

# Vetőmageredet jelentősége a természet-helyreállítási gyakorlatban: érvek és ellenérvek a hazai szabályozás tükrében<sup>+</sup>

Török Katalin<sup>1\*</sup>, Valkó Orsolya<sup>2</sup> és Deák Balázs<sup>2</sup>

<sup>1</sup> HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, Restaurációs Ökológiai Kutatócsoport, 2163 Alkotmány út 2–4, Vácrátót

<sup>2</sup> HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, 'Lendület' Vegetáció és Magbank Dinamikai Kutatócsoport, 2163 Alkotmány út 2–4,

\*E-mail: [torok.katalin@ecolres.hu](mailto:torok.katalin@ecolres.hu)

**Összefoglaló:** Az ENSZ „ökoszisztémák helyreállításának évtizede” világszerte új lendületet adott az élőhely-restaurációs projekteknek. Bár általános egyetértés van azzal kapcsolatban, hogy szabályozni kell a restaurációs célokra használt honos fajok magjainak transzferjét, sok esetben a magok származásával kapcsolatos vita nehézségeket okoz a gyakorlati megvalósításban. Vizsgálatunkban elemeztük a helyi és távoli forrásból származó magok használatának előnyeit, hátrányait, valamint felmértük a hazai restaurációval foglalkozó kutatók, gyakorlati szakemberek és más természetvédelmi területen dolgozó kutatók véleményét a kérdésről. A további kutatások és az azonnali beavatkozások prioritásával kapcsolatos attitűdök jelentősen eltértek a kutatók és a gyakorlati szakemberek körében. Eredményeink alapján javaslatot tettünk egy döntéstámogató keretrendszerre, amely segíthet a konszenzus kialakításában.

**Kulcsszavak:** magvetés, ökológiai helyreállítás, reaktív-proaktív antagonizmus, szaporítóanyag-forrás, származási hely, vetőmagbeszerzés

## Bevezetés

A restaurációs ökológiai kutatásoknak jelentős szerepe van a globális és európai léptékű természet-helyreállítási célok megvalósításában, hiszen csak a létező legjobb tudás alapján tervezett beavatkozások vezethetnek a hosszú távú célok fenntartható megvalósulásához (Gann *et al.* 2019). A biodiverzitás csökkenésének visszafordítása érdekében a Biodiverzitás Egyezmény 2020. évet követő tervei szerint a degradált területek 30%-át kellene helyreállítani 2030-ig. Az EU-s célok ehhez illeszkedve még erőteljesebb vállalásokat fogalmaznak meg, ami

+A cikk az alábbi angol nyelvű cikk magyar nyelvű utánközlése / This article is a republication of the following English article in Hungarian: Török, K., Valkó, O., Deák, B. (2024): Ecosystem restoration with local or broad seed provenancing: Debates and perceptions in science and practice. *Biological Conservation* 293: 110535.

összhangban van az IPBES (2018) által megfogalmazott Fenntartható Fejlődési Célokkal, amelynek számos eleme csak az élővilág állapotának javításával érhető el. A restaurációs beavatkozások nagy léptékben való alkalmazása elengedhetetlen a tervek megvalósítása érdekében, ehhez pedig legtöbb esetben a honos növények telepítésén keresztül vezet az út. Az élőhely-helyreállítás tervezéséhez számos útmutató és tudományos alapokon nyugvó protokoll létezik (pl. Gann *et al.* 2019), ezek alkalmazása azonban a gyakorlatban sokszor nehezen kivitelezhető. Számos régióban különösen a honos fajok helyi forrásból (a restaurálni kívánt szűkebb régióból) származó propagulumainak beszerzése ütközik nehézségekbe (Ladouceur *et al.* 2018). A szakmai vita a tudományos elvárás és a gyakorlati kivitelezhetőség között talán a magok származásának kérdésével kapcsolatban a leginkább kiélezett, ami hatással lehet a beavatkozások tervezésére is (Cevallos *et al.* 2020).

A propagulumeredet restaurációra kifejtett hatásának kutatása többnyire az ökológiai kérdésekre fókuszál, ugyanakkor szükség lenne például a társadalmi, gazdasági és gazdálkodási szempontok figyelembevételére is (Pandit *et al.* 2020). A helyreállítási projektek hatékonyságának és az elért célok fenntarthatóságának javítása érdekében intenzívebb együttműködésre lenne szükség a kutatók és a gyakorlati szakemberek között (Gann *et al.* 2019).

Tanulmányunkban először ismertetjük a magforrások származására vonatkozó szakmai vita jelenlegi állását, valamint az egyes megközelítésekkel kapcsolatos előnyöket és hátrányokat. Ezt követően egy az érintettekre fókuszáló felmérés eredményeit mutatjuk be, amelyet a hazai, ökológiai restaurációval foglalkozó kutatók, gyakorlati természetvédők és más természetvédelmi szakértők bevonásával végeztünk el. A felmérés eredményeinek tükrében bemutatjuk a magtranszfer aktuális hazai szabályozását, és egy egyszerű döntéstámogató rendszer felállítását javasoljuk a propagulumeredetre vonatkozóan. Jelen tanulmányunkkal a gyakorlat és a kutatás közötti szinergiákra és lehetséges konfliktusokra kívánunk rávilágítani a jövőbeni együttműködések előmozdítása, valamint a propagulumszármazási útmutatók, szabályozások finomhangolása érdekében.

### *Viták a propagulumeredet körül*

A fajok restaurációs célú transzlokációja esetén az áttelepítés sikere nagymértékben függ a propagulumok forrásától (Hancock és Hughes 2012). Ellentmondásos eredmények születtek a helyi és a távoli eredetű források előnyei és hátrányai tekintetében. Ebben a tanulmányban a magforrások esetében a „helyi” szót a propagulum eredetére vonatkoztatjuk, és azokban az esetekben alkalmazzuk, amikor a célélőhely közvetlen környezetéből (néhány kilométeren belülről) származnak a magok. A „távoli eredet” cikkünkben minden olyan esetre

vonatkozik, amikor a magok „nem helyi” származásúak (Nolan *et al.* 2020). Nem teszünk különbséget a vetőmag származási régió belüli vagy kívüli eredete között (Cevallos *et al.* 2020). A hagyományos megközelítés – az elővigyázatosság elvét alkalmazva – a helyi propagulumforrásokat (a továbbiakban: magokat) részesíti előnyben, abban az esetben, ha azok rendelkezésre állnak (Gann *et al.* 2019). Ennek fő indoka az, hogy a populációk alkalmazkodnak a lokális környezethez, és emiatt feltételezhető, hogy a helyi (regionális) genotípusok rendelkeznek a legmagasabb túlélési eséllyel a helyreállított helyen (Bucharova *et al.* 2017). Azonban figyelembe kell venni azt is, hogy a kis egyedszámú helyi populációkra jellemző alacsony genetikai variabilitás és a beltenyésztéses leromlás csökkentheti ennek a megközelítésnek a megvalósíthatóságát (Bucharova *et al.* 2019). A helyi származású magok alkalmazásánál felmerül az a probléma is, hogy nem veszi figyelembe a klímaváltozás hatásait. Egyre több szakirodalom szorgalmazza, hogy nagyobb genetikai változatosságot kell bevonni az éghajlatváltozással szemben ellenálló közösségek helyreállítására (Broadhurst *et al.* 2017, Hancock *et al.* 2020). Ugyanakkor a távoli eredetű magok a helyi viszonyokhoz kevésbé adaptálódott populációt eredményezhetnek, és emellett a természetes genetikai struktúra fennmaradását is veszélyeztethetik (Bischoff *et al.* 2010). Alkalmazásuk a helyi állományok leromlásához vezethet azokban az esetekben, amikor a keresztezett populációkból származó utódok fitnesze – és így túlélési esélye – csökken (Gann *et al.* 2019).

Megoldásként számos országban származási régiókat, ún. magtranszferzónákat alakítottak ki (Durka *et al.* 2017). A zónarendszer egy általános szabályozást jelent, ami fajspecifikus genetikai információ hiányában is alkalmazható (Hancock *et al.* 2020). A magtranszferzónákat többnyire a biogeográfiai és a vegetációs régiók határvonalai alapján határozták meg (Bower *et al.* 2014, Cevallos *et al.* 2020). Annak ellenére, hogy a legtöbb szereplő egyetért a vetőmagtranszfer szabályozásának szükségességét illetően (Prober *et al.* 2015, Höfner *et al.* 2022), a „helyi versus távoli eredetű magtranszfer” vita továbbra is fennáll (Bucharova *et al.* 2017, 2019, Hancock *et al.* 2020). Ezek a viták bizonyos esetekben megkérdőjelezhetik vagy kísérletethetik a helyreállítási beavatkozások végrehajtását.

A honos fajok vetőmagjainak beszerzése a legtöbb országban sok esetben nehézségekbe ütközik (De Vitis *et al.* 2017), ami az „eredetvitát” is befolyásolhatja. Általánosan jellemző mind az élőhelyek vázfajai, mind a kísérőfajok esetében a helyi forrásból származó vetőmag hiánya (Jalonen *et al.* 2018, Schmidt *et al.* 2019, Goldsmith *et al.* 2022). A táj nagy fokú átalakulásának és fragmentáltságának köszönhetően jellemző a természetes/féltermészetes élőhelyek mint potenciális magforrások csökkenése, így a helyi/regionális származás alkalmazása gyakran kihívást jelent (Jalonen *et al.* 2018). Ezenfelül a természetes állományokban

történő maggyűjtés veszélyeztetheti a természetes és féltermészetes élőhelyeket, egyrészt amiatt, hogy nagy mennyiségű propagulumot távolítanak el az élőhelyről, és így a természetes felújulás akadályoztatva van, másrészt mert így idővel a természetes állományok genetikai sokfélesége is kimerülhet (Hancock *et al.* 2020, Pedrini *et al.* 2020). A honos vetőmagpiacok igen szűkösek, és olyan nehézségekkel terheltek, mint például a szigorú vetőmagminőségi előírások az EU-ban (Abbandonato *et al.* 2017); a vetőmagok iránti változó kereslet, ami kiszámíthatatlan piacot eredményez; valamint az ökológiai szempontból nem megfelelő fajok olcsó, kereskedelmi magkeverékeinek széles körű elérhetősége. A számos őshonos növényfaj szaporítási technológiájával kapcsolatos tudáshiány további terhet jelent a termesztőknek (De Vitis *et al.* 2017, Kettenring és Tarsa 2020).

#### *Érintett-elemzés és módszerei*

A magszármazási kérdésekkel kapcsolatos útmutatók gyakorlatban való alkalmazásának nehézségeire számos kutatás világított rá, amelyek a restaurációban érdekelt ágazatok képviselőinek attitűdjeit elemezték (Hancock és Hughes 2012, Nunes *et al.* 2016, De Vitis *et al.* 2017, Jalonen *et al.* 2018, Hancock *et al.* 2020). Ezek a kihívások veszélyeztethetik a helyreállítás eredményességét, és akadályozhatják a vállalt restaurációs célok elérését (Gibson-Roy *et al.* 2021a, 2021b). Az őshonos vetőmagpiac helyzetének javítására alakult meg az Európai Honos Vetőmagtermelők Szövetsége (ENSPA; [http1](http://1)), amely az ökológiai helyreállítás szabványait alkalmazza ([http2](http://2)). Ezek a szttenderdek hazánkban még nem váltak gyakorlattá, annak ellenére, hogy például a gyepi élőhelyek regionális szinten is kiemelkedő természetvédelmi jelentőséggel bírnak, és a klímaváltozással egyre nőni fog az igény a megőrzésükre és restaurációjukra (Török *et al.* 2018). Kezdeti erőfeszítések ugyan történtek tudományos alapú magtranszferzónák kialakítására (Cevallos *et al.* 2020) és a zónák alkalmazhatóságának kísérletekkel való tesztelésére (Cevallos *et al.* 2021), de a honos vetőmagellátás gyakorlati kérdéseit eddig nem vették figyelembe sem a gyakorlatban, sem a jogalkotásban. A magyarországi helyzet jól példázza az elégtelen magtermesztési kapacitásokat és a származással kapcsolatos egyéb nehézségeket, amelyek Európa legtöbb országában és Európán kívül is jellemzőek (Ladouceur *et al.* 2018, Pedrini *et al.* 2023). A jelenlegi hazai szabályozás azzal is terhelt, hogy magtranszferrégiókként az adminisztratív régiókat (NUTS2) írja elő (VM 2012).

A honos vetőmagpiac fejlődésének előmozdítása érdekében ezt a kérdést egy érintett-elemzés keretében vizsgáltuk, amelyben magyar restaurációs ökológus kutatók, ökológiai helyreállítással foglalkozó szakemberek és más, a természetvédelem iránt érdeklődő biológus szakértők véleményét kérdeztük

meg a 13. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencián a témának dedikált szekcióban (2022. augusztus 29-én). Felmérésünkben hangsúlyt fektettünk a válaszadói csoportok (kutatók, gyakorlati szakemberek és egyéb szakértők) véleménykülönbségeinek feltárására. A szekció 40 résztvevője közül 30 fő (75%) a munkája során már szembesült a magszármazás kérdésével. Egy rövid bevezető, valamint a helyi és a távoli származás előnyeinek és hátrányainak ismertetése után arra kértük a résztvevőket, hogy címszavakban írják le véleményüket a helyi és a távoli eredetű magok alkalmazásával kapcsolatban, valamint a kutatás és a gyakorlat legfontosabb jövőbeli irányairól. A válaszadók három csoportjának válaszait elkülönítettük, a vélemények névtelenek voltak. A workshop résztvevői közül 14 vallotta magát restaurációs ökológus kutatónak („kutató”), 11 restaurációval foglalkozó gyakorlati szakembernek („gyakorlati szakember”), és 15 egyéb természetvédelmi szakértőnek („egyéb szakértő”).

Az összegyűjtött válaszokhoz kulcsszavakat rendeltünk (a jelen cikk három szerzője egymástól függetlenül). Ezt követően több közös megbeszélés során elkészítettük a kulcsszavak konszenzusos listáját, amely összesen 20 kulcsszót tartalmazott (1. ábra). Az egyes véleményeket -2-től +2-ig terjedő spektrumon osztályoztuk, amely leírja i) a származást: -2-t a kizárólag helyi származásról szóló véleményekhez, +2-t pedig a távoli eredetet támogató véleményekhez rendeltünk; és ii) a kutatás prioritását a cselekvéssel szemben: -2-t azokhoz a véleményekhez rendeltünk, amelyek további kutatásokat sürgetnek a restaurációs beavatkozások előtt, és +2-t a helyreállítási tevékenységeket sürgető véleményekhez. A kulcsszavak teljes listáját, az eredeti véleményeket és az ezekhez rendelt pontszámokat az 1., 2., 3. Függelékben adjuk közre.

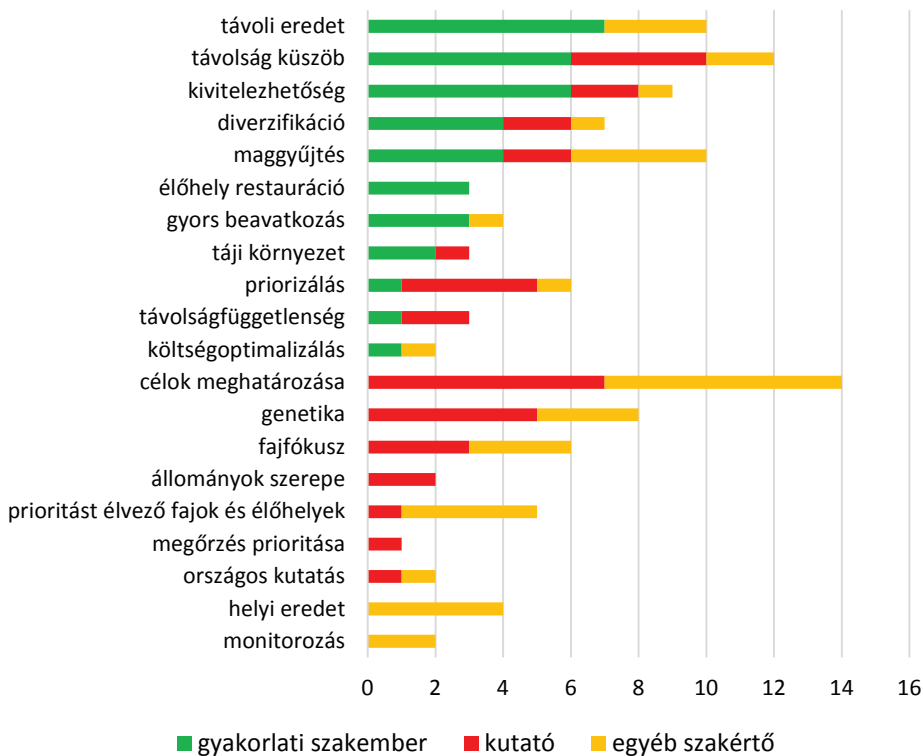
A válaszadói vélemények fő tendenciáinak megjelenítéséhez nemmetrikus multidimenziós skálázást (NMDS) alkalmaztunk SQRT Jaccard bináris távolsággal, ahol egy adott személyhez rendelt kulcsszavak összességét értelmeztük egy adatként. Annak érdekében, hogy az egy-egy csoportra jellemző kulcsszavakat is meg tudjuk jeleníteni, a kulcsszavakat ráskáláztuk az ordinációs ábrára. Két véleményt (Egyéb szakértő\_6, Egyéb szakértő\_15; C Függelék) el kellett távolítanunk az ordinációból, mivel ezen vélemények csak a monitorozás fontosságát említették, és nem volt egyéb közös kulcsszavuk más válaszadókkal. Ily módon ez a két adatpont egy különálló klasztert alkotott, és emiatt az összes többi adatpont egyetlen kompakt csoportba került, elfedve a válaszokban fellelhető különbségeket. Az ordinációhoz a CANOCO 5.0 programot használtuk (ter Braak és Šmilauer 2012).

## Eredmények

Felmérésünk a „kutatók” és a „gyakorlati szakemberek” jelentősen eltérő véleményét tárta fel a vetőmag eredetével, illetve a jövőbeli irányok fontosságával kapcsolatban, míg az „egyéb szakértők” véleménye átfedett a két előző csoporttal (1. ábra). A kutatók elsősorban a kutatáson alapuló ökológiai ismeretek fontosságát hangsúlyozták a tervezés során: a *célok meghatározását*, a *genetikai ismeretek felhasználását* és a *fajfókusz* (pl. ritka fajok). Azonban ritkán vették figyelembe a gyakorlati szempontokat és a módszertani korlátokat, mint például a *költségoptimalizációt*, a *kivitelezhetőséget* és a *távoli eredet* megfelelőségét; így véleményük eltolódott a kutatásorientált szemlélet felé, és kevésbé tartották fontosnak a gyors beavatkozást. Azon válaszadók száma, akik elfogadhatónak tartották a *távoli eredetet* (+2 érték), a kutatók esetében nulla, a gyakorlati szakemberek esetében pedig magas (7 fő; 64%). Azok a gyakorlati szakemberek, akik sokszor szembesülnek a terepi nehézségekkel, inkább a hatékony gyakorlati megvalósításhoz kapcsolódó kulcsszavakat említették, mint például a *távoli eredet*, *kivitelezhetőség*, *táji környezet* és *gyors beavatkozás*, így nyitottabbak voltak arra, hogy kompromisszumot kössenek a reális lehetőségek és a vetőmagbeszerzési irányelvek között. A *prioritást élvező fajok és élőhelyek*, valamint a *fajfókusz* kevésbé volt fontos a gyakorlati szakemberek számára. A *maggyűjtés* fontosságát mindhárom csoport említette. Meglepő módon a *helyi eredet* preferálását csak az egyéb szakértők említették (2 fő; 13%).

Az ordináció feltárta a kulcsszavak és azok erőssége közötti kapcsolatot a származási (helyi–távoli) és a kutatás–beavatkozás prioritások mentén (2. ábra). A kutatók és a gyakorlati szakemberek esetében egyértelmű volt a vélemények eltérő mintázata. Azt is megállapítottuk, hogy az egyéb szakértők válaszai a két csoport között helyezkedtek el. A *gyors beavatkozás*, a *távoli eredet*, a *kivitelezhetőség* és a *költségoptimalizáció* az első ordinációs tengely pozitív oldalára kerültek, főként a gyakorlati szakemberek véleményét lefedve, míg a *célok meghatározása*, a *priorizálás*, a *fajfókusz*, a *prioritás fajok és élőhelyek* kulcsszavak a másik végleten pedig a kutatók és egyéb szakemberek elképzeléseit képviselték. A második ordinációs tengely a szélső pozíciókban reprezentálta a *távolságfüggetlenséget* és a *helyi eredetet*. Ugyanakkor fontos kihangsúlyozni, hogy a restauráció sikeréhez tudományos és gyakorlati ismeretekre egyaránt szükség van. Elemzésünkben feltártunk bizonyos közös pontokat, amelyekre a jövőbeni együttműködés építhető, mint például a *maggyűjtés* fontossága, és a *diverzifikáció*.

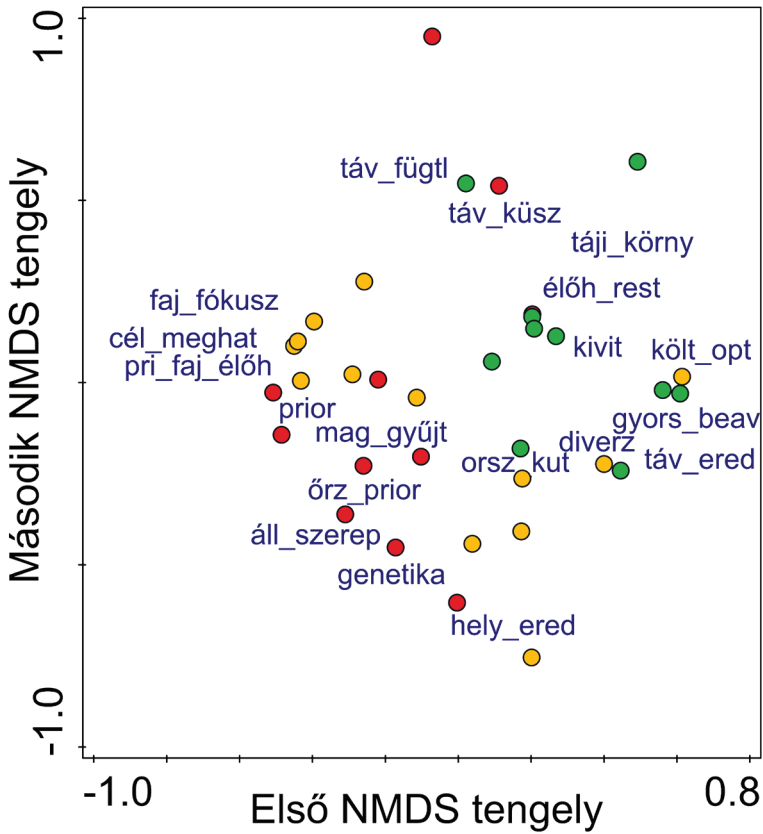
## Kulcsszavak szavazatszama a csoportokban



**1. ábra.** A kulcsszavak említési gyakorisága (szavazatszama) a válaszadók három csoportjára vonatkozóan: kutatók, gyakorlati szakemberek, és a téma iránt érdeklődő egyéb szakértők.

## Diszkusszió és javaslatok

Honos gyepekre jellemző fajok telepítése egyre nagyobb léptékben történik hazánkban is, de a magok beszerzési nehézségeivel és azok megoldásával kapcsolatban kevés az ismeretünk, csak szűk szakmai körökön belül próbálkoznak a megoldással. Ez a tanulmány egyedülálló abban a tekintetben, hogy mérhető módon összehasonlítja a különböző természetvédelmi elköteleződésű érintett szakemberek véleményét egy a restaurációs gyakorlatot alapjaiban érintő kérdésről. A megkérdezettek kis száma ellenére jól látszik, hogy a helyi vagy távolabbi eredetű magtranszfer tekintetében a kutatók és a gyakorlati, illetve egyéb természetvédelmi szakemberek hogyan vélekednek. A jelenlegi hazai magtranszfer-szabályozás számos nehézséggel küzd (amelyeket itt nem részletezünk), azonban az adminisztratív régiók alkalmazása a magok



**2. ábra.** A kulcsszavakkal készült ordináció eredménye a -2-től +2-ig terjedő spektrumon skálázva, amely leírja a származás és a kutatás–cselekvés prioritását. A piros körök az ökológiai helyreállítással foglalkozó kutatókat, a zöld körök a gyakorlati szakembereket, a narancsszínű körök pedig az egyéb szakértők véleményét mutatják. A sajátérték az első tengely esetében 0,542, a második tengely esetében pedig 0,307 volt. A modell által magyarázott kumulatív százalékos variancia az első tengely esetében 54,24%, a második tengely esetében 84,98% volt. A kulcsszavak rövidítése: áll\_szerep – állományok szerepe; cél\_meghat – célok meghatározása; diverz – diverzifikáció; élőh\_rest – élőhely-restauráció; pri\_faj\_élőh – prioritást élvező fajok és élőhelyek; faj\_fókus – fajfókusz; genetika – genetika; gyors\_beav – gyors beavatkozás; hely\_ere – helyi eredet; kivit – kivitelezhetőség; költ\_opt – költségoptimalizálás; mag\_gyűjt – maggyűjtés; őrz\_prior – megőrzés prioritása; orsz\_kut – országos kutatás; prior – priorizálás; táji\_körny – táji környezet; táv\_ered – távoli eredet; táv\_fügl – távolságfüggetlenség; táv\_küsz – távolságküszöb.



eredetének szabályozására mindenképpen felülvizsgálandó (VM 2012). Egymás véleményének és motivációjának megismerése hozzájárulhat a szükséges cselekvéstámogató tudás közös létrehozásához („actionable knowledge”; Lhoest *et al.* 2024), és a későbbiekben a szabályozás finomhangolásához.

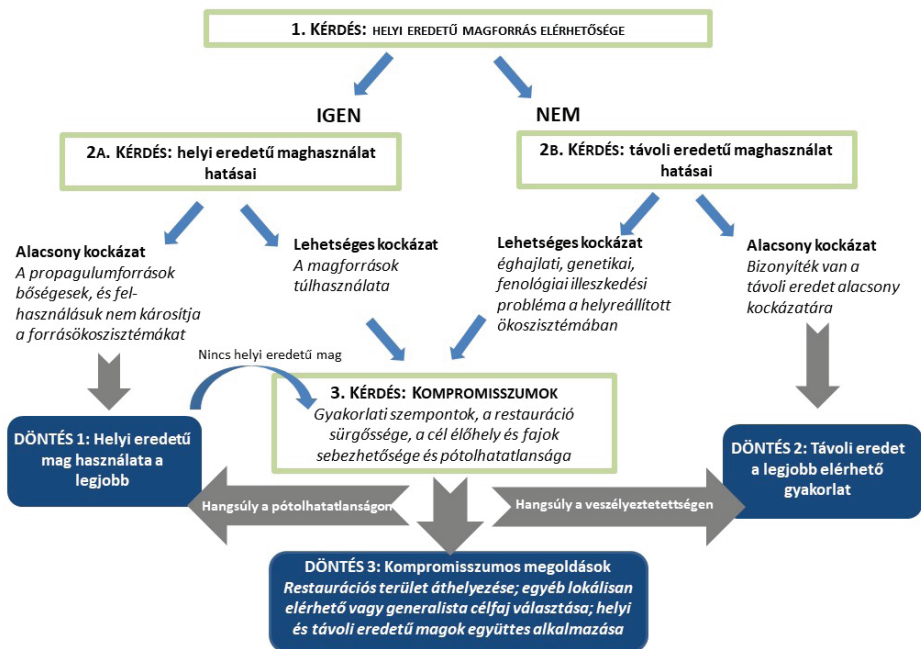
Tanulmányunk további újdonsága, hogy – más szerzőkkel ellentétben – nemcsak egy csoport véleményét gyűjtöttük össze, és nem feleletválasztós kérdéseket használtunk (Hancock és Hughes 2012, Nunes *et al.* 2016, De Vitis *et al.* 2017), hanem szabad szöveget, amivel a válaszadók legfontosabbnak tartott önálló gondolatait tudtuk megjeleníteni. Az ismertetett irodalmi hivatkozásokban az elemzések olyan országokban történtek, ahol a magyarországihoz képest fejlettebb a honos vetőmagpiac. Ezeket a tanulmányokat kiegészítve vizsgáltunk egy eddig kevésbé kutatott helyzetet, tekintettel arra, hogy esetünkben az értékelt vélemények egy olyan országban dolgozó szakemberektől származnak, ahol korlátozott a vetőmagellátás. Ez a helyzet Magyarországon kívül számos más országra is jellemző (Ladouceur *et al.* 2018, León-Lobos *et al.* 2020).

A tudomány és a gyakorlat közötti együttműködés előmozdítása rendkívül fontos, különösen amikor globális, európai és nemzeti szinten is nagyszabású helyreállítási célokat mérlegelünk. Az ENSZ által kihirdetett ökoszisztéma-helyreállítás évtizedének (2021–2030) második alapelve a széles körű elkötelezettség, beleértve a helyi szakemberek bevonását is (FAO *et al.* 2021). Az EU 2030-ig szóló biodiverzitás-stratégiája még ambiciózusabb, és egy jogilag kötelező erejű természet-helyreállítási törvényre (EC 2022) törekszik, amelyet az Európai Parlament 2023. július 11-én elfogadott (2024. augusztus 18-án életbe lépett). Fontos látni, hogy a restaurációs tervek és egyéb társadalmi, gazdasági szempontok a területhasználat terén ellentétben állhatnak egymással. Annak érdekében, hogy a természet-helyreállítás az eddiginél szélesebb körben megvalósulhasson, a kutatók és gyakorlati szakemberek között konszenzust kellene kialakítani. Eredményeinkből látható, hogy az egyetértés még nem valósult meg a magtranszfer optimális szabályozásának tekintetében, pedig ez a restauráció kivitelezését – és végső soron eredményességét – nagymértékben befolyásolja (Jalonen *et al.* 2018, Barak *et al.* 2022).

Felmérésünk eredményei rámutattak arra, hogy mennyire másképp vélekednek az ökológus kutatók és a természetvédelmi gyakorlatban dolgozó restaurációs szakemberek: az előbbieket szigorúbbak a propagulumeredet tekintetében, és még további kutatásokat szorgalmaznak, míg a gyakorlati szakértők a távolabbi eredetet is elfogadják, és mielőbbi beavatkozást sürgetnek a biodiverzitás további csökkenésének kompenzálására. Az egyéb természetvédelmi szakértők a két vélemény között fogalmazzák meg prioritásaikat. A vélemények ismeretében és

a szakirodalom alapján egy háromlépcsős döntéstámogató rendszert javasolunk a mageredettel kapcsolatos tervezéshez (3. ábra).

A keretrendszer legfontosabb eleme, hogy a legjobb döntés meghozatalához a természetvédelmi szakemberek és kutatók eltérő szakértelmére egyaránt szükség van. Gyakori helyzet, amikor a magok helyi vagy távoli eredete eltérő szinteken eredményezhet kockázatot a restauráció eredményére vagy egy adott populáció túlélésére vonatkozóan a döntéstámogatás harmadik szintjén. A kockázatelemzés a különböző érintettek együttműködésével valósítható meg a leghatékonyabban, hiszen így tárhatók fel hatékonyan az eltérő szempontok. Ez vezethet el a konszenzuson alapuló döntésekhez, amelyek figyelembe veszik a gyakorlati megfontolásokat, és az érintett populáció vagy élőhely veszélyeztetettségét és pótolhatatlanságát is (Brooks *et al.* 2010). A veszélyeztetettséget itt úgy értjük, mint az adott élőhelytípus pusztulásának valószínűségét, pl. egy adott időszakban elpusztult ökoszisztéma kiterjedését; míg a pótolhatatlanság az unikalitásnak felel meg, amelyre az endemizmus szintje egy jó közelítés lehet. Javaslatunkban így megjelenik az adott restaurálandó élőhelyre (vagy fajra) vonatkozó speciális ismeret, és amennyiben a célélőhely (vagy -faj) veszélyeztetettsége jelentős



3. ábra. Háromlépcsős döntéstámogató keretrendszer, amely segíti a propagulumeredet kompromisszumos megoldásait a helyreállítási projekteknél.

(felmerül a kockázat, hogy az élőhelyből nem marad fenntartható terület, ill. bizonyos fajok populációi eltűnnek), a magtranszfer megengedőbb lehet. Az endemikus élőhelyeknél a helyi magforrások alkalmazása a kedvezőbb megoldás. Ugyanakkor a propagulumelérhetőség itt is beleszólhat a döntésbe, és megegyezés születhet az elméleti és gyakorlati szempontok között.

A javasolt keretrendszerünk, amely az érintettek véleményének felmérésén alapul, segítséget jelenthet a szabályozás finomhangolásához, ugyanakkor jogszabály csak ennél egyértelműbb és kevesebb mérlegelést tartalmazó utasításokra készülhet. Ezért fontos lesz a jogalkotók és joggyakorlók bevonása a továbblépéshez, ami már részben meg is történt. Az Agrárminisztérium több részlege érintett a témában, valamint a NÉBIH is meg van nevezve, amelynek feladata a szabályok betartatása. További tisztázás szükséges a honos fajok vetőmagként való alkalmazásának pontos szabályairól (VM rendelet 86/2012.), mivel az egyes részlegek ezt másképpen értelmezik, de a nyitottság mindkét intézmény részéről fennáll. Reméljük, hogy jelen elemzéssel hozzá tudunk járulni a természetvédelmi célú gyeptelepítés szabályozás tudományos és gyakorlati alapjainak tisztázásához.

*Köszönetnyilvánítás* – A szerzők köszönetet mondanak a 13. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia szervezőinek, hogy befogadták a restaurációs célú vetőmag beszerzéséről szóló Workshopot. A résztvevők hozzájárulását szintén nagyra értékeljük. A szerzőket a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (TK – NKFI K138060, DB – NKFI FK 135329, VO – NKFI KKP 144096) támogatta. Köszönjük a cikk bírálójának, Vadász Csabának a hasznos tanácsait.

## Irodalomjegyzék

- Abbandonato, H., Pedrini, S., Pritchard, H. W., De Vitis, M., Bonomi, C. (2018): Native seed trade of herbaceous species for restoration: a European policy perspective with global implications. *Restoration Ecology* 26(5): 820–826. <https://doi.org/10.1111/rec.12641>
- Barak, R. S., Ma, Z., Brudvig, L. A., Havens, K. (2022): Factors influencing seed mix design for prairie restoration. *Restoration Ecology* 30(5): e13581. <https://doi.org/10.1111/rec.13581>
- Bischoff, A., Steinger, T., Müller-Schärer, H. (2010): The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. *Restoration Ecology* 18(3): 338–348. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00454.x>
- Bower, A. D., Clair, J. B. S., Erickson, V. (2014): Generalized provisional seed zones for native plants. *Ecological Applications* 24(5): 913–919. <https://doi.org/10.1890/13-0285.1>
- Broadhurst, L., Prober, S., Dickson, F., Bush, D. (2017): Using restoration as an experimental framework to test provenancing strategies and climate adaptability. *Ecological Management & Restoration* 18(3): 205–208. <https://doi.org/10.1111/emr.12275>

- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., da Fonseca, G. A., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Gerlach, J. (2010): Global biodiversity conservation priorities: an expanded review. In: Lovett, J. C., Ockwell, D. G. (eds.): *A handbook of Environmental Management*. Edward Elgar Publishing.
- Bucharova, A., Michalski, S., Hermann, J. M., Heveling, K., Durka, W., Hölzel, N., Kollmann, J., Bossdorf, O. (2017): Genetic differentiation and regional adaptation among seed origins used for grassland restoration: lessons from a multispecies transplant experiment. *Journal of Applied Ecology* 54(1): 127–136. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12645>
- Bucharova, A., Bossdorf, O., Hölzel, N., Kollmann, J., Prasse, R., Durka, W. (2019): Mix and match: regional admixture provenancing strikes a balance among different seed-sourcing strategies for ecological restoration. *Conservation Genetics* 20(1): 7–17. <https://doi.org/10.1007/s10592-018-1067-6>
- Cevallos, D., Bede-Fazekas, Á., Tanács, E., Szitár, K., Halassy, M., Kövendi-Jakó, A., Török, K. (2020): Seed transfer zones based on environmental variables better reflect variability in vegetation than administrative units: evidence from Hungary. *Restoration Ecology* 28(4): 911–918. <https://doi.org/10.1111/rec.13150>
- Cevallos, D., Szitár, K., Halassy, M., Kövendi-Jakó, A., Török, K. (2021): Does seed trait variability support preliminary seed transfer zones for Hungary? *Applied Ecology and Environmental Research* 19(5): 4129–4149. [http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1905\\_41294149](http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1905_41294149)
- De Vitis, M., Abbandonato, H., Dixon, K. W., Laverack, G., Bonomi, C., Pedrini, S. (2017): The European native seed industry: characterization and perspectives in grassland restoration. *Sustainability* 9(10): 1682. <https://doi.org/10.3390/su9101682>
- Durka, W., Michalski, S. G., Berendzen, K. W., Bossdorf, O., Bucharova, A., Hermann, J. M., Hölzel, N., Kollmann, J. (2017): Genetic differentiation within multiple common grassland plants supports seed transfer zones for ecological restoration. *Journal of Applied Ecology* 54(1): 116–126. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12636>
- EC (2022): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration. COM(2022) 304 final. [https://environment.ec.europa.eu/publications/nature-restoration-law\\_en](https://environment.ec.europa.eu/publications/nature-restoration-law_en)
- FAO, IUCN CEM and SER. (2021): Principles for ecosystem restoration to guide the United Nations Decade 2021–2030. Rome, FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/CB6591EN>
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J.G., Eisenberg, C., Guariguata, M.R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K., Dixon, K. W. (2019): International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology* 27 (S1): S1–S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- Gibson-Roy, P., Hancock, N., Broadhurst, L., Driver, M. (2021a): Australian native seed sector practice and behavior could limit ecological restoration success: further insights from the Australian Native Seed Report. *Restoration Ecology* 29(7): e13429. <https://doi.org/10.1111/rec.13429>
- Gibson-Roy, P., Hancock, N., Broadhurst, L., Driver, M. (2021b): Australian native seed sector characteristics and perceptions indicate low capacity for upscaled ecological restoration: insights from the Australian Native Seed Report. *Restoration Ecology* 29(7): e13428. <https://doi.org/10.1111/rec.13428>
- Goldsmith, N. E., Flint, S. A., Shaw, R. G. (2022): Factors limiting the availability of native seed for reconstructing Minnesota’s prairies: stakeholder perspectives. *Restoration Ecology* 30(3): e13554. <https://doi.org/10.1111/rec.13554>
- Hancock, N., Hughes, L. (2012): How far is it to your local? A survey on local provenance use in New South Wales. *Ecological Management & Restoration* 13(3): 259–266. <https://doi.org/10.1111/j.1442-8903.2012.00660.x>

- Hancock, N., Gibson-Roy, P., Driver, M., Broadhurst, L. (2020): The Australian Native Seed Sector Survey Report. Australian Network for Plant Conservation, Canberra. [https://www.anpc.asn.au/wp-content/uploads/2020/03/ANPC\\_NativeSeedSurveyReport\\_WEB.pdf](https://www.anpc.asn.au/wp-content/uploads/2020/03/ANPC_NativeSeedSurveyReport_WEB.pdf). Letöltve: 2023. 01. 05.
- Höfner, J., Klein-Raufhake, T., Lampei, C., Mudrak, O., Bucharova, A., Durka, W. (2022): Populations restored using regional seed are genetically diverse and similar to natural populations in the region. *Journal of Applied Ecology* 59(9): 2234–2244. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14067>
- IPBES (2018): Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. R. Scholes, L. Montanarella, A. Brainich, N. Barger, B. ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner, T. G. Holland, F. Kohler, J. S. Kotiaho, G. Von Maltitz, G. Nangendo, R. Pandit, J. Parrotta, M. D. Potts, S. Prince, M. Sankaran, L. Willems (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany, 44 p.
- Jalonen, R., Valette, M., Boshier, D., Duminil, J., Thomas, E. (2018): Forest and landscape restoration severely constrained by a lack of attention to the quantity and quality of tree seed: Insights from a global survey. *Conservation Letters* 11(4): e12424. <https://doi.org/10.1111/conl.12424>
- Kettenring, K. M., Tarsa, E. E. (2020): Need to seed? Ecological, genetic, and evolutionary keys to seed-based wetland restoration. *Frontiers in Environmental Science* 8: 109. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00109>
- Ladouceur, E., Jiménez-Alfaro, B., Marin, M., De Vitis, M., Abbandonato, H., Iannetta, P. P., Bonomi, C., Pritchard, H. W. (2018): Native seed supply and the restoration species pool. *Conservation Letters* 11(2): e12381. <https://doi.org/10.1111/conl.12381>
- León-Lobos, P., Bustamante-Sánchez, M. A., Nelson, C. R., Alarcón, D., Hasbún, R., Way, M., Pritchard, H. W., Armesto, J. J. (2020): Lack of adequate seed supply is a major bottleneck for effective ecosystem restoration in Chile: friendly amendment to Bannister *et al.* (2018). *Restoration Ecology* 28(2): 277–281. <https://doi.org/10.1111/rec.13113>
- Lhoest, S., Kelman, C. C., Barton, C. J., Beaudette, J. A., Gerber, L. R. (2024): The impact factor of engaged research: Metrics for conservation outcomes. *Biological Conservation* 292: 110534. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110534>
- Nolan, M. P., Luong, J. C., Valliere, J. M., Mazer, S. J., D'Antonio, C. M. (2023): Rethinking local seed sourcing for the restoration of a foundational grass species in California. *Restoration Ecology* 31(8): e13992. <https://doi.org/10.1111/rec.13992>
- Nunes, A., Oliveira, G., Mexia, T., Valdecantos, A., Zucca, C., Costantini, E. A., Abraham, E. M., Kyriazopoulos, A. P., Salah, A., Prasse, R., Correia O., Milliken, S., Kotzen, B., Branquinho, C. (2016): Ecological restoration across the Mediterranean Basin as viewed by practitioners. *Science of the Total Environment* 566: 722–732. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.136>
- Pandit, R., Parrotta, J. A., Chaudhary, A. K., Karlen, D. L., Vieira, D. L. M., Anker, Y., Chen, R., Morris, J., Harris, J., Ntshotsho, P. (2020): A framework to evaluate land degradation and restoration responses for improved planning and decision-making. *Ecosystems and People* 16(1): 1–18. <https://doi.org/10.1080/26395916.2019.1697756>
- Pedrini, S., Gibson-Roy, P., Trivedi, C., Gálvez-Ramírez, C., Hardwick, K., Shaw, N., Frischie, S., Laverack, G., Dixon, K. (2020): Collection and production of native seeds for ecological restoration. *Restoration Ecology* 28: S228–S238. <https://doi.org/10.1111/rec.13190>
- Pedrini, S., Urzedo, D., Shaw, N., Zinnen, J., Laverack, G., Gibson-Roy, P. (2023): Strengthening the Global Native Seed Supply Chain for Ecological Restoration. In: Florentine, S., Broadhurst, L., Gibson-Roy, P., Dixon, K. (eds.): *Ecological Restoration: Moving Forward Using Lessons Learned*. Springer International Publishing, pp. 437–472.

- Prober, S. M., Byrne, M., McLean, E. H., Steane, D. A., Potts, B. M., Vaillancourt, R. E., Stock, W. D. (2015): Climate-adjusted provenancing: a strategy for climate-resilient ecological restoration. *Frontiers in Ecology and Evolution* 3: 65. <https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00065>
- Schmidt, I. B., De Urzedo, D. I., Piña-Rodrigues, F. C. M., Vieira, D. L. M., De Rezende, G. M., Sampaio, A. B., Junqueira, R. G. P. (2019): Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. *Plant Biology* 21(3): 389–397. <https://doi.org/10.1111/plb.12842>
- ter Braak, C. J., Šmilauer, P. (2012): Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Biometrics: Wageningen, The Netherlands; České Budějovice, Czech Republic.
- Török, P., Janišová, M., Kuzemko, A., Růsina, S., Stevanović, Z. D. (2018): Grasslands, their threats and management in Eastern Europe. In: Squires, V. R., Dengler, J., Hua, L., Feng, H. (eds.): *Grasslands of the World: Diversity, Management and Conservation*. CRC Press, pp. 78–102.

#### *Hivatkozott jogszabályok:*

VM (2012) 86/2012. (VIII. 15.) VM rendelet a természetes környezet megőrzésére szánt takarmánynövény-vetőmagkeverékek kereskedelmi célú begyűjtéséről és forgalmazásáról. *Magyar Közlöny* 108: 18490–19498.

#### *Internetes források:*

http1: <https://native-seed.eu>

http2: <https://ser-insr.org/native-seed-standards>

## Függelék:

A cikkhez tartozó Függelékek a folyóirat honlapján találhatóak.

1. Függelék: A kérdőívre adott válaszok és pontozásuk: kutatók
2. Függelék: A kérdőívre adott válaszok és pontozásuk: gyakorlati szakemberek
3. Függelék: A kérdőívre adott válaszok és pontozásuk: egyéb kutatók

# Importance of seed provenancing in ecosystem restoration: advantages and disadvantages in practical implementation

Katalin Török<sup>1\*</sup>, Orsolya Valkó<sup>2</sup> & Balázs Deák<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Restoration Ecology Research Group, Institute of Ecology and Botany, HUN-REN Centre for Ecological Research, Alkotmány út 2-4, H-2163 Vácraátót, Hungary*

<sup>2</sup>*'Lendület' Seed Ecology Research Group, Institute of Ecology and Botany, HUN-REN Centre for Ecological Research, Alkotmány út 2-4, H-2163 Vácraátót, Hungary*

\*E-mail: [torok.katalin@ecolres.hu](mailto:torok.katalin@ecolres.hu)

The UN's „Decade on Ecosystem Restoration” has given a new momentum to habitat restoration projects worldwide. Although there is general agreement on the need to regulate the transfer of seeds of native species for restoration purposes, in many cases the debate over the origin of seeds creates challenges in practical implementation. In our study, we analysed the advantages and disadvantages of using seeds from local and distant sources, and assessed the views of domestic restoration researchers, practitioners and other conservationists on the issue. Attitudes towards the priority of further research and immediate intervention differed significantly between researchers and practitioners. Based on our results, we proposed a framework to support decision and attain a consensus.

**Keywords:** ecological restoration, propagule source, reactive–proactive antagonism, seed sourcing, provenance, seed sowing

Beérkezett/Received: 2024. 04. 17. Elfogadva/Accepted: 2024. 08. 08.

© A Szerzők/The Authors, 2024

Ez egy szabad hozzáférésű cikk, amely a Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) licenc alatt jelenik meg./This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

