

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola

**A Pannon régió természetszerű ártéri keményfás ligeterdői
faállomány-szerkezetének és dinamikájának
történeti értékelése**

PhD értekezés tézisei

Demeter László

Témavezető:

Dr. Molnár Zsolt, az MTA doktora

Tudományos tanácsadó

Társtémavezető:

Horváth Ferenc, PhD

Intézeti mérnök

PÉCS, 2023

1. BEVEZETÉS

„Valóban fájdalmas gondolat, hogy a természet e remeke [szlavón ártéri keményfás őserdő] is már halálra van ítélve, napjai meg vannak számlálva.” Anonymus, 1911

Az ártéri keményfás ligeterdő egyike Európa legveszélyeztetettebb erdei élőhelyeinek (European Commission 2016). A folyószabályozások, gátépítések, valamint a települések és a mezőgazdasági területek folyamatos terjeszkedése az elmúlt két évszázadban az élőhely mintegy 90%-ának eltűnéséhez vagy jelentős átalakulásához vezetett Európában (Klímó és mtsai 2008; Király és mtsai 2011; Biró és mtsai 2018). Ártéri keményfás őserdők így gyakorlatilag már nem léteznek (Sabatini és mtsai 2018). Természetszerű állományaik a legnagyobb kiterjedésben a Pannon flórarégió nagy folyói és azok mellékfolyói árterén maradtak fenn (Hughes és mtsai 2012) a kíméletes erdőgazdálkodás (Demeter 2016) és erdőrezervátumok létrehozásának eredményeként (Bobinac 2000; Vrška és mtsai 2006; Mikac és mtsai 2018). A természetszerű állományok fajgazdagság és szerkezeti sokféleség szempontjából is a legértékesebb erdei élőhelyeink közé tartoznak, az európai biodiverzitás kulcsfontosságú területei (Schnitzler 1994; European Commission 2016). Ezek az állományok természeti örökségünk különösen fontos részei, melyek megismerésére és megóvására jobban oda kell figyelnünk.

Ez az élőhely-, ill. erdőtípus azonban nem csak természetvédelmi szempontból jelentős, hanem a kitermelhető tölgy mennyisége és minősége miatt, gazdálkodási szempontból is, hiszen a nagy produktivitás és a magas értékű piacképes faanyag egyértelműen, nagyon nyereséges gazdálkodást tesz lehetővé. Az erdőgazdálkodás jelenleg is alkalmazott, többnyire vágásos rendszerű módja ugyanakkor egyre élesebb konfliktusba kerül a természetvédelem elvárásaival és a fenntartható tájgazdálkodás, kíméletes erdőgazdálkodás elveivel (Bauhus és mtsai 2009; Mölder és mtsai 2019). Az élőhely megóvásában a kivezető utat a természetközeli és természetes folyamatokra épülő erdőgazdálkodás jelenti (Bauhus és mtsai 2009; Frank és Szmorad 2014).

Európa ember által nem vagy kevéssé befolyásolt síksági erdőinek természetes szerkezetéről és dinamikájáról máig élénk tudományos vita zajlik. Két markánsan különböző elméleti és koncepcionális modell terjedt el széleskörben. Az egyik a „zárt erdők”, a másik a „legelőerdők” elmélete (Vera 2000; Birks 2005). A „zárt erdők” elmélete szerint Nyugat-, Közép- és Észak-Európa mérsékelt övi síkságain a humid klíma előbb-utóbb erdős vegetáció kialakulásához vezet. Az emberi beavatkozástól mentes (ős)erdőben az egyes fejlődési fázisok foltokban, mozaikosan és térben elkülönülten vannak jelen (Mozaikciklus Konceptió, Watt 1947; Korpeľ 1958; Czajlik 1997). Az egyes fejlődési fázisok eltérő méretűek és a fázisok hossza is változó, ám mindegyik fázisnak jól meghatározható szerkezeti jellegzetességei vannak (pl. kor- vagy átmérőeloszlás, nagyméretű fák mennyisége, holtfa mennyisége; Czajlik 1997, Král és mtsai. 2018).

Az ártéri keményfás zárótársulás önfenntartó és állományfejlődési/megújulási dinamikáiról, és az ezeket befolyásoló természetes bolygatási tényezőkről őserdők hiányában alig vannak ismereteink (Schnitzler 1997). Peterken (1996) és Schnitzler (1997) a természetes ártéri erdőkben a legfontosabb bolygatási tényezőnek a rendszeres áradást és a széldöntéseket tartja. Meglátásuk szerint a rendszeres

áradás és a magas talajvizszint fellazítja a talajt, melyben a fafajok zöme sekély, elterülő gyökérzetet fejleszt, így az erős szél könnyen kidöntheti az idős, nagyméretű fákat. A Száva szabályozása előtt rendszeres elöntést kapó szlavóniai öreg tölgyesekből ugyanezt a jelenséget írják le a korabeli erdészek (Gelinek 1880, Fekete 1895, Kuzma 1911). Ezek alapján feltételezhetjük, hogy a kis térléptékű lékdinamika része lehetett a természetes erdődinamikai folyamatoknak. Král és mtsai (2014) két csehországi ártéri keményfás erdőrezervátumban kimutatták, hogy azok faállomány-szerkezetét térben elkülönülő fejlődési fázisokkal (pl. felújulási, optimális, öregedési, összeomlási) le lehet írni. A három évtizedet átölelő (1973-2006) adatsoron azt is kimutatták, hogy az egyes fejlődési fázisok mérete és arányai eltérőek és időben változnak. Czajlik (1997) szerint más európai, domb- és hegyvidéki erdőtípusokban (pl. bükkösökben) végzett kutatások eredményei csak hazai bükkösökben alkalmazhatóak, a tölgyesek erdődinamikai kutatásainak más elméleti és módszertani alapokon kellene elindulnia. Terepi tapasztalataim és a szakirodalom alapján az a meglátásom, hogy a nagy folyók ártereinek magasabb térszinein kialakuló üde erdőtípusok zárótársulásának mintázatát és faállománydinamikáját – legalább részben – le lehet írni a bemutatott mozaik-ciklus modellel és a finom léptékű lékdinamikával. A különböző fejlődési fázisban lévő foltok méretének, időbeni egymásutániségának, a lehetséges fejlődésmentek irányainak társulás specifikus jellegeiről ártéri keményfás őserdők és hosszú távú vizsgálatok hiányában csak feltételezéseink lehetnek.

A „zárt erdők” elméletének központi eleme a megújulási dinamika. A fafajok természetes felújulása az elmélet szerint a lombkorona bolygatásai (pl. szélöntés) és a természetes öregedés hatására keletkező lékekben történik. Az olyan fényigényes fafajok alkotta erdőkben, mint az ártéri kocsányostölgyesek a kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) természetes megmaradó-túlélő újulata (dolgozatomban: a faállományba belenövő, 5 cm mellmagassági átmérőt elérő kocsányostölgy-egyedek) azonban szinte teljesen hiányzik Eurázsia-szerte. Ez a jelenség mindenképpen magyarázatra szorul. A fenti elméletek erősen dominálják az ökológia és erdész szakma a kocsányos tölgy uralta erdők dinamikájáról alkotott elképzeléseit, ám egy nagyon fontos tényezőt figyelmen kívül hagynak: a jövevénylisztharmat hatását a magoncok és csemeték fejlődésére.

A jövevénylisztharmat (a leggyakoribb fajok Európában az *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. és az *E. quercicola* S. Takam. & U. Braun) járványszerű fellépését először 1907-ben említik Franciaországból (Harriot 1907). Ezt követően gyorsan végigsöpört egész Európán (Kövessi 1910; Woodward és mtsai 1929). Annak ellenére, hogy a járványos fellépését követő első években gyorsan és nagy mennyiségű tudás halmozódott fel a kocsányos tölgy magoncra és csemetére gyakorolt hatásáról, mai napig nem sikerült ezt a tudást megfelelően integrálni a kocsányos tölgyesek természetes erdődinamikáját vizsgáló ökológiai és természetvédelmi kutatásokba és gondolkodásba.

2. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatói érdeklődésem középpontjában a pannon keményfás ligeterdők szerkezetének és dinamikájának, múltjának és jelenének minél részletesebb megismerése, és az öreg erdők jövőjének kérdései állnak. Ezért a dolgozatom általános célja, hogy bemutassa, milyen lehetett és milyen most a Pannon régió természetszerű ártéri keményfás ligeterdőinek faállomány-szerkezete és felújulási dinamikája. Dolgozatomnak nem volt célja az általunk vizsgált állományok átfogó erdőtermészetességi értékelése.

Vizsgálataimmal a következő kérdésekre kerestem válaszokat:

- 1) hol tart jelenleg a Pannon régió néhány reprezentatív, természetszerű keményfás ligeterdőjének faállomány-szerkezete az erdőfejlődés folyamatában?;
- 2) hogyan befolyásolta az erdőgazdálkodás szemlélete és a gazdálkodás felhagyása a természetszerű erdők szerkezetét?;
- 3) milyen faállomány-szerkezeti és természetes megújulási viszonyok jellemezték a folyószabályozások és az idegenhonos jövevénylisztharmat inváziója előtti öreg, keményfás ligeterdőket;
- 4) hogyan befolyásolja az idegenhonos jövevénylisztharmat a kocsányos tölgy természetes felújulási dinamikáját és a természetes erdődinamikát?

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

A természetközeli erdőgazdálkodás vagy a restaurációs ökológia számára fontos annak ismerete, hogy mennyire természetszerűek a fennmaradt öreg állományok, hol tartanak az erdőfejlődés folyamatában, milyen szerkezeti elemek tekintetében térnek el a természetes állapotoktól, és milyen táj- és erdőtörténeti tényezők befolyásolják az állományok fejlődését. Természetes referenciaállományként szolgáló ártéri keményfás őserdők és az azokban végzett hosszútávú erdődinamikai kutatások hiányában viszont korlátozottak a lehetőségeink, hogy megválaszoljuk ezeket kérdéseket. Doktori dolgozatomban ezekre a kérdésekre úgy kíséreltem meg válaszokat keresni, hogy a terepi vizsgálat, a retrospektív történeti erdőökológiai megközelítés és az egymással rokon tudományterületeken belül felhalmozott tudás (interdiszciplináris) szintézisének módszertanát együtt alkalmaztam.

3.1. Terepi vizsgálat

3.1.1. Kutatási terület

Faállomány-szerkezeti terepi vizsgálateinkat a Pannon régió két tájában, a Beregi-síkon és a Dráva-síkon, összesen 16 keményfás ártéri ligeterdőben végeztük. A Beregi-síkon Ukrajnában és Magyarországon található erdőkben dolgoztunk. A Beregi-sík a Tisza folyó, míg a Dráva-sík a Dráva folyó árterének a része. Minkét vizsgált táj a mérsékelt éghajlati övben fekszik, a tengerszint felett 96–120 méter közötti magasságban. Az éves átlaghőmérséklet 9,5–10,4 °C között, míg az éves csapadékátlag 600–750 mm között változik. A holocénkori folyóvízi kavicsos, homokon és agyagon öntés réti és öntéstalajok alakultak ki.

3.1.2. A vizsgált erdőgazdálkodási rendszerek

Két erdőgazdálkodási rendszerben (vágásos és egészségügyi szálalóvágásos) aktívan gazdálkodott és a gazdálkodásból felhagyott erdőket mintáztunk meg, négy *a priori* gazdálkodástörténeti kategóriát létrehozva: gazdálkodott vágásos (GazdVag), gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos (GazdSzal), felhagyott vágásos (FelhVag) és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos (FelhSzal).

3.1.3. Mintavétel és faállomány-szerkezeti változók

A faállomány-szerkezeti felvételezést 2011–2016 között végeztük. A kijelölt 16 erdőben az erdészeti üzemtervek alapján kiválasztottuk a legidősebb állományokat tartalmazó erdőrésztleteket, melyekben 4, 6, 8, 12 vagy 16 mintavételi pontból álló lineáris vagy négyzetes mintavételi hálózatot jelöltünk ki (1–4 hektáros részletek). Összesen 135 mintavételi pontban végeztünk faállomány-szerkezeti felvételezést az Erdőrezervátum Program Hosszútávú Vizsgálatainak (ER-HTV) egységesített tartalmú protokollja alapján (Horváth 2012; Horváth és mtsai 2012). A felmérés során az alábbi modulok alapján gyűjtöttünk adatokat:

1. *A faállomány-szerkezet általános jellemzése.* A lombkoronaszintek, a cserje- és felújulási szint záródását és a lékesség mértékét egy 250 m²-es mintakör ($r = 8,92$ m) területén belül becsültük meg.
2. *Élő, álló holtfák és törzstörött csonkok felmérése* kettős kombinált mintavétellel: mintakörön belül és szögszámláló próba ($k = 2$ -es szorzótényező) alapján.

3. *A fekvő holtfa felmérése.* A kidőlt holtfákat és -ágakat, mint fekvő holtfát, három, egyenként 20 m-es vonal menti mintavétellel mintázzuk meg, melyeket a mintakör közepéből 0°, 120° és 240°-ra vezetünk.

Összesen 26 faállomány-szerkezeti jellegén végeztem elemzéseket: 2 db lékekhez kapcsolódó (LFI), 9 db holtfához kapcsolódó faállomány-szerkezeti indikátorok (HFI) és 15 db élő faállomány-szerkezeti indikátor (ÉFI).

3.1.4. Statisztikai elemzések

Mindegyik változó esetében a mintavételi pontban mért vagy a mintavételi pontra számított értékekből gazdálkodástörténeti csoportonként kiszámoltuk a csoportátlagot. Az erdőgazdálkodási rendszer és a gazdálkodás felhagyásának hatását a 26 faállomány-szerkezeti változó átlagainak páronkénti összehasonlításával, egyszempontos varianciaelemzés (ANOVA) és Tukey-féle post hoc tesztet (Tukey 1949) alkalmazva végeztük el $\alpha = 0,05$ szignifikanciaszint alkalmazása mellett. Annak érdekében, hogy feltárjuk, mely változóknak van hatása a mintában tapasztalható variációra, főkomponens-elemzést (PCA) végeztünk a faállomány-szerkezeti változókon. Nemmetrikus többdimenziós skálázással (NMDS) vizsgáltuk, hogy a gazdálkodási rendszernek és a felhagyásnak volt-e hatása a mintavételi pontok faállomány-szerkezetére (22 változó alapján), és a gazdálkodástörténeti csoport elkülönültek-e a kétdimenziós ordinációs térben.

Csoportonként és fafajonként kiszámoltuk az egyes átmérőosztályokba (5 cm-enként) tartozó egyedek hektáronkénti tőszámainak átlagát, és megszerkesztettük az egyes csoportok átmérőeloszlás-diagramját. A négy gazdálkodástörténeti és a megmaradó-túlélő tölgyűjulatot tartalmazó csoport élő fái mellmagassági átmérőeloszlásának természetességét lineáris regresszióval vizsgáltuk Shimano (2000) átmérőeloszlási „tile” modelljét alapul véve. Shimano (2000) összesen 22 természetes erdő átmérőeloszlását vizsgálva megállapította, hogy a természetes mortalitás, öngyérülés és a mozaikciklus dinamikája szabályozta mérsékelt övi, lombhullató, természetes erdők átmérőeloszlása a -2-es meredekségű hatványfüggvénnyel jól leírható.

Az elemzéseket R statisztikai környezetben végeztük (R Core Team 2017). A PCA és NMDS elemzéseket a „vegan”, a Tukey-féle post hoc tesztet a „agricolae”, az adattranszformációkat a „tidyr” függvénycsomagok segítségével végeztük el, míg az ábrákat a „ggplot2” csomag segítségével szerkesztettük.

3.2. Történeti erdőökológiai megközelítés

Az Erdészeti Lapokban az erdész szakma képviselői 1862-től rendszeresen közölnek táji, erdő- és állományléptékű erdőleírásokat a Pannon régió számos tájából. Dolgozatomban elvégeztem a történeti erdészeti irodalom szisztematikus áttekintését, hogy beazonosítsam az 1930 előtt még lábon álló, öreg (>70 éves) keményfás erdőket. Feltételezhető, hogy a vágásos erdőgazdálkodás és a folyószabályozások befejezése előtt vagy környékén ezek az állományok természetesebbek lehettek a mai állományoknál, így jó referenciaterületek lehetnek számos faállomány-szerkezeti változó tekintetében. Az 1862-től 1930-ig megjelent összes lapszám tartalomjegyzékét átolvasva letöltöttem azokat a cikkeket, melyek címe ártéri keményfás erdőkre vagy olyan tájak erdőire utalt, melyekben nagy eséllyel előfordul az élőhely (összesen 130 cikk). A folyóirat összes száma szabadon elérhető és kereshető online (<http://epa.niif.hu/01100/01192>). Mindegyik cikket alaposan átolvastam, és szűkítettem az elemzésre alkalmas cikkek számát. Azokat a szakcikket tartottam meg, amelyekben kvalitatív leírást és/vagy kvantitatív adatot találtam az alábbi témákban:

1. faállomány-szerkezeti jellemzők (pl. elegyarány, hektáronkénti törzsszám vagy fatérfogat, faóriások törzsszáma),
2. az erdőgazdálkodási rendszer és
3. a természetes erdőfelújulás és természetes újulatra alapozott vagy mesterséges felújítás.

3.3. A különböző tudásrendszerek ismeretanyagának szintézise

Az idegenhonos jövevénylisztharmat (1) kocsányostölgy-magonc/-csemete fejlődéséről és (2) a természetes újulatra gyakorolt hatásáról szóló recens és történeti irodalom azonosítása két irányból történt. Először a személyes és a doktori disszertáció alapját képező szakcikk társszerzőinek szakirodalmi adatbázisában azonosítottuk a kulcsirodalmakat. Majd az ezekben hivatkozott további forrásokat „hólabdamódszerrel” kutattam fel. A másik megközelítésben kereshető online szakirodalmi adatbázisokban kulcsszavas kereséssel azonosítottam a releváns szakirodalmat. A potenciálisan fontos történeti szakirodalmat két, magyar nyelven megjelenő erdészeti folyóirat adatbázisában kerestem: 1) Erdészeti Lapok (<http://epa.niif.hu/01100/01192>) és 2) Erdészeti Kísérletek (https://adt.arcanum.com/hu/collection/BME_ErdeszetiKiserletek/ – megjelent 1900 és 1930 között). A kereséshez az alábbi kulcsszavakat használtam: „tölgy” ÉS „lisztharmat”.

A recens tudományos szakirodalmak keresését a GoogleScholar, Scopus és Web of Science adatbázisokban végeztem. Mindhárom adatbázisban a következő kulcsszavas keresést alkalmaztam: "pedunculate oak" AND "powdery mildew". Összesen 602 szakcikket azonosítottam (GoogleScholar – 516; Scopus – 30; Web of Science – 65). A szakcikk címét és összefoglalóját átolvasva megtartottam azokat, amelyek releváns eredményeket mutattak be a jövevénylisztharmat taxonómiájáról, eredetéről, elterjedésének történetéről, evolúciójáról, a kocsányostölgy-magoncra/-csemetére gyakorolt fiziológiai-növénykórtani hatásairól, illetve az újulat túlélési esélyeiről.

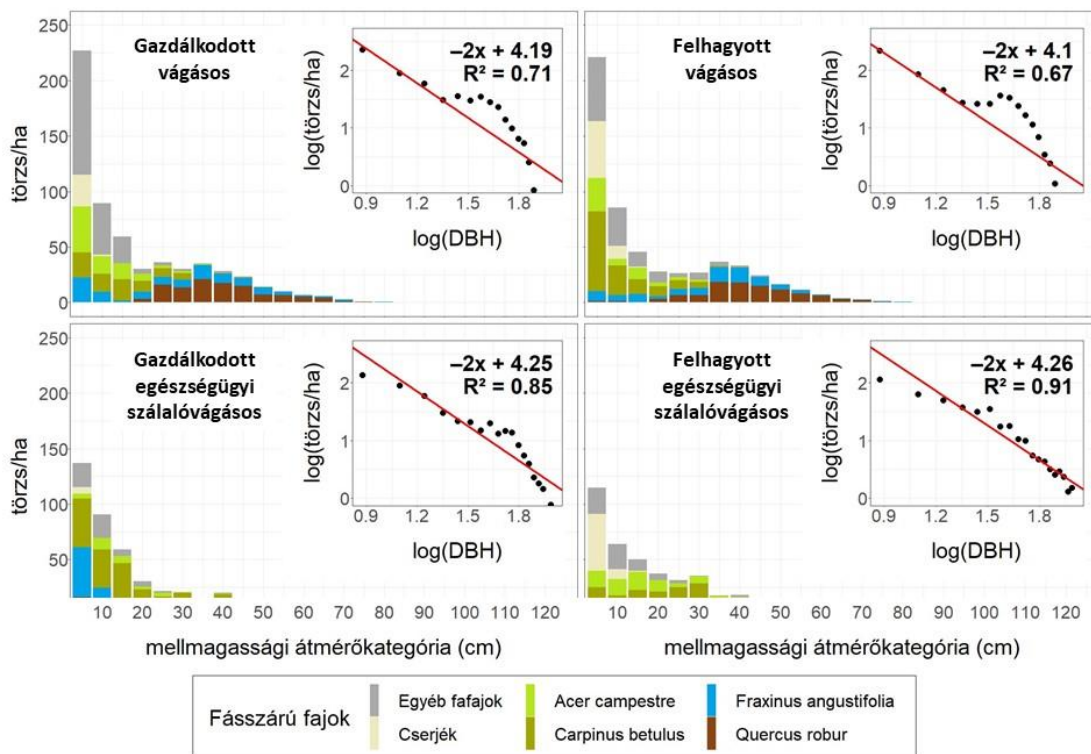
Összesen 253 történeti és recens magyar, angol, német, francia és román nyelven írt szakcikket és könyvet gyűjtöttem össze és elemeztem. A releváns információkat elbeszélő (narratív) irodalomelemzés módszerével az Eredmények fejezetben mutatom be.

4. EREDMÉNYEK

4.1. Ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetének természetessége

Az erdőgazdálkodás hatása az átmérőeloszlásokra szembeűnő volt. Mindegyik gazdálkodás-történeti csoport átmérőeloszlása szigmoid alakot mutatott, de mindkét vágásos csoport (gazdálkodott és felhagyott) erősebb kitüremkedéssel a 25 és 55 cm-es átmérőkategóriák között. Ugyanakkor a gazdálkodott és felhagyott egészségügyi szálalóvágásos csoportok tapasztalati átmérőeloszlásai jobban illeszkedtek (magasabb R^2 értékek) Shimano (2000) elméleti negatív hatványfüggvénymodelljéhez (1. ábra). A megmaradó-túlélő újulatot reprezentáló átmérőosztályok (5–20 cm) és az óriásfák (>80 cm) modell által jelzett értékeknél alacsonyabb egyedsűrűsége jelzi, hogy a mintában alacsony a felújuló és az összeomló foltok aránya.

Míg a gazdálkodott és felhagyott vágásos állományok 5 vizsgált erdőszerkezeti változó (csak holtfa, pl. álló holtfa és összes holtfa) esetében különböztek szignifikánsan, addig a két szálalóvágásos csoport között 10 vizsgált változó (5 élő fához kapcsolódó változó, pl. faóriások törzszáma, és holtfához kapcsolódó változó, pl. fekvő holtfa) mutatott szignifikáns különbséget. A legtöbb szignifikáns különbséget – összesen 13 változó esetében – a felhagyott egészségügyi szálalóvágásos és a gazdálkodott vágásos állományok között mutattunk ki. Az egészségügyi szálalóvágásos állományok kora ugyanakkor szignifikánsan magasabb volt a többi gazdálkodástörténeti csoport állományainak korához viszonyítva.



1. ábra A vizsgált gazdálkodástörténeti csoportok mellmagassági átmérőeloszlása és az illesztett negatív hatványfüggvénymodell. Jelmagyarázat: GazdSzal – gazdálkodott egészségügyi szálalóvágásos erdő, FelhSzal – felhagyott egészségügyi szálalóvágásos erdő, GazdVag – gazdálkodott vágásos erdő, FelhVag – felhagyott vágásos erdő.

4.2. Faállomány-szerkezet és erdőgazdálkodás a történeti irodalom tükrébe

14 tájból összesen 67 erdőből vagy erdős területről 266 kvalitatív és kvantitatív faállomány-szerkezeti, erdőgazdálkodással kapcsolatos, természetes felújulásra vagy mesterséges felújításra vonatkozó történeti leírást/adatot gyűjtöttem.

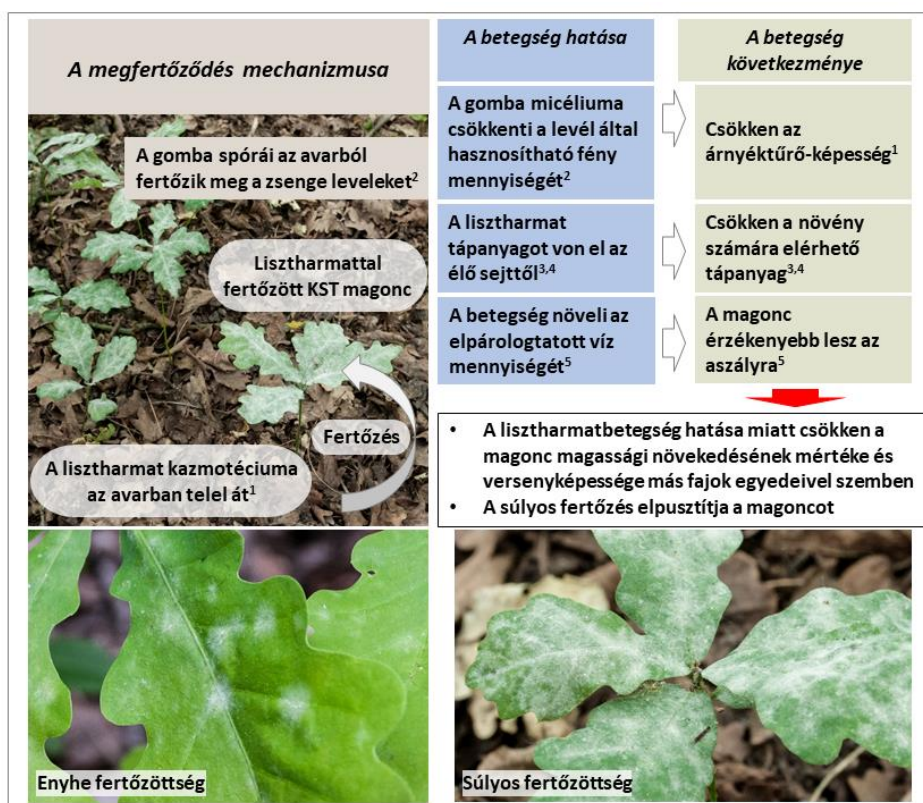
Saját felméréseinkben a legvastagabb mellmagassági átmérővel (135 cm) rendelkező faegyedet a Borzsa folyó árterén (Ukrajna) elterülő 179 éves, Györke nevű, 20 éve felhagyott egészségügyi szálalóvágásos erdőben jegyeztük fel. Ebben az állományban a faóriások (>80 cm) törzsszáma 9 és 32 db/ha között változik (átlagosan 16 db/ha). A folyószabályozások és az állomány letermelése előtti, Száva menti, öreg, (200-300) éves, keményfás ligeterdőkben a faóriások törzsszáma 40–60 db/ha között változott. A legvastagabb törzsek a >2 m-es törzsvastagságot is meghaladhatták, kivételes esetekben akár a 3 m-es mellmagassági átmérőt is elérhették. Recens természetes állományokban, a szerbiai „Stara Vratična”, a horvátországi Prašnik és a csehországi Cahnov–Soutok rezervátumok területén 200–260 cm mellmagassági átmérőjű egyedek is találhatóak. A faóriások törzsszáma pedig 17–25 db/ha között változik ezekben az állományokban (Bobinac 2000; Vrška és mtsai 2006; Mikac és mtsai 2018). Figyelembe véve mindezeket a történeti és recens adatokat megállapíthatjuk, hogy még az általunk vizsgált legöregebb állományokban sem fejlődött ki az összeomlási fázis a faóriások törzsszáma és a potenciális mellmagassági átmérők alapján sem.

A történeti irodalomban leírt öreg állományokban az öt fő fafaj elegyaránya lényegesen más arányokat mutathatott, mint napjainkban. Az egyik legszembetűnőbb különbség a szilek (*Ulmus* spp.) magasabb elegyaránya és méretei a lombkoronaszintben. Az általunk vizsgált állományokban a szilek körlapösszeg szerinti elegyaránya alapján csak az ötödik taxon az összes mintában, 14,5 cm-es átlagos mellmagassági átmérővel. A Száva árterének keményfás ligeterdőiben a lombkorona második leggyakoribb fafaja a szil volt (Kozarac 1886). Bokor Róbert (1912) közlése szerint egy 1892-ben letermelt Szlavóniai állományban az összes kitermelt fatömeg (m^3) 23%-a szilfa volt. Egy Kuzma (1911) által leírt, 100 holdas (~175 ha) állományban a letermelt 1265 sziltörzs átlagos mellmagassági átmérője 70 cm volt. Míg Bokor (1912) egy, a vágás szélében meghagyott szilegyed esetében 143 cm-es mellmagassági átmérőt mért.

A történeti szakirodalomban összesen 86 erdő vagy erdőrészlet üzem módjáról, véghasználati és felújítási módjáról közöltek leírásokat. A vizsgált időszakban a szakcikkekben leírt erdők túlnyomó többségét szálaló üzemben kezelték, melyeket valamilyen vágásos (tarvágás, tarvágás hagyásfával vagy különböző hosszúságú fokozatos felújítógát) véghasználattal termeltek le. Az leírásokban említett erdők/erdőrészletek 17%-ában alkalmaztak szálaló erdőgazdálkodást. A természetes újulatra alapozott erdőfelújításra háromszor több adatot találtunk (67%), mint a makkvetéssel és ötször többet, mint az ültetéssel történő erdőfelújításra. A történeti forrásokban szórványos leírásokat találtunk arra is, amikor a kocsányos tölgy sikeresen újult rendszertelen szálalással gazdálkodott erdőken a szálalás közben keletkezett lékekben, ha azokat megóvták a túllegeltetéstől (pl. Beregi-sík, Bodrogköz; Fekete1890a, 1890b). A vizsgált korszak erdészeinek beszámolóí arról tanúskodnak, hogy a természetes újulatra alapozott fokozatos felújítógátással könnyedén fel lehetett újítani az ártéri keményfás ligeterdőt, csupán az elegyfajokat kellett időben gyéríteni és a legeltetést betiltani (Temes síkja – Divald, 1886; Szlavónia – Kozarac, 1885).

4.3. A jövevénylisztharmat hatása a kocsányos tölgy csemetéjére

Az áttekintett növénykórtani és fiziológiai szakirodalom alapján a lisztharmat az alábbi károkat okozza a csemetének: 1) A súlyos fertőzés a magonc/csemete pusztulását okozhatja, különösen akkor, ha más (pl. hernyórágás, vadrágás, kora őszi fagyok) kártényezővel együtt lép fel (Vadas 1917; Woodward és mtsai 1929; Lonsdale 2015). 2) A súlyos fertőzés késlelteti a hajtások fásodását, és csökkenti a csemete hidegtűrő képességét (Kövessi 1910; Marçais és Desprez-Loustau 2014). 3) A lisztharmat tápanyagot von el az élő sejtektől (Hewitt és Ayres 1976; Desprez-Loustau és mtsai 2014). 4) A súlyos fertőzés 50–70%-kal csökkenti a nettó asszimilációs rátát (Lonsdale 2015). A közvetlen tápanyagelvonás és a tápanyagok előállításának korlátozása a magonc magassági és vastagsági növekedését is súlyosan korlátozza (Woodward és mtsai 1929; Igmándy 1972; Desprez-Loustau és mtsai 2014; Bert és mtsai 2016). 5) Habár a kocsányos tölgy csemetéi képesek 3–5 hajtást is növeszteni egy vegetációs időszakban, de ezek a hajtások nem tudják pótolni az elvont tápanyagokat, nem képesek fásodni, így jelentősen csökken – vagy akár el is maradhat – az éves magassági növekedés (Roth 1915; Lonsdale 2015; Desprez-Loustau és mtsai 2019). 6) A súlyos fertőzés csökkenti a levelek élettartamát és a magonc/csemete árnyéktűrő-képességét (Hajji és mtsai 2009). 7) A fertőzött levelekben megnő a párologtatás mértéke és a vízveszteség (Hewitt és Ayres 1975). Mindezeket a hatásokat figyelembe véve megállapíthatjuk, hogy a lisztharmat súlyosan korlátozza a megmaradó-túlélő újulat létrejöttét, így az ártéri keményfás ligeterdők természetes felújulását (2. ábra).



2. ábra A jövevénylisztharmat hatása a kocsányos tölgy csemetéjére. Hivatkozások: ¹Marçais és mtsai 2009; ²Hajji és mtsai 2009; ³Hewitt és Ayres 1976; ⁴Desprez-Loustau és mtsai 2014; ⁵Hewitt és Ayres 1975; ⁶Igmándy 1972. Fotó: Molnár Ábel Péter

5. AZ ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

1. A Pannon régió 16 természetközeli ártéri keményfás ligeterdejéből közöltem alapvető faállomány-szerkezeti adatokat. Összegyűjtöttem a pannon ártéri keményfás ligeterdők faállomány-szerkezetéről, gazdálkodásáról, természetes felújulásáról szóló történeti erdészeti irodalmakat.
2. A faóriások törzsszáma, az átmérőeloszlás természetessége és a potenciális mellmagassági átmérők alapján megállapítottam, hogy az állományok zöme az optimális vagy az öregedő erdőfejlődési fázisban van. Még az általunk vizsgált legöregebb állományok sem elég idősök ahhoz, hogy az összeomlási és a felújulási fázisban lévő foltok megjelenjenek. A mintában szereplő legöregebb (189 éves) állománynak is legalább 50–100 év zavartalan fejlődésre van szüksége, hogy megjelenjenek és gyakoribbak legyenek az összeomló és felújuló fejlődési fázisban lévő foltok, amennyiben valamilyen erős zavarás nem éri az erdőt.
3. Az általunk vizsgált egészségügyi szálalóvágásos rendszer jobban elősegíti a kései fejlődési fázisba lévő foltok kialakulását, mint a vágásos rendszer.
4. A gazdálkodás felhagyása mindkét erdőgazdálkodási rendszerben elősegíti az álló holtfa kialakulását, de az egészségügyi szálaló rendszer felhagyása után a fekvő holtfa mennyisége gyorsabban növekszik.
5. A történeti irodalom elemzésével megállapítottam, hogy a recens ártéri keményfás ligeterdők fafaj-elegyarányai lényegesen megváltoztak az elmúlt 100 évben. A legszembetűnőbb változás a szilfajok (*Ulmus minor* és *U. laevis*) törzsszám szerinti elegyarányának legalább felére csökkenése, a felső lombkoranaszintből való szinte teljes eltűnése és a fatömeg szerinti elegyarányának sokszoros csökkenése a 19. század második felében leírtakhoz képest.
6. Az ártéri keményfás ligeterdők gazdálkodási rendszere jelentősen átalakult az elmúlt 150 évben. A szálaló és fokozatos felújítóvágásos gazdálkodást visszaszorult és elterjedt a vágásos erdőgazdálkodás. A természetes újulatra alapozott erdőfelújítás, amely a 19-20. század fordulóján még domináns szerepet töltött be a felújítás gyakorlatában, mára jelentősen visszaszorult.
7. Az ártéri keményfás ligeterdők túlnyomó többségének faállomány-szerkezetét az elmúlt 150 évben jelentősen átalakították az olyan társadalmi-gazdasági hajtóerők, mint vágásos gazdálkodásra való áttérés és több idegenhonos gombafaj (szilfavész és jövevénylisztharmat) behozatala és elterjedése.
8. Dolgozatomban összegyűjtöttem, áttekintettem és szintetizáltam a jövevénylisztharmat (1) kocsányostölgy-magonc/-csemete fejlődésére és (2) a természetes újulatra gyakorolt hatásáról szóló recens és történeti irodalmat és megalkottam a jövevénylisztharmat-elméletet. Az elmélet kimondja, hogy a kocsányos tölgy idegenhonos eredetű lisztharmatbetegsége olyan mértékben csökkenti a magonc/csemete magassági növekedését és túlélési esélyeit, hogy az egyéb biotikus és abiotikus környezeti feltételek mellett az egyik legfontosabb korlátozó tényezője a megmaradó-túlélő kocsányos tölgy újulat létrejöttének és természetes megújulási dinamikájának.

6. FELHASZNÁLT IRODALOM

- European Commission, Directorate-General for Environment, Tsiripidis, I., Piernik, A., Janssen, J., és mtsai (2016). *European red list of habitats. Part 2, Terrestrial and freshwater habitats*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 38 pp.
- Klimo, E., Hager, H., Matič, S., Anič, I., Kulhavý, J. (szer.) (2008). *The Floodplain Forests of Temperate Zone of Europe*. Lesnická práce s.r.o, Kostelec nad Černými lesy, 623 pp.
- Király, G., Molnár, Zs., Kevey, B., Bölöni, J., Bartha, D., és mtsai (2011). J6 – Keményfás ártéri erdők. In: Bölöni, J., Molnár Zs., Kun, A. (szerk.). *Magyarország élőhelyei: vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011*. MTA, Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, pp. 252-256.
- Biró, M., Bölöni, J., Molnár, Zs. (2018). Use of long-term data to evaluate loss and endangerment status of Natura 2000 habitats and effects of protected areas. *Conservation biology* 32: 660-671.
- Sabatini, F.M., Burrascano, S., Keeton, W.S., Levers, C., Lindner, M. és mtsai (2018). Where are Europe's last primary forests? *Diversity and Distributions* 24:1426–1439
- Hughes, F.M.R., del Tánago, M.G., Mountford, J.O. (2012) Restoring Floodplain Forests in Europe. In: Stanturf, J., Madsen, P., Lamb, D. (szerk.). *A Goal-Oriented Approach to Forest Landscape Restoration*. Springer, Netherlands, pp 393–422.
- Demeter, L. (2016). Biodiversity and Ecosystem Services of Hardwood Floodplain Forests: past present and future from the perspective of local communities in West Ukraine. In: Roué M, Molnár, Zs (szerk.) *Knowing our Land and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Europe and Central Asia*. Knowledge of Nature 9. UNESCO, Párizs, pp. 6-19.
- Bobinac, M. (2000). Stand structure and natural regeneration of common oak in the nature reserves "Vratična" and "Smogva" Near Morovič. *Glasnik Za Šumske Pokuse* 37: 295–309.
- Vrška, T., Adam, D., Hort, L., Odehnalová, P., Horal, D. és mtsai (2006). *Developmental dynamics of virgin forest reserves in the Czech Republic II – Floodplain forests – Cahnov-Soutok Ranšpurk*. Jiřina Academia, Praha, 214 pp.
- Mikac, S., Anja, Ž., Trlin, D., Pauli, V., Oršani, M., Igor, A. (2018). Drought-induced shift in tree response to climate in floodplain forests of Southeastern Europe. *Scientific Reports* 8: 16495.
- Schnitzler, A. (1997). River dynamics as a forest process: interaction between fluvial systems and alluvial forests in large European river plains. *The Botanical Review* 63: 40-64.
- Schnitzler, A. (1994). Conservation of biodiversity in alluvial hardwood forests of the temperate zone. The example of the Rhine valley. *Forest Ecology and Management* 68: 385–398.
- Bauhus, J., Puettmann, K., Messier, C. (2009). Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management* 258: 525–537
- Mölder, A., Meyer, P., Nagel, R. (2019). Integrative management to sustain biodiversity and ecological continuity in Central European temperate oak (*Quercus robur*, *Q. petraea*) forests: An overview. *Forest Ecology and Management* 437: 324–339.
- Frank, T., Szmorad, F. (2014). *Védett erdők természetességi állapotának fenntartása és fejlesztése*. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest, 160 pp.
- Vera, F.W.M. (2000). *Grazing ecology and forest history*. CABI Publishing, 506 pp.
- Birks, H.J.B. (2005). Mind the gap: how open were European primeval forests? *Trends in Ecology and Evolution* 20:151–154.

- Watt, A.S. (1947). Pattern and Process in the Plant Community. *Journal of Ecology* 35: 1–22.
- Korpeľ, Š. (1958). Príspevok k štúdiu pralesov na Slovensku na príklade Badínskeho pralesa. *Lesnícky časopis* 4: 349-385.
- Czajlik P. (1997): Esettanulmány, koreloszlás, szukcesszió háborítatlan erdőállományokban. In: Mátyás Cs. (szerk.) *Erdészeti Ökológia*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 84-92.
- Král, K., McMahon, S.M., Janík, D., Adam, D., Vrška, T. (2014). Patch mosaic of developmental stages in central European natural forests along vegetation gradient. *Forest Ecology and Management* 330: 17–28.
- Schnitzler, A. (1997). River dynamics as a forest process: interaction between fluvial systems and alluvial forests in large European river plains. *The Botanical Review* 63: 40-64.
- Peterken, G.F. (1996). *Natural Woodland – Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 540 pp.
- Fekete, L. (1895). *Az erdő ápolásáról és használatáról annak megalapításától a letarolás idejéig. Néptanítók, községi előjárók és kisbirtokosok számára*. Országos Erdészeti Egyesület, Budapest, 106 pp.
- Kuzma, G. (1911). *A szlavóniai tölgyesekről*. Szélely és Illés Könyvnyomdája, Ungvár, 31 pp.
- Gelinek, T. (1880). A bégavölgyi ligeterdők kocsános tölgyeinek növekvés-menete. *Erdészeti Lapok* 19: 560-585.
- Král, K., Daněk, P., Janík, D., Krůček, M., & Vrška, T. (2018). How cyclical and predictable are Central European temperate forest dynamics in terms of development phases? *Journal of Vegetation Science* 29: 84-97.
- Hariot, P., 1907. Note sur un oidium du Chêne. *Bulletin de La Société Mycologique de France* 23: 157–159.
- Kövessi, F. (1910). A tölgyet pusztító lisztharmat-gombáról és az ellene való védekezéséről. *Erdészeti Lapok* 4: 352–362.
- Woodward, R.C., Waldie, J. S., Steven, H. M. (1929). Oak mildew and its control in forest nurseries. *Forestry* 3: 38–56.
- Horváth, F. (2012). *Módszertani fejlesztések az erdőrezervátumok hosszú távú faállomány-szerkezeti kutatásához*. Doktori értekezés. Nyugat-magyarországi Egyetem. Sopron.
- Horváth, F., Bidló, A., Heil, B., Király, G., Kovács, G. és mtsai (2012). Abandonment status and long-term monitoring of strict forest reserves in the Pannonian biogeographical region. *Plant Biosystems* 146: 1–12.
- Shimano, K. (2000). A Power Function for Forest Structure and Regeneration Pattern of Pioneer and Climax Species in Patch Mosaic Forests. *Plant Ecology* 146:207–220.
- R Core Team (2017). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing Vienna Austria. URL: www.R-project.org
- Bobinac, M. (2000). Stand structure and natural regeneration of common oak in the nature reserves “Vratična” and “Smogva” Near Morovič. *Glasnik Za Šumske Pokuse* 37: 295–309.
- Kozarac, J. (1886). A Száva-menti tölgyerdők újraerdősítésének kérdéséhez. *Erdészeti Lapok* 25: 370-381.
- Bokor, R. (1912). A szilfa drágasága. *Erdészeti Lapok* 51: 932-934.
- Fekete, L. (1890a). Bereg vármegye erdőtenyésztési viszonyairól. *Erdészeti Lapok* 29: 94–121.

- Fekete, L. (1890b). Ung vármegye erdőtenyésztési viszonyairól. *Erdészeti Lapok* 29: 159-178.
- Divald, A. (1886). Vidéki level. *Erdészeti Lapok* 25: 650-656.
- Kozarac, J. (1895). A szlavóniai kincstári erdőkben alkalmazott gyérítésekről és áterdölésekről. *Erdészeti Lapok* 34: 367-380.
- Vadas, J. (1917). A tölgylisztharmat fellépése az 1917. évben. *Erdészeti Kísérletek* 19: 191–197.
- Lonsdale, D. (2015). Review of oak mildew, with particular reference to mature and veteran trees in Britain. *Arboricultural Journal* 37: 61–84.
- Marçais, B., Desprez-Loustau, M.-L. (2014). European oak powdery mildew: Impact on trees, effects of environmental factors, and potential effects of climate change. *Annals of Forest Science* 71: 633–642.
- Hewitt, H.G. and Ayres, P.G. (1976). Effect of infection by *Microsphaera alphitoides* (powdery mildew) on carbohydrate levels and translocation in seedlings of *Quercus robur*. *New Phytologist* 77: 379–390.
- Desprez-Loustau, M.-L., Saint-Jean, G., Barres, B., Dantec, C.F., Dutech, C. (2014). Oak powdery mildew changes growth patterns in its host tree: host tolerance response and potential manipulation of host physiology by the parasite. *Annals of Forest Science* 71: 563–573.
- Igmándy, Z. (1972). Der einfluss der schutzmassnahme gegen den eichenmehltau (*Microsphaera quercina* (Schw.) Burr.) auf das wachstum der eichenpflanzen. *Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei* 1–2: 67–74.
- Bert, D., Lasnier, J.B., Capdevielle, X., Dugravot, A., Desprez-Loustau, M.-L., és mtsai (2016). Powdery mildew decreases the radial growth of oak trees with cumulative and delayed effects over years. *Plos One* 11(5): e0155344.
- Roth, Gy. (1915). Adatok a tölgylisztharmat ellen való védekezéshez. *Erdészeti Kísérletek* 17: 114–132.
- Desprez-Loustau, M.-L., Hamelin, F., Marçais, B. (2019). The ecological and evolutionary trajectory of oak powdery mildew in Europe. In: Wilson, K., Fenton, A., Tompkins, D. (szerk.). *Wildlife disease ecology: linking theory to data and application*. Cambridge University Press, pp. 429–457.
- Hajji, M., Dreyer, E., Marçais, B. (2009). Impact of *Erysiphe alphitoides* on transpiration and photosynthesis in *Quercus robur* leaves. *European Journal of Plant Pathology* 125: 63–72.
- Hewitt, H.G., Ayres, P.G. (1975). Changes in CO₂ and water vapour exchange rates in leaves of *Quercus robur* infected by *Microsphaera alphitoides* (powdery mildew). *Physiological Plant Pathology* 7: 127–137.
- Marçais, B., Kavkova, M., Desprez-Loustau, M.-L. (2009). Phenotypic variation in the phenology of ascospore production between European populations of oak powdery mildew. *Annals of Forest Science* 66: 814.

7. SAJÁT KÖZLEMÉNYEK JEGYZÉKE

Doktori témához kapcsolódó folyóirat közlemények:

Demeter, L., Bede-Fazekas, Á., Molnár, Zs., Csicsek, G., Ortmann-Ajkai, A., Varga, A., Molnár, Á., Horváth, F. (2020): The legacy of management approaches and abandonment on old-growth attributes in hardwood floodplain forests in the Pannonian Ecoregion. *European Journal of Forest Research* 139: 595–610. IF 2.617, Q1. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01272-w>.

Demeter, L., Molnár, Á., Öllerer, K., Csóka, Gy., Kiš, A., Vadász, Cs., Horváth, F., Molnár, Zs. (2021). Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation* 253:108928, IF 5,990, D1. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108928>

Doktori témához kapcsolódó ismeretterjesztő cikkek:

Horváth F., Demeter L., Mázsa K. (2020). Az erdőrezervátum-eszme története – Értelmezések, törekvések és fordulatok. *Erdészeti Lapok* 155: 304-306.

Demeter L., Molnár Á.P., Horváth F., Molnár Zs., Öllerer K., Vadász Cs., Csóka Gy. (2021). 100 év kudarc a kocsányos tölgyesek természetes felújulásában. *Erdészeti Lapok* 156: 128-131.

Demeter, L., Horváth, F., Vadász, Cs. (2021). Láthatatlan invázió: száz éve pusztít a tölgylisztharmat. *Élet és Tudomány* 2021/12, 367-370.

Horváth F., Bíró A., Csicsek G., Demeter L., Lipka B., Papp M., Szegleti Zs., Víg Á. (2021). Fényi-erdő - egy erdőrezervátum jelölt. *Erdészeti Lapok* 156: 47-50.

Doktori témához nem kapcsolódó folyóirat közlemények:

Demeter, L. (2013): A Szernye-csatorna menti Seleszta kiserdő cönológiai vizsgálata. *Acta Beregsasiensis: a kárpátaljai magyar tanárképző főiskola évkönyve* 12: 263-271.

Varga, A., Molnár, Zs., Bíró, M., Demeter, L., Gellény, K., Miókovics, E., Molnár, Á., Molnár, K., Ujházy, N., Ulicsni, V., Babai, D. (2016): Changing year-round habitat use of extensively grazing cattle, sheep and pigs in East-Central Europe between 1940-2014: Consequences for conservation and policy. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 234: 142-153. IF 4,099, D1. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.05.018>

Bíró, M., Molnár, Zs., Babai, D., Dénes, A., Fehér, A., Barta, S., Sáfián, L., Szabados, K., Kiš, A., Demeter, L., Öllerer, K. (2019): Reviewing historical traditional knowledge for innovative conservation management: A re-evaluation of wetland grazing. *Science of the Total Environment* 666: 1114–1125. IF 6,551, D1. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.292>

Öllerer, K., Varga, A., Kirby, K., Demeter, L., Bíró, M., Bölöni, J., & Molnár, Z. (2019). Beyond the obvious impact of domestic livestock grazing on temperate forest vegetation – A global review. *Biological Conservation* 237, 209-219. IF 4,711, D1. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.007>

Molnár Zs., Babai D., Varga A., Demeter L., Öllerer K. (2019): A hagyományos, a helyi és a bennszülött tudás az IPBES Globális, illetve Európa és Közép-Ázsia Értékelő Tanulmányában. *Természetvédelmi Közlemények* 25: 157–176. <https://doi.org/10.20332/tyk-jnatconserv.2019.25.157>

- Varga, A., Demeter, L., Ulicsni, V., Öllerer, K., Biró, M., Babai, D., Molnár, Z. (2020). Prohibited, but still present: local and traditional knowledge about the practice and impact of forest grazing by domestic livestock in Hungary. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 16(1), 1-12. **IF 2,733**, D1. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00397-x>
- Biró, M., Molnár, Z., Öllerer, K., Lengyel, A., Ulicsni, V., Szabados, K., Kiš, A., Perić, R., Demeter, L., Babai, D. (2020). Conservation and herding co-benefit from traditional extensive wetland grazing. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 300: 106983. **IF 5,567**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106983>
- Demeter L., Molnár ÁP., (2020). Erdei lágyszárú fajok grádiense a Körösvidék sík- és dombvidéki részén növényföldrajzi és vegetációtörténeti kitekintéssel [The gradient of forest herb species in the forest of Körösvidék: a vegetation geographical and historical perspective]. *Crisicum* 11: 41-70. Hungarian with English summary.
- Molnár ÁP., Demeter L. (2020). Egy Kárpát-medencei síkság-hegység flóragrádiens – A Tisza és a Bihar-csúcs közötti gyepek jellemzése, zonációs és vegetációtörténeti kontextusba helyezése [A lowland-mountain floristic gradient from the Carpathian Basin – The characterization of grasslands between the Tisza River and the Bihar Peak, and their positioning in a zonation and vegetation history context]. *Crisicum* 11: 7-39. Hungarian with English summary.
- Molnár, Zs., Szabados, K., Kiš, A., Marinkov, J., Demeter, L., Biró, M., Öllerer, K., Katona, K., Đapić, M., Perić, R., Ulicsni, V., Babai, D. (2021). Preserving for the future the — once widespread but now vanishing — knowledge on traditional pig grazing in forests and marshes (Sava-Bosut floodplain, Serbia). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 17:56. **IF 2,733**, D1. <https://doi.org/10.1186/s13002-021-00482-9>
- Demeter, L., and Molnár, Á. P., Bede-Fazekas, Á., Öllerer, K., Varga, A., Szabados, K., Tucakov, M., Kiš, A., Biró, M., Marinkov, J. & Molnár, Zs. (2021). Controlling invasive alien shrub species, enhancing biodiversity and mitigating flood risk: A win–win–win situation in grazed floodplain plantations. *Journal of Environmental Management* 295, 113053. **IF 6,789**, D1. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113053>
- Molnár, Á. P., Demeter, L., Biró, M., Chytrý, M., Bartha, S., Gantuya, B., & Molnár, Z. (2023). Is there a massive glacial–Holocene flora continuity in Central Europe? *Biological Reviews* (online first). **IF: 10,0**, D1. <https://doi.org/10.1111/brv.13007>
- Molnár, Z., Aumeeruddy-Thomas, Y., Babai, D., Díaz, S., Garnett, S. T., Hill, R., Bates, P., Brondízio, E.S., Cariño, J., Demeter, L., Fernández-Llamazares, Á., Guèze, M., McElwee, P., Öllerer, K., Purvis, A., Reyes-García, V., Samakov, A. & Singh, R. K. (2023). Towards richer knowledge partnerships between ecology and ethnoecology. *Trends in Ecology & Evolution*, Online first, **IF 16,8**, D1.

Doktori témához nem kapcsolódó könyv és könyvrészlet:

- Demeter, L. (2016): Biodiversity and Ecosystem Services of Hardwood Floodplain Forests: past, present and future from the perspective of local communities in West Ukraine. In: Roué, M. and Molnár, Zs. (eds.) 2017. Knowing our Lands and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Europe and Central Asia. Knowledges of Nature 9. UNESCO: Paris. pp. 6-19.
- Varga, A., Heim, A., Demeter, L. & Molnár, Zs. (2016): Rangers bridge the gap: use of traditional

- ecological knowledge related to wood pastures in nature conservation. In: Roué, M. and Molnár, Zs. (eds.) 2017. Knowing our Lands and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Europe and Central Asia. Knowledges of Nature 9. UNESCO: Paris. pp. 78-91
- Demeter L., Csicssek G., Molnár Zs., Horváth F. (2017): Természetközeli öreg folyómenti keményfajligetek faállomány-szerkezetének vizsgálata a Beregi-síkon: a történet szerepe. [Stand structure of near-natural hardwood floodplain forests on the Bereg Plain: the role of management history] In: Bodó Barna, Szoták Szilvia (szerk.) (2017): Határhelyzetek IX. Fiatal tudomány – Tudományunk fiataljai a Kárpát-medencében. Külgazdasági és Külügyminisztérium. Budapest. pp. 463-486.
- Horváth F., Csicssek G., Bíró A., Demeter L., Lipka B., Neumann Sz., Papp M., Szegleti Zs., Víg Á., Lesku B. (2018) Fényi-erdő – Égett kocka, ER Füzetek 1, MTA Ökológiai Kutatóközpont, Tihany, 16 old. <https://DOI.ORG/10.46441/ERF.2018.1>
- Bíró M., Molnár Zs., Babai D., Dénes A., Fehér S., Szabados K., Kiš A., Demeter L., Sáfián L., Barta S., Öllerer K. (2019): Történeti adatok pannon vizes élőhelyek legeltetéséről az elmúlt évszázadokból – szemelvénygyűjtemény. In: Tóth, Albert; Tóth, Csaba Albert (szerk.) A Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor 45 éve. Kisújszállás, Magyarország: Alföldkutatásért Alapítvány, pp. 143-165.
- Bürgi, M., Cevalco, R., Demeter, L., Fescenko, A., Gabellieri, N., Marull, J., Ostlund, L., Šantrůčková, M., & Wohlgemuth, T. (2020) Where do we come from? Forest history and cultural heritage. In: Krumm, F.; Schuck, A.; Rigling, A. (eds), 2020: How to balance forestry and biodiversity conservation – A view across Europe. European Forest Institute (EFI); Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Birmendorf. pp. 46-61.
- Molnár, Zs., Kiš, A., Demeter, L., Szabados, K., Molnár, Á.P. és mtsai (2023). *Disznók az erdőben. Hagyományos ökológiai tudás a Száva árterén*. HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót, 196 pp.