végén több vegyületet is azonosítottak, melyek csalogató hatással bírnak a bóbítás bükkuszú egyedeire, de hatékony csalogató anyaga a mai napig nem beszerezhető, így előrejelzése is nehézkes.

A fatestben fejlődő szűbogarak közül ki kell emelni a nálunk is honos varratos bükkuszút (*Trypodendron domesticum*), amely előszeretettel kolonizálja a kitermelt bükk-rönköket. Az áttelelő bogarak már korán repülni kezdenek (március eleje), meneteik általában a fatest külső részére korlátozódnak. Feromonja ismert, kitűnően használható a faj rajzási és populációs viszonyainak



7.2.-32. és 7.2.-33. ábra. A bóbítás bükkuszú (*Taphrorychus bicolor*) erős fertőzését jelző kárkép bükk-törzsen, és a kivédett támadást jelző felrepedező dudorok (Fotók: Csóka György)



7.2.-34. ábra. A német szű (*Xylosandrus germanus*) imágója, járatában a tenyésztett gombával (Fotó: Csóka György)

előrejelzésére. Hazánkban még nem jelezték kártételét élő fán, de Németországban már megfigyelték a megtelepedését álló, egészségesnek tűnő fákon is (Petercord 2006).

Az eredetileg Ázsiában honos német szű (*Xylosandrus germanus*) 2005 óta ismert hazánkban, mára széles körben elterjedt, polifág, fatestben fejlődő faj. Több gombafaj vektora, amiket a járatok falán tenyészt, a lárvák és a kifejlett bogarak is ezeket fogyasztják (7.2.-34. ábra). Tömegesen jelenhet meg kitermelt faanyagban, illetve a hó- vagy széltörött faegyedekben (Lakatos et al. 2023). Hazai viszonyok között is megfigyelhető volt nagy egyedszámú jelenléte, a szomszédos Szlovákiából tömeges előfordulását jelezték érté-

kes bükkörnkökön (Fiala et al. 2020). Észak-Amerikában (ahová szintén behurcolták) egészséges fákon is megtelepszik, így ott „elsődleges kártevőnek” tekintik (Lakatos & Tuba 2022; Lakatos et al. 2023). Ennek megfelelően népszerűségváltozásait és hatásait fontos nyomon követni. Feromonja nem ismert, de alkoholos csapdákkal jól csalogatható (Lakatos 2019).

## A bükk kórokozói

*Koltay András*

### *A makk és a csemeték kórokozói*

A bükkmakkokon és a csemetéken gyakoriak a különféle kórokozók. Ezek többsége nemcsak a bükk, hanem más fafajok (tölgyek, fenyők stb.) magjain is előfordul, hasonló tüneteket okozva. A szakirodalom többnyire elkülöníti a magokon és a csemetéken előforduló kórokozókat, de valójában a magon és a csemetéken hasonló gombafajok idéznek elő pusztulást.

A bükkmakkokon elsősorban a nem megfelelő tárolás során jelenhetnek meg a kórokozók. Közös jellemzőjük, hogy nedves, levegőtlen körülmények kedveznek a fertőzések kialakulásának. A hőmérséklet is befolyásolhatja a kórfolyamatot, de míg egyes fajok alacsonyabb hőmérsékleten érzik jól magukat, mások a magasabb hőmérsékleti viszonyok között tudnak nagyobb intenzitással fertőzni (pl. *Fusarium* spp.). A makk megfelelő tárolása esetén ezek a problémák nem, vagy csak mérsékelten lépnek fel (Szontagh 1986; Nef & Perrin 1999). A legfontosabb makkon előforduló kórokozók a *Phytophthora* fajok. Ezek közül is leggyakrabban a *Phytophthora cactorum* okoz jelentősebb károkat a tárolt makkokon, de a csemetéken is. Polifág kórokozó, számos más növényen is előfordul. Korai fertőzés esetén a makk már ki sem csírázik. A csírázást követő fertőzése nyomán alakul ki a jellegzetes csemetedőlés, mivel a gomba a gyökérnyaki részen befűződést és elhalást okoz, így a csemete eldől. Gyakran a szikleveleken és az első kis leveleken okoz barna foltos elváltozást, amely lassan kiterjedve az egész csemetét elpusztíthatja (Szontagh 1960). Elsősorban csapadékos, nedves tavaszi időjárás során számíthatunk megjelenésére. A *P. cactorum* mellett a *P. citricola*, *P. cambivora* és a *P. cinnamoni* szintén hasonló tüneteket okoz, de némileg ritkábban fordulnak elő bükk csemetéken (Jung 2009; Portz et al. 2011; Hudler 2015).

A fitofórakon kívül más talajlakó gombák is okozhatnak elhalást mind a magokon mind a csemetéken. Ilyen például a *Trichothecium roseum*, ami a magokat fertőzi, rózsaszínes bevonatot képezve a mag felszínén vagy a maghéj alatt a szikanyagon. Hasonló tüneteket okoznak a *Penicillium* és *Fusarium* fajok, melyek tünetei annyiban különböznek egymástól, hogy a magokon képződő spórabevonat színe eltérő. A *Penicillium* fajok esetében rendszerint zöldes vagy szürkés, míg a *Fusariumok* esetében inkább világos rózsaszínű a bevonat. A *Fusarium* fajok közül leggyakoribb a *Fusarium oxysporum*, de a *F. avenaceum* is gyakori lehet. A csemetéket az első hat-nyolc hétben veszélyeztetik leginkább, megjelenésük valamilyen stresszhelyzethez köthető, mint például a szárazság vagy a túl nedves környezet, mindkettő elősegíti a fertőzések kialakulását (Fischl et al. 1997). Ugyancsak a fiatal magoncokat és elsősorban ezek gyökereit károsítja az *Ilyonectria destructans* (= *Nectria radicularis*). A magokon és a csemetéken egyéb kórokozók is megjelenhetnek, a fentiekhez hasonló tüneteket okozva. Ilyen például a *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Pythium debaryanum*, vagy a *Rhizoctonia solani* (Hangyálné 1983; Butin 1995; Nef & Perrin 1999; Szabó 2003).

A bükkmakkokon és csemetéken előforduló gombafajok ellen elsősorban megfelelő tárolással, valamint csávázással védekezhetünk. A makkvetések előtt a csemetekertekben célszerű talajfertőtlenítést végezni, ezzel jelentősen csökkenthető a fertőzések veszélye. Kerülni kell a talajok teljes kiszáradását, de a túlzott talajnedvesség és pangóvíz ugyancsak elősegíti a kórokozók fertőzését (Szontagh 1960; Eke & Varga 1981).

### Kórokozók a levélen

A bükk levelein viszonylag kevés kórokozó fordul elő. Ezek közül is mindössze az *Apiognomonium errabunda* az, aminek számottevő gyakorlati jelentősége van. Egyes években tömegesen léphet fel, elsősorban fiatal állományokban. A fertőzések az előző évben lehullott leveleken kifejlődő ivaros termőtestekben (peritéciumokban) képződő aszkospórákkal történik tavasszal, koranyáron. A fertőzést követően egyre nagyobb kiterjedésű barna foltok jelennek meg a levélen (7.2.-35. ábra). Rendszerint a levél csúcsától indul az elhalás, majd innen terjed a fertőzés a levélnyel irányába. A nekrotikus foltok kiterjedésével a levél egyre intenzívebben deformálódik (Szabó 1991). A kórkép könnyen összetéveszthető a bükk levelein gyakori bükk bolhaormányos (*Orchestes fagi*) kárképével (lásd a 7.2.-18. ábrát), de a gomba fertőzése esetén az elhalt levéllemezen kialakuló folthoz nem csatlakozik az érzégből kiinduló kanyargós aknajárat.

Ahogy számos más növényen, a bükkön is előfordulnak lisztharmatok, mint például a *Phyllactinia guttata* (Szabó 2002). A kórokozó sok esetben már kora tavasszal a hajtáskezdeményeket fertőzi az áttelelő hifákkal, majd később a kifejlődő leveleken is elhatalmasodhat a fertőzés. Amennyiben jelentősebb levélvesztés történik (rovarrágás, fagy stb.) az új hajtásokat is intenzívebben képes fertőzni a kórokozó. A megtámadott levelek felszínén és a levél fonákán is fehér bevonatot képez a gomba micéliuma. A gomba szívívhifákat (hausztóriumokat) növeszt, és ezek segítségével az epidermiszen keresztül a növényi szövetekbe hatol. A vegetációs időszak végén alakul ki az ivaros alak a levelek felszínén, a lisztharmatokra jellemző kazmotéciumokkal, bennük az aszkuszokkal és aszkospórákkal. A bükkön a lisztharmat jelentősége jóval kisebb, mint a tölgyeken, tömeges előfordulásukról és károkról nincsenek hazai adatok.



7.2.-35. ábra. Az *Apiognomonium errabunda* fertőzés során kialakult folt a levélen (Fotó: Koltay András)

A bükk levelein még a *Mycosphaerella punctiformis*-t (syn. *Ramularia endophylla*), említik (Butin 1995) mint kisebb jelentőségű kórokozót, ami jellemzően apró barna, kerekded foltokat okoz a levél felszínén.

Tartini és munkatársai (2021) egy új kórokozót, a *Petrakia liobae*-t is azonosított a bükk levelein 2008-ban Svájcban. Később más európai országokban (Németország, Ausztria, Szlovákia, Szlovénia és Franciaország) is megtalálták. A kórokozó tavasszal és kora nyáron fertőzi a frissen kihajtó leveleket az előző évben talajra hullott, fertőzött levelekben kifejlődő pszeudotéciumokban (ivaros alak) képződött aszkospórákkal. A fertőzést követően először kisebb barna foltok képződnek a levélen, majd ezek a foltok összeolvadnak és így egyre nagyobb lesz a nekrotikus rész a levélen.

### Kórokozók a hajtáson, ágakon, törzsön és gyökfőben

A kéreg- és gyökérelhalásban több gombafaj is szerepet játszik, melyek közül kiemelkedő szerepe van a *Neonectria* fajoknak. Az irodalmi adatok nem egységesek a leginkább patogén faj megnevezésében. Mindenesetre tény, hogy a *Neonectriák* jelentős szerepet játszanak a kéregnektrózis kialakulásában. Egyesek (Zúbrik et al. 2013) a *Neonectria coccinea*-t jelölik meg, mint a leginkább patogén fajt a bükkön, ezzel szemben mások (Butin 1995; Szabó 2003) a *Neonectria ditissima* gombát tartják elsődlegesnek a fertőzések és a jellegzetes tünetek megjelenésében. A fenti két faj mellett a *Nectria cinnabarina* is gyakran megjelenik a bükkön, de ezt inkább gyengültségi parazitának tartják (Szabó 2003). A *Neonectriák* fertőzése elsősorban a stresszhatásoknak kitett egyedeket betegíti meg. A szárazság, aszályos periódusok, illetve a kései fagyok

okozta sérülések is elősegítik a fertőzések kialakulását. A kórokozó vagy a kéregrepedéseken, vagy nagyobb mechanikai sérüléseken keresztül fertőz. Emellett jelentős szerepe van a rovaroknak is a kórokozó terjedésében, így például a bükk gyapjaspajzsterű (*Cryptococcus fagisuga*) szivogatása nyomán kialakult kéregsérülések elősegítik a fertőzések kialakulását. A kezdeti tünet a kéreg besüppedésével indul, majd fokozatosan növekszik a nekrotikus folt. A fertőzések érinthetik a vékonyabb hajtásokat, ágakat, de a vastagabb ágakon is megjelenhetnek a tünetek. Fiatal fák esetében gyakran a gyökfő közelében a vékonyabb törzsön okoznak nekrozist. A tünetek előrehaladtával a sérült részeken deformáció, rákos elváltozások is kialakulnak. (7.2.-36. ábra) A fertőzést követő évben az elhalt kéregrészekben megjelennek a gomba jellegzetes piros, bíborvörös termőképletei. (7.2.-37. ábra) Erős fertőzés esetén az idősebb fákon részleges koronaelhalás alakul ki, míg fiatal fák esetében teljes pusztulás is bekövetkezhet. (7.2.-38. ábra)

A *Cytospora leucosperma* a *Neonectria* fajokhoz hasonlóan kéregnekrozist okoz. Jelentősége sokkal kisebb, inkább pusztuló hajtásokon, ágakon jelenik meg. A konídiumok a kéreg alól törnek elő, jellegzetes narancs színű fonalak, kitüremkedések formájában. A kórokozó terjesztésében itt is jelentős szerep jut a rovaroknak. Ugyancsak kisebb jelentőségű a pénzecske-ripacsgomba (*Biscogniauxia nummularia*) gomba, ami gyakori kísérője az elhalt vagy elhaló félben lévő ágaknak.

Inkább szaprofita, általában a már elhalt ágakon jelennek meg a jellegzetes, 1–2 cm átmérőjű, kör alakú, fekete színű, bársonyos felszínű, lapos termőtestek (peritéciumos sztrómák) (7.2.-39. ábra). Hasonló jelentőségű a vöröses ripacsgomba (*Hypoxylon fragiforme* – 7.2.-40. ábra), de ennek gömbölyű termőtestei vöröses-barnák, méretük 1 cm körüli (Zúbrik et al. 2013).



7.2.-36., 7.2.-37. és 7.2.-38. ábra. A *Neonectria coccinea* fertőzés következtében deformálódott ág, a faj jellegzetes bíborvörös termőképletei és a gyökfőben bekövetkezett fertőzés miatt elhalt fiatal bükk (Fotók: Koltay András)



7.2.-39. ábra. A pénzecske-ripacsgomba (*Biscogniauxia nummularia*) jellegzetes, lapos termőtestei letört, vastag bükkágon (Fotó: Csóka György)



7.2.-40. ábra. A vöröses ripacsgomba (*Hypoxylon fragiforme*) termőtestének alakja erdei szamócára emlékeztet, ez jelenik meg a faj tudományos nevében is (Fotó: Csóka György)

A gyökér-, gyökfő- és kéregelhalásokban jóval nagyobb szerepet játszanak a különféle *Phytophthora* fajok. Ahogy a magok és csemeték esetében, a fiatalabb és az idősebb fákon egyaránt több fajuk is előfordulhat. Rendszerint a gyökereken keresztül fertőznek, és a szállítószövetekben jutnak el a gyökfőbe és a törzs alsó felére. A fertőzött kéregrészekben rendszerint sötét színű foltok, folyások jelennek meg, melyek alatt a kéreg elhal. (7.2.-41. ábra) A foltokról a kérget óvatosan eltávolítva előtűnik az elhalt, megbarnult, szivacsos kéregszövet. (7.2.-42. ábra) A fák a fertőzés előrehaladtával el is pusztulnak. A fitoftórával fertőzött fákból leggyakrabban a *Phytophthora cambivora*, valamint a *Phytophthora citricola* fajok izolálhatók. Ezek mellett azonban számos más *Phytophthora* is előkerült a vizsgálatok során, de ezek jelentősége alárendelt a bükkök esetében (Jung et al. 2005; Szabó & Lakatos 2008).



7.2.-41. és 7.2.-42. ábra. *Phytophthora* fertőzés tünetei a gyökfőben és a kéreg alatti fertőzött szövetek elhalása (Fotók: Koltay András)

A gyökér- és gyökfőelhalások másik fontos és elterjedt okozója a gyűrűs tuskógomba (*Armillaria mellea*). A gomba alapvetően szaprofita, a visszamaradt tuskókon jelennek meg a változatos formájú termőtestek. Bár korábban *Armillaria mellea* néven egy fajként említették, de a 70-es években a biológiai kompatibilitási vizsgálatok elterjedésével öt különböző fajt különítettek el Európában: *A. mellea*, *A. gallica*, *A. cepistipes*, *A. ostoyae*, *A. borealis* (Pegler & Gibson 1972; Szabó 2003). Széles gazdakörrel rendelkeznek, mind a tűlevelűeken, mind a lombhullató fajokon előfordulhatnak. A szaprofita életmód mellett, elsősorban az *A. mellea* gyakran gyengültségi parazitaként is felléphet (Koltay & Szántó 1989). A 70-es években indult európai tölgypusztulásban jelentős szerepet játszott, (Igmándy et al. 1984) de a bükkön is megjelenik hasonló kórtünetekkel.

Általában a gyökereken keresztül hatol be a fába, majd a szállítószövetekben tovább haladva a fa más részeit is kolonizálja. A megtelepedését követően a szijács és kambium elhalását okozza, majd a gazdanövény teljes pusztulását követően szaprofita módon él tovább és fehérkorhasztóként bontja a faanyagot. A fertőzések kezdetén a kéreg alatt, ujjasan szétterülő fehér hifakötegek révén terjed, majd később a kéreg alatt és a gyökerek felszínén, sőt a gyökfő környékén a talajban is megjelennek a jellegzetes fekete, mélybordó rizo-morfák. (7.2.-43. ábra) A gomba termőtestei az elhalt tuskókon és a gyökfőben csoportosan jelennek meg az ősz folyamán. (7.2.-44. ábra).

A bükkön előforduló főbb kórokozókat az 7.2.-2. táblázatban foglaltuk össze.





7.2.-43. és 7.2.-44. ábra. Az *Armillaria mellea* leváló kéreg alatt terjedő, jellegzetes fekete, mélybordó rizomorfái, illetve az ősz folyamán, elhalt tuskókon és a gyökfőben csoportosan megjelenő termőtestek (Fotók: Koltay András)

7.2-2. táblázat. A bükkön előforduló kórokozók növényi testtájak szerint (Koltay 2024)

Növényi testtáj	Kórokozók
Makk	<i>Trichothecium roseum</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Trichoderma viridae</i> , <i>Penicillium</i> spp., <i>Alternaria alternata</i> , <i>Cladosporium herbarum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Mucor</i> spp., <i>Xylaria carpophila</i>
Csíracsemete	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Ilyonectria destructans</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Phytophthora cactorum</i> , <i>Phytophthora citricola</i> , <i>Phytophthora cambivora</i> , <i>Phytophthora cinnamomi</i> , <i>Pythium debaryanum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>
Idősebb csemete	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Ilyonectria destructans</i> , <i>Verticillium</i> spp.
Levél	<i>Apiognomonina errabunda</i> , <i>Petrakia liobae</i> , <i>Phyllactinia guttata</i>
Hajtások, ágak	<i>Neonectria coccinea</i> , <i>Biscogniauxia nummularia</i>
Kéreg, törzs, gyökfő	<i>Armillaria mellea</i> , <i>Hypoxyylon fragiforme</i> , <i>Neonectria ditissima</i> , <i>Neonectria coccinea</i> , <i>Nectria cinnabarina</i> , <i>Phytophthora cambivora</i> , <i>Phytophthora citricola</i> , <i>Cytospora leucosperma</i>
Gyökér	<i>Armillaria mellea</i> , <i>Ilyonectria destructans</i> , <i>Phytophthora</i> spp.

## Irodalom

- Bajnai Cs. 2023: Aktuális gondolatok az erdei vadkár jelentőségéről – Egy „örökzöld” probléma, nógrádi perspektívából. – Erdészeti Lapok 158(5): 190–191.
- Bale J.S & Luff M.L. 1978: The food plants and feeding preferences of the beech leaf mining weevil, *Rhynchaenus fagi* L. – Ecological Entomology 3(4): 245–249.
- Berty L. 1995: Természetvédelmi célú emlőstani felmérések a Nyugat-Cserháiban. In: Merkl O. (szerk.): Zoológiai vizsgálatok a tervezett Duna–Ipoly Természeti Örökségpark térségében. – Vác, pp. 124–143.
- Berty L. 2005: Erdőökológiai célú emlőstani vizsgálatok a Börzsöny hegység bükkös zónájában. – Kutatási jelentés az Ipoly-Erdő Zrt. számára, 28 pp.
- Berty L. 2012: Erdőökológiai célú emlőstani vizsgálatok az Ipoly-Erdő Zrt. területén. – Kutatási jelentés az Ipoly-Erdő Zrt. számára, 14 pp.
- Buchalczyk T., Gebczynska Z. & Pucek Z. 1970: Numbers of *Microtus oeconomus* (Pallas 1776) and its noxiousness in forest plantations. – EPPO Publications Series A 58., pp. 95–100.
- Butin H. 1995: Tree diseases and disorders. – Oxford University Press, Oxford, 252 pp.
- Csóka Gy. 2003: Levélaknák és levélaknázók – Leaf mines and leaf miners. – Agroinform, Budapest, 192 pp.
- Csóka Gy. & Hirka A. 2009: A gyapjaslepke (*Lymantria dispar* L.) legutóbbi tömegszaporodása Magyarországon. – Növényvédelem 45(4): 196–201.

- Csóka Gy., Pödör Z., Nagy Gy. & 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: 143–148.
- Day K.R. & Watt A. 1989: Population studies of the beech leaf mining weevil (*Rhynchaenus fagi*) in Ireland and Scotland. – Ecological Entomology 14(1): 23–30.
- Dieter A. 1964: Beitrag zur Epidemiologie und Biologie des Buchenspringrüblers *Rhynchaenus (Orchestes) fagi* L. an Obstgewächsen. – Anzeiger für Schädlingkunde 37(11): 161–163.
- Drozd A. 1967: Food preference, food digestibility and the natural food supply of small rodents. In: Petruszewicz K. (ed.): Secondary productivity of terrestrial ecosystems. – Warszawa, pp. 323–328.
- Edwards S., Brodersen G., Hughes C., Moore K., Morin B., Morrison A., Owens E., Sweeney J. & Johns R.C. 2021: Relationships between pest density and associated leaf necrosis for an invasive leaf-mining weevil, *Orchestes fagi* L., on American beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.). – Canadian Journal of Forest Research 52(3): 301–308.
- Eke I. & Varga Sz. 1981: A bükk (*Fagus sylvatica* L.) csírákori károsodásai elleni védekezés. – Növényvédelem 17(3): 124–126.
- Endrestøl A. & Gertsson C-A. 2021: *Cryptococcus fagisuga* Lindinger, 1936 (Hemiptera, Cryptococcidae) confirmed from Norway. – Norwegian Journal of Entomology 68: 18–23.
- Fiala T., Holuša J., Procházka J., Cizek L., Dzurenko M., Foit J., Galko J., Kasák J., Kulfan J., Lakatos F., Nakládál O., Schlaghamersky J., Svatos M., Trombik J., Zábřanský P., Zach P. & Kula E. 2020: *Xylosandrus germanus* in Central Europe: Spread into and within the Czech Republic. – Journal of Applied Entomology 144: 423–433.
- Fischl G., Bürgés Gy., Mészáros Gy. & Kelemen Cs. 1997: Adatok a bükkmakk és a bükk-csíranövények pusztulásához. – Erdészeti Lapok 132(4): 112–113.
- Goodwin J.T.L., Pawlowski S.P., Mayo P.D., Silk P.J., Sweeney J.D. & Hillier N.K. 2019: Influence of trap colour, type, deployment height, and a host volatile on monitoring *Orchestes fagi* (Coleoptera: Curculionidae) in Nova Scotia, Canada. – The Canadian Entomologist 152(1): 98–109.
- Gora V., Starke R., Ziehe M., König J., Müller-Starck G. & J. Lunderstädt. J.L. 1994: 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: 157–164.
- Gossner M.M., Beenken L., Arend K., Begerow D. & Peršoh D. 2021: Insect herbivory facilitates the establishment of an invasive plant pathogen. – ISME Communications (2021) 1(6): 1–7.
- Gómez de Aizpúrua C. 1992: Lepidoptera fauna on beech in Montejo de la Sierra Forest, Madrid. – Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 18(4): 713–724.
- Gwiazdowski R.A., Van Driesche R.G., Desnoyers A., Lyon S., Wu S., Kamata N. & Normark B.B. 2006: Possible geographic origin of beech scale, *Cryptococcus fagisuga* (Hemiptera: Eriococcidae), an invasive pest in North America. – Biological Control 39: 9–18.
- Hangyálné Balul W. 1983: A bükkmakk és csíracsemetéinek mikroflórája. – Erdészeti Kutatások 75: 241–245.
- Heltay I. 1989: A róka ökológiája és vadászata. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 175 pp.
- Holisova V. 1971: The food of *Clethrionomys glareolus* at different population densities. – Acta scientiarum naturalium Academiae scientiarum Bohemicae 11: 1–34.
- Hrasovec B. 2003: The entomological complex of common beech. – In: Prpić B., Cračan J., Anić I. & Dundović J. (eds.): Common beech in Croatia. – Akademija Šumarskih Znanosti, Zagreb, pp. 537–548.
- Hudler G.W. 2015: Forest Phytophthoras 3(1). – doi:10.5399/osu/fp.3.1.3396
- Igmándy Z., Pagony H., Szontagh P. & Varga F. 1984: Beszámoló a kocsánytalan tölgyeseinkben fellépett pusztulásról 1978–1983. – Az Erdő (33)8: 334–341.
- Imrei Z., Lohonyai Zs., Csóka Gy., Muskovits J., Szanyi Sz., Véték G., Fail J., Tóth M. & Domingue M.J. 2020: Improving trapping methods for buprestid beetles to enhance monitoring of native and invasive species. – Forestry - An International Journal of Forest Research 93(2): 254–264.
- Imrei Z., Matula E., Lohonyai Zs., Csóka Gy., Muskovits J., Szanyi Sz., Véték G., Bozsik G., Fail J., Vuts J., Domingue M.J. & Tóth M. 2021: Csapdázási módszerfejlesztés honos és inváziós díszbogárfajok rajzáskövetésére. – Növényvédelem 82(3): 113–132.
- Ipekdal K. 2022: A theoretical approach to the pale tussock moth outbreak in Turkey. – Turkish Journal of Forestry 23(3): 212–217.
- Iversen T. & Harding S. 2007: Life table parameters affecting the population development of the woolly beech aphid, *Phyllaphis fagi*. – Entomologia Experimentalis et Applicata 123(2): 109–117.
- Janik G., Hirka A., Koltay A., Juhász J. & Csóka Gy. 2016: 50 év biotikus kárai a magyar bükkösökben. – Erdészettudományi Közlemények 6(1): 45–60.

- Jendek E. 2016: Taxonomic, nomenclatural, distributional and biological study of the genus *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae). – *Journal of Insect Biodiversity* 4(2): 1–57.
- Jung T. 2009: Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. – *Forest Pathology* 39(2): 73–94.
- Jung T., Hudler G., Jensen-Tracy S., Griffiths H., Fleischmann F. & Oßwald W. 2005: Involvement of *Phytophthora* species in the decline of European beech in Europe and the USA. – *Mycologist* (19): 159–166.
- Kearney A., McCullough D.G. & Walters M. 2005: Impacts of beech bark disease on wildlife resource abundance in Michigan. In: Evans C.A., Lucas J.A. & Twery M. (eds.): *Beech Bark Disease. – Proceedings of the Beech Bark Disease Symposium. General Technical Reports NE-331. Newtown Square PA, US. Department of Agriculture Forest Service, Northern Research Station, pp. 92–93.*
- Kelbel P. & Zahrada B. 1999: Results of monitoring of carpophagous fauna on the European beech (*Fagus sylvatica*) in Slovakia. – *Journal of Forest Science* 45(10): 443–448.
- Klimitzek D. 1972: Das Vorkommen des Buchenrotschwanzes (*Dasychira pudibunda* L.) in der Pfalz. – *Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung* 143 (9): 192–195.
- Koltay A. 2024: A bükk (*Fagus sylvatica*) kórokozói. – *Növényvédelem* 85[N.S. 60](8): 333–339.
- Koltay A. & Szántó M. 1989: Az *Armillaria* nemzetség szerepe erdeink egészségi állapotában. – *Erdészeti Kutatások* 80-81: 157–160.
- Köhler G., Pašalić E., Weisser W.W. & Gossner M.M. 2014: Beech forest management does not affect the infestation rate of the beech scale *Cryptococcus fagisuga* across three regions in Germany. – *Agricultural and Forest Entomology* 17(2): 197–204.
- Krabel D. & 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: 485–491.
- Kulfan J., Zach P., Holecová M. & Krištin A. 2011: Invertebrates associated with beech. In: Barna M., Kulfan J. & Bublinec E. (eds.): *Beech and Beech ecosystems of Slovakia. – VEDA, Bratislava, pp. 373–401.*
- Lakatos F. 2019: Honos, behurcolt és várható, a fatestben fejlődő szúfajok Magyarországon. – *Növényvédelem* 55(12): 523–535.
- Lakatos F., Balázs B. & Tuba K. 2023: Német szú Ázsiából. – *Erdészeti Lapok* 158(6): 253.
- Lakatos F. & Molnár M. 2009: Mass mortality of beech (*Fagus sylvatica* L.) in South-West Hungary. – *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 5: 75–82.
- Lakatos F. & Tuba K. 2022: Német szú: *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894). In: Haraszthy L. (szerk.) *Özönállatfajok Magyarországon. – Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Külgazdasági és Külügyminisztérium, Budapest, pp. 195–197.*
- Lanszki J. & Körmendi S. 1996: Négy ragadozó emlős faj táplálkozásökológiai vizsgálata a fonói halastó (Somogy megye) körzetében. – *Állattani Közlemények* 81: 73–85.
- Mátyás V. 1970: Weather influence on beech-flowering. In: *Proceedings of the Second World Consultation on Forest Tree Breeding. Washington D.C. USA, 7–16 August 1969., pp. 1403–1418.*
- Mazzoglio P.J., Paoletta M., Patetta A. & Currado I. 2005: *Calliteara pudibunda* (Lepidoptera Lymantriidae) in Northwest Italy. – *Bulletin of Insectology* 58(1): 25–34.
- McManus M. & Csóka Gy. 2007: History and Impact of Gypsy Moth in North America and Comparison to the Recent Outbreaks in Europe. – *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 3: 47–64.
- Meulengracht-Madsen J. & Nielsen P.S. 2001: Mass occurrence of the larvae of *Dasychira pudibunda* in southern Sjælland. – Forrás: <https://www.lepidoptera.dk/pudibund.htm> (Hozzáférés: 2023. november 8.)
- Mihál I., Cicák A. & Tsakov H. 2015: Beech (*Fagus sylvatica* L.) bark necrotic damage as a serious phytopathological problem in Central and Southeastern Europe. – *Journal of Forest Science* (1): 7–17.
- Molnár M., Brück-Dyckhoff C., Petercord R. & Lakatos F. 2010: A zöld karcsúdíszbogár (*Agrilus viridis* L.) szerepe a bükkösök pusztulásában. – *Növényvédelem* 46(11): 522–528.
- Molnár M. & Lakatos F. 2009: Bükkpusztulás Zala megyében. – „Klíma-21” Füzetek 57: 74–82.
- Morin R.S. & Liebhold A.M. 2015: Invasions by two non-native insects alter regional forest species composition and successional trajectories. – *Forest Ecology and Management* 341: 67–74.
- Morrison A., Sweeney J., Hughes C. & Johns R. 2017: Hitching a ride: firewood as a potential pathway for range expansion of an exotic beech leaf-mining weevil, *Orchestes fagi* (Coleoptera: Curculionidae). – *Canadian Entomologist* 149: 129–137.
- Nagy M. 1980: Rágcsáló kismélsők szerepe a tölgyerdők természetes felújulásában. – *Acta Biologica Debrecina* 17: 7–20.
- Nef L. & Perrin R. 1999: Damaging agents in European forest nurseries – Practical handbook, European Commission, 352 pp.

- Nielsen B.O. 1970: Observations on the hibernation of the beech weevil (*Rhynchaenus fagi* L.) in Denmark. – *Entomologica Scandinavica* 1: 223–226.
- Nilsson I. 1978: The Influence of *Dasychira pudibunda* (Lepidoptera) on Plant Nutrient Transports and Tree Growth in a Beech *Fagus sylvatica* Forest in Southern Sweden. – *Oikos* 30(1): 133–148.
- Palotás G. 1970: Az emlősök szerepe a mezei pocok (*Microtus arvalis* Pall.) elleni védekezésben. – A Debreceni Agrártudományi Főiskola Tudományos Közleményei 1969: 159–189.
- Pegler D. N. & Gibson A. S. 1972: *Armillaria mellea*. – CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 321.
- Pelikán J. 1959: Rozmnožování, populační dynamika a přemnožování hraboše polního. In: Kratochvíl J. (ed.) Hraboš polní, *Microtus arvalis*. – Nakl. Československé akademie věd., pp. 130–179.
- Petercord R. 2006: The Broadleaved Ambrosia Beetle *Trypodendron domesticum* L. as a harmful insect of the European Beech. – Proceedings of the Workshop of the IUFRO Working Party 7.03.10 2006, Gmunden/Austria. pp. 60–67.
- Portz R.L., Fleischmann F., Koehl J., Fromm J., Ernst D., Pascholati S.F. & Osswald W.F. 2011: Histological, physiological and molecular investigations of *Fagus sylvatica* seedlings infected with *Phytophthora citricola*. – *Forest Pathology* 41: 202–211.
- Rullán-Silva C., Olthoff A.E., Pando V., Pajares J.A. & Delgado J.A. 2015: Remote monitoring of defoliation by the beech leaf-mining weevil *Rhynchaenus fagi* in northern Spain. – *Forest Ecology and Management* 347: 200–208.
- Schindler U. 1970: Erfolgskontrolle praxisüblicher Bekämpfungen der Erdmaus (*Microtus agrestis* L.) und der Röteldmaus (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) in forstlichen Verjüngungen mit Hilfe der Lebensfang. – *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 77: 76–82.
- Schmidt E. 1967: Bagolyköpetvizsgálatok. – Magyar Madártani Intézet, Budapest, 137 pp.
- Suckling G.C. 1978: A hair sampling tube for the detection of small mammals in trees. – *Australian Wildlife Research* 5: 249–252.
- Sviridenko P.A. 1957: Zapasanie korma zhivotnymi. – *Izvestiya. Akad. Kiev.*
- Sweeney J.D., Anderson R.S., Webster R.P. & Neville R. 2012: First Records of *Orchestes fagi* (L.) (Coleoptera: Curculionidae: Curculioninae) in North America, with a checklist of the North American Rhamphini. – *The Coleopterists Bulletin* 66(4): 297–304.
- Sweeney J.D., Hughes C., Zhang H., Hillier N.K., Morrison A. & Johns R. 2020: Impact of the Invasive Beech Leaf-Mining Weevil, *Orchestes fagi*, on American Beech in Nova Scotia, Canada. – *Frontiers in Forests and Global Change* 3: 46.
- Szabó I. 1991: A bükk levélszáradását okozó gomba *Apiognomonina errabunda* (Rob./Höhn.) fellépéséről. – *Erdészeti Lapok* 126(10): 438–443.
- Szabó I. 2002: Levéltbetegséget okozó gombák erdei fákon I. – *Lombos fajok levélkórokozói. – Növényvédelem* (38)7: 329–336.
- Szabó I. 2003: Erdei fák betegségei. – Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 179 pp.
- Szabó I. & Lakatos F. 2008: Pusztuló erdőállományokból izolált *Phytophthora* fajok Magyarországon. – *Növényvédelem* 44(12): 607–613.
- Szabóky Cs. & Csóka Gy. 2010: Sodrómolyok – Tortricids. – *Erdészeti Tudományos Intézet, Sárvár*, 192 pp.
- Szomorad F. & Standovář T. 2023: Az erdei vadhatás és a természetes újulat térségi szintű vizsgálata az Északi-középhegységben. – *Erdészettudományi Közlemények* 13(1): 55–73.
- Szontagh P. 1960: Bükkcsemeték gomba okozta pusztulásáról és a védekezés módjáról csemetekertjeinkben. – *Az Erdő* 9(1): 4–6.
- Szontagh P. 1986: A bükkösök védelme. In: Bondor A. (szerk.): *A Bükk. – Akadémiai Kiadó, Budapest*, pp. 137–145.
- Szontagh P. 1989a: A kései fagyok szerepe a bükk korai pusztulásának kárláncolatában. – *Az Erdő* 38(2): 65–66.
- Szontagh P. 1989b: Rovarak okozta károk bükköseinkben. – *Állattani Közlemények* 75 (1–4): 107–112.
- Szontagh P. & Tóth J. 1977: Erdővédelmi útmutató. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 211 pp.
- Tartini N., Auf der Maur B., Beenken L. & Gross A. 2021: Factsheet Neomyceten. *Petrakia*-Blattbräune der Rotbuche. – Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 4 S. (<https://www.waldwissen.net/en/forestry/forest-protection/invasive-species/petrakia-liobae-leaf-spot-of-common-beech>)
- Thomsen I.M., Nielsen U.B., Pettersson M., Nielsen K.N., Ravn H.P. & Talgø V. 2016: *Neonectria* – en ubehagelig svampeslagt for skovbruget. – *Skoven* 48(5): 225–231.
- Turcek F.J. 1967: Ökologische Beziehungen der Säugetiere und Gehölze. – Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Bratislava, 329 pp.
- Tuzson J. 1931: A Zala megyei bükkösök pusztulása. – *Erdészeti Kísérletek* 33(3–4): 127–137.

- Urban J. & Šedivý J. 1997: Factors regulating the mass outbreak of the pale tussock moth (*Calliteara pudibunda* L.) (Lepidoptera, Lymantriidae). – *Lesnictví* 43(2): 67–78.
- Wellenstein G. 1978: Lymantriidae, Traegspinner. In: Schwenke W. (ed.): *Die Forstschädlinge Europas*. 3. Schmetterlinge. – Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg, pp. 316–334.
- Wiggins G.J., Grant J.F., Windham M.T., Vance R.A., Rutherford B., Klein R., Johnson K. & Taylor G. 2004: Associations between causal agents of the Beech Bark Disease complex [*Cryptococcus fagisuga* (Homoptera: Cryptococcidae) and *Nectria* spp.] in the Great Smoky Mountains National Park. – *Environmental Entomology* 33(5): 1274–1281.
- Zoltán L., Szmorad F., Standovár T. 2024: Heavy Ungulate Pressure behind the Disappearance of Regeneration in Hungarian Forests. – *Forests* 2024, 15, 54. <https://doi.org/10.3390/f15010054>
- Zúbrik M., Kunca A. & Csóka G. 2013: *Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe*. – N.A.P. Editions, Paris, 535 pp



7.2.-45. ábra. A változatos szerkezetű, lombos és tűlevelű fajokkal elegyes bükkösök az abiotikus és biotikus kalamitásokkal szemben egyaránt ellenállóbbak mint a homogén szerkezetű, elegyetlen állományok. A kép felső részén a galyatetői TV-torony látható (Fotó: Csóka György)