



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Biológiatudományi Doktori Iskola

A FLÓRAKONTINUITÁS-HIPOTÉZIS LEÍRÁSA
ÉS A PESZÉRI-ERDŐ
TÖRTÉNETI ÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATA

DOI: 10.54598/007370

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Molnár Ábel Péter

Gödöllő

2025

A doktori iskola
megnevezése: MATE Biológiatudományi Doktori Iskola

tudományága: Biológia tudományok

vezetője: **Dr. Nagy Zoltán**

egyetemi tanár, DSc

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Növénytermesztési-tudományok Intézet

Növényélettan és Növényökológia

Tanszék

Témavezetők: **Dr. Sárospataki Miklós**

egyetemi docens, PhD

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi
Intézet

Állattani és Ökológiai Tanszék

Dr. Saláta Dénes

egyetemi docens, PhD

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi
Intézet

Természetvédelmi és Tájgazdálkodási
Tanszék

Dr. Nagy Zoltán

Iskolavezető
jóváhagyása

Dr. Sárospataki Miklós

Témavezető
jóváhagyása

Dr. Saláta Dénes

Témavezető
jóváhagyása

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A Föld ökológiai rendszerei az utóbbi évszázadokban korábban nem látott átalakulásokon mennek keresztül (IPBES 2019), mely jelenség hazánkban is tetten érhető (Báldi & Batáry 2011; Biró et al. 2018). A modernkori élőhely-pusztulások és fajkihalások háttérében zömében közvetlenül (pl. területhasználat) vagy közvetetten (pl. inváziós fajok terjedése, klímaváltozás) az emberi tevékenység áll (pl. Pievani 2014).

Amellett, hogy az ember számára nélkülözhetetlen a természeti környezet, a modernkori természetvédelem alaptézise, hogy a biodiverzitásnak immanens értéke van (Standovár & Primack 2001), tehát megőrzése kiemelt feladatunk és felelősségünk.

Természeti értékeink megőrzése viszont számos kihívással terhelt (pl. Rands et al. 2010), bizonyos esetekben még egyes fajok megőrzése is kifejezetten nehéz (pl. Haraszthy 2014; Gameiro et al. 2020), a komplex rendszerek megőrzése pedig sok esetben még összetettebb feladat (pl. Molnár 2014; Keith et al. 2015).

A gyakorlati természetvédelmi döntéshozatal során az élőhelyek és fajok védelménél nagyon gyakran prioritási sorrend felállítására van szükség (Vadász 2015), tehát el kell dönteni, hogy például egy élőhely esetében az adott állapotot (fajkészletet, kompozíciót) vagy a szukcessziós folyamatokat védjük meg, illetve fajok esetében, hogy melyik fajt fontosabb megvédeni adott lokalitásban, akár egy másik értékes faj kárára (pl. a rákosi viperát predáló szalakóta esete)?

A prioritások elővigyázatos megállapításához számos aspektusból gyűjtött adatokra van szükség. Például kiemelten fontosak a rövidtávú populáció-dinamikai (pl. Pigniczki et al. 2019; Bódis et al. 2019) és élőhely-dinamikai ismeretek (pl. Molnár et al. 2017; Demeter et al. 2021; Orbán et al. 2023), továbbá a fajok és élőhelyek kezelésre adott válaszai (pl. Vadász et al. 2016; Kun et al. 2021). Ugyancsak fontos eleme a természetvédelmi priorizálásnak a rövid és hosszútávú múlt eseményeinek ismerete (Molnár & Biró 2010), mind generálisan, mind pedig specifikusan. Generálisnak tekinthető például a nagyobb klimatikus változások és az ezek hatására bekövetkezett jelentősebb vegetációs átalakulások ismerete (pl. Sümegi et al. 2012; Feurdean et al. 2014), vagy a hatás-mechanizmusok története (pl. tüzek, herbivór-fauna, lásd pl. Pearce et al. 2023; Czyzewski et al. megjelenés alatt), specifikusnak pedig például egy konkrét faj (pl. Németh et al. 2024) vagy élőhely-mozaik múltjának ismerete (pl. Molnár & Biró 1996).

A történeti ökológiai kutatásoknak azért is van nagy jelentősége az ökológiai rendszerek megőrzésében, mert azáltal, hogy megismerjük a múltat, jobban fogjuk tudni értelmezni a jelenlegi állapotot, és ezek alapján biztosabban tudjuk becsülni a jövőbeli lehetséges változásokat (Rackham 1986; Molnár & Biró 2010; Barnosky et al. 2017). Ez a hosszú időtávban való gondolkodás segíthet a prioritási sorrendeket is elővigyázatosabban meghatározni, mert folyamatként látunk rá a kérdésre.

A természetvédelmi kezelések koncepcióinak történeti komponense egyszerre táplálkozik általános, regionális ismeretekből és specifikus, lokális ismeretekből – doktori értekezésem egy ilyen tanulmánypárból épül fel. Az első kutatásban arra keresem a választ, hogy a Kárpát-medence flórája milyen arányban élhette túl helyben a legutóbbi glaciális maximumot (LGM), a másodikban pedig, hogy az Észak-Kiskunságban található, egyedi fajkészletéről híres Peszéri-erdő milyen változásokon ment keresztül az elmúlt két és fél évszázadban? Természetvédelmi szempontból a flóránk hosszú távú folytonosságának ismerete nagyban segítheti a lokális és a regionális természetvédelmi prioritások meghatározását, egy adott terület történetének alaposabb ismerete pedig segít folyamatában látnunk az élőhelymozaikot, így a jövőbeli kezelési irányok meghatározásánál szolgáltathat fontos információkat.

1.1. A Flórakontinuitás-hipotézis leírásának célkitűzései

A közép-európai ökoszisztémák negyedidőszaki ökológiai és evolúciós történetéről szóló uralkodó paradigma szerint a jégkorszakok alatt a legtöbb faj regionális kihalásai miatt az élőhelyek ismételen elszegényedtek, amelyeket az interglaciális időszakokban déli és keleti menedékhelyekről történő tömeges újratelepülések követtek (Posztglaciális rekolonizációs hipotézis) (pl. Boros 1958; Járai-Komlódi 1995; Járai-Komlódi 2003; Borhidi 2004; Kun 2018). A legújabb szakirodalom számos tekintetben ellentmond ennek a nézetnek, és felveti az újraértékelés lehetőségét. Egy új, alternatív hipotézist állítottam fel (Flórakontinuitás-hipotézis), mely szerint a Kárpát-medence őshonos edényes flórájának nagy része (kb. 75–85%) az LGM-et helyben élte túl, tehát a jelenlegi őshonos edényes flóránk hosszú távú folytonossága valószínűbb, mint az LGM alatti jelentős elszegényedése, majd posztglaciális visszatelepülése.

Ennek az új hipotézisnek az elméleti lehetőségét az alábbi három kérdéssel vizsgálom:

- 1) Milyen trendeket mutatnak a legfrissebb paleoökológiai és filogenetikai vizsgálatok eredményei az őshonos növényfajok LGM-kori Kárpát-medencei túlélése kapcsán?
- 2) A Kárpát-medence LGM-kori klímájának megfelelő recens tájak élőhelyei alapján feltételezhető-e, hogy a Kárpát-medencében fajgazdagság jellemezte a LGM-kori élőhelyeket?
- 3) Magyarország jelenlegi őshonos flórájának mekkora része fordul elő olyan – vagy hidegebb – éves középhőmérsékletű területen, mint amilyen az LGM-idején volt Magyarország területén?

1.2. Peszéri-erdő történeti ökológiai elemzésének célkitűzései

A Peszéri-erdő hazánk egyik kiemelten értékes homoki erdőössztyepp élőhelykomplexe. A 19. században még olyan értékes fajok élőhelyéül szolgált, mint az osztrák sárkányfű (*Dracocephalum austriacum*), a magyar sakkáblalepke (*Melanargia russiae clotho*) vagy az érdes vemhe (*Onconotus servillei*). Az elmúlt években végzett vegetációdinamikai vizsgálatok és a természetvédelmi tervezések során felmerülő kérdések megteremtették az igényt az erdő történeti elemzésének elkészítésére.

Vizsgálatom célja feltárni a Peszéri-erdő elmúlt 250 éves ökológiai történetét, hogy ezzel jobban megértsük az értékes fajok kipusztulásának okát, és a túlélők jövőbeli fennmaradásának kulcsát. A kutatás gyakorlati célja, hogy történeti információkkal segítse a Peszéri-erdő természetvédelmi kezelésének tervezését.

- 1) A fenti kérdéseket az alábbi részletesebb célkitűzésekkel vizsgálom:
- 2) Milyen vegetációs karaktere volt az erdészeti átalakítások előtt a Peszéri-erdőnek, és ez hogyan változott meg azóta?
- 3) Hogyan befolyásolta a gazdálkodás az erdőállományokat és a gyepeket az elmúlt 250 évben, és ez milyen hatással lehetett az értékes fajokra?
- 4) Mi okozhatta az értékes fajok egy részének kipusztulását, és mi segítheti a megmaradt fajok hosszú távú megőrzését?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Flórakontinuitás-hipotézis

Az LGM idején a Kárpát-medence éghajlata hideg kontinentális volt (Obrecht et al. 2019; Sümegi et al. 2022). Az éves középhőmérséklet (ÉKH) a síkságokon +1 és +5 °C között, a dombosági és középhegységi területeken –3 és +1 °C között, míg a Kárpátokban –10 és –3 °C között mozgott (CCSM4.0, [http1](#)). A Kárpát-medence éghajlatának leghidegebb időszakai a Pleisztocén során (2,6 millió – 11,7 ezer évvel ezelőtt; Cohen et al. 2013) az LGM és a Riss-glaciális során (400–150 ezer évvel ezelőtt; Lauer et al. 2018) voltak (Andrews 2009).

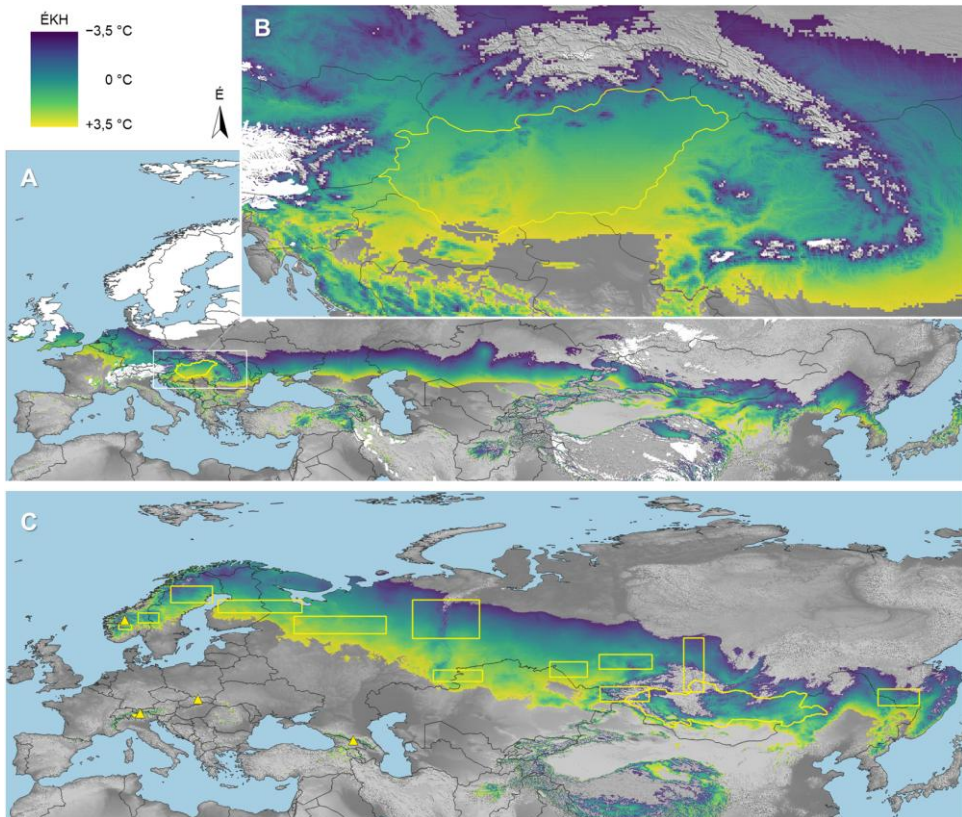
Az LGM idején a Kárpát-medence növényzetének alpmátrixát fátlan élőhelyek jellemezhetők, melyek löszös, sziklás, homoki és szikes termőhelyi adottságok mellett alakultak ki. A fátlan élőhelyek zöme száraz, sztyeppes–rétsztyeppes karakterű lehetett, tundrális vegetáció legfeljebb a magasabb hegysekben fordulhatott elő (Magyari et al. 2014; Feurdean et al. 2015; Janská et al. 2017; Sümegi et al. 2022). Erdőkomponens a síksági tájakban a folyók mentén és a homokos területeken lehetett (Sümegi et al. 2011a, 2011b; Sümegi et al. 2015), míg a hegysekben többé-kevésbé összefüggő zónákat alkothattak (Kuneš et al. 2008; Feurdean et al. 2014; Magyari et al. 2014; Janská et al. 2017).

A Flórakontinuitás-hipotézis létrehozásának indoklásaként három érvet sorakoztattam fel, melyeknek nem célja a hipotézis bizonyítása, csupán azt a célt szolgálják, hogy a régi hipotézis mellé milyen alapon állítottam fel új hipotézist. Az első érv a paleoökológiai és filogenetikai eredményeket összegzi, a második az LGM-kori klíma élőhelyeinek potenciális fajgazdagságáról szól, a harmadik pedig egy elemzés, mely egy teszterület (Magyarország) őshonos edényes növényfajainak hidegtűrését vizsgálja, olyan – vagy alacsonyabb – éves középhőmérsékletű területek recens fajelőfordulásai alapján, mint amilyen az LGM idején volt a teszterületen.

A paleoökológiai és filogenetikai érv kidolgozását a témában releváns publikációk szintetizálásával végeztem. A cikkeket egy adatbázisban rögzítettem, melybe szisztematikus keresések útján (pl. keresőszavas keresések a Molnár et al. 2023 publikáció és jelen doktori értekezés írása közben), ad hoc módon és hólabda-módszerrel (hivatkozás útján megtalált publikáció) talált cikkek kerültek bele.

Az LGM-kori Kárpát-medencéhez hasonló éves középhőmérsékletű klímán meglévő fajgazdagság élménye Urál-menti és mongóliai saját tereptapasztalatokból származik. Fajlistákat ugyan készítettem, de szisztematikus fitocönológiai mintavételezéseket nem, ezért az új hipotézis melletti második érvhez publikációkban szereplő fajszám-adatokat kerestem ezekből a régiókból. A Kárpát-medencei fajszámadatokat is hasonlóképpen irodalomból hivatkoztam be.

Az egyik kulcskérdés a hipotézis-generáláskor, hogy egyáltalán megvan-e az elméleti esélye annak, hogy a helyi flóra nagy része potenciálisan képes lehet helyben tolerálni az LGM-kori hideg klímát? A harmadik érvként szolgáló elemzés során erre az elméleti lehetőségre kerestem a választ, megvizsgálva, hogy a jelenlegi magyarországi őshonos edényes növényfajok közül mennyi fordul elő ma olyan hideg vagy hidegebb klímájú régiókban, mint amilyen Magyarország területén volt az LGM idején. A fajok hidegtűrőképességét a jelenlegi elterjedésük alapján vizsgáltam. A GBIF adatbázisból (Global Biodiversity Information Facility; [http2](http://www.gbif.org)) olyan eurázsiai régiókból kérdeztem le fajlistákat, ahol az éves középhőmérséklet $+3,5^{\circ}\text{C}$ alatti (1. ábra). Ugyan a flóra hidegtűrőségét kívántam vizsgálni, de elkészítettem a csapadékkal és a biogeográfiailag közelinek tekinthető területekkel való szűkített elemzést is. A jelenlegi és a múltbeli klíma meghatározása esetében egyaránt a CCSM4.0 modellt használtam.



1. ábra. Az azonos éves középhőmérsékletű (ÉKH) zónák Euráziában: (A) Eurázsia azon területei, ahol az LGM során az ÉKH hasonló volt a teszterületéhez (Magyarország, sárga körvonalú terület; ÉKH $+3,5$ és $-3,5^{\circ}\text{C}$ között, CCSM4.0 alapján). (B) Az A ábra fehérrel keretezett részének kinagyított képe, amelyen a teszterület ÉKH-e látható az LGM során. (C) Azok a területek, ahol a jelenlegi ÉKH megegyezik a teszterület LGM-kori ÉKH-ével; rajta a referenciaterületek láthatók [normál táji referenciaterületek: sárga téglalap, 13 darab (egy kevésbé látható kis méretű az Alpokban); hegységi referenciaterületek: sárga háromszög, 4 darab; mongóliai referenciaterület: érintett régiók körvonala sárgával].

2.2. Peszéri-erdő

A Peszéri-erdő az Észak-Kiskunságban helyezkedik el, Kunpeszér településtől északkeletre. A vizsgálati terület a Peszéri-erdő kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület (HUKN20002) nagyobb részét alkotó, 1152 ha-os erdőtömb. A térségben az éves középhőmérséklet 12,2 °C (1993–2022; [http3](http://3)), az éves átlagos csapadékmennyiség 530–570 mm, az uralkodó szélirány északnyugati (Kocsis 2018).

A vegetáció változásának történeti elemzését a Peszéri-erdő aktuális vegetációdinamikai elemzése (lásd Molnár et al. 2017), illetve a környező táj történeti ökológiai elemzése előzte meg (lásd Molnár 2019). A Peszéri-erdő történeti elemzéséhez részletes forrásgyűjtést végeztem.

Kulcsszavas kereséseket az alábbi nagyobb adatbázisokban végeztem (kulcsszavak: Peszéri-erdő, Peszér, Kunpeszér, környező települések nevei, helynevek, stb.). A keresési találatokat szisztematikusan végignézttem: Arcanum Digitális Tudománytár (1228 tétel); Hungaricana Könyvtár (962 tétel); The Biodiversity Heritage Library (224 tétel); Elektronikus Periodika Archívum és Adatbázis (529 tétel); Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti adatbázisa (28 tétel); Magyar Néprajzi Múzeum Fényképgyűjteménye (néhány száz tétel).

A következő témakörökben teljességre törekvő irodalmi feldolgozás készült: Peszéri-erdőre vonatkozó botanikai, rovar- és talajtani és erdészeti publikációk; környező települések helytörténeti tanulmányai; környező településeket említő késő középkori oklevelek; Peszér környéki erdőfenyő- említések. Továbbá megtörtént a Ráckevei uradalom 34 dobozos erdőgondnoksági iratanyagából 18 doboz átnézése (Magyar Nemzeti Levéltár, Országos Levéltár); Anton Kerner 102 florisztikai cikkéből (Kerner 1869–1879) a Peszér környékére vonatkozó említések kigyűjtése; Boros Ádám naplójából (Boros 1915–1972) a Kunpeszér környékére vonatkozó részletek kigyűjtése és digitalizálása; a hazai digitalizált herbáriumi gyűjtemény-nyilvántartásokból (Magyar Természettudományi Múzeum, Debreceni Egyetem) a Kunpeszér környéki települések herbáriumi anyagainak lekérdezése.

A 20. század második felének történeti eseményeire vonatkozóan 2018 és 2021 között 9 személlyel készítettem félig strukturált interjúkat Newing et al. (2011) módszertana alapján.

A térképekről leolvasható információk kigyűjtéséhez és feldolgozásához az alábbi forrásokat használtam: kéziratos térképek (Hungaricana–Térképek, MNL), katonai felmérések és a 19. századi kataszteri térképek (Arcanum Adatbázis), archív és közelmúltbeli légifelvételek és térképek (Fentről.hu, Geoshop.hu, Erdőtérkép portál, Google Earth Pro); a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság növénybiotikai

adatbázisának Peszéri-erdőre vonatkozó része, továbbá a terület digitális domborzatmodellje (LIDAR-felvétel).

A történeti vizsgálatot megelőzően, illetve annak során terepi vizsgálatokat végeztem, melyek a vegetációdinamikai elemzések mellett (Molnár et al. 2017) mikrodomborzat-elemzésekkel (Molnár 2021), fajelőfordulások regisztrálásával a történeti adatok megbízhatóbb értelmezését voltak hivatottak segíteni. A térinformatikailag kezelhető fedvények rendszerezéséhez a QGIS programcsomagot használtam. A szöveges forrásokat Word programban rendszereztem, melyből egy eredeti szövegrészeket, interjúkat tartalmazó 942 oldalas gyűjtemény jött létre (Molnár 2022).

3. EREDMÉNYEK

3.1. Flórakontinuitás-hipotézis

3.1.1. Paleoökológiai és filogenetikai érvek a helyi populációk LGM előtti eredete mellett

A legújabb paleoökológiai és filogenetikai kutatások alapján számos növényfaj túlélhette az LGM időszakot a Kárpát-medencében. Egyre több bizonyíték áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy nem csupán a tipikus hidegtűrő fajok éltek túl helyben, hanem számos egyéb faj is. A paleoökológiai és filogenetikai vizsgálatok alapján mocsári és lápi fajok (pl. *Filipendula ulmaria*, *Potentilla palustris*), melegkedvelő lombos fásszárú taxonok (pl. *Quercus*, *Corylus*, *Tilia*), erdei lágyszárú fajok (pl. *Erythronium dens-canis*, *Hepatica transsilvanica*), illetve melegkedvelő és hidegtűrő sztyeppi–erdőssztyeppi fajok (pl. *Astragalus onobrychis*, *Linum hirsutum*, *Stipa capillata*) lokális túlélésére egyaránt van adat (1. táblázat).

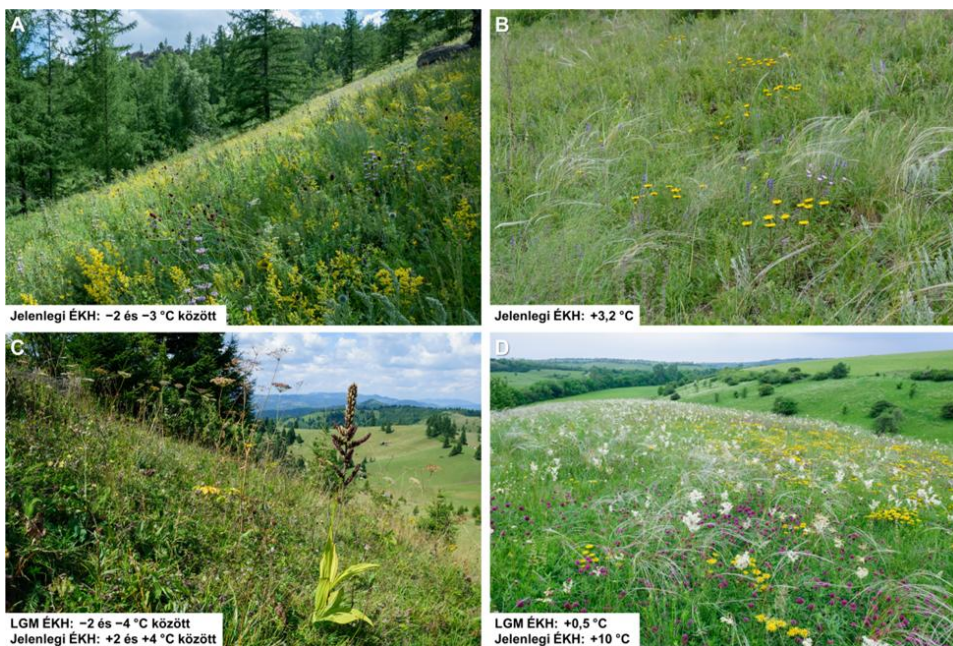
1. táblázat. A paleoökológiai és filogenetikai vizsgálatok alapján az LGM időszakot lokálisan túlélő taxonok. Félkövér: paleoökológiai evidencia; dőlt: filogenetikai evidencia; *: fásszárú.

	Gyepi és nyíletterdei fajok	Zárterdei fajok	Mocsári és lápi fajok	Nem besorolható
	<i>Aconitum</i>	Acer	* <i>Alnus</i>	<i>Botrychium</i>
	<i>Adenophora liliifolia</i>	<i>Aposeris foetida</i>	* <i>Betula nana</i>	<i>Cerastium</i>
	<i>Adonis vernalis</i>	<i>Cardamine trifolia</i>	* <i>Betula pubescens</i>	<i>Chrysosplenium</i>
	<i>Adonis volgensis</i>	* <i>Carpinus betulus</i>	<i>Drosera</i>	<i>Equisetum</i>
	<i>Allium marginatum</i>	* <i>Carpinus</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Filipendula</i>
	Artemisia	orientalis/ <i>Ostrya</i>	<i>Galium palustre</i>	<i>Filipendula</i>
	<i>Astragalus onobrychis</i>	* <i>Corylus</i> (C. <i>avellana</i>)	<i>Lemna</i>	<i>Galium</i>
	<i>Atriplex tatarica</i>	<i>Erythronium dens-canis</i>	<i>Myriophyllum</i>	<i>Ranunculus</i>
	<i>Cirsium pannonicum</i>	<i>Euphorbia carniolica</i>	<i>Polygonum bistorta</i>	<i>Rumex</i>
	Convulvulus	* <i>Fagus</i> (F. <i>sylvatica</i>)	<i>Potamogeton</i>	<i>Saxifraga</i>
	Ephedra	* <i>Fraxinus excelsior</i> -típus	<i>Potentilla palustris</i>	<i>Selaginella</i>
	<i>Euphorbia seguieriana</i>	* <i>Fraxinus ornus</i>	<i>Rhynchospora</i>	<i>Selaginella selaginoides</i>
	Helianthemum	<i>Hacquetia epipactis</i>	* <i>Salix</i>	<i>Thalictrum</i>
Adatolt vagy filogenetikán alapuló feltételezett lokális túlélés	* Hippophae	<i>Helleborus niger</i>	<i>Saxifraga hirculus</i> -típus	<i>Urtica</i>
	<i>Imula ensifolia</i>	<i>Hepatica transsilvanica</i>	<i>Scutellaria galericulata</i>	
	<i>Iris aphylla</i>	* Juglans	<i>Sparganium</i>	
	* Juniperus communis	* <i>Larix</i>	<i>Sphagnum</i>	
	<i>Klasea lycopiifolia</i>	* <i>Lonicera nigra</i> -típus	<i>Typha</i>	
	* <i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	* <i>Picea</i> (P. <i>abies</i>)	angustifolia/ <i>Sparganium</i>	
	<i>Linum flavum</i>	* <i>Pinus</i> (<i>Diploxylon</i> -típus)	<i>Typha minima</i>	
	<i>Linum hirsutum</i>	* Quercus		
	Plantago major–media	* <i>Ribes alpinum</i> -típus		
	Polygonum viviparum	* Sambucus		
	Sanguisorba	* Sorbus		
	<i>Scorzonera purpurea</i>	* Tilia		
	Sedum	* Ulmus		
	Solanum			
	<i>Stipa capillata</i>			
	<i>Atriplex tatarica</i>	* <i>Carpinus betulus</i>		
Adatolt vagy filogenetikán alapuló feltételezett be/visszatelepülés	<i>Corynephorus canescens</i>	* <i>Fagus sylvatica</i>		
	<i>Hippocrepis comosa</i>			
	<i>Sanguisorba minor</i>			

Az LGM-et paleoökológiai vagy filogenetikai bizonyítékok alapján helyben túlélő fajok között nagyon eltérő ökológiai igényűek találhatóak (pl. gyepi és erdei; hideg- és melegkedvelő; lágy- és fásszárú), mely alapján feltételezhető, hogy az LGM-et helyben túlélő teljes flóra is sokféle ökológiai preferenciájú fajból állhatott.

3.1.2. Fajgazdag élőhelyek hideg klímán

Elsősorban palinológiai eredményekre alapozva a korábbi tanulmányokban olyan feltételezésekkel találkozhatunk, hogy a hideg és száraz LGM-kori klíma jelentős fajszegényedéshez vezetett a Kárpát-medencében (lásd Járai-Komlódi 2003). A legújabb adatok és megfigyelések Közép-Ázsiából nem támasztják alá ezt a nézetet. Az LGM-kori Kárpát-medence klímájához hasonló adottságok mellett Dél-Szibériában a gyepek (Mühlenberg et al. 2000; Polyakova et al. 2016; Makunina & Parshutina 2017; Palpurina et al. 2017; Chytrý et al. 2019; Sabatini et al. 2022) és erdők (Chytrý et al. 2007, 2008, 2012; Sabatini et al. 2022) egyaránt lehetnek fajgazdagok (114–69 faj/100 m²), mely alapján arra következtethetünk, hogy a Kárpát-medencében is lehettek hasonlóan fajgazdag gyepek és erdők az LGM idején (lásd 2. ábra).



2. ábra. Különböző klímán előforduló fajgazdag rétsztyepek. A Kárpát-medence LGM-kori klímáján előforduló recens fajgazdag gyepek alapján feltételezhető, hogy a Kárpát-medencei LGM-kori élőhelyek nem lehettek fajszegények, a maihoz hasonló fajgazdagság is feltételezhető. (A) 1650 m tszfm, Ulánbátortól keletre, Khentii-hegység, Észak-Mongólia; (B) 260 m tszfm, Severnoye közelében, Dél-Urál, Orenburg régió, Oroszország; (C) 1300 m tszfm, Keleti Kárpátok, Erdély, Románia; (D) 150 m tszfm, Tard, Bükk hegység előtere, Magyarország. (Klíma-adatok: CCSM4.0; fényképek: Molnár Á. P.)

3.1.2. A jelenlegi őshonos flóra hidegtűrése

A referenciaterrületekről gyűjtött fajlisták és a magyarországi őshonos flóra összevetésének eredménye (http4) alapján a Magyarországon jelenleg előforduló 1748 őshonos edényes növényfaj közül 1404 faj (80,3%) előfordul napjainkban olyan – vagy alacsonyabb – éves középhőmérsékletű klímán, mint amilyen Magyarországon volt az LGM idején (példákat lásd a 2. táblázatban).

2. táblázat: Néhány példa a Magyarországon jelenleg őshonos fajok közül, amelyek előfordulnak napjainkban olyan éves középhőmérsékletű klímán, mint amilyen Magyarország területén volt az LGM idején. A számok azt jelölik, hogy mennyi referenciaterrületből lett adatolva a faj (maximum 18), a legalacsonyabb értékek zöld, a legmagasabbak piros háttérrel szerepelnek. A fajok élőhelypreferenciáit Horváth et al. (1995) alapján határoztam meg. A fajnevek a GBIF adatbázisát követik (Page 2016).

Gyepi és nyíltterdei fajok	Zárterdei fajok	Mocsári és lápi fajok
9 <i>Achillea nobilis</i>	12 <i>Actaea spicata</i>	14 <i>Alisma plantago-aquatica</i>
8 <i>Adonis vernalis</i>	14 <i>Aegopodium podagraria</i>	11 <i>Butomus umbellatus</i>
4 <i>Anacamptis morio</i>	8 <i>Anemone nemorosa</i>	18 <i>Callitriche palustris</i>
12 <i>Anemone sylvestris</i>	6 <i>Asarum europaeum</i>	7 <i>Carex elata</i>
12 <i>Artemisia campestris</i>	5 <i>Brachypodium sylvaticum</i>	12 <i>Catabrosa aquatica</i>
4 <i>Aster amellus</i>	2 <i>Cardamine trifolia</i>	14 <i>Cicuta virosa</i>
13 <i>Brachypodium pinnatum</i>	7 <i>Carex sylvatica</i>	16 <i>Eleocharis acicularis</i>
18 <i>Campanula glomerata</i>	5 <i>Circaea lutetiana</i>	9 <i>Glyceria fluitans</i>
15 <i>Centaurea scabiosa</i>	13 <i>Convallaria majalis</i>	10 <i>Glyceria maxima</i>
4 <i>Colchicum autumnale</i>	7 <i>Corylus avellana</i>	8 <i>Hydrocharis morsus-ranae</i>
2 <i>Dictamnus albus</i>	16 <i>Elymus caninus</i>	7 <i>Iris pseudacorus</i>
3 <i>Echinops ritro</i>	3 <i>Euonymus europaeus</i>	13 <i>Lathyrus palustris</i>
6 <i>Festuca rupicola</i>	4 <i>Fagus sylvatica</i>	12 <i>Lemna minor</i>
9 <i>Filipendula vulgaris</i>	8 <i>Fragaria moschata</i>	2 <i>Lindernia procumbens</i>
9 <i>Fragaria viridis</i>	6 <i>Fraxinus excelsior</i>	15 <i>Menyanthes trifoliata</i>
2 <i>Iris pumila</i>	7 <i>Hepatica nobilis</i>	13 <i>Nuphar lutea</i>
10 <i>Koeleria macrantha</i>	10 <i>Lapsana communis</i>	9 <i>Nymphaea alba</i>
2 <i>Linum flavum</i>	3 <i>Lathyrus niger</i>	16 <i>Phalaris arundinacea</i>
3 <i>Melica ciliata</i>	17 <i>Maianthemum bifolium</i>	17 <i>Phragmites australis</i>
2 <i>Orlaya grandiflora</i>	7 <i>Mycelis muralis</i>	12 <i>Potamogeton lucens</i>
9 <i>Oxytropis pilosa</i>	15 <i>Paris quadrifolia</i>	15 <i>Ranunculus trichophyllus</i>
16 <i>Plantago media</i>	18 <i>Poa nemoralis</i>	8 <i>Sagittaria sagittifolia</i>
4 <i>Potentilla recta</i>	17 <i>Populus tremula</i>	13 <i>Schoenoplectus lacustris</i>
9 <i>Pulmonaria mollis</i>	3 <i>Primula acaulis</i>	5 <i>Scrophularia umbrosa</i>
3 <i>Rosa gallica</i>	4 <i>Pulmonaria officinalis</i>	2 <i>Sium sisaroides</i>
2 <i>Salvia nutans</i>	5 <i>Rhamnus cathartica</i>	6 <i>Stratiotes aloides</i>
3 <i>Stachys recta</i>	3 <i>Rumex sanguineus</i>	10 <i>Thelypteris palustris</i>
10 <i>Stipa pennata</i>	11 <i>Stachys sylvatica</i>	10 <i>Typha angustifolia</i>
2 <i>Teucrium chamaedrys</i>	2 <i>Ulmus minor</i>	11 <i>Typha latifolia</i>
5 <i>Veronica austriaca</i>	4 <i>Viola odorata</i>	15 <i>Utricularia vulgaris</i>

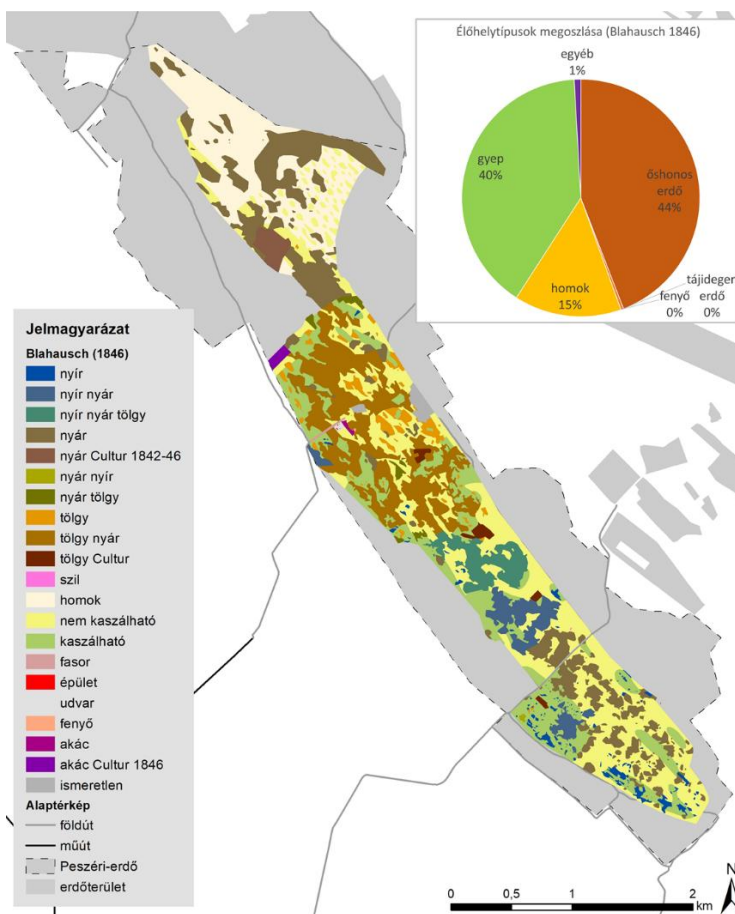
A 18-ból az a 12 referenciaterrület, ahol az éves átlagos csapadékmennyiség egyenlő volt (535–850 mm) vagy alacsonyabb (néha sokkal alacsonyabb) mint Magyarországé az LGM idején, a magyarországi őshonos flóra 1089 fajt (62,3%) tartalmazza.

A biogeográfiailag távolabbinak számító referenciaterrületek kizárásával, tehát az Urál hegységtől nyugatra található (biogeográfiailag közelebbinek mondható) 11 referenciaterrületben a magyarországi őshonos fajok 76,8%-a fordul elő (1343 faj).

Az elemzés – bizonytalanságai ellenére is – jól mutatja a nagyságrendeket, miszerint a flóra zöme számára a lokális túlélés elméleti lehetősége megvan. Még a csapadék figyelembevételével és a biogeográfiailag távoli területek kizárásával is magas túlélési arány jött ki (62,3%; 76,8%).

3.2. Peszéri-erdő

A Peszéri-erdő a legkorábbi források (18–19. század) szerint gyepes alpmátrixú erdőfolt-hálózat volt az erdészeti átalakítások előtt (pl. Anonymus ~1787; Blahausch 1846; 3. ábra). Az erdőkomponenst a déli és az északi részén nyíresek és nyárasok jellemezték, a középső részén tölgyesek (Blahausch 1846). Mozgó homokbuckások kizárólag az északi részen voltak (pl. Első és Második Katonai Felmérés). Az erdőfoltok közötti területeket buckaközi üdebb rétek és buckán található szárazabb homoki gyepek jellemezték (Landbeck 1843; Blahausch 1846; Frivaldszky 1859).

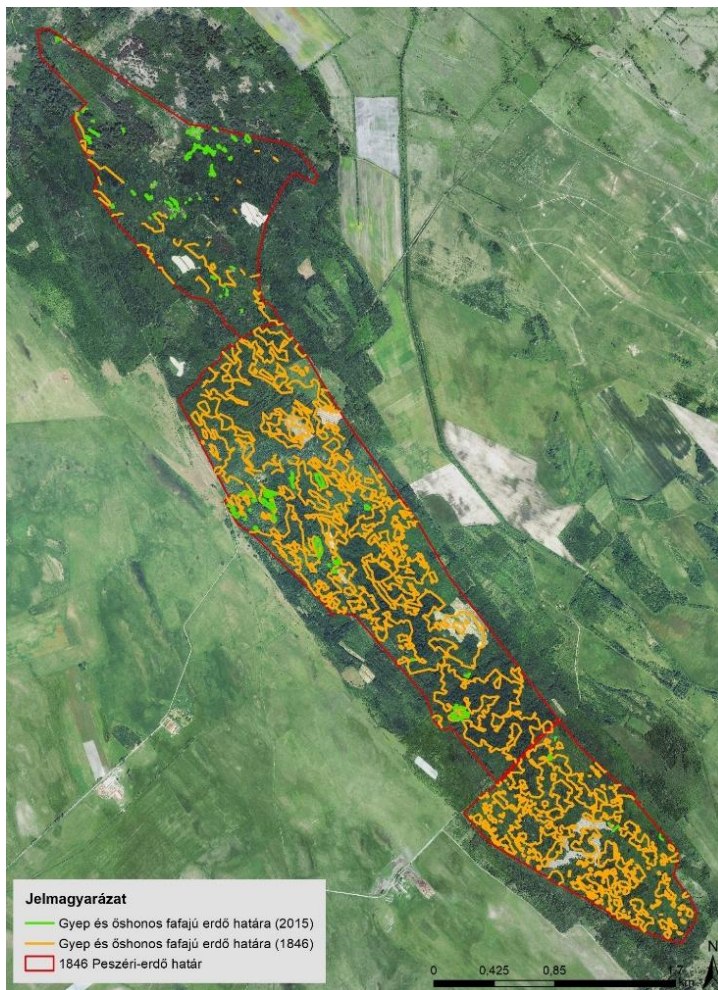


3. ábra. A Blahausch (1846) térkép első (eredeti) rétegének feldolgozott verziója, illetve az élőhely-csoportok megoszlása.

A Peszéri-erdő elsődleges (értsd nem telepített) erdőállományát (tölgy, nyár, nyír erdőfoltok) a 18–19. században néhány évtizedes vágásfordulóval hasznosították (pl. Blahausch 1846; Ballabár 1835). Erdőtelepítések a 19. század közepén indultak meg, első körben a tisztások erdősítése zajlott (Blahausch 1846), majd fokozatosan a letermelt állományok helyén is ültetvényeket hoztak létre: „1922–1936 között gazdasági megfontolások alapján mintegy 100 ha területen elegyetlen akácossokká alakítottuk át Kunpezser gyöngyvirágos-tölgyes-nyárasainak egy részét” (Babos 1958).

A 18. században a tisztásokat kisméretűben kaszálták, nagyobb részben legeltették (pl. Anonymus ~1787). A 19. századból az erdő északi és déli részéről van egyértelmű legeltetésre utaló adat (Kataszteri térkép 1880), a középső rész feltételezhetően sokkal mérsékeltebben, vagy egyáltalán nem volt legeltetve. Kaszálásról nincs konkrét adat a 19. századból. A 20. században a legeltetés többnyire csak a szegélyeken volt jellemző, a belső tisztásokon legfeljebb rövidebb ideig történhetett (Gengelicki István szóbeli közlése, 2021; Kajdácsi Józsefné szóbeli közlése, 2021). A belső tisztások egy részét az 1960-as évek végéig kézzel kaszálták (Kovács Jánosné szóbeli közlése, 2021; Gengelicki István szóbeli közlése, 2021). A 18–20. század során az uradalmi erdő tisztásain történő gyephasználat intenzitását nem lehet pontosan feltárni, de a szórványadatokból körvonalazható, hogy a környező táj gyepeinél enyhébben használhatták, legalább az erdő középső részét. Az enyhébb használatnak kedvező hatása lehetett a gyepek fajkészletére, és hozzájárulhatott bizonyos fajok túléléséhez.

A tisztások területének csökkenése már a 19. század közepén megindult (Frivadszky 1859). A gyepeket fokozatosan beerdősítették (pl. Blahausch 1846; Véssey 1881; Kolossváry 1961), a megmaradt tisztásokon az utóbbi évtizedekben intenzív cserjésedés zajlik (légi- és műholdfelvételek), ezáltal a 19. század közepén még 40%-os arányú gyeppkomponens (Blahausch 1846) mára 2,8%-ra csökkent le (Erdélyi & Hartdégén 2022). A Peszéri-erdő gyeppkomponensének drasztikus csökkenésével együtt a szegélyélőhelyek kiterjedése is jelentősen csökkent. Az ökológiai szempontból legértékesebb, tehát az őshonos fafajokból álló erdőterületek és a gyepek közötti szegélyek hossza 1846-ban 88,9 km volt, míg 2015-ben már csak 6,8 km, tehát 92,4%-os csökkenés ment végbe a két időpont között (4. ábra).



4. ábra. Ökológiai szempontból értékes szegélylőhelyek (értsd őshonos fafajú erdőállományok és gyep határának) változása 1846 (Blahausch 1846) és 2015 között (saját digitalizálás a 2015-ös légifelvételről).

A Peszéri-erdő 19. századból ismert egyedi fajkészletét a heterogén termőhely, a gyepes-erdős mozaikosság és az alacsonyabb intenzitású gyephasználát együttes megléte tette lehetővé. A *Melanargia russiae* utolsó említései 1912-es bejárásokból származnak (Frohawk & Rothschild 1912; Frohawk & Rothschild 1913; Gurney 1913), az *Onconotus servillei*-t utoljára 1879-ből adatolták (Vängel 1885), a *Dracocephalum austriacum*-ot pedig 1902-ből (Abafi-Aigner 1902). Ezen értékes gyepi fajok kipusztulása mögött minden bizonnyal a tisztások beerdősítése állhat.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A természetvédelem egyik legfontosabb célja az ökológiai rendszerek és fajaik hosszú távú megőrzése (Standovár & Primack 2001). A történeti ökológiai kutatások a természetvédelem számára olyan információkat szolgáltatnak, amelyek segítik a hosszú időtávlatban való gondolkodást is a stratégiák megalkotásánál vagy a prioritási sorrendek felállításánál. A megalapozott, nagy tudásbázisra épülő stratégiák és koncepciók jelentősen hatékonyabbá tehetik természeti értékeink megőrzését.

A hipotézis új megvilágításba helyez néhány biogeográfiai és ökológiai kérdéskört, melyeknek természetvédelmi relevanciájuk is van. Például, ha a Kárpát-medence növényvilágának elszegényedése és újratelepülése regionális szinten nem lehetett olyan dinamikus, mint korábban gondolták (lásd pl. Borbás 1900; Rapaics 1918; Soó 1964; Zólyomi 1942; Debreczy 1981; Hendrych 1996; Borhidí 2004; Willner et al. 2021), akkor nem kizárható, hogy az egyes tájak (1800 m tszfm alatt) flórája is nagymértékben folytonos lehet az LGM előttől, az LGM-en keresztül egészen napjainkig (5. ábra; lásd gyepek kapcsán: Cieślak 2014; Kajtoch et al. 2016).



5. ábra. A flórakontinuitás-hipotézis szerint az LGM idején a Kárpát-medencében olyan fajgazdag élőhelyek lehettek, amelyek a ma is előforduló őshonos növényfajok túlnyomó részét tartalmazták. Az illusztráció a Mátra déli előterét ábrázolja egy LGM-kori nyárközepi időpontban. Az előtérben szereplő fajok a táj mai flórájából lettek válogatva a hidegtűrőség vizsgálat és a filogenetikai eredmények alapján (megnevezéseiket lásd az 10.2. mellékletben). A táj vegetációmintázatának és állatvilágának ábrázolása a releváns paleoökológiai és archeozoológiai kutatásokra alapul (Illusztráció: Zsoldos Márton, 2023).

A hipotézis felveti a lehetőségét annak is, hogy a különböző fajegyüttélések között is gyakoriak lehetnek a nagyon hosszú lokális múltra visszavezethető kombinációk (növény–növény és állat–növény egyaránt), amely arra hívja fel a figyelmet, hogy a fajgazdag, jól szervezett, természetközeli állapotú élőhelyeknek természetvédelmi és ökológiai szempontból különös figyelmet érdemes szentelni (Rakonczay 2002; Illyés & Bölöni 2007; Molnár et al. megjelenés alatt).

A Flórakontinuitás-hipotézis legfontosabb üzenete a természetvédelem számára, hogy azok a táji flórák, amelyeket védünk, sokkal régebb óta lehetnek jelen a tájainkban, mint ahogy az elmúlt évtizedekben, a jelentősebb természetvédelmi stratégiák megalkotásakor gondolta a tudomány. A hosszabb távú lokális jelenlét esélye a tájon belüli és tájak közötti populációk nagyobb evolúciós távolságára hívja fel a figyelmet. Ennek két természetvédelmi következménye van: 1) az élőhelyrestaurációs célú fajterjesztések esetében nagyobb elővigyázatosságra van szükség a terjesztési távolság meghatározásában, tehát például a tájak közötti propagulumterjesztésnek komoly introgressziós kockázatai lehetnek; 2) az élőhelyek átalakulásával vagy megszűnésével (pl. cserjésedés, erdősödés, felszántás, beépítés) történő fajkipusztulások megelőzésére nagyobb hangsúlyt érdemes fektetni, mert ilyen esetekben akár több 10 ezer éves lokális evolúciós vonalakkal rendelkező populációk pusztulhatnak ki, melyek pótlására nincs lehetőség.

A fajok közötti priorizálás esetében a hipotézisnek két fontos üzenete lehet: 1) fontosabb azoknak a fajoknak a megvédése, amelyek régebb óta élhetnek a tájainkban, mert lokális populációik ősbibb, tájra egyedi evolúciós vonalat képviselhetnek; 2) azok a fajok, amelyek nagy eséllyel helyben túléltek az LGM-et, egy esetleges jövőbeli jégkorszakot is sikeresebben élhetnek túl helyben, ezért lokális állományaik megőrzése nem csupán a jelenlegi interglaciális végéig predikálható, hanem annál sokkal hosszabb jövőbe.

Összességében a hipotézis fő üzenete, hogy a tájak őshonos populációinak és ezek genetikai tisztaságának megőrzésére – még akár gyakoribb fajok esetében is –, nagyobb hangsúlyt érdemes fektetni, mert nagyon idős, a tájban régóta jelenlévő evolúciós vonalakat képviselhetnek.

A Peszéri-erdő történeti ökológiai elemzése alapján elmondható, hogy az erdőtömb a 19. században egy aprófoltos gyeperdő mozaik volt, és hogy ennek meghatározó szerepe lehetett a táji szinten is egyedinek tekinthető fajkészlet meglétében.

A gyepek lecsökkenésével párhuzamosan számos értékes faj kipusztult, és a megmaradt fajok zöme is napjainkban erdőszegélyekhez, tisztásokhoz kötődik. Mindezek alapján a történeti vizsgálat legfontosabb üzenete, hogy a Peszéri-erdő egyedi fajkészletének

megőrzésében kulcsszerepe van az aprófoltos gyep–erdő mozaikosságnak. Az utóbbi évek során – részben jelen vizsgálat hatására – számos helyen hoztak létre tisztásokat, és ezeken megkezdték a termőhelynek megfelelő gyepek rekonstrukcióját is a környező tájból származó propagulumok bevitelével (OAKEYLIFE projekt).

A történeti vizsgálat abban is segíthet, hogy a helyi természetvédelmi döntéshozatal történeti ívben tudjon rátekinteni a Peszéri-erdőre, és ne csupán a jelenlegi állapot értelmezéséből származzanak az ismeretei.

Számos esetből ismert, hogy az ökológiai rendszerek megőrzése nem egyszerű feladat, és egy megalapozott kezelési stratégia létrehozásához és megvalósításához egyszerre szükségesek általános elméleti, regionális és kifejezetten lokális ismeretek. A jelenlegi körülmények között az élőhelyek és fajok megőrzése egyre nagyobb kihívásnak látszik, de a tudományos vizsgálatok eszköztára jelenleg a korábbi időszakokénál jóval szélesebb (pl. digitális adatbázisok, hozzáférhető nemzetközi irodalom, pályázati finanszírozási lehetőségek), ezért szorgalmazzuk a regionális és lokális természetvédelmi tervezéshez a megalapozó kutatások még intenzívebb támogatását.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

5.1. Flórakontinuitás-hipotézis

(1.1) Kimutattam, hogy paleoökológiai és filogenetikai bizonyítékok alapján a legutóbbi glaciális maximumot (LGM) helyben túlélő fajok között nagyon eltérő ökológiai igényűek vannak jelen (pl. gyepi és erdei; hideg- és melegkedvelő; lágy- és fásszárú), mely alapján feltételezhető, hogy az LGM-et helyben túlélő teljes flóra is sokféle ökológiai preferenciájú fajból állhatott.

(1.2) A Kárpát-medencei LGM-kori klímához hasonló jelenlegi tájakban a gyepek és az erdők egyaránt lehetnek fajgazdagok, mely alapján feltételezhető, hogy a korábbi nézettel szemben a Kárpát-medence élőhelyeit is fajgazdagság jellemezte az LGM idején.

(1.3) A Magyarország jelenlegi őshonos flórájának klímaturését vizsgáló elemzés szerint a fajok 80,3%-a előfordul ma olyan – vagy alacsonyabb – éves középhőmérsékletű területen, mint amilyen Magyarország területén volt az LGM idején. Még a csapadék figyelembevétele és a biogeográfiailag távoli területek kizárása is magas klímaturési arányt eredményezett (62,3%; 76,8%). Az elemzés alapján feltételezhető, hogy Magyarország jelenlegi őshonos edényes flórájának nagy része potenciálisan képes tolerálni a terület LGM-kori klímáját.

(1.4) A Kárpát-medence jelenlegi őshonos edényes flórájának eredetéről alkotott korábbi nézetek (Posztglaciális rekolonizációs hipotézis) újraértékelése alapján egy új, alternatív hipotézist állítottam fel (Flórakontinuitás-hipotézis), mely szerint a Kárpát-medence jelenlegi őshonos edényes flórájának nagy része (kb. 75–85%) az LGM-et helyben élte túl, tehát őshonos fajaink többsége folyamatosan jelen lehetett a régióban a késő-pleisztocén és a holocén során.

5.2. Peszéri-erdő

(2.1) Elvégeztem a Peszéri-erdő elmúlt 250 éves múltjának történeti ökológiai feltárását, mely során elemeztem a terület használatának módjait és vegetációs átalakulásait. A Peszéri-erdő a legkorábbi források (18–19. század) alapján gyepes alapmátrixú erdőfolt-hálózat volt az erdészeti átalakítások előtt. A tisztások területének csökkenése már a 19. század közepén megindult. A gyepeket fokozatosan beerdősítették, a megmaradt tisztásokon az utóbbi évtizedekben intenzív cserjésedés zajlik, ezáltal a 19. század közepén még 40%-os arányú gyepkomponens mára 2,8%-ra csökkent le, az erdő-gyep szegélyek hossza pedig 88,9 km-ről 6,8 km-re csökkent.

(2.2) A 18–20. század során az uradalmi erdő tisztásain történő gyephasználat intenzitását nem lehet pontosan feltárni, de a szórványadatokból körvonalazható, hogy a környező táj gyepeinél enyhébben használhatták, legalább az erdő középső részét. Az

enyhébb használatnak kedvező hatása lehetett a gyepek fajkészletére, és hozzájárulhatott bizonyos fajok túléléséhez.

(2.3) A Peszéri-erdő elsődleges (értsd nem telepített) erdőállományát (tölgy, nyár, nyír erdőfoltok) a 18–19. században néhány évtizedes vágásfordulóval hasznosították. A rövid vágásforduló ugyan hozzájárulhatott a tisztások fennmaradásához, de az erdők erős kihasználását jelentette.

(2.4) A Peszéri-erdő 19. századból ismert egyedi fajkészletét a heterogén termőhely, a gyepes–erdős mozaikosság és az alacsonyabb intenzitású gyephasználat együttes megléte tette lehetővé. Az utoljára a 19. század végén, 20. század elején adatolt gyepi fajok kipusztulása mögött minden bizonnyal a tisztások beerdősítése állhat (pl. *Melanargia russiae*, *Onconotus servillei*, *Dracocephalum austriacum*).

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓS LISTA

6.1. Angol nyelven

- Molnár, Á. P., Demeter, L., Biró, M., Chytrý, M., Bartha, S., Gantuya, B. & Molnár, Zs. (2023): Is there a massive glacial–Holocene flora continuity in Central Europe? *Biological Reviews* 98(6): 2307–2319.
- Deák, B., Bede, Á., Rádai, Z., Dembicz, I., Apostolova, I., Batáry, P., ... Molnár, Á. ... & Valkó, O. (2023). Contribution of cultural heritage values to steppe conservation on ancient burial mounds of Eurasia. *Conservation Biology* 37(6): e14148.
- Demeter, L. *, Molnár, Á. P.*, Bede-Fazekas, Á., Öllerer, K., Varga, A., Szabados, K., Tucakov, T., 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.
- Gantuya, B., M. Biró, Á. Molnár, Á. Avar, A. Sharifian Bahraman, D. Babai, and Zs. Molnár. (2021): How Mongolian herders perceive ecological change in a “stable” landscape. *Ecology and Society* 26(2): 21.
- Demeter, L., Molnár, Á. P., 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.
- 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(4): 595–610.
- Gantuya, B., Avar, Á., Babai, D., Molnár, Á., & Molnár, Z. (2019). “A herder’s duty is to think”: landscape partitioning and folk habitats of Mongolian herders in a mountain forest steppe (Khuvsugul-Murun region). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 15(1): 54.
- Molnár Cs., Csathó A. I., Molnár Á. P. & Pifkó D. (2019): Amendments to the alien flora of the Republic of Moldova. *Studia Botanica Hungarica* 50: 225–240.
- Varga A., Molnár Zs., Biró M., Demeter L., Gellény K., Miókovics E., Molnár Á., Molnár K., Ujházy N., Ulicsni V. & Babai D. (2016): Changing year-round habitat use by extensively herded cattle, sheep and pigs in East-Central Europe between 1940 and 2014: Consequences for conservation management. *Agriculture Ecosystems & Environment* 234: 142–153.
- Babai D., Tóth A., Szentirmai I., Biró M., Máté A., Demeter L., Szépligeti M., Varga A., Molnár Á., Kun R., Molnár Zs. (2015): Do conservation and agri-environmental

regulations support effectively traditional small-scale farming in East-Central European cultural landscapes? *Biodiversity and Conservation* 24: 3305–3327.

6.2. Magyar nyelven

Molnár Á. P., Máté K. és Bánfi P.: „Nagyvizites módszertan” – Ökológiai koncepcióra, közös tudásalkotásra és visszatérő terepi egyeztetésekre épülő természetvédelmi élőhelykezelési gyakorlat a Körös Maros Nemzeti Parkban. *Természetvédelmi Közlemények* 31. Megjelenés alatt.

Molnár Á. P. (2022): A Kis-Sárrét aktuális növényzete. *Crisicum* 12: 7–39.

Molnár Á. P., Erdélyi A., Hartdéken J., Biró M., Pánya I. & Vadász Cs. (2022): Természetvédelmi célú történeti elemzés – A Peszéri-erdő elmúlt három évszázada. *Tájökológiai Lapok* 20(1): 73–105.

Molnár Á. P. & Demeter L. (2020): Egy Kárpát-medencei síkság–hegység flóragrádiens – A Tisza és a Bihar-csúcs közötti gyeppek jellemzése, zonációs és vegetációtörténeti kontextusba helyezése. *Crisicum* 11: 7–39.

Molnár Á. P. (2020): Javaslatok természetvédelmi gyeprekonstrukciók tervezéséhez két Körös–Maros közti védett terület példáján. *Crisicum* 11: 127–151.

Demeter L. & Molnár Á. P. (2020): Erdei lágyszárú fajok grádiense a Körös-vidék sík- és dombvidéki részén növényföldrajzi és vegetációtörténeti kitekintéssel. *Crisicum* 11: 41–69.

Erdélyi A., Hartdéken J., Molnár Á. P., Hajagos G. & Vadász Cs. (2019): A mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) finomléptékű elterjedésének vizsgálata archív és recens adatok alapján a Peszéri-erdőben. *Tájökológiai Lapok* 17(1): 75–84.

Molnár Á. P. (2018): A Hármaskörös hullámterének aktuális növényzete. *Crisicum* 10: 31–58.

Molnár Á. P. (2018): A Kígyósi-puszták aktuális növényzete. *Crisicum* 10: 59–105.

Molnár Á., Molnár Zs., Kotymán L. & Balogh G. (2016): A Csanádi-puszták növényzete és növényzeti változásai az elmúlt 10 évben. *Crisicum* 9: 37–63.

Molnár Á., Babai D., Széll A. & Biró M. (2016): A Dévaványai-Ecsegi puszták növényzete és növényzeti változásai az elmúlt 15 évben. *Crisicum* 9: 65–91.

Havel A., Molnár Á., Ujházy N., Molnár Zs. & Biró M. (2016): Zsiókások és nádasok legeltetése és egyéb használatai a Duna-völgyi szikes tavak területén a helyi emberek visszaemlékezései alapján. *Természetvédelmi Közlemények* 22: 84–95.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- Abafi-Aigner, L. (1902): Peszéri kirándulásaim. *Rovartani lapok* 9(4): 75–82.
- Andrews, J. T. (2009): Wisconsinan (Weichselian, Würm) Glaciation. In: Gornitz, V. (eds): *Encyclopedia of Paleoclimatology and Ancient Environments*. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Dordrecht. pp. 986–992.
- Anonymus (~1787): *Delineatio generalis sylva betularea, populis intermixtae praedii Pöszér* (S 168 - No. 32. Kunpeszér (Pest m., ma Bács-Kiskun m.)). Kéziratos térkép, Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest.
- Babos, I. (1958): Szemelvények a homoki akácok termőhelyvizsgálati eredményeiből. *Az MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei* 3–4: 381–398.
- Báldi, A. & Batáry, P. (2011): The past and future of farmland birds in Hungary. *Bird Study* 58(3): 365–377.
- Ballabár, A. (1835): Beszámoló a Peszéri kerületről. P-2178-F-1 1834–1836, Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest.
- Barnosky, A. D., Hadly, E. A., Gonzalez, P., Head, J., Polly, P. D., Lawing, A. M., et al. & Zhang, Z. (2017): Merging paleobiology with conservation biology to guide the future of terrestrial ecosystems. *Science* 355(6325): eaah4787.
- 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(3): 660–671.
- Blahausch, W. (1846): Forst-Karte über den zur k. k. Familie Herrschaft Peszér Wald (S 168 - No. 41. Kunpeszér (Pest m., ma Bács-Kiskun m.)), 1:5680. Kéziratos térkép. Magyar Nemzeti Levéltár Országos Levéltára, Budapest.
- Bódis, J., Biró, É., Nagy, T., Takács, A., Sramkó, G., Bateman, R. M., et al. & Molnár, V. A. (2019): Biological flora of central Europe *Himantoglossum adriaticum* H. Baumann. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 40: 125461.
- Borbás, V. (1900): *A Balaton flórája*. Kilián Frigyes M. K. Egyetemi. Könyvtár Bizománya, Budapest. 431 p.
- Borhidi, A. (1997): Gondolatok és kételyek: Az Ősmátra-elmélet. *Studia phytologica jubilaria* 161–188.
- Borhidi, A. (2004): Kerner és Rapaics szellemi örökségének tükröződése Magyarország növényföldrajzának mai megítélésében, különös tekintettel az Ősmátra-elméletre. *Tilia* 12: 199–226.
- Boros, Á. (1915–1972): *Florisztikai jegyzetek*. Kézirat, MTM Tudománytörténeti Tára, Budapest.
- Boros, Á. (1958): A magyar puszta növényzetének származása. *Földrajzi Értesítő* 7: 33–52.
- Chytrý, M., Danihelka, J., Ermakov, N., Hájek, M., Hájková, P., Kočí, M., Kubešová, S., Lustyk, P., Otýpková, Z., Popov, D., Roleček, J., Řezníčková, M., Šmarda, P. & Valachovič, M. (2007): Plant species richness in continental southern Siberia: effects of pH and climate in the context of the species pool hypothesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16(5): 668–678.
- Chytrý, M., Danihelka, J., Kubešová, S., Lustyk, P., Ermakov, N., Hájek, M., Hájková, P., Kočí, M., Otýpková, Z., Roleček, J., Řezníčková, M., Šmarda, P., Valachovič, M., Popov D. & Pišút, I. (2008): Diversity of forest vegetation across a strong gradient of climatic continentality: Western Sayan Mountains, southern Siberia. *Plant Ecology* 196(1): 61–83.
- Chytrý, M., Ermakov, N., Danihelka, J., Hájek, M., Hájková, P., Horsák, M., Kočí, M., Kubešová, S., Lustyk, P., Otýpková, Z., Pelánková, B., Valachovič, M. & Zelený, D. (2012): High species richness in hemiboreal forests of the northern Russian Altai, southern Siberia. *Journal of Vegetation Science* 23(4): 605–616.
- Chytrý, M., Horsák, M., Danihelka, J., Ermakov, N., German, D. A., Hájek, M., Hájková, P., Kočí, M., Kubešová, S., Lustyk, P., Nekola, J. C., Pavelková Řičánková, P., Preislerová, Z., Resl, P. & Valachovič, M. (2019): A modern analogue of the Pleistocene steppe-tundra ecosystem in southern Siberia. *Boreas* 48(1): 36–56.
- Cieślak, E. (2014): Phylogeography of pontic-pannonian species in Central Europe. *Polish Botanical Studies* 30: 1–53.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated): The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199–204.

- Czyzewski, Sz. et al.: In the last 20 million years European forest biome was covered by a mosaic woodland, likely shaped by large herbivores. *Megjelenés alatt.*
- Debreczy Zs. (1981): Növényvilág a Balaton körül. In: Illés I. (szerk.): Tavunk, a Balaton. Natura, Budapest. pp. 75–119.
- Demeter, L., Molnár, Á. P., Öllerer, K., Csóka, G., Kiš, A., Vadász, C., et al. & Molnár, Zs. (2021): Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation* 253: 108928.
- Erdélyi, A. & Hartdégén, J. (2022): Élőhelytérképezés a Peszéri-erdőben II. – Az élőhelyek változása a projektidőszak alatt. *Kutatási jelentés, OAKEYLIFE*, 104 p.
- Feurdean, A., Perşoiu, A., Tanţău, I., Stevens, T., Magyari, E. K., Onac, B. P., Marković, S., Andrić, M., Connor, S., Fărcaş, S., Gałka, M., Gaudeny, T., Hoek, W., Kolaczek, P., Kuneš, P., et al. & Zernitskaya, V. (2014): Climate variability and associated vegetation response throughout Central and Eastern Europe (CEE) between 60 and 8 ka. *Quaternary Science Reviews* 106: 206–224.
- Feurdean, A., Marinova, E., Nielsen, A. B., Liakka, J., Veres, D., Hutchinson, S. M., Braun, M., Timar-Gabor, A., Astalos, C., Mosbrugger, V. & Hickler, T. (2015): Origin of the forest steppe and exceptional grassland diversity in Transylvania (Central-eastern Europe). *Journal of Biogeography* 42(5): 951–963.
- Frivaldszky, I. (1859): Hazánk faunájára vonatkozó adatok és a puszta-peszéri erdő. *Magyar Tudós Társaság Évkönyvei* 9: 19–28.
- Frohawck, F. W. & Rothschild, H. N. Ch. (1912): Some Notes on the Life-history of *Melanargia japigia* subsp. *suwarovius*. *The Entomologist* 45: 237–241.
- Frohawck, F. W. & H. N. Ch. Rothschild (1913): Complementation of the Life-history of *Melanargia japigea* subsp. *suwarovius*. *The Entomologist* 46: 275–278.
- Gameiro, J., Franco, A. M., Catry, T., Palmeirim, J. M. & Catry, I. (2020): Long-term persistence of conservation-reliant species: Challenges and opportunities. *Biological Conservation* 243: 108452.
- Gurney, G. H. (1913): A Month's Collecting in Hungary. *The entomologist* 46: 158–164.
- Haraszthy, L. (2014): Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon. *Pro Vértes Közalapítvány*. 956 p.
- Hendrych, R. (1996): *Primula vulgaris* in der Slowakei und in den umliegenden Gebieten. *Preslia* 68: 135–156.
- Horváth, F., Dobolyi, Z. K., Morschhauser, T., Lőkös, L., Karas, L. & Szerdahelyi, T. (1995): Flóraadatbázis 1.2, Taxonlista és attribútum-állomány. MTA ÖBKI, Vácrátót.
- Illyés, E., & Bölöni, J. (2007). *Lejtősztyepek, löszgyepek és erdősztyeprétek Magyarországon*. MTA ÖBKI, Budapest. 236 p.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat, Bonn. 56 p.
- Janská, V., Jiménez-Alfaro, B., Chytrý, M., Divišek, J., Anenkhonov, O., Korolyuk, A., Lashchinskyi, L. & Culek, M. (2017): Palaeodistribution modelling of European vegetation types at the Last Glacial Maximum using modern analogues from Siberia: Prospects and limitations. *Quaternary Science Reviews* 159: 103–115.
- Járainé Komlódi M. (1995): *Pannon enciklopédia - Magyarország növényvilága*. Dunakanyar 2000, Budapest. 430 p.
- Járai-Komlódi, M. (2003): *Quaternary Vegetation History in Hungary*. Geographical Research Institute, Research Centre for Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences, Budapest. 76 p.
- Kajtoch, Ł., Cieślak, E., Varga, Z., Paul, W., Mazur, M. A., Sramkó, G. & Kubisz, D. (2016): Phylogeographic patterns of steppe species in Eastern Central Europe: a review and the implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 25(12): 2309–2339.
- Keith, D. A., Rodríguez, J. P., Brooks, T. M., Burgman, M. A., Barrow, E. G., Bland, L., et al. & Spalding, M. D. (2015): The IUCN red list of ecosystems: Motivations, challenges, and applications. *Conservation Letters* 8(3): 214–226.

- Kocsis, K. (szerk.) (2018): Magyarország Nemzeti Atlasza. Természeti környezet. Magyar Tudományos Akadémia, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földrajztudományi Intézet, Budapest. 187 p.
- Kolossváry, Sz. (1961): Adatok a kerekegyházi homokfásító kísérleti erdészet történetéből. Erdészeti kutatások 1–3: 241–273.
- Kun, A. (2018): Kétféle erdőhatár: Gondolatok a Turjánvidék vegetációjának történetéről, növényzeti gazdagságának okairól. – In: Korda M. (ed.): Természetvédelem és kutatás a Turjánvidék északi részén. Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatósága., Budapest. 253–270.
- Kun, R., Babai, D., Csathó, A. I., Vadász, Cs., Kálmán, N., Máté M. & Malatinszky, M. (2021): Simplicity or complexity? Important aspects of high nature value grassland management in nature conservation. *Biodiversity and Conservation* 30: 3563–3583.
- Kuneš, P., Pelánková, B., Chytrý, M., Jankovská, V., Pokorný, P. & Petr, L. (2008): Interpretation of the last-glacial vegetation of eastern-central Europe using modern analogues from southern Siberia. *Journal of Biogeography* 35(12): 2223–2236.
- Landbeck, L. (1843): Der Pöszérer-Wald und seine Bewohner. *Das Buch der Welt* 2: 164–169.
- Lauer, T. & Weiss, M. (2018): Timing of the Saalian- and Elsterian glacial cycles and the implications for Middle–Pleistocene hominin presence in central Europe. *Scientific Reports* 8: 5111.
- Magyari, E. K., Kuneš, P., Jakab, G., Sümegi, P., Pelánková, B., Schäbitz, F., Braun, M. & Chytrý, M. (2014): Late Pleniglacial vegetation in eastern-central Europe: Are there modern analogues in Siberia? *Quaternary Science Reviews* 95: 60–79.
- Makunina, N. I. & Parshutina, L.P. (2017): Floodplain steppe meadows of the Eastern part of the Altai-Sayan mountain region. *Vegetation of Russia* 30: 78–93.
- Molnár, Zs. & Biró, M. (1996): A Pitvarosi-puszták és környékük vegetáció-és tájtörténete a Középkortól napjainkig. *Natura Bekesiensis* 2: 65–97.
- Molnár, Zs. & Biró, M. (2010): A néhány száz évre visszatekintő, botanikai célú történeti tájökölógiai kutatások módszertana. *Földrajzi Tanulmányok* 5: 109–126.
- Molnár, Zs. (2014): Élőhelyek. In: Haraszthy, L. (szerk.): *Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon. Pro Vértes Közalapítvány*. pp. 749–934.
- Molnár, Á., Demeter, L., Fülöp, B., Csicsek, G., Nyári, L., Vadász-Besnyői, V., Koncz, P., Deák, M., Bódis, J., Sisák, I., Lestyán, Cs. J. & Vadász, Cs. (2017): Az észak-kiskunsági meszes homoki erdőössztyepp-komplex recens vegetáció-dinamikája. Poszter, XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger.
- Molnár, Á. P. (2019): A Turjánvidék Natura 2000 terület déli részének tájtörténeti elemzése. Duna–Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, Budapest. 159 p.
- Molnár, Á. P. (2021): A P19-111/2021 ikt.sz. kutatási jelentés. Kutatási jelentés, Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kecskemét.
- Molnár, Á. P. (2022): A Peszéri-erdő tájtörténeti forrásadatbázisa. Kézirat, Gödöllő. 942 p.
- Molnár, Á. P., Demeter, L., Biró, M., Chytrý, M., Bartha, S., Gantuya, B. & Molnár, Zs. (2023): Is there a massive glacial–Holocene flora continuity in Central Europe? *Biological Reviews* 98(6): 2307–2319.
- Molnár, Á. P., Máté, K., Bánfi, P.: „Nagyvizites módszertan” – Ökológiai koncepcióra, közös tudásalkotásra és visszatérő terepi egyeztetésekre épülő természetvédelmi élőhelykezelési gyakorlat a Körös-Maros Nemzeti Parkban. Természetvédelmi közlemények. Megjelenés alatt.
- Mühlenberg, M., Slowik, J., Samjaa, R., Dulamsuren, C., Gantigmaa, C. & Woyciechowski, M. (2000): The conservation value of West Khentii, North Mongolia: evaluation of plant and butterfly communities. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 45: 63–90.
- Németh, A., Mizsei, E., Laczkó, L., Czabán, D., Hegyeli, Z., Lengyel, Sz., et al. & Sramkó, G. (2024): Evolutionary history and systematics of European blind mole rats (Rodentia: Spalacidae: Nannospalax): Multilocus phylogeny and species delimitation in a puzzling group. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 190: 107958.
- Newing, H., Eagle, C.M., Puri, R.K. & Watson, C.W. (2011): *Conducting Research in Conservation. Social Science Methods and Practice*, Routledge, Abingdon. 376 p.

- Obrecht, I., Zeeden, C., Hambach, U., Veres, D., Marković, S. B. & Lehmkuhl, F. (2019): A critical reevaluation of palaeoclimate proxy records from loess in the Carpathian Basin. *Earth-science reviews* 190: 498–520.
- Orbán, I., Ónodi, G. & Kröel-Dulay, G. (2023): The role of drought, disturbance, and seed dispersal in dominance shifts in a temperate grassland. *Journal of Vegetation Science* 34(4): e13199.
- Page, R. D. M. (2016): The Plant List with literature. Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine, College of Medical, Veterinary and Life Sciences, University of Glasgow. Checklist dataset DOI: 10.15468/btkum2 accessed via GBIF.org on 2022-11-09.
- Palpurina, S., Wagner, V., von Wehrden, H., Hajek, M., Horsák, M., Brinkert, A., Hölzel, N., Wesche, K., Kamp, J., Hájková, P., Danihelka, J., Lustyk, P., Merunková, K., Preislerová, Z., Kočí, M., et al. Chytrý, M. (2017): The relationship between plant species richness and soil pH vanishes with increasing aridity across Eurasian dry grasslands. *Global Ecology and Biogeography* 26(4): 425–434.
- Pearce, E. A., Mazier, F., Normand, S., Fyfe, R., Andrieu, et al. & Svenning, J. C. (2023): Substantial light woodland and open vegetation characterized the temperate forest biome before *Homo sapiens*. *Science advances* 9(45): eadi9135.
- Pievani, T. (2014): The sixth mass extinction: Anthropocene and the human impact on biodiversity. *Rendiconti Lincei* 25: 85–93.
- Pigniczki, Cs., Nagy, T., Oláh, J., Nagy, G. G., Karcza, Z. & Schmidt, A. (2019): Breeding, dispersal, migration and conservation of the Black-winged Stilt (*Himantopus himantopus*) in Hungary. *Ornis Hungarica* 27(2): 1–19.
- Polyakova, M.A., Dembicz, I., Becker, T., Becker, U., Demina, O.N., Ermakov, N., Filibeck, G., Guarino, R., Janišová, M., Jaunatre, R., Kozub, L., Steinbauer, M.J., Suzuki, K. & Dengler, J. (2016): Scale- and taxon-dependent patterns of plant diversity in steppes of Khakassia, South Siberia (Russia). *Biodiversity and Conservation* 25: 2251–2273.
- Rackham, O. (1986): *The History of the Countryside: The full fascinating story of Britain's landscape*. J.M. Dent & Sons Ltd., London. 446 p.
- Rakoncay, Z. (2002): *Természetvédelem. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest*. 330 p.
- Rands, M. R., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H., Clements, A., Coomes, D., et al. & Vira, B. (2010): Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. *Science* 329(5997): 1298–1303.
- Rapaics R. (1918): Az Alföld növényföldrajzi jelleme. *Erdészeti Kísérletek* 21: 1–164.
- Sabatini, F.M., Jiménez-Alfaro, B., Jandt, U., Chytrý, M., et al. & Bruehlheide, H. (2022): Global patterns of vascular plant alpha diversity. *Nature Communications* 13: 4683.
- Soó R. (1964): *A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve I. Akadémiai Kiadó, Budapest*. 589 p.
- Standovár, T. & Primack, R. B. (2001): *A természetvédelmi biológia alapjai*. Nemzeti Tankönyvkiadó. 542 p.
- Sümegei, P., Molnár, M., Jakab, G., Persaits, G., Majkut, P., Páll, D. G., et al. & Töröcsik, T. (2011a): Radiocarbon-dated paleoenvironmental changes on a lake and peat sediment sequence from the central Great Hungarian Plain (Central Europe) during the last 25,000 years. *Radiocarbon* 53(1): 85–97.
- Sümegei, P., Lócskai, T. & Hupuczi, J. (2011b): Late Quaternary palaeoenvironment and palaeoclimate of the Lake Fehér (Fehér-tó) sequence at Kardoskút (South Hungary), based on preliminary mollusc records. *Open Geosciences* 3(1): 43–52.
- Sümegei, P., Persaits, G. & Gulyás, S. (2012): Woodland-grassland ecotonal shifts in environmental mosaics: lessons learnt from the environmental history of the Carpathian Basin (Central Europe) during the Holocene and the last ice age based on investigation of paleobotanical and mollusk remains. In: *Myster, R. W. (ed.): Ecotones Between Forest and Grassland*. Springer, New York. pp. 17–57.
- Sümegei, P., Náfrádi, K., Molnár, D. & Sávai, S. (2015): Results of paleoecological studies in the loess region of Szeged-Óthalom (SE Hungary). *Quaternary International* 372: 66–78.
- Sümegei, P., Molnár, D., Náfrádi, K., Makó, L., Cseh, P., Töröcsik, T., Molnár, M. & Zhou, L. (2022): Vegetation and land snail-based reconstruction of the palaeoecological changes in the forest steppe ecoregion of the Carpathian Basin during last glacial warming. *Global Ecology and Conservation* 33: e01976.

- Vadász, Cs. (2015): A természetvédelmi célú élőhelykezelés irányelvei és gyakorlata a védett gyepeken. In: Iványosi-Szabó, A. (szerk.): A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság negyven éve, Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság, Kecskemét. pp. 301–311.
- Vadász, Cs., Máté, A., Kun, R. & Vadász-Besnyői, V. (2016): Quantifying the diversifying potential of conservation management systems: An evidence-based conceptual model for managing species-rich grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 234: 134–141.
- Vángel, J. (1885): Metelka Ferencz életrajza (1814–1885). *Rovartani Lapok* 2(7): 129–133.
- Véssey, F. (1881): A cs. és kir. család ráczkevei uradalma futóhomok-területének erdősítése. *Erdészeti Lapok* 20(5): 329–337.
- Willner, W., Moser, D., Plenk, K., Acić, S., Demina, O. N., Höhn, M., Kuzemko, A., Roleček, J., Vassilev, K., Vynokurov, D. & Kropf, M. (2021): Long-term continuity of steppe grasslands in eastern Central Europe: Evidence from species distribution patterns and chloroplast haplotypes. *Journal of Biogeography* 48(12): 3104–3117.
- Zólyomi, B. (1942): A középdunai flóraválasztó és a dolomitjelenség. *Botanikai Közlemények* 39(5): 209–231.

Első Katonai Felmérés, Magyarország (1782–1785). Arcanum Adatbázis Kft., Österreichisches Staatsarchiv, <https://maps.arcanum.com/hu/map/firstsurvey-hungary>

Második Katonai Felmérés, Magyar Királyság (1819–1869). Arcanum Adatbázis Kft., Österreichisches Staatsarchiv, <https://maps.arcanum.com/hu/map/secondsurvey-hungary>

LIDAR felvétel 2020: A Peszéri-erdő digitális domborzatmodellje. Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóság. Kataszteri térképek, Habsburg Birodalom (XIX. század). Arcanum Adatbázis Kft., <https://maps.arcanum.com/hu/map/cadastral>

http1: <https://www.cesm.ucar.edu/models/ccsm4.0/ccsm/>

http2: <https://www.gbif.org/>

http3: <https://climatecharts.net/>

http4:

<https://onlinelibrary.wiley.com/action/downloadSupplement?doi=10.1111%2Fbrv.13007&file=brv13007-sup-0003-AppendixS3.xlsx>