



1949

**AZ EMBER ÁLTALI MAGTERJESZTÉS ÖKOLÓGIAI
JELENTŐSÉGE ÉS A RUHÁZAT SZEREPE A NÖVÉNYI MAGVAK
TERJESZTÉSÉBEN**

Egyetemi doktori (PhD) értekezés

LUKÁCS KATALIN

Témavezető

Prof. Dr. Valkó Orsolya
tudományos tanácsadó

Debreceni Egyetem
Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács
Juhász Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2024

*Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Természettudományi és Informatikai Doktori Tanács a **Juhász Nagy Pál Doktori Iskola Kvantitatív és Teresztris Ökológia** programja keretében készítettem a Debreceni Egyetem Természettudományi doktori (PhD) fokozatának elnyerése céljából. Nyilatkozom arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét.*

Debrecen, 2024.03.25.

.....
Lukács Katalin
a jelölt aláírása

*Tanúsítom, hogy **Lukács Katalin** doktorjelölt 2018-2022 között a fent megnevezett Doktori Iskola **Kvantitatív és Teresztris Ökológia** programjának keretében irányításommal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységgel meghatározóan hozzájárult. Nyilatkozom továbbá arról, hogy a tézisekben leírt eredmények nem képezik más PhD disszertáció részét. Az értekezés elfogadását javaslom.*

Debrecen, 2024.03.25.

.....
Dr. Valkó Orsolya
a témavezető aláírása

**AZ EMBER ÁLTALI MAGTERJESZTÉS ÖKOLÓGIAI
JELENTŐSÉGE ÉS A RUHÁZAT SZEREPE A NÖVÉNYI MAGVAK
TERJESZTÉSÉBEN**

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében a
Környezettudomány tudományágban

Írta: **Lukács Katalin** okleveles biológus-ökológus
Készült a Debreceni Egyetem **Juhász-Nagy Pál Doktori Iskolája**
(**Kvantitatív és Terresztris Ökológia** programja) keretében.

Témavezető:
Prof. Dr. Valkó Orsolya

Az értekezés bírálói:

.....
.....

A bíráló bizottság:
elnök:
tagok:
.....
.....
.....

Az értekezés védésnek az időpontja:

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és problémafelvetés	7
2. Az irodalmi előzmények bemutatása.....	9
1. fejezet	12
1.1 Bevezetés.....	12
1.2 Célkitűzés	13
1.3 Anyag és módszer	13
1.4 Adatfeldolgozás.....	15
1.5 Eredmények.....	16
1.6 Értékelés	21
2. fejezet	25
2.1 Bevezetés.....	25
2.2 Célkitűzés	26
2.3 Anyag és módszer	26
2.4 Statisztikai elemzés	31
2.5 Eredmények.....	32
2.6 Értékelés	40
3. fejezet	42
3.1 Bevezetés.....	42
3.2 Célkitűzés	42
3.3 Anyag és módszer	43
3.4 Eredmények.....	43
3.5 Értékelés	49
4. Az értekezés legfőbb eredményei.....	51
5. Összefoglalás.....	53
6. Summary	54
7. Köszönetnyilvánítás	57
8. Irodalomjegyzék.....	58
9. Függelékek	66

1. Bevezetés és problémafelvetés

A növényi terjesztőképletek hosszú távú térbeli terjedését elsősorban sztochasztikus folyamatok vezérlik. A növényi terjedést alapvetően meghatározzák mind az abiotikus- mind a biotikus terjesztővektorok, melyek jelentősen növelik annak az esélyét, hogy a diasporák [a vegetatív- (hajtásdarab, bulbillusz, rizóma) és generatív terjesztési egységek (magok, termések, spórák)] új élőhelyekre kerüljenek (Török & Tóthmérész 2005). A dolgozat további részében a diaspora kifejezés alatt a generatív terjesztési egységeket (magok, termések) értendők.

A terjesztővektoroknak köszönhetően a diasporák biztosítják az új élőhelyek benépesítését, valamint a populációk stabilitását (Auffret és mtsai. 2015). Az evolúció során számos növényfaj diasporái olyan morfológiai átalakuláson mentek keresztül, melynek köszönhetően hatékonyan terjednek a szél (anemochoria), a víz (hydrochoria) és az állatok (epi- és endozoochoria) által (Nathan 2006). Ezen terjesztővektorok mellett az ember általi magterjesztésnek (antropochoria) is jelentős szerepe van. Manapság az ember oly mértékben átalakította a környezetét, hogy egy új, ember által uralt geológiai korszakot hozott létre, az antropocént (Bullock & Pufal 2020). Ezért az egyre növekvő népességnek, az intenzív tájhasználatnak és a globális léptéket öltő kereskedelemnek, közlekedésnek és turizmusnak köszönhetően napjainkban az ember a távolsági terjesztés leghatékonyabb vektora (Bullock és mtsai. 2018; Sonkoly és mtsai. 2022). Az antropochor terjesztés hatékonyságának kulcsa abban rejlik, hogy a közlekedés segítségével az ember képes rövid idő alatt jelentős távolságokra eljutni (akár egyik kontinensről a másikra) és olyan földrajzi barriereket is leküzdeni, melyek más élőlények számára nem lehetségesek. Ezen képességének köszönhetően az ember olyan területeket köt össze, amelyek közt másképp nem lenne kapcsolat (Bullock & Pufal 2020; Valkó és mtsai. 2020).

Az emberi közvetítéssel végbemenő magterjedés folyamatának két alapvető típusa ismert: a szándékos terjesztés (pl. mezőgazdaság, kertészet és természetvédelmi célú áttelepítések), valamint a véletlen (pl. járművek és ruházat általi) terjesztés (Bullock és mtsai. 2018). Mivel számos inváziós faj terjedéséhez az ember akaratlanul is hozzájárul, egyre nagyobb figyelem irányul a véletlen terjesztési formákra is (Lukács & Valkó 2018, 2021; Montagnani és mtsai. 2022). A folyamat különösen veszélyes az inváziós

fajok terjedése szempontjából, mert nagy geográfiai ugrásokat tehet lehetővé (Wilson és mtsai. 2009), és olyan unikális élővilággal rendelkező élőhelyeket is veszélyeztethet, melyek népszerű turisztikai célpontok. A ruházat általi magterjesztés különösen veszélyes, mivel számos olyan területet is érint, amelyet a kereskedelem és az infrastrukturális fejlődés kevésbé. Ennek következtében az utazók közvetítésével a járművekkel megközelíthetetlen területek is fokozott inváziós veszélynek lehetnek kitéve (Pauchard és mtsai. 2009; Valkó és mtsai. 2020).

A ruházat általi magterjesztés (epiantropochoria) az állatok kültakaróján történő terjesztésnek (epizoochoria) az egyik formája (Ansong & Pickering 2016; Valkó és mtsai. 2020). Healy (1943) tanulmányában elsőként írt erről a folyamatról, amikor 33 növényfaj diasporáját azonosította a ruházatán és egy Új-Zélandon inváziós fűfaj (*Nasella trichotoma*) több mint háromszáz szemtermését találta a zokniján egy öt napos terepmunka után. Faliński (1972) közleményében ugyancsak számos növényfaj diasporáját dokumentálta. Megállapította, hogy a ruházaton nem csupán az epizoochóriához alkalmazkodott diasporák terjedhetnek, hanem akár merőben eltérő terjedési stratégiával rendelkezők (pl. anemochor módon terjedő diasporák) is.

Az eddigi vizsgálatok eredményei alapján, eddig közel 500 növényfaj diasporájáról regisztráltak, hogy képes az ember ruházatával is a terjedésre (Ansong & Pickering 2014a; Huiskes és mtsai. 2014). Ezen fajok többnyire gyom- és inváziós növényfajok diasporái, amelyek súlyos természetvédelmi problémákat okoznak, különösen az olyan izolált területeken, mint az Antarktisz, Ausztrália vagy Óceánia szigetvilága (Ansong & Pickering 2014a). Jövőbeli kutatások valószínűleg további fajok esetében is bizonyítékot szolgáltatnak arra vonatkozóan, hogy képesek epianthropochor módon is a diszperzióra. Különösen azokból a régiókból várható a lista bővülése, ahol elenyésző információ áll rendelkezésre erről a jelenségről, mint például Afrika, Ázsia, Dél-Amerika és Európa számos területe (Mount & Pickering 2009).

Az inváziós fajok globális terjedésében a közlekedési hálózatok (légi, vízi, vasúti és autópálya), míg a lokális terjedésben a turizmushoz kapcsolódó infrastruktúrák (pl. utak, épületek, túraútvonalak) játszanak kiemelt szerepet (Moodely és mtsai. 2020). Az epianthropochoria jelentősége ebben a

folyamatban az, hogy olyan kiemelt természetvédelmi szempontból értékes élőhelyekre és izolált szigetekre is eljuthatnak inváziós fajok diasporái, ahová más úton ez nem lenne lehetséges. Korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy az Antarktiszra érkezők ruházatával számos nem őshonos diaspora került már a kontinensre (Whinam és mtsai. 2005; Huiskes és mtsai. 2014) és szintén hasonló eredményekről számoltak be Ausztrália és Új-Zéland esetében is (Powell 1968; Scott 2009). Fontos megemlíteni, hogy a ruházatára tapadt diasporák egy része az emberek lakóhelyéig is eljuthat. Mivel a települések gyakran megfelelő élőhelyet biztosítanak az idegenhonos fajok megtelepedéséhez, lehetséges, hogy a diasporák egy része ezeken a területek csírázik ki és telepszik meg először (Valkó és mtsai. 2020). A legtöbb inváziós fajról már dokumentálták, hogy először az ember által lakott területeken telepszik meg, később pedig ezekről a területekről jutnak el távolabbi, természetes élőhelyekre (Padayachee és mtsai. 2017).

A ruházattal történő diasporaterjedés kockázatait tekintve, elengedhetetlen az epianthropochoria folyamatának átfogó vizsgálata a hatékony megelőzési és védekezési stratégiák kidolgozása érdekében.

2. Az irodalmi előzmények bemutatása

Annak ellenére, hogy a kutatók már a XX. század közepétől felfigyeltek a ruházattal történő magterjesztésre, eddig mindössze 28 tanulmány vizsgálta ezt a jelenséget (Lukács és mtsai. 2024). A legtöbb kutatás középpontjában a ruházat diaspora megtartó képességének tesztelése állt, mivel kulcsfontosságú szerepe van a folyamatban (**1. táblázat**). Számos kísérletes vizsgálatban, pedig arra keresték a választ, hogy milyen sikerességgel tapadnak a diasporák a különböző szövettípusokra (Ansong & Pickering 2016). A vizsgálatok eredményei kimutatták, hogy a pamut zokni és a magcsapdaként szolgáló zsebek és nadrágok gyűrődései azok, amelyekre a legtöbb diaspora tud rátapadni és potenciálisan terjedni (Whinam és mtsai. 2005; Huiskes és mtsai. 2014; Ansong és mtsai. 2015; Ansong & Pickering 2016; Lukács & Valkó 2018).

1. táblázat. Kísérleti vizsgálatok, amelyek ruhatípusok és szövetek magmegtartó képességét vizsgálták. A leghatékonyabb magmegtartó képességgel rendelkező ruhatípusokat félkövérrel szedtem.

Ország és élőhely	Ruhatípus	Módszer	Fajszám	Hivatkozás
Ausztrália	cipő, zokni, nadrág	megfigyelés	24	Wace (1985)
Ausztrália (Kosciuszko Nemzeti Park)	zokni (gyapjú nylon keverék és pamut nylon keverék)	kísérlet	70	Mount & Pickering (2009)
Ausztrália (Kosciuszko Nemzeti Park)	pamutnadrág, zokni (pamut/nylon keverék)	kísérlet	5	Pickering és mtsai. (2011)
Ausztrália (Kakadu Nemzeti Park)	zokni (pamut nylon keverék), pamutnadrág	kísérlet	1	Ansong & Pickering (2013a)
Ausztrália (Gold Coast campus, Griffith University, Queensland)	pamutnadrág, zokni (pamut nylon keverék)	kísérlet	8	Ansong és mtsai. (2015)
Ausztrália (Gold Coast campus, Griffith University, Queensland)	nadrág (vászon, farmer, pamut és finom nylon szövésű), zokni (pamut/nylon keverék és duplaszövésű gyapjú nylon keverék) ingek (gyapjú, kötött gyapjú, pamut, poliészter keverék)	kísérlet	33	Ansong & Pickering (2016)
Kanada (városi környezet)	pamutnadrágok	kísérlet	8	Kulbaba és mtsai. (2009)
Costa Rica (lombhullató erdő, szavanna)	nadrágok	kísérlet	2	Bullock & Primack (1977)
Hawaii	cipő	kísérlet	12	Higashino és mtsai. (1983)
Magyarország (Debreceni Egyetem kampusza)	pamut zokni, polár pulóver, farmernadrág	kísérlet	17	Valkó és mtsai. (2020)
Új-Zéland (zsombékoló gyep)	zokni, nadrág	megfigyelés	1	Healy (1943)
Lengyelország (gyep)	cipő, zokni, cipőfűző, nadrág	kísérlet	30	Faliński (1972)
Nagy-Britannia (gyep)	cipő	megfigyelés	20	Woodruffe – Peacock (1918)
Nagy-Britannia	cipő	megfigyelés	39	Clifford (1956)
Nagy-Britannia (Dorset partvonala)	cipő	kísérlet	2	Wichmann és mtsai. (2009)

3. Célkitűzések

Az értekezés célja az epianthropochoria mechanizmusának részletes megismerése. Az értekezés három fejezetből áll, melyek nemzetközi folyóiratokban megjelent impakt faktoros közleményeken alapulnak.

1. fejezet. Egy nagy ismétlésszámú, önkéntesek bevonásával végzett terepi kísérletben tanulmányoztuk a ruházaton és lábbelin terjedő diasporákat, és a terjedést befolyásoló táji és emberi tényezőket, valamint a növényi jellegeket (Lukács és mtsai. 2024 *Science of the Total Environment*).

2. fejezet. Egy komplex kísérletes vizsgálat sorozatban a mosógépi mosás csíráképessegre gyakorolt hatását és a diasporák tapadási sikerességét vizsgáltuk három különböző szövettípuson (farmer, polár és pamut) (Valkó és mtsai. 2020 *NeoBiota*).

3. fejezet. Egy áttekintő tanulmány keretében azokat a megelőzési és védekezési lehetőségeket gyűjtöttük össze, amelyek az epianthropochoria megfékezésére jelenleg is alkalmazásban vannak (Lukács & Valkó 2021 *Global Ecology and Conservation*).

1. fejezet: Az epianthropochoriát befolyásoló környezeti tényezők, vektor jellemzők és növényi jellegek

A fejezet alapjául szolgáló publikáció:

Lukács, K., Tóth, Á., Kiss, R., Deák, B., Rádai, Z., Tóth, K., Kelemen, A., Bátor, Z., Hábczyus, A.A., Tölgyesi, C., Miglécz, T., Godó, L., Valkó, O. (2024). The ecological footprint of outdoor activities: Factors affecting human-vectored seed dispersal on clothing. *Science of the Total Environment* 906: 167675. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167675> [IF2022: 9.8]

1.1 Bevezetés

Európában mindezidáig három tanulmány vizsgálta a ruházat általi magterjesztés szerepét (Wichmann és mtsai. 2009; Ware és mtsai. 2012; Auffret & Cousins 2013). Wichmann és mtsai. (2009) tanulmányukban két növényfaj (*Brassica oleracea* ssp. *oleracea* és *B. nigra*) diasporájának terjedési távolságát tesztelték a cipőn. Az eredményekből kiderült, hogy az ember, akár 10 km-es távolságra is terjesztheti a diasporákat, ráadásul ez a távolság jelentősen tovább növelhető a járművekkel. Ware és mtsai. (2012) az Északi-sarkvidékre érkező látogatók cipőjét ellenőrizték. 259 pár mintából több mint ezer (1019) diasporát azonosítottak, amelyek többsége nem őshonos faj a régióban. Auffret & Cousins (2013) vizsgálatukban természetközeli gyepekben dolgozó gazdák ruházatára tapadt diasporákat gyűjtötték össze. Az azonosítás során szintén jelentős mennyiségű (24354) diasporát határoztak meg, amelyek közt több ritka növény diasporája is megtalálható volt. A vizsgálatok eredményei alapján tehát elmondható, hogy az emberek ruházatára számos növény diasporája képes rátapadni, melynek során jelentős távolságokra is terjedhetnek.

Mivel az epianthropochoria egy mindennapi életben gyakori jelenség és különféle életmódú, eltérő viselkedésű és ruházatkodási szokásokkal rendelkező emberek vesznek részt a folyamatban, fontos lenne megismerni az emberi tényezők (például emberi viselkedés, ruházat, szabadtéri tevékenység típusa) szerepét a jelenséggel kapcsolatban. Ezen információk hozzájárulhatnak a ruházat általi magterjesztés kiváltó okainak és ökológiai következményeinek pontosabb megismeréséhez.

1.2 Célkitűzés

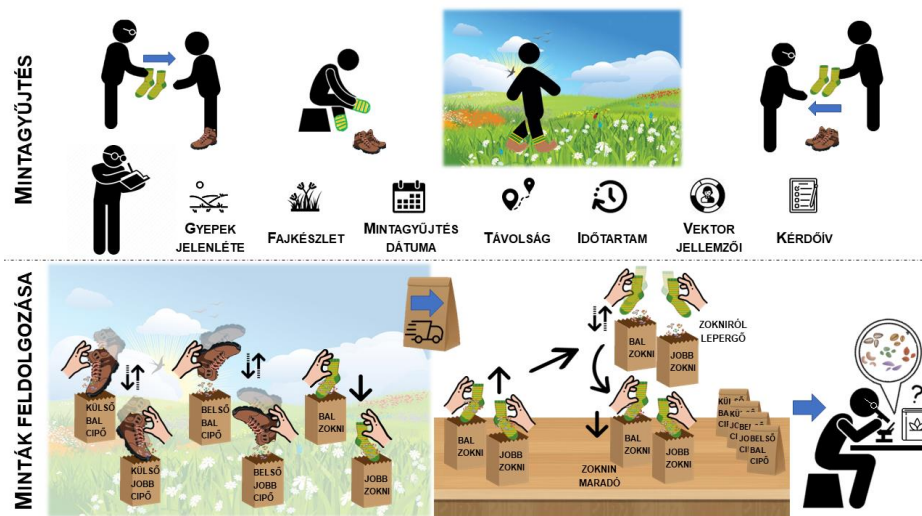
Kutatásunkban önkéntesek bevonásával egy nagy ismétlésszámú terepi kísérletet végeztünk. Elemeztük azokat a lehetséges mechanizmusokat, amelyek befolyásolhatják a ruházattal történő magterjesztés kimenetelét, úgy mint: az élőhelyhez kapcsolódó változók (élőhelytípus, mintavétel időpontja), vektorjellemzők (tevékenységtípus, a vizsgálatban résztvevők neme, a ruházat és a cipő típusa) és a növényi jellemzők (fajkészlet és növényi jellegek). A terepi kísérletet egy kérdőíves felméréssel egészítettük ki, hogy felmérjük az emberek azon szokásait, amelyek relevánsak lehetnek az epianthropochoria folyamatában.

1.3 Anyag és módszer

Mintagyűjtés

A mintagyűjtést 2019 júniusa és 2020 októbere között végeztük Magyarország, Románia és Csehország területén. Összesen 88 önkéntessel dolgoztunk együtt, akik részben terepbiológusok (34 személy: 170 minta), részben pedig civilek (54 személy: 81 minta) voltak. A minták kétféle tevékenységből származtak: botanikai felmérés (N=118) vagy kirándulás (N=133). A vizsgálat során elkísértük a résztvevő önkénteseket a szabadidős tevékenység közben (összesen 39 mintavételi alkalom), és részt vettünk a terepmunkában vagy a kiránduláson. A terepi felmérés során általában kisebb csoportokban dolgoztunk (2–8 személy), míg a kirándulásokon, egyszerre akár több mint tíz önkéntes vett részt. A terepen töltött nap elején mindenkinek odaadtam az általunk biztosított kevert szálal zoknit (73% pamut, 20% poliészter, 6% nylon és 1% elasztán), amit az önkéntesek a teljes terepi nap során viseltek. A terepi nap végén papírzacskóba gyűjtöttük a részmintákat: külön papírzacskóba gyűjtöttük a jobb és bal zoknikat, valamint a jobb- és bal cipő belsőjében lévő magokat, illetve a jobb- és bal cipő külsejére tapadt diaspórákat. A vizsgálat ideje alatt összesen 251 mintát gyűjtöttünk, amely 2008 részmintából állt (egy minta nyolc részből tevődött össze: jobb és bal zokniról könnyen lepotyogó (feltehetően rövid távon terjedők), jobb és bal zoknihoz erőteljesen tapadók (feltehetőleg hosszú távon terjedők), jobb cipő külső és belső, valamint bal cipő külső és belső) (**1. ábra**). A gyűjtés közben minden alkalommal készítettünk fajlistát az adott területről, amelyben jelöltük azokat a növényfajokat, amelyek terméssel rendelkeztek a mintavétel időpontjában, a nevezéktaiban Király (2009)

munkáját követtük. Minden résztvevő ruházatáról és cipőjéről fotót készítettünk, hogy meg tudjuk vizsgálni a ruha és a cipő típusának hatását a terjesztett diasporák számára.



1. ábra. A minták gyűjtésének és feldolgozásának folyamata.

Kérdőíves felmérés

A mintagyűjtés végén minden önkéntest megkértünk egy kérdőív kitöltésére is (Függelék 1.). Arról kérdeztük őket, hogy; (i) egy évben körülbelül mennyi időt töltenek a természetben, (ii) hol voltak utoljára terepen/kirándulni, (iii) a mintagyűjtés után hová terveznek kirándulni/terepre menni egy héten egy hónap, fél éven belül, illetve arra is kíváncsiak voltunk, (iv) hogy mit tesznek a ruhájukra tapadt diasporákkal.

A minták feldolgozása és a diasporák meghatározása

A minták feldolgozása során először eltávolítottuk a diasporákat a zoknikról. Külön csoportosítottuk azokat a diasporákat, amelyek erőteljesen a zoknihoz tapadtak (feltehetően hosszú távon terjedők), azoktól, amelyek azonnal leesettek, vagy három kisebb rázogatás után estek le (feltehetően rövid távon terjedők). Mivel feltételeztük, hogy a tapadási potenciál pozitívan korrelál a potenciális terjedési távolsággal, ezzel reprezentáltuk a diasporák tapadási képességét és terjedési potenciálját.

A következő lépésben megszámoztuk, majd meghatároztuk a diaspórákat. A határozáshoz egy meghatározót (Schermann 1967), a gyűjtés során írt fajlistát és a Debreceni Egyetem magreferenciagyűjteményét (Török és mtsai. 2013, 2016) használtuk. Azokat a diaspórákat, amelyeket nem tudtuk morfológiai alapon meghatározni (8900 diaspóra) üvegházi körülmények között csíráztattuk 2021 márciusától novemberéig. A csíráztatáshoz általános virágföldet és 8 x 8 x 12 cm-es műanyag cserepeket használtunk. Ültetés során az azonos genusba tartozó fajokból egy cserépbe maximum 25 db diaspóra került. A cserepeket egyéni jelöléssel láttuk el és naponta egyszer csapvízzel locsoltuk.

1.4 Adatfeldolgozás

Az azonosított fajok növényi tulajdonságainak vizsgálatához négy növényi jelleget használtunk: a függelék jelenlétét (0/1) a termésen/magon, a diaspóra formáját (gömbölyű/hosszúkás), a növény generatív magasságát (cm) és a diaspóra ezermagtömegét (g), amelyhez az adatokat a következő adatbázisokból nyertük: Schermann, 1967; Király, 2009; Hintze és mtsai. 2013; Török és mtsai. 2013, 2016.

A terjedő fajok ökológiai szerepének jellemzésére az egyes szociális magatartás típusokat (SzMT) használtuk (Borhidi 1995 nyomán). A rendszer egy ordinális skálán jellemzi a Magyarországon előforduló növényeket, figyelembe véve a fajok őshonosságát, szűk vagy tág ökológiai igényeit és kompetitív képességeit. A vizsgálatunkban előforduló növényfajok SzMT típusai a tájidegen agresszív kompetitoroktól (AC) a természetes élőhelyek specialista stressz-tűrő (S) fajaiig terjedtek.

A statisztikai elemzéseket R statisztikai környezetben (ver. 4.2.0, R Core Team) végeztük. Annak tesztelésére, hogy az élőhelyhez kapcsolódó változók és vektor jellemzők hogyan befolyásolják a ruházatra tapadt diaspórák számát és fajszámát, általánosított kevert lineáris modellt (GLMM) alkalmaztunk. A diaspórák száma és fajszáma volt a válaszváltozó, míg a prediktor változók a mintavétel időpontja (Julian nap), a gyepek jelenléte a gyűjtési helyen (1/0), a tevékenység típusa (terepmunka/kirándulás), a résztvevők neme (férfi/nő), a lábbeli típusa (zokni/cipő), a cipő szárának hossza (magas/alacsony szárú), a nadrág hossza (hosszú/rövid) és a tapadási potenciál (hosszú táv/rövid táv) voltak. A varianciainflációs tényezőt (VIF) minden magyarázó változó esetében kiszámítottuk, a multikollinearitás

tesztelése érdekében. Mivel a VIF értékek minden esetben alacsonyabbak voltak, mint 1,7 (vagyis a multikollinearitás aránya elhanyagolható), a magyarázó változók nem mutattak korrelációt.

Valamennyi modellben véletlenszerű csoportosítási változóként megadtuk a gyűjtő személy, valamint a gyűjtési hely azonosítóját. Ezenkívül a vizsgálatban résztvevők által megtett távolság log-transzformált értékét is megadtuk amire azért volt szükség, mert a nagyobb távolságok várhatóan nagyobb számú diaspórát és fajt eredményeznek.

Annak tesztelésére, hogy az általunk vizsgált növényi jellegek (függelék jelenléte (1/0), a diaspora morfológiája (gömbölyű/hosszúkás), a növény generatív magassága és az ezermagtömeg) összefüggésbe hozható-e a lábbeli típusával (zokni/cipő), vagy befolyásolják-e a potenciális terjedési távolságot (rövid/hosszú távú terjedés) közösségi súlyozott átlagokat számoltunk (CWM). A CWM számolásnál a tömegességet az adott faj terjesztőképletének számával jellemeztük egy részmintában. A folytonos numerikus tulajdonságokhoz log-transzformált értékeket használtunk, majd a kapott CWM értékeket a generatív növénymagasság esetében Poisson-Gamma GLMM-el, az ezermagtömeg esetében pedig Gauss LMM-el elemeztük. A kategorikus tulajdonságokra (függelékkel rendelkező/függelékkel nem rendelkező, gömbölyű/megnyúlt) összegeztük az adott csoportba tartozó diasporák számát, majd a kapott CWM-eket negatív binomiális GLMM-el elemeztük. Minden modellben a prediktor változók a lábbeli típusa és a potenciális terjedési távolságok voltak. Ezenkívül a gyűjtő azonosítója és a gyűjtési esemény azonosítója véletlenszerű tényezőként került megadásra a CWM modellekben.

1.5 Eredmények

Diaspóraszám

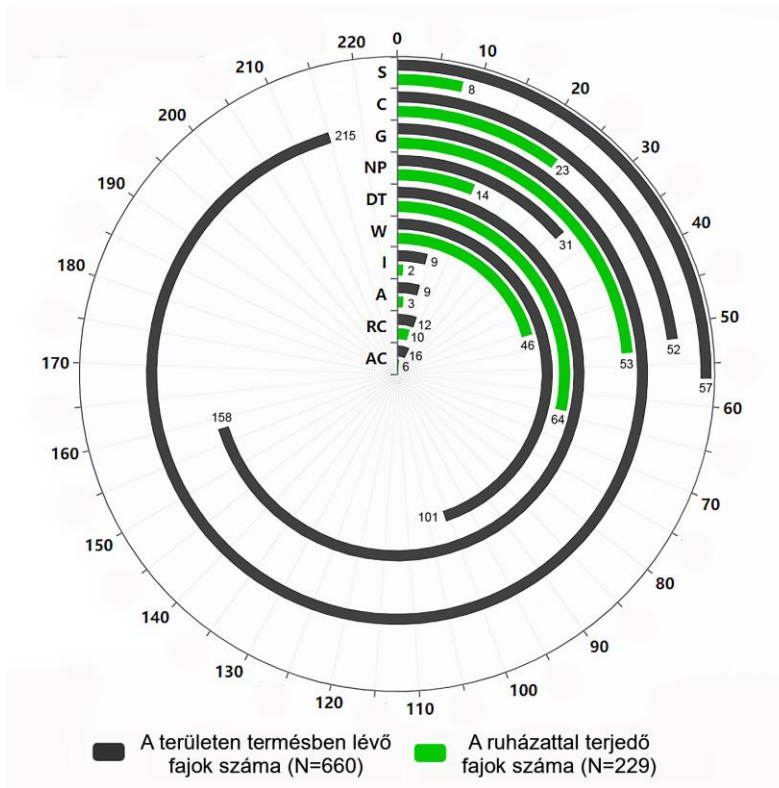
A 251 mintából (2008 rész minta) összesen 229 növényfaj (Függelék 2.) 35935 diasporáját azonosítottuk. Egyes esetekben azonban (N=6493 diaspora) a diasporák azonosítása a csíráztatás után is csak család (pl. Caryophyllaceae, Cyperaceae és Poaceae), vagy nemzetség szintjén (pl. *Carex* sp., *Festuca* sp. és *Silene* sp.) volt lehetséges. A határozást nehezítette, hogy ezekben az esetekben számos képviselője jelen volt ezeknek a családoknak, valamint sok fajnak nagyon hasonló a diasporája, amit

morfológia alapján nem lehetett elkülöníteni. A csíráztatás során pedig néhány esetben az elültetett diaspórák egyáltalán nem csíráztak ki, vagy növénypusztulást tapasztaltunk.

Az azonosított fajok összesen 31 családba tartoztak, melyből a leggyakoribbak a pászitfűfélék (Poaceae: 59 faj), a fészkesvirágzatúak (Asteraceae: 29), a pillangósvirágzatúak (Fabaceae: 14), az ernyősvirágzatúak (Apiaceae: 13), és az árvacsalánfélék (Lamiaceae: 13) családjába tartoztak. A mintákban a leggyakoribb fajok a mezei cickafark (*Achillea collina*: 4830 diaspóra), a fehér tippán (*Agrostis stolonifera*: 3174), a ragadós galaj (*Galium aparine*: 2713) és a keskenylevelű perje (*Poa angustifolia*: 1960 diaspóra) voltak.

A fajok szociális magatartás típusát (SzMT Borhidi nyomán 1995) (Függelék 2.) tekintve, összesen 6 tájidegen agresszív kompetítort (AC), 10 honos ruderalis kompetítort (RC), 3 behurcolt gyomot (A), 2 kivadult haszonnövényt (I), 46 honos gyomfajt (W), 64 zavarástűrő fajt (DT), 14 természetes pionírt (NP), 53 generalista stressz-tűrőt (G), 23 természetes kompetítort (C) és 8 specialista stressz-tűrő (S) fajt azonosítottunk (**2. ábra**).

A mintagyűjtés ideje alatt összesen 660 növényfaj rendelkezett terméssel a meglátogatott területeken, melyből a fajok 35%-át a ruházaton is megtaláltuk. Ezek közül a legnagyobb mennyiségben a honos ruderalis kompetitorok (RC: 83,3%), a hazai gyomok (W: 45,5%), a természetes pionírok (NP: 45,2%), a természetes kompetitorok (C: 44,2%) és zavarástűrő fajok (DT: 40,5%), míg a legalacsonyabb százalékban a specialista stressz-tűrő fajok (S: 14%) voltak jelen (**2. ábra**).



2. ábra. A ruházattal terjedő fajok (zöld vonal) és a gyűjtőhelyeken termésben lévő fajok (szürke vonal) száma. A fajok csoportosítása a szociális magatartás típus (SzMT) szerint csökkenő sorrendben. Jelölések: S – specialista stressz-tűrők, C – természetes kompetítorok, G – generalista stressz-tűrők, NP – természetes pionírok, DT – zavarástűrők, W – hazai gyomok, I – kivadult haszonnövények, A – behurcolt gyomok, RC – honos flóra ruderális kompetítorai, AC – tájidegen agresszív kompetítorok.

Élőhelyjellemzők

Az élőhelyi faktorok (mintavétel időpontja, élőhely típusa) fontos szerepet játszanak az ember ruházatával történő diaszpóra terjesztésben. Eredményeink alapján a legtöbb diaszpórát a nyár közepén és a kora ősszel gyűjtött mintákban találtuk (**3A ábra**). A gyepek jelenléte a mintavételi helyeken szintén növelte a diaszpórák számát és fajszerkezetét ($p < 0,001$) (**3B ábra**).

Vektorjellemzők szerepe

Az általunk vizsgált vektorjellemzők (tevékenység típus, cipő- és nadrághossz) egyaránt szignifikáns hatást mutattak a ruházattal terjedő diasporák számára és fajszáma (3. ábra). A tevékenység típusának (terepi felmérés/kirándulás) elemzése kimutatta, hogy szignifikánsan több diaspora képes a terjedésre a ruházattal terepi felmérés után, mint kirándulás során ($p < 0,05$) (3C ábra). Kimutattuk, hogy a férfiak több növényfaj diasporáját gyűjtik össze, mint a nők ($p < 0,05$), azonban ez az összefüggés nem volt szignifikáns a diasporaszámot tekintve ($p = 0,122$) (3D ábra). Azonban a férfiak szignifikánsan több fajt terjeszthetnek a ruházatukon, mint a nők ($p < 0,05$). Szignifikánsan több diasporát és fajt találtunk a zoknin, mint a cipőben ($p < 0,001$) (3E ábra). A ruházat típusa szintén fontos szerepet játszik ebben a folyamatban, hiszen több diaspora terjedhet rövid szárú nadrág viselésékor, mint hosszúnadrág esetében ($p < 0,05$) (3F-G ábra). Végül pedig, több diasporát és fajt azonosítottunk hosszabb terjedési potenciállal, mint alacsony terjedési potenciállal ($p < 0,001$) (3H ábra).

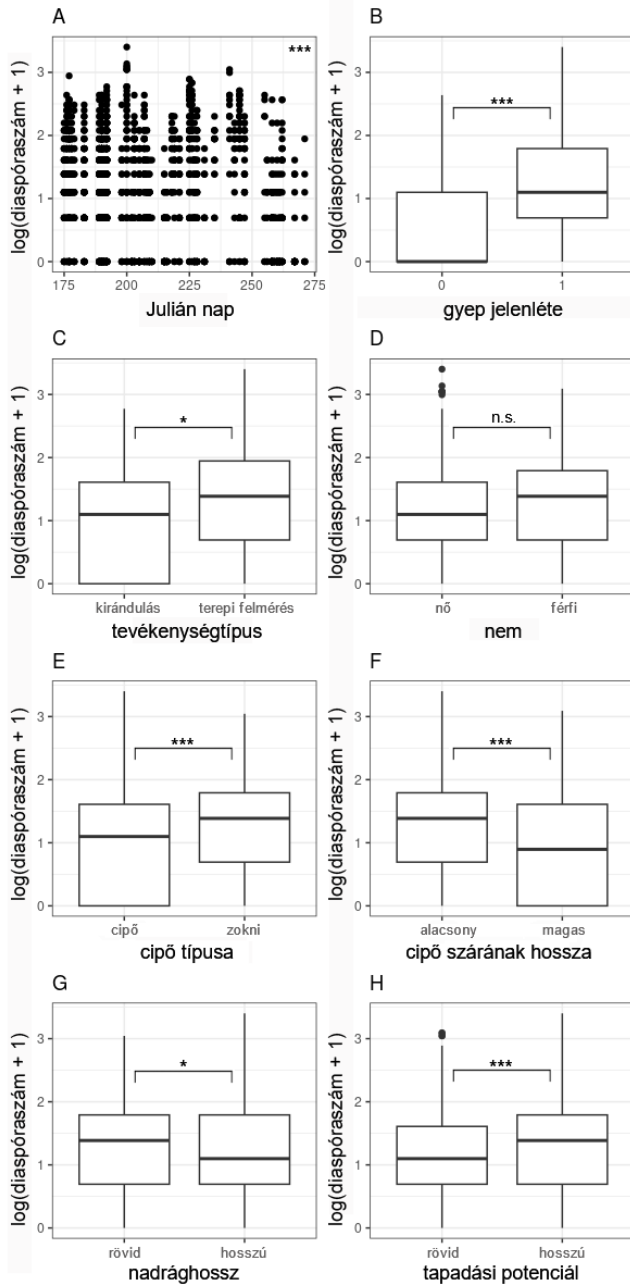
Növényi jellegek

Az általunk vizsgált növényi jellegek: (i) függelék jelenléte/hiánya, (ii) diaspora formája (gömbölyű/hosszúcsú), (iii) a növény magassága és a (iv) diaspora tömege nem voltak szignifikáns hatással a ruházattal terjedő diasporák számára és a fajszáma.

Kérdőíves felmérés tanulságai

A kérdőívre adott válaszok alapján, a résztvevők 67%-a több mint egy hónapot tölt a természetben egy év alatt. Többségük a mintavételezést megelőzően hasonló régiókat látogatott meg, mint ahol a gyűjtés történt, míg 17%-uk eltérő biogeográfiai régiókban (Európán belül vagy másik kontinensen) volt. A jövőbeli terveik szerint a többség ugyancsak hasonló régiókat tervezett meglátogatni, míg 25%-uk mondta azt, hogy távolabbi helyekre (Európán belül vagy másik kontinensre) utazik.

A kérdőíves felmérésből kiderült, hogy a megkérdezettek többsége (43%) általában még a helyszínen, 35%-uk az otthonában távolítja el a ruházatára tapadt diasporákat, míg 22%-uk egyáltalán nem távolítja el ezeket.



3. ábra. A ruházatra tapadt diaspórák száma az évszak (Julián nap) (A), a gyep jelenléte a gyűjtési helyen (B), a tevékenység típusa (C), a nem (D), a cipő típusa (E), a cipő szárának hossza (F), nadrághossz (G) és a tapadási potenciál (H) függvényében. A csillagok (***) a szignifikáns hatást mutatják ($p < 0,05$), míg az n.s a nem szignifikáns hatást.

1.6 Értékelés

A ruházattal terjedő diaszporák sorsa és ökológiai jelentősége

Vizsgálatunk eredményei alapján elmondható, hogy az epianthropochoria fontos szerepet játszik a diaszporák élőhelyek- és régiók közötti terjedésében. A mintákban összesen 229 faj 35935 diaszporáját találtuk, melyből 137 faj esetében elsőként jeleztük a ruházattal történő terjedést. Az eddig ismert fajokhoz képest az általunk újonnan regisztrált fajszaám kb. 28%-os kiegészítést jelent (Ansong & Pickering 2014a; Huiskes és mtsai. 2014). Ez a viszonylag magas fajszaám összefügg azzal a ténnyel, hogy Közép-Európában korábban nem végeztek hasonló jellegű vizsgálatokat. A jövőben ez a lista valószínűleg tovább bővül majd.

Annak ellenére, hogy a mintagyűjtést elsősorban féltermészetes élőhelyeken végeztük a diaszporák többsége gyom- és zavarástű fajokhoz tartozott (110 faj). Ez részben azzal magyarázható, hogy ezek az r-stratégista fajok gyakoribb előfordulásúak és magasabb a diaszporahozamuk, míg a specialista fajok szűkebb elterjedésűek és alacsonyabb maghozam jellemzi őket. Emellett a kirándulók és terepi felmérők által gyakran használt utak mentén kialakult bolygatott növényzetre jellemző a gyom- és zavarástű fajok előfordulása (Yang és mtsai. 2018).

A mintákban a leggyakoribb gyomfajok (W) a ragadós galaj (*Galium aparine*), a ragadós muhar (*Setaria verticillata*) és a vetési tüskemag (*Torilis arvensis*), míg a leggyakoribb zavarástű fajok (DT) a mezei cickafark (*Achillea collina*) és a keskenylevelű perje (*Poa angustifolia*) voltak. A specialista stressz-tű fajok (S) közül pedig: a taréjos búzafű (*Agropyron cristatum*), a hegyi fogtekerics (*Danthonia alpina*), a ragadós mécsvirág (*Silene viscosa*) és a sziki here (*Trifolium angulatum*) voltak a leggyakoribbak. A kivadult haszonnövények (I) közül: az aranyribiszke (*Ribes aureum*), a behurcolt gyomok (A) esetében: a sziki árpa (*Hordeum hystrix*), a honos flóra ruderalis kompetitorai (RC) közül: a szőrös disznóparéj (*Amaranthus retroflexus*) és a meddő rozsok (*Bromus sterilis*), míg a tájidegen agresszív kompetitor fajok (AC) közül: a kanadai betyárkóró (*Coryza canadensis*) és a pirók ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis*) voltak a leggyakoribbak. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a ruházattal történő magterjesztés egy komplex folyamat, amely egyaránt lehetővé teszi a természetvédelmi szempontból problémás és értékes fajok terjedését.

Az élőhelyjellemzők szerepe

Megállapítottuk, hogy a gyepi élőhelyek jelenléte erőteljesen befolyásolja a zoknira és cipőre tapadt diasporák mennyiségét és fajsúlyát. Mivel a gyepek nyílt élőhelyek, ahol a nagytű növényevő állatok kulcsszerepet töltenek be az élőhelyszerkezet fenntartásában, számos gyepi faj diasporája alkalmazkodott az epizoochor terjesztéshez (Couvreur és mtsai. 2004; Sridhara és mtsai. 2016). Ez az egyik magyarázata a gyepekben rejlő nagyobb potenciálnak a többi élőhelytípussal ellentétben. Ugyanakkor a gyepekben nagyobb a valószínűsége a diaspora-ember találkozásnak is mint a többi élőhelytípus esetében, hiszen a gyepek sűrű növényzetében jelentős diaspora mennyiség található a talajfelszín közelében (Albert és mtsai. 2015), így ezek a diasporák könnyedén a ruházatra kerülhetnek. Ezt jól magyarázza, hogy a gyepes élőhelyen végzett mintavétel után a ruhákon több mint 35 ezer diasporát találtunk, míg a gyepet nem tartalmazó területekről származó mintákon ez a szám jóval alacsonyabb volt. Vizsgálatunkban a rekord diasporaszám (2172 db/egy személyen talált legtöbb diaspora) is gyepi élőhelyről származott.

A vektorjellemzők szerepe

Eredményeink azt mutatják, hogy a tevékenység típusa is fontos szerepet játszik az epianthropochoriában. A terepfelmérést végzők (terepbiológusok) szignifikánsan több diasporát terjesztenek, mint azok, akik szabadidős tevékenységet folytatnak. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy a terepi szakemberek gyakrabban térnek le a kijelölt utakról, melynek során szoros kapcsolatba kerülnek a növényzettel. Nagyon gyakran előre meghatározott területen végzik a felméréseket és sokszor sűrű növényzeten kelnek át, amit a túrázók inkább elkerülnek.

Ezek az eredmények összhangban vannak az Antarktison végzett vizsgálat eredményeivel, ahol kimutatták, hogy a kutatók szignifikánsan több diasporát terjesztenek a ruházatukon és a felszerelésükön, mint a turisták (Huiskes és mtsai. 2014). Éppen ezért, kiemelten fontos a természetvédelmi területeket gyakran látogató szakemberek és dolgozók ösztönzése, hogy a ruházatukat és felszerelésüket rendszeresen megtisztítsák.

Bár nem volt szignifikáns hatása, eredményeink alapján az a trend rajzolódott ki, hogy a férfiak hatékonyabbak az epianthropochoriában, mint a nők. Ugyanakkor Byrnes és mtsai. (1999) vizsgálata is igazolja, hogy a férfiak

kockázatvállalóbbak és felfedezőbb beállítottságúak a nőkhöz képest. Ezt támasztja alá az az eredmény is, hogy a legtöbb diasporát gyűjtő személyek férfiak voltak.

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy a ruházatnak fontos szerepe van az epianthropochoriában. Eredményeinkből kiderült, hogy lényegesen több diaspora tapadt az emberek ruházatához, amikor rövidnadrágot és alacsony szárú cipőt (pl. tornacipő) viseltek, mint amikor hosszúnadrágban és magasszárú cipőben (pl. bakancs) voltak. Mivel a rövidnadrág esetében szabadon elérhetővé válik a cipő, a zokni és a cipőfűző, melyek kiváló tapadási felületet biztosítanak a diasporák számára, addig hosszúnadrág során jóval kevesebb az esély erre (Mount & Pickering 2009).

Növényi jellegek

Mivel az epianthropochoriára úgy tekintenek, mint az epizoochoria egyik formája, arra számítottunk, hogy a terjedéssel kapcsolatos növényi tulajdonságok döntő szerepet fognak játszani a folyamatban. Eredményeink viszont azt mutatják, hogy a ruházat kiváló lehetőséget nyújt azoknak a diasporáknak a terjedésére is, amelyek egyáltalán nem adaptálódtak az epizoochóriához, azonban ez az összefüggés nem volt szignifikáns. Érdekes módon azt tapasztaltuk, hogy még a húsos termések [pl. aranyribiszke (*Ribes aureum*)] is jelentős mennyiségben képesek terjedni a cipővel, ugyanúgy, mint a függelék nélküli diasporák [pl. mezei cickafark (*Achillea collina*), magyar szegfű (*Dianthus pottederae*), tejoltó galaj (*Galium verum*) és ezüst pimpó (*Potentilla argentea*)]. Ezek a kismagvú fajok könnyedén bekerülhetnek a cipőbe, vagy akár a zokni- és nadrág gyűrődéseibe, így akár nagy távolságokra is terjedhetnek. Ezek az eredmények azt sugallják, hogy az epianthropochoria egy sokkal általánosabb jelenség, mint azt korábban vélték és számos fajnak biztosít kiváló terjedési lehetőséget.

Kérdőíves felmérés

Kérdőíves felmérésünk kimutatta, hogy az egyéni döntésnek kulcsfontosságú szerepe lehet a ruházattal történő magterjesztésben. Kiderült, hogy a vizsgálatba bevont személyek nagyon sok időt töltenek a természetben (67%-uk egy év alatt több mint egy hónapot) és sokan eltérő biogeográfiai régiókat látogattak (17%), vagy terveztek (25%) meglátogatni. Továbbá megtudtuk, hogy néhányan (22%) egyáltalán nem távolítják el a ruhájukra tapadt

diaspórákat. Ezen eredmények igazolják, hogy az ember akár potenciális hosszú-távú magterjesztő vektorként is hatékonyan működik. Ahhoz, hogy csökkenteni lehessen a diaspóratertesztés kockázatait a legjobb megoldás az lenne, ha az emberek előnyben részesítenék az alacsony tapadási potenciállal rendelkező ruhadarabokat és anyagokat, valamint lehetőség nyílna a ruházat zárt térben történő tisztítására. Ehhez szorosan kapcsolódik az emberek megfelelő informálása és szemléletformálása.

2. fejezet: A mosógépi mosás hatása a növényi magvak csírázására

A fejezet alapjául szolgáló publikáció:

Valkó, O., Lukács, K., Deák, B., Kiss, R., Miglécz, T., Tóth, K., Tóth, Á., Godó, L., Radócz, S., Sonkoly, J., Kelemen, A. & Tóthmérész, B. (2020). Laundry washing increases dispersal efficiency of cloth-dispersed propagules. *NeoBiota*, 61, 1.

2.1 Bevezetés

Számos kutatás vizsgálta azokat a tényezőket, amelyek befolyásolhatják a diaspórák ruhákhoz való tapadását és a potenciális terjedési távolságokat (Ansong & Pickering 2014a). Ezzel szemben elenyésző azon vizsgálatok száma, amelyek azokra a folyamatokra irányulnak, amelyek a terjedés során, illetve a terjedést követően a diaspórákat érik. Ansong & Pickering (2014b) kérdőíves felméréséből az derült ki, hogy Ausztráliában a védett területeket látogató személyek 15%-a közvetlenül a mosógépbe teszi a ruháját, még mielőtt azokról a diaspórákat eltávolítaná. Ennek következtében a mosógépi mosás során a diaspórákat olyan fizikai- és kémiai hatások érik, amelyek befolyásolhatják a csírázásukat. A mezőgazdasági növénytermesztésben korábban már tesztelték a mosás során keletkező szürkevíz hatását a csírázásra. Az eredményekből az derült ki, hogy a magas koncentrációjú szürkevíz csökkentette a csírázási arányt (Heidari (2012, 2013; Ikhajiangbe és mtsai. (2020); Ehilen és mtsai. (2017)), míg az alacsony koncentráció esetében nem találtak szignifikáns különbséget a kontroll csoporthoz képest (Heidari 2012, 2013; Lubbe és mtsai. 2016; Uzma és mtsai. 2018; Nana és mtsai. 2019). Mivel a diaspórák egy része képes a ruházattal a mosógépbe jutni, elengedhetetlen feladat megismerni a mosás folyamatának csírázásra gyakorolt hatásait, valamint az ezzel járó lehetséges terjedési útvonalakat.

Jelen kutatásunkat megelőzően egyetlen munkában (Lefcort & Lefcort 2014) vizsgálták a mosógépi mosás hatását a csírázásra Észak-Amerikában. A kutatást a kontinensen inváziós fajként ismert fedélrozsok (*Bromus tectorum*) bevonásával végezték. Mivel a fedélrozsok termése képes a ruhára is rátapadni, és ez által a mosógépbe kerülni, a kutatók feltételezték, hogy ennek az intenzív hatásnak a következtében a diaspórák életképtelenné válnak. A kísérlet azonban megállapította, hogy önmagában a mosógépi mosásnak nem volt hatása a diaspórák csírázására és a csíranövények

növekedésére, viszont a fehérítő hozzáadása már jelentősen csökkentette a csírázási képességet. Ennek értelmében, a fedélrozsok szemtermései képesek túlélni a mosógépi mosást. További vizsgálatokra van azonban szükség ahhoz, hogy átfogó képet kapjunk a mosógépi mosás hatásairól az epianthropochoriával terjedő fajok esetében.

2.2 Célkitűzés

Jelen tanulmányban egy három részből álló kísérletsorozatot végeztünk. Vizsgáltuk a mosógépi mosás hatását epianthropochoriával is terjedő fajok diasporái esetében, valamint teszteltük ezen diasporák tapadási sikerességét három különböző szövettípuson (polár, farmer és pamut) mosás előtt és után. Kíváncsiak voltunk arra, hogyan befolyásolja a mosógépi mosás a diasporák csírázóképeségét (csíranövényszám), fitnessét (a csíranövények föld feletti száraz biomasszájának tömege) és a csírázás dinamikáját (csírázási szinkronitás), mivel feltételeztük, hogy a mosószer és a magas hőfokon való mosás csökkenti a csírázóképeséget. Továbbá vizsgáltuk, hogy ezek a diasporák mennyi ideig képesek a ruhán maradni mosás előtt és után.

2.3 Anyag és módszer

A vizsgálatot 18, Közép-Európában gyakori növényfaj diasporájának bevonásával végeztük, amelyek akár a ruházattal is terjedhetnek. A fajok kiválasztásánál figyelembe vettük az életforma kategóriákat (egyéves, kétéves és évelő), valamint, hogy mely régióban őshonosak, illetve inváziósak (**2. táblázat**). A diasporákat az Észak-Alföld, illetve a Kiskunság területén, vadon élő populációkból gyűjtöttük fajonként legalább harminc egyedről 2017-ben. A gyűjtés során az ENSCONET protokollt követtük (ENSCONET 2009). A protokollt a European Native Seed Conservation Network állította össze, és a vadon élő növények *ex situ* védelméhez ad egy egységes ajánlást a magok gyűjtésére vonatkozóan.

2. táblázat. A vizsgálatba bevont 18 növényfaj diasporájának jellemzői. Az őshonos és inváziós kategóriákba a CABI Invasive Species Compendium (<https://www.cabi.org/isc/>) és az EPPO Global Database (<https://www.gd.eppo.in>) alapján lettek a fajok besorolva.

Fajnév	Életforma	Epizoochóriához adaptálódott morfológiai képletek	A tesztelt morfológiai egység		Őshonos	Inváziós
			Csírázásos kísérlet	Tapadás vizsgálata		
<i>Agrimonia eupatoria</i>	évelő	horgok	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika Óceánia
<i>Arctium lappa</i>	évelő	horgok	termés	termés-ágazat	Eurázsia	É-Amerika Óceánia
<i>Bromus sterilis</i>	egyéves	szálka	termés	termés	Eurázsia	É-Afrika É-Amerika Óceánia
<i>Bromus tectorum</i>	egyéves	szálka	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika D-Amerika Óceánia
<i>Cenchrus spinifex</i>	egyéves	tüskék	termés	termés	É-Amerika D-Amerika	Európa Óceánia
<i>Chaerophyllum temulum</i>	kétéves	szőrök	termés	termés	Eurázsia É-Amerika	
<i>Cruciata pedemontana</i>	egyéves	horgok	mag	-	Eurázsia É-Amerika	É-Amerika
<i>Cynoglossum officinale</i>	kétéves	horgok	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika
<i>Daucus carota</i>	kétéves	horgas sörték	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika

						Óceánia
<i>Geum urbanum</i>	évelő	horog	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika Óceánia
<i>Hordeum hystrix</i>	egyéves	szálkák	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika D-Amerika Óceánia
<i>Hordeum murinum</i>	egyéves	szálkák	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika D-Amerika Óceánia
<i>Melica transsilvanica</i>	évelő	szőrök	termés	termés	Eurázsia	
<i>Physocaulis nodosus</i>	egyéves	horgok	termés	termés	Eurázsia	
<i>Secale sylvestris</i>	egyéves	szálkák	termés	termés	Eurázsia	
<i>Setaria verticillata</i>	egyéves	sörték	termés	termés	Eurázsia	É-Amerika D-Amerika Óceánia
<i>Torilis arvensis</i>	egyéves	horgok	termés	termés	Eurázsia	Afrika É-Amerika D-Amerika
<i>Tragus racemosus</i>	egyéves	tüskés sörték	termés	termés	Eurázsia Afrika	É-Amerika D-Amerika

A mosógépi mosás és az azt követő csíráztatás

A vizsgálat során két mosási intenzitást alkalmaztunk: egy kímélő mosást 40 percig 30 °C-on és egy intenzív mosást 185 percig 60 °C-on. Mindkét mosási ciklus végén 10 perc centrifugálási fázis volt, 1000 fordulaton. Három mosószer hatását vizsgáltuk, melyek a következők voltak: víz, mosódió (4 db *Sapindus mukorossi* dió) és klasszikus folyékony mosószer (66 ml folyékony Ariel Color). A mosódiót azért választottuk, mert ez egy környezetbarát alternatíva és természetes felületaktív anyagokat (szappanokat) tartalmaz, amely vízzel érintkezve a mosószerekhez hasonlóan lúgos közeget hoz létre (Laitala & Kjeldsberg 2012). Összesen hatféle mosási intenzitás és mosószer kombinációt vizsgáltunk, emellett hetedik kezelésként kontroll (száraz) diaspórákat csíráztattunk. 17 faj esetében fajonként és kezelésként 25 db diaspórákat használtunk 5 ismétlésben, míg az egérárpánál (*Hordeum murinum*) 25 db termést 3 ismétlésben (mivel ennél a fajnál kevesebb diaspórárt sikerült csak begyűjteni). Minden faj esetében a mosást megelőzően a diaspórákat kézzel készített vászon batyukba (528 db) tettük, majd a mosást követően ezeket kibontottuk és a diaspórákat cserepekben, üvegházi körülmények között csíráztattuk (4. ábra).



4. ábra. A diaspórák vászon batyuba varrása, mosógépi mosása és csíráztatásának folyamatábrája. Fotók: Miglécz Tamás.

A csíráztatás két szakaszban történt: 2017 szeptemberétől novemberéig, valamint 2018 márciusától májusáig. A diaspórákat virágfölddel töltött cserepekbe (8 x 8 x 12 cm) helyeztük és naponta 5 ml csapvízzel locsoltuk. A megfigyelési napokon (minden héten heti két alkalommal) megszámoltuk a csírázó egyedeket. A megfigyelés az egyes fajoknál az eltérő csírázási dinamika miatt különböző ideig tartott. Minden faj esetében akkor állítottuk le a megfigyelést, amikor a diaspórák több mint 95%-a kicsírázott legalább egy kezelésnél, vagy amikor egymás után öt megfigyelés során sem találtunk új csíranövényeket. A csíráztatás végén a csíranövényeket eltávolítottuk a cserepekből, kiszárítottuk és lemértük a teljes föld feletti biomasszájukat.

A diaspórák tapadási sikerének vizsgálata három különböző ruhadarabon a mosás előtt

Ebben a kísérletben annak a valószínűségét teszteltük, hogy a ruhára tapadt diaspórák mekkora eséllyel kerülhetnek be a mosógépbe. Ehhez három olyan ruhadarabot (polár pulóver, farmer nadrág és pamut zokni) választottunk, amelyeket természetjárás során gyakran viselnek az emberek. A vizsgálatot öt személy bevonásával végeztük, melynek során 17 faj, fajonként 25 db diaspóráját helyezték el a ruháikon. A polár pulóver esetében a zseb körüli részen, a farmernadrágnál a lábszár alsó részén, a zokninál pedig a zokni szárán lettek elhelyezve a diaspórák. Ezzel az elrendezéssel szemléltettük azt, hogy a természetben az esetek többségében a ruháknak ezen részére tapad a legtöbb diaspóra. Ebbe a kísérletbe az apró keresztfüvet (*Cruciata pedemontana*) nem vontuk be, mert ennél a fajnál a tapadást segítő képletek nem a diaspórán, hanem a növény hajtásán találhatóak. A vizsgálat során minden személy a szokásos napi tevékenységét folytatta a Debreceni Egyetemen, beleértve főként a beltéri, de számos szabadtéri tevékenységét is (rövid séták az épületek között). A megfigyelés kilenc órán keresztül tartott, mely idő alatt a diaspórákat óránként ellenőriztük. Minden alkalommal megszámoltuk a három ruhadarabon fennmaradt diaspórákat.

A diaspórák tapadási sikerének vizsgálata a három szövettípuson a mosás után

Kíváncsiak voltunk arra is, hogy a mosógépi mosást követően a diaspórák (17 faj) milyen arányban maradnak a már említett szövettípusokon a 30 és 60 °C-os mosást követően (**5. ábra**). Ennek a vizsgálatnak a teszteléséhez a diaspórákat 6 x 6 cm-es szövetdarabokra (polár, farmer és pamut) helyeztük, fajonként 25 db-ot öt ismétlésben. A mosást követően minden szövetdarabon megszámoltuk a diaspórákat. A számolás után a szöveteket beltéri szárítóra helyeztük, ahol nyolc órán keresztül száradtak. A száradás végén újból megszámoltuk a szöveteken maradt diaspórákat.



5. ábra. A vizsgálatban használt szövetek: polár, farmer és pamut. Fotók: Lukács Katalin.

2.4 Statisztikai elemzés

A statisztikai elemzéseket az SPSS 22.0 statisztikai programmal végeztük. A diaspórák csírázóképeségét a csíranövényszámmal határoztuk meg, a csíranövények fitneszt a föld feletti száraz biomasszával jellemeztük, valamint a fenológiai változók közül a csíranövények átlagos csírázási idejét (az adott cserépben kimutatott csíranövények megjelenéséhez szükséges napok átlaga), a csírázás kezdetét (az adott cserépben az elsőként megjelenő csíranövény megjelenéséig eltelt napok száma) és a szinkronitását vizsgáltuk. A csírázás dinamikáját (csírázási szinkronitás) a csíranövények megjelenésének Shannon-diverzitásával jellemeztük, ahol a nulla azt mutatta, hogy minden diaspóra ugyanazon a napon kezdett el csírázni, míg a magasabb értékek a kevésbé szinkronizált csírázásra utaltak.

A függő változók esetében a relatív válasz indexet (Relative Response Index (RRI) használtuk, melyet Armas és mtsai. (2004) cikke alapján fejeztünk ki. A relatív válasz index (RRI) kiválóan alkalmas különböző kezelésekre adott növényi válaszok elemzésére, mivel meghatározott határértékek között

mozog [-1, +1], lineáris és könnyen használható bármilyen interakció tesztelésére.

Az elemzésben figyelembe vettük a faj, a mosási intenzitás és a mosási közeg hatásait a kontrol csoporthoz képest, valamint vizsgáltuk ezek kölcsönhatásait is. A felsorolt függő változók mindegyikére általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk, melyben a fix faktorok a faj (18 szint), a mosási intenzitás (2 szint), a mosószer (3 szint) és ezek interakciói voltak. A modellben a függő változók a csíranövénytámszámra, a fitneszre, a csírázási időre, a csírázás szinkronitására és a csírázás kezdetére kiszámított RRI értékek voltak. Az RRI-t a következő képlet segítségével számoltuk ki:

$$RRI = (FV_w - FV_c) / (FV_w + FV_c),$$

ahol a FV_w és a FV_c egy függő változó (FV) száma egy adott mosási kezelésben, illetve a kontrollban. Például a csíranövénytámszám esetében a relatív válasz indexet úgy kaptuk, hogy az adott kezelés átlagos csírázásából (FV_w) kivontuk a kontrol csoport átlagos csírázási arányát (FV_c). Az így kapott értéket pedig elosztottuk az adott kezelés átlagos csírázási érték (FV_w) és a kontroll csoport csírázási értékének (FV_c) összegével.

Az RRI értéke a -1 és a +1 között mozog, ahol a nulla azt jelenti, hogy a kezelés és a kontroll közt nem volt különbség.

Ahhoz, hogy megállapítsuk mely tényezők befolyásolják a diasporák tapadási sikerét a mosás előtt és után, szintén általános lineáris modellt (GLM) alkalmaztunk. A száraz magok tapadásának vizsgálatánál teszteltük a faj (17 szint) és a szövettípus (3 szint) fix faktorok hatásait, valamint ezek kölcsönhatásait. A kimosott magok tapadásának vizsgálatánál teszteltük a faj (17 szint), a szövettípus (3 szint), és a mosási intenzitás (2 szint) fix faktorok hatásait és ezek kölcsönhatásait is.

2.5 Eredmények

A mosógépi mosás hatása a diasporák csírázására, fitneszére és szinkronitására

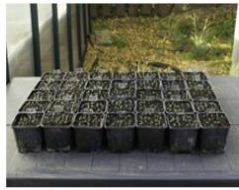
A diasporák csírázását kizárólag a két mosási intenzitás (30 és 60 °C) befolyásolta, míg a tisztítószernek (víz, mosódió és folyékony mosószer) nem volt hatásuk (6 és 7. ábra). A kémélő mosás (30 °C) után egyetlen faj (*Arctium lappa*) esetében csökkent a csírázás, három fajnál növekedett (*Agrimonia eupatoria*, *Cynoglossum officinale* és *Tragus racemosus*), míg a

többi tizennégy fajnál nem volt szignifikáns hatás (**3. táblázat**). Ezzel ellentétben az intenzív mosás (60 °C) után kilenc faj (*Bromus sterilis*, *B. tectorum*, *Chaerophyllum temulum*, *Cynoglossum officinale*, *Hordeum hystrix*, *Melica transsilvanica*, *Physocaulis nodosus*, *Torilis arvensis* és *Tragus racemosus*) esetében csökkent a csírázás és kilenc fajnál nem volt szignifikáns különbség a kontrollhoz képest. Tíz fajnál (*Bromus sterilis*, *B. tectorum*, *Chaerophyllum temulum*, *Cynoglossum officinale*, *Hordeum hystrix*, *H. murinum*, *Melica transsilvanica*, *Physocaulis nodosus*, *Setaria verticillata* és *Torilis arvensis*) pedig alacsonyabb volt a biomassa a kontroll csoporthoz képest az intenzív mosási kezelésekből (**3. táblázat**).

Az intenzív mosás (60 °C) következtében az átlagos csírázási idő jelentősen nőtt nyolc faj (*Arctium lappa*, *Bromus sterilis*, *B. tectorum*, *Cruciata pedemontana*, *Cynoglossum officinale*, *Melica transsilvanica*, *Secale sylvestre* és *Torilis arvensis*) esetében (**6 és 8. ábra**). Deszinkronizált csírázás volt megfigyelhető nyolc fajnál (*Arctium lappa*, *Bromus sterilis*, *B. tectorum*, *Cruciata pedemontana*, *Cynoglossum officinale*, *Hordeum hystrix*, *Hordeum murinum* és *Melica transsilvanica*) az intenzív mosás hatására (**9. ábra**). Az intenzív mosás három faj (*Arctium lappa*, *Daucus carota*, és *Tragus racemosus*) esetében átlagosan korábbi csírázást eredményezett, míg négy faj (*Agrimonia eupatoria*, *Bromus sterilis*, *Cynoglossum officinale* és *Secale sylvestre*) esetében ez a folyamat későbbre tolódott. Egy faj, a dudatönk (*Physocaulis nodosus*) esetében az intenzív mosást (60 °C) követően egyetlen csíranövény sem fejlődött ki (**6 és 8. ábra**).



Hordeum hystrix



Cruciana pedemontana



Geum urbanum



Physocaulis nodosus

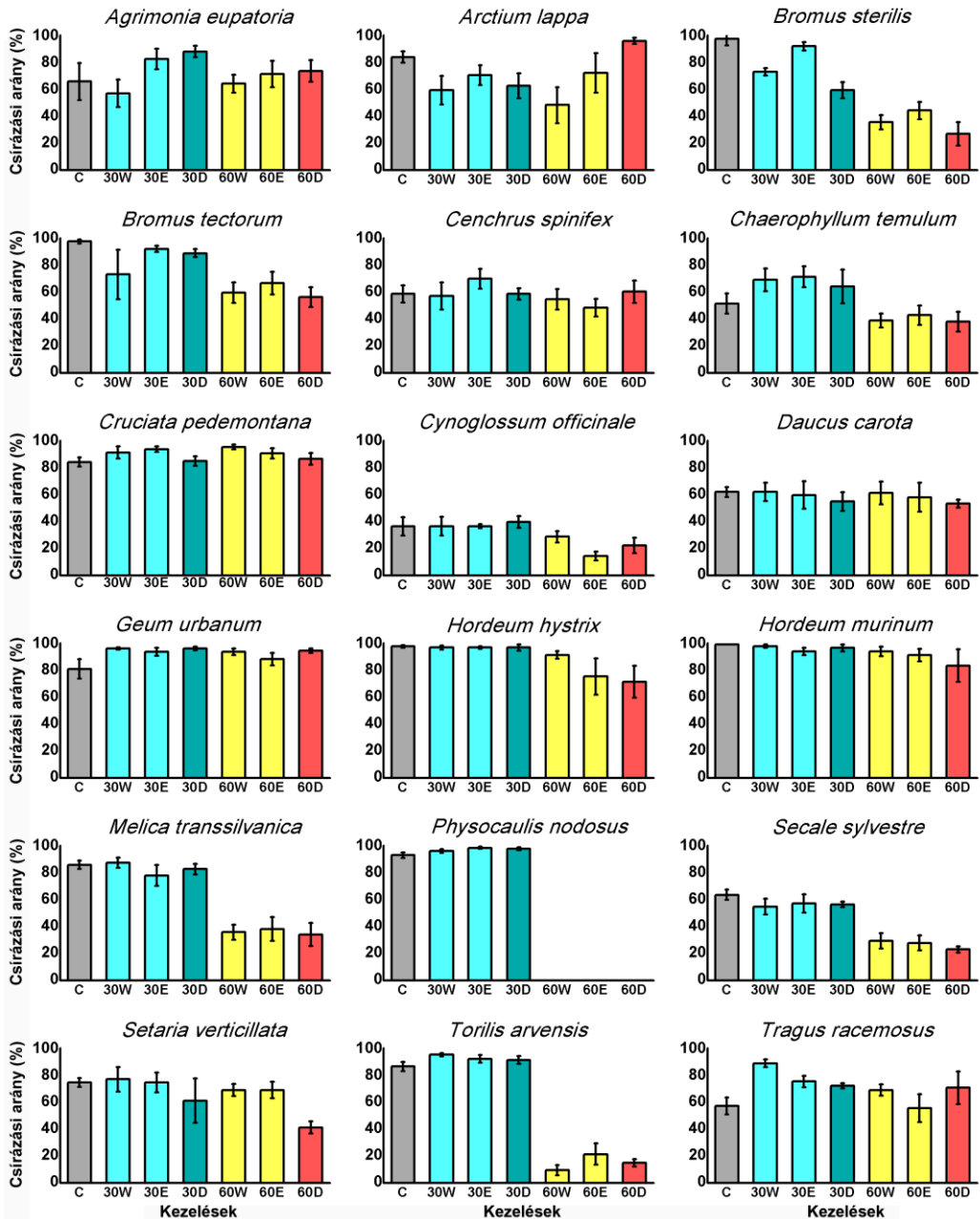


Arctium lappa



Tragus racemosus

6. ábra. A kezelések hatásai a csírázásra hat faj esetében. A kezelések sorrendje balról jobbra: kontroll, kímélő mosás (30 °C) vízzel, kímélő mosás (30 °C) mosódióval, kímélő mosás (30 °C) mosószerrel, intenzív mosás (60 °C) vízzel, intenzív mosás (60 °C) mosódióval és intenzív mosás (60 °C) mosószerrel. Fotók: Miglécz Tamás.



7. ábra. A kezelések hatásai a 18 modell faj diaspóráinak csírázási sikerére. A kezelések jelölései: C – kontroll, 30W – kémélő mosás (30 °C) vízzel, 30E – kémélő mosás (30 °C) mosódióval, 30D – kémélő mosás (30 °C) mosószerrel, 60W – intenzív mosás (60 °C) vízzel, 60E – intenzív mosás (60 °C) mosódióval és 60D – intenzív mosás (60 °C) mosószerrel.

3. táblázat. Az általánosított lineáris modell (GLM) eredményei. A fajok, a mosási intenzitás, a mosószer, és ezek interakciójának hatása a mosás utáni csírázásra (A), a fajok, ruha típus és a két faktor interakciójának hatása a diaspórák tapadási sikerére mosás előtt (B), valamint a fajok, ruha típus, mosási intenzitás, valamint a faktorok interakciójának hatása a diaspórák tapadási sikerére mosás után (C). A szignifikáns hatásokat félkövérrel jelöltem.

(A) A diaspórák csírázásának jellemzői a mosógépi mosás után

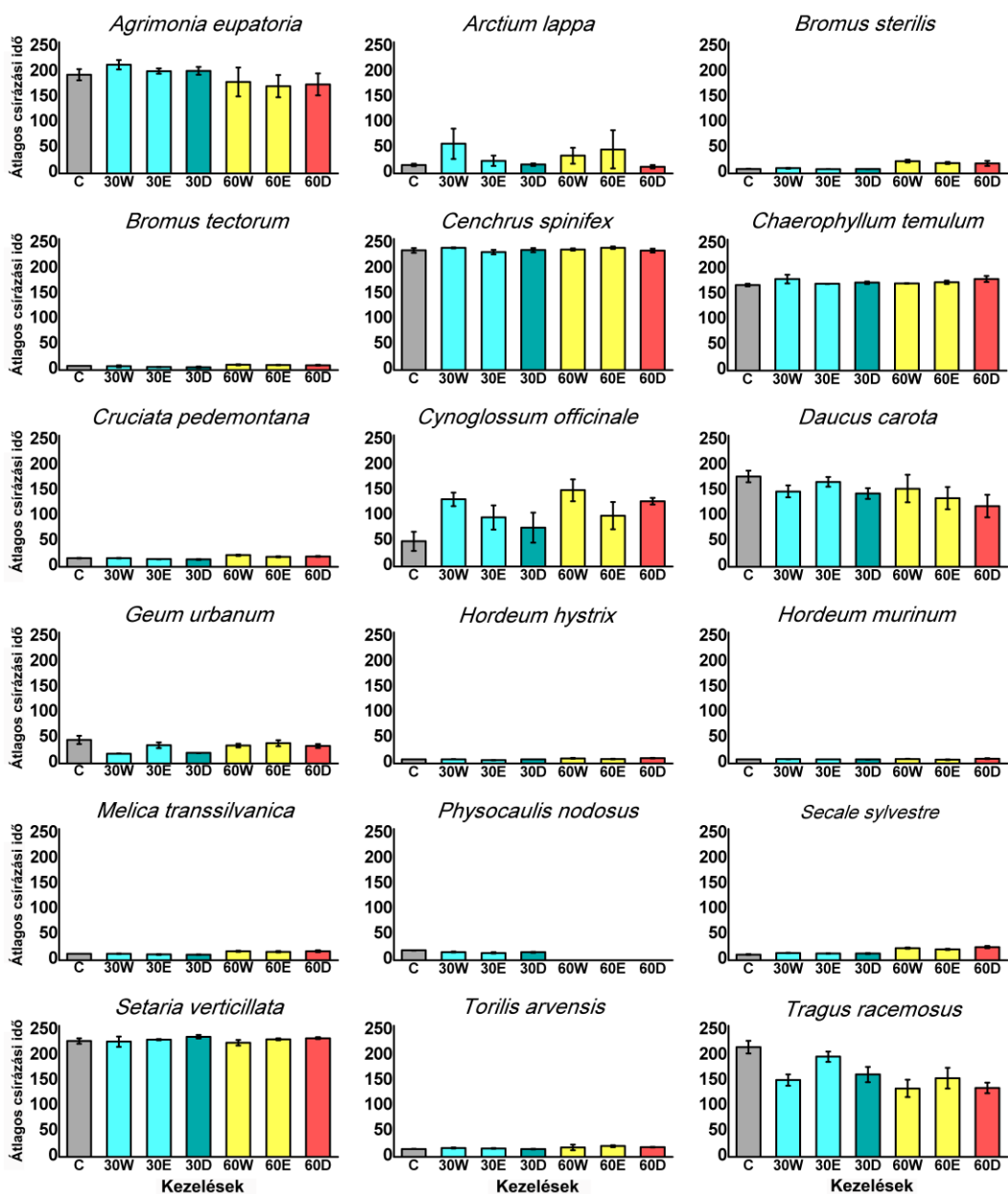
	Fajok		M. intenzitás		Mosószer		Fajok × M. intenzitás		Fajok × Mosószer		M. intenzitás × Mosószer	
	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
Csíránövénytyszám	3,63	0,000	32,66	0,000	0,38	0,682	8,35	0,000	0,82	0,000	0,53	0,592
Biomassza	3,39	0,000	60,31	0,000	0,27	0,765	8,47	0,000	0,90	0,610	0,62	0,541
Átlagos csírázási idő	2,66	0,002	3,64	0,057	0,13	0,880	5,30	0,000	0,33	0,999	0,18	0,839
Csírázási szinkronitás	1,99	0,024	2,31	0,129	0,14	0,869	3,14	0,000	0,65	0,900	0,01	0,997
A csírázás kezdete	13,60	0,000	8,84	0,003	0,29	0,747	4,53	0,000	1,22	0,189	0,01	0,994

(B) A diaspórák tapadási sikere a mosás előtt – A mosógépbe való bejutás lehetősége

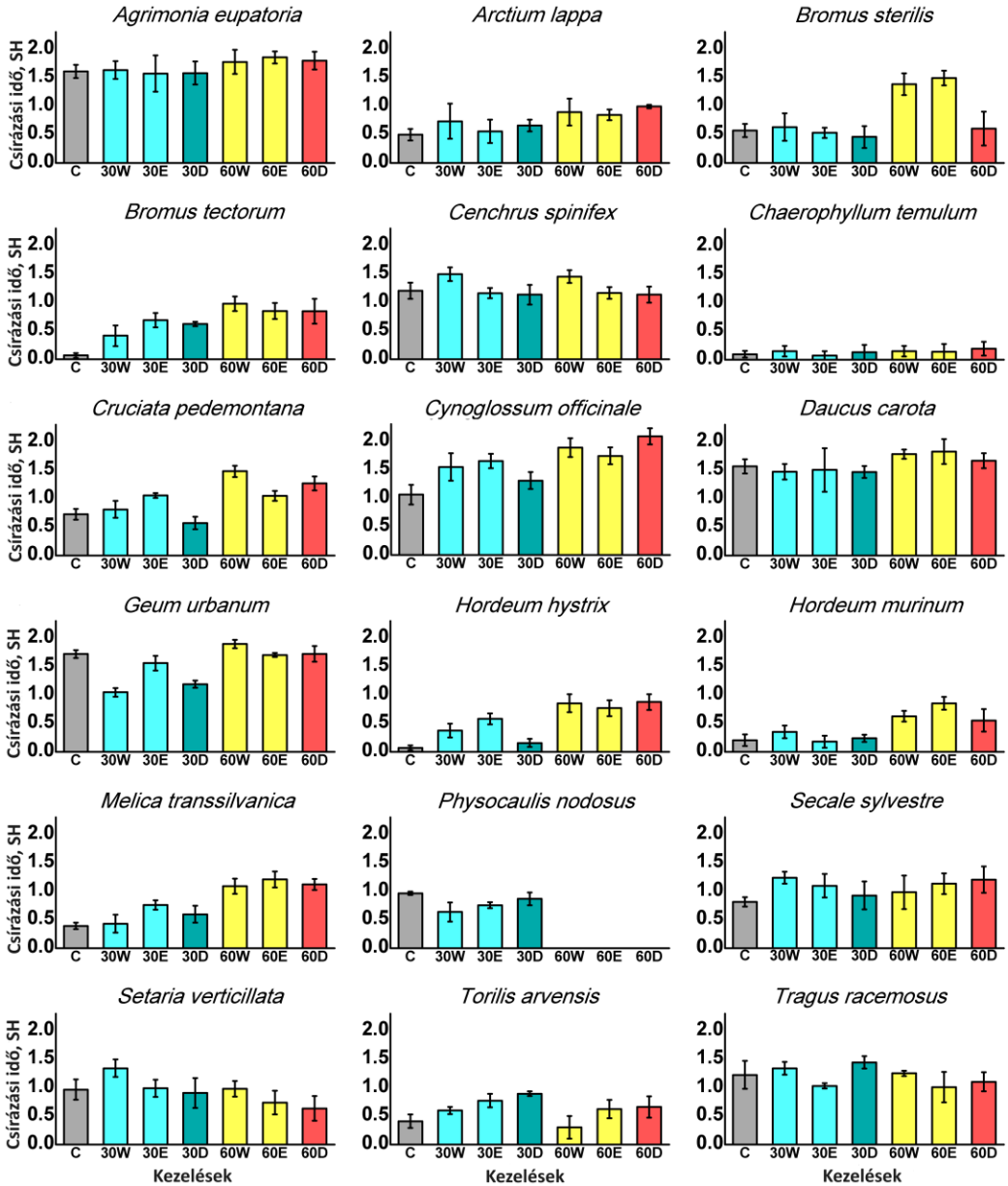
	Fajok		Ruha típus		Fajok × Ruha típus	
	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
Tapadási ráta	17,79	0,000	10,97	0,000	1,21	0,223

(C) A diaspórák tapadási sikere a mosás után – A terjedés lehetősége a mosás után

	Fajok		Ruha típus		M. intenzitás		Fajok × Ruha típus		Fajok × M. intenzitás		M. intenzitás × Ruha típus	
	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
Tapadási ráta	41,20	0,000	50,58	0,000	0,02	0,882	3,39	0,000	0,97	0,476	0,12	0,890



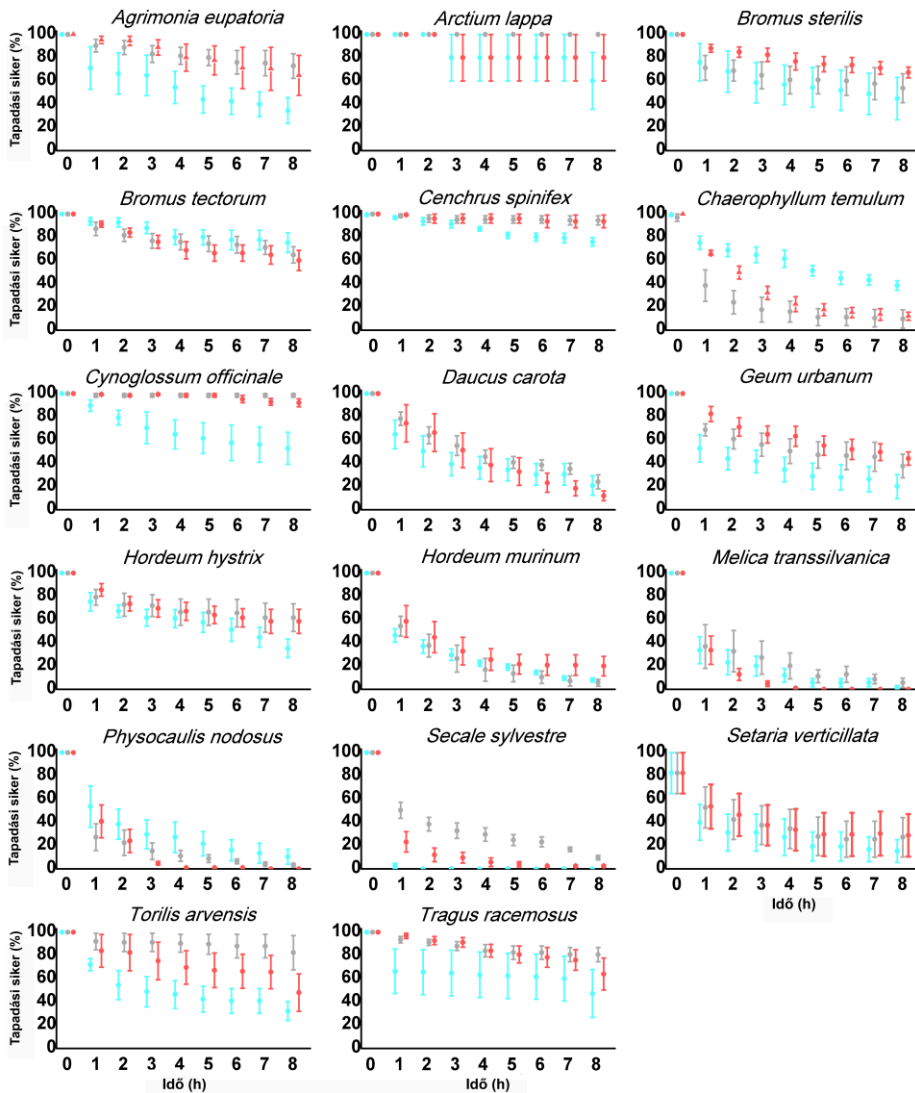
8. ábra. A kezelések hatásai a 18 modell faj diaspóráinak átlagos csírázási idejére. A kezelések jelölései: C – kontroll, 30W – kémélő mosás (30 °C) vízzel, 30E – kémélő mosás (30 °C) mosódióval, 30D – kémélő mosás (30 °C) mosószerrel, 60W – intenzív mosás (60 °C) vízzel, 60E – intenzív mosás (60 °C) mosódióval és 60D – intenzív mosás (60 °C) mosószerrel.



9. ábra. A csírázási időpontok Shannon–diverzitásának értékei. A kisebb értékek szinkronizált, a nagyobb értékek deszinkronizált csírázást jelölnek. A kezelések jelölései: C – kontroll, 30W – kémélő mosás (30 °C) vízzel, 30E – kémélő mosás (30 °C) mosódióval, 30D – kémélő mosás (30 °C) mosószerrel, 60W – intenzív mosás (60 °C) vízzel, 60E – intenzív mosás (60 °C) mosódióval és 60D – intenzív mosás (60 °C) mosószerrel.

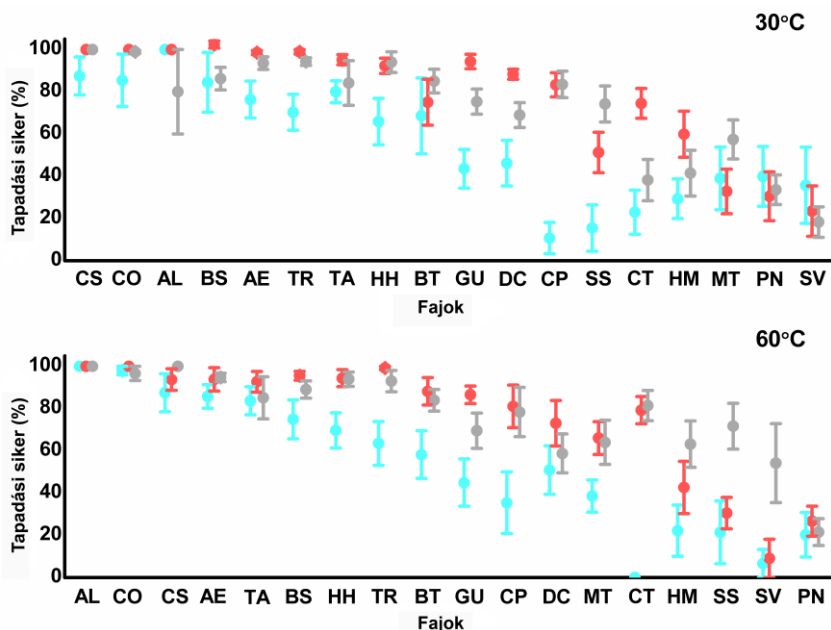
A diaszporák tapadási sikere mosás előtt és után

A diaszporák tapadási sikerének a tesztelését követően azt az eredményt kaptuk, hogy a farmernadrág rendelkezik a legalacsonyabb magmegtartó képességgel. A diaszporáknak mindössze 32,4%-a maradt a farmeron a vizsgálat végéig. Ezzel szemben a polár pulóveren 42,6%-os volt a tapadási arány, míg a pamut zoknin nyolc óra elteltével is a diaszporáknak majdnem a fele (47,5%) fennmaradt (**10. ábra**).



10. ábra. A diaszporák tapadási sikere a vizsgált ruhadarabokon (polár pulóver, farmer nadrág és pamut zokni).

A mosást követően pedig azt találtuk, hogy a diaspóráknak körülbelül az egyharmada maradt a szöveteken. A száradást követően a fennmaradt diaspórák átlagosan 95,2%-a maradt a poláron, 54,2%-a a farmeron és 72,4%-a a pamuton (**11. ábra**).



11. ábra. A 18 növényfaj diaspórájának tapadási sikere csökkenő tapadási sorrendben a három szövettípuson (polár, farmer és pamut) a kímélő (30 °C) és az intenzív (60 °C) mosást követően.

2.6 Értékelés

Eredményeink alapján elmondható, hogy a kímélő mosás (30 °C) nem csökkentette a diaspórák csírázási sikerességét, míg az intenzív mosás (60 °C) a vizsgált fajok felénél okozott csökkenést. Mivel manapság az energiafogyasztás csökkentése érdekében egyre többen választják az alacsonyabb mosási hőmérsékletet (Morgan és mtsai. 2018), a jövőben valószínűleg nőni fog a mosógépből kijutó diaspórák életképességének az aránya. Azonban a diaspórák túlélését a mosószerekben található különféle kémiai anyagok (pl. fehérítő) jelentősen befolyásolhatják (Lefcort & Lefcort 2014). Annak ellenére, hogy az általunk vizsgált mosószerek (víz, mosódió és folyékony Ariel Color mosószer) nem befolyásolták a csírázást, fontos

lenne tesztelni további mosószereket és az azokban található vegyi anyagok hatásait a csírázásra.

Az intenzív mosás (60 °C) következtében csaknem a fajok felénél figyeltünk meg deszinkronizált csírázást. A csíranövényeknek az eltérő időben történő megjelenése különösen előnyös lehet egy új élőhelyen, mivel megnő annak az esélye, hogy néhány diaspóra pont a megfelelő időben csírázik ki a sikeres megtelepedéshez (Verdú & Traveset 2005).

Vizsgálatunk eredménye rámutat arra, hogy a polárból és a pamutból készült ruhákkal jelentős mennyiségű diaspóra képes a mosógépbe jutni. Ezeknek a diasporáknak egy jelentős része a mosást követően is a ruhán marad, így akár távolabbi élőhelyekre is eljuthatnak. Saját kutatásaink (1. fejezet) és korábbi vizsgálatok eredményei kimutatták, hogy többnyire a gyom- és inváziós növények diasporái rendelkeznek a legnagyobb tapadási potenciállal és terjednek a ruházattal (Ansong & Pickering 2014a, 2014b; Moravcová és mtsai. 2015).

Eredményeink arra utalnak, hogy a mosógépi mosást követően a diasporák számára két terjedési útvonal valósulhat meg. A diasporák egy része a száradás során leesik a ruhákról, melynek következtében antropogén élőhelyekre kerülhetnek. Ezek az élőhelyek gyakran nyújtanak megfelelő körülményeket az idegenhonos fajok megtelepedéséhez, melynek következtében akár újabb inváziós gócpontok kialakítását segítik elő (Richardson és mtsai. 2000; Wichmann és mtsai. 2009; Sales és mtsai. 2013; Arredondo és mtsai. 2018). Azok a diasporák, amelyek a száradást követően a ruhán maradnak, akár nagyobb távolságokra is eljuthatnak. Az emberi népesség növekedésének és mobilitásának köszönhetően könnyedén utazhatunk és terjeszthetünk diasporákat a világ bármely pontjára. Huiskes és mtsai. (2014) kutatási eredménye felhívja a figyelmet arra, hogy az emberek számos diasporát szállíthatnak a ruházatukon, amelyeket akár az Antarktiszig is magukkal vihetnek.

Jelen tanulmányunk eredményei rávilágítanak az emberek személyes felelősségvállalásának fontosságára. Számos módon csökkenthetjük az újabb inváziós gócpontok kialakulásának esélyét, és segíthetjük a természetes élőhelyek őshonos növényzetének a megőrzését. A ruha választásnak fontos szerepe van: farmer, lenvászon ruhadarabok viselésével csökkenthetjük a diasporák tapadási esélyeit. Jó természetességű élőhelyek, védett területek látogatásánál a legjobb megoldás olyan ruhadarabok viselése, amelyeken biztosan nem maradtak diasporák.

3. fejezet: Magterjedés az emberi ruházaton: megelőzési és védekezési lehetőségek

A fejezet alapjául szolgáló publikációk:

Lukács, K., & Valkó, O. (2021). Human-vectored seed dispersal as a threat to protected areas: Prevention, mitigation and policy. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01851.

Lukács, K., & Valkó, O. (2022). Magterjedés az emberi ruházaton: megelőzési és védekezési lehetőségek. *Természetvédelmi Közlemények*, 28, 74–85.

3.1 Bevezetés

A ruházattal számos növényfaj diasporája képes terjedni, amelyek emberi segítséggel a világ bármely pontjára eljuthatnak (Ansong & Pickering 2014a, 2014b). Powell (1968) vizsgálatában 1963 és 1967 között a Department of Agriculture's Port Agriculture Inspection Service által megvizsgált 1500 ruha és cipő mintán 45 Új-Zélandra új növényfaj diasporáit azonosította. Ugyancsak számos idegenhonos növényfaj diasporáját azonosították az Antarktiszra és az Északi-sarkvidékre érkező látogatók ruházatán (Whinam és mtsai. 2005; Ware és mtsai. 2012; Huiskes és mtsai. 2014).

Mivel a diasporák az emberek ruházatán könnyedén eljuthatnak egyik kontinensről a másikra, nagy a veszélye annak, hogy akár újabb inváziós gócpontok kialakulásában játszanak szerepet (Moodley és mtsai. 2020; Ansong & Pickering 2014b). Az elszigetelt és egyedi élővilággal rendelkező területeken (pl. Antarktisz és Óceánia) számos biológiai intézkedést vezettek be annak érdekében, hogy csökkenteni tudják az inváziós fajok terjedését (Tollington és mtsai. 2017). Ezen intézkedések áttekintése iránymutatásul szolgálhat azokban a régiókban (pl. Európa, Dél-Amerika, Ázsia és Afrika), ahol korlátozott információ áll rendelkezésre erről a jelenségről, viszont éppúgy fenyegetve vannak az inváziós fajok által (Mount & Pickering 2009).

3.2 Célkitűzés

Vizsgálatunk célja egy áttekintő tanulmány készítése volt, amely összefoglalja azokat a biztonsági intézkedéseket, amelyek a diasporák ruházattal való terjedésével kapcsolatosak és amelyek jelenleg is alkalmazásban vannak. Emellett ajánlásokat fogalmaztunk meg, melyek

útmutatásul szolgálhatnak a jövőbeli kutatásokhoz és irányelvekhez. A fejezetben részletesen bemutatom a lehetséges megelőzési formákat (informálás, önkéntes megelőzés, jogi szabályozás és karantén intézkedések), valamint a korai észlelésre és kezelésre (monitorozás, kezelés, és turizmuszabályozás) vonatkozó lehetőségeket.

3.3 Anyag és módszer

A munkám során összegyűjtöttem azokat az angol nyelvű publikációkat, amelyek a ruházattal terjedő diaspórák megfékezésének biztonsági intézkedéseivel foglalkoztak. A keresést 2020 márciusában végeztem a Google Scholar adatbázis segítségével. A kereséshez a „biosecurity seed dispersal” és „biosecurity seed” kulcsszavakat használtam. Az irodalmi keresés összesen 6170 találatot eredményezett 2020 március 26-án. Az első 300 publikáció címeinek és kivonatainak áttekintése során összesen 20 releváns cikket találtam. Mivel a továbbiakban a keresés nem eredményezett releváns tanulmányokat, így az adatbázisban a kutatást lezártam. Az áttekintést követően a listát tovább bővítettem a cikkek irodalomjegyzékéből. A keresést akkor zártam le, amikor a találatok közt már nem találtam újabb releváns publikációt.

2022 júniusában áttekintettem a magyarországi nemzeti parkok turisztikai kiadványait is, hogy információt kapjak a hazai biztonsági intézkedésekről, valamint, hogy javaslatot tudjak tenni a lehetséges hazai alkalmazásokról (Lukács & Valkó 2022).

3.4 Eredmények

Összesen 24 releváns közleményt találtam a témakörben, amelyből nyolc vizsgálat a látogatók ruházatának különböző tisztítási módszereivel foglalkozott (**4. táblázat**), tizenöt az eltérő szövettípusok és ruhadarabok magmegtartó képességének a tesztelésével (**1. táblázat**) és mindössze egy tanulmányt (Ansong & Pickering 2014a) találtam, amely kérdőíves felmérés útján kereste a választ arra, hogy az emberek mit tesznek a ruhájukra tapadt diaspórákkal.

4. táblázat. Eddigi kutatásokban alkalmazott tisztítási eljárások a látogatók ruházatán, cipőjén és felszerelésén talált organizmusok azonosítására.

Régió	Ruházat/Cipő	Minta	Tisztítási módszer	Regisztrált organizmus	Hivatkozás
Antarktisz	bakancs	72 pár	kemény sörtéjű kefe	20 baktérium	Curry és mtsai. (2002)
Antarktisz	ruházat felszerelés	1857 db	porszívózás	74148 diaspóra 17468 moha és zuzmó	Huiskes és mtsai. (2014)
Antarktisz	ruházat felszerelés	64 minta	porszívózás	981 diaspóra	Whinam és mtsai. (2005)
Északi-sarkvidék (Spitzbergák, Norvégia)	túracipő futócipő	259 minta	kemény sörtéjű kefe csipesz	1019 diaspóra	Ware és mtsai. (2012)
Ausztrália (szavanna)	hátizsák kalap farmernadrág zsebek ingek cipők zoknik	28 minta	kézzel történő eltávolítás	130 diaspóra (egy faj)	Scott (2009)
Svédország (kaszáló)	ruházat cipő	214 minta	kézzel történő eltávolítás	24354 diaspóra	Auffret & Cousins (2013)
Új-Zéland	futócipő túrabakancs gumicsizma	4 pár	mosás mosószerrel mosás csapvízzel	baktérium gomba	Young és mtsai. (2008)
Új-Zéland	túrabakancs sportcipő golfcipő	155 minta	kemény sörtéjű kefe	446 diaspóra	McNeill és mtsai. (2011)

A diaszórak ruházattal való terjedésének megfékezésére hozott biológiai intézkedések áttekintése során Meyerson & Reaser (2002), valamint Simberloff és mtsai. (2013) tanulmányai szolgáltak alapul. Ezen keretek alapján csoportosítottam a fent említett intézkedéseket. Az inváziós- és gyomfajok terjedésének megakadályozására vonatkozó első lépés a megelőzés (Meyerson & Reaser 2002). A megelőzés magában foglalja az emberek részletes tájékoztatását, az önkéntes megelőzést, a jogi szabályozások bevezetését, valamint a karantén intézkedéseket. Abban az esetben, amikor már megtelepedett inváziós fajokról beszélünk, a legcélravezetőbb megoldás a korai észlelés és a hatékony kezelés. Az inváziós fajok elleni küzdelemben szükséges a megfelelő kezelés kiválasztása, a rendszeres monitorozás, valamint a turizmus szabályozása. A következőkben részletesen bemutatom ezeket a lépéseket.

- *Tájékoztatás*

A gyom- és inváziós fajok terjedésének csökkentése érdekében fontos az érintett társadalmi csoportok tájékoztatása az epianthropochoria jelenségéről. Különösen fontos azon személyek informálása, akik gyakran látogatnak meg természetvédelmi területeket, vagy munkájukból kifolyólag ezeken a területeken dolgoznak. Mindez történhet prospektusok, útikönyvek, plakátok, weboldalak, vagy akár workshopok szervezése által (Whinam és mtsai. 2005; Mount & Pickering 2009; Ansong & Pickering 2014a, 2014b).

- *Önkéntes megelőzés*

Az önkéntes megelőzés egyéni döntésen alapuló védekezési forma (Ware és mtsai. 2012; Huiskes és mtsai. 2014), melynek számos komponense van. Az egyik ilyen tényező a ruházat típusának a kiválasztása. Mivel a ruhaválasztással befolyásolni tudjuk a diaszórak tapadási sikerét, fontos ismerni mely anyag típusok és ruhadarabok csökkentik leginkább a diaszórak terjesztésének esélyét. Korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy a vászonból és a farmerből készült ruhákra lényegesen kevesebb diaszóra képes rátapadni. Ezekből a szövetekből készült ruháknak a viselése nagymértékben csökkentené az epianthropochor fajok terjedésének és megtelepedésének kockázatát. Ezzel ellentétben a gyapjúból és a polár anyagból készült ruhák kiváló tapadási felületet biztosítanak a diaszórak számára, így azok akár

jelentős távolságokra is eljuthatnak (Ansong & Pickering 2016; Valkó és mtsai. 2020).

Ugyancsak személyes döntéstől függ, hogy mit csinálnak az emberek a ruházatukra tapadt diaspórákkal. Egy 112 személy bevonásával végzett kérdőíves felmérésből kiderült, hogy Ausztráliában a legtöbben még a szabadban leszedik a ruhájukról a megtapadt diaspórákat (Ansong & Pickering 2014b). Ez a tevékenység jelentős veszéllyel jár különösen a védett területeken, mivel könnyen új inváziós gócpontok kialakulását okozhatják (Ansong & Pickering 2014b). Erre a problémára megoldás lehet a diaspórák zárt térben történő eltávolítása, ami lényegesen csökkentené az új megtelepedések kockázatát.

- *Jogi szabályozás*

Ahhoz, hogy csökkenteni tudjuk az epianthropochor fajok terjedését, megfelelő szabályozásra van szükség (Hall 2011). A legtöbb jogszabály azokban a régiókban van érvényben (pl. Antarktisz és Óceánia), ahol kimagasló az inváziós fajok elleni védekezésnek a társadalmi-gazdasági jelentősége és támogatottsága (Tollington és mtsai. 2017). Példaként említek néhány szabályozási formát ezekből a régiókból. Az Antarktison például az Arctic Expeditions Cruise Operators és az International Association of Antarctic Tour Operators biztosítja, hogy a sarkvidékre érkezők tájékozódni tudjanak azokról a szabályokról, amelyeket mindenkinek kötelezően be kell tartania a látogatás során. Ilyen például a kötelező ruha- és cipőtisztítás a kontinensre érkezés előtt és után (Hall és mtsai. 2010; Hughes & Convey 2010). Ausztráliába vagy Új-Zélandra való utazáskor a beutazók szigorú ellenőrzésen esnek át. A beutazás előtt nyilatkozniuk kell az előző utazásuk helyszínéről, továbbá a ruházat, a lábbeli és a felszerelések alapos tisztítása szükséges az országba való belépés előtt (Williams & West 2000; Jay és mtsai. 2003). Ezekben a régiókban a természetvédelmi intézkedések mellett számos törvényt hoztak ([Jogszabályok 1-5]), melyek súlyosan büntetik ezen szabályok megszegését.

Az Európai Unióban az inváziós fajok visszaszorítása érdekében 2015. január 2-án hozott rendelet 13. cikkelye ([Jogszabályok 6]) szerint minden tagállamnak kötelezően készítenie kell egy átfogó tanulmányt a veszélyt jelentő inváziós fajokról és a lehetséges terjedési útvonalokról. Emellett egy átfogó elemzést is végezniük kell az Unió számára veszélyt

jelentő inváziós fajok nem szándékos behurcolásának és terjedésének a mértékéről. 2017-ben az Európai Bizottság egy újabb cselekvési tervet alkotott („Szállítás – Potyautasok/Emberök és poggyászaik/felszereléseik ellenőrzése”), amely már kitér az emberek ruházatának az ellenőrzésére ([Jogszabályok 7]).

Előremutató fejlemény, hogy most már Európában is egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az ember általi magterjesztés megfékezésére. Mivel egész Európában jelentős a tudáshiány erről a jelenségről, elengedhetetlen a többi régió védekezési stratégiájának megismerése, valamint további kutatások végzése.

- *Karantén intézkedések*

A karanténintézkedések magukba foglalják területek lezárását a látogatók elől. Leginkább azokon a területeken alkalmazzák a karantént, amelyek egyedülálló természetvédelmi értékekkel rendelkeznek (pl. nemzeti parkok, rezervátumok, szigetek és világörökségi területek), továbbá védelmüknek kiemelt szerepe van a biodiverzitás megőrzésében (Pickering & Mount 2010). Jelenleg Magyarország összes nemzeti parkjában találkozhatunk olyan fokozottan védett övezetekkel, amelyek látogatása szigorúan tilos ([Jogszabályok 8]).

- *Monitorozás*

Ahhoz, hogy monitorozni lehessen az ember ruházatán terjedő diasporákat, kulcsfontosságú ismerni az általuk meglátogatott korábbi helyszíneket. Azokban a régiókban, ahol kiemelt figyelmet fordítanak az inváziós fajok megfékezésére (pl. Antarktisz és Óceánia) információkat gyűjtenek a látogatók korábbi úticéljairól. Ezek az adatok jelentősen segíthetik a monitorozást, mivel fontos információt nyújtanak az inváziós fajok nyomon követésében (Powell 1968; Hall és mtsai. 2010; McNeill és mtsai. 2011; Ware és mtsai. 2012; Huiskes és mtsai. 2014).

- *Kezelés*

A ruházattal terjedő inváziós növények megfékezésére a leghatékonyabb eljárás a kötelező ruhatisztítás. A tisztítóállomások kialakítása a látogatók és a területen dolgozók számára hozzájárul az inváziós fajok terjedésének mérsékléséhez (Meyerson & Reaser 2002; Hughes & Convey 2010;

Simberloff és mtsai. 2013; Huiskes és mtsai. 2014). Ezeken a tisztítóállomásokon szükséges az egységes protokoll betartása, amihez biztosítani kell azokat az eszközöket (pl. kefe, öntözőcső, fertőtlenítőszer, műanyag kád a cipők mosásához, szeméttároló, seprű és törülközők), amelyekkel a látogatók hatékonyan eltávolíthatják a ruházatukra és cipőjükre tapadt diaspórákat. A tisztítás után a diaspórák egy jól zárható szemetesbe kerülnek (O’Gara és mtsai. 2005). Amennyiben a cipők vízzel történő mosására kerül sor, fontos megvárni amíg azok teljesen megszáradnak (12. ábra).

A ruházatra tapadt diaspórákat a leghatékonyabban kézzel lehet eltávolítani, viszont fontos a ruházat alapos átvizsgálása (pl. zsebek és táskák). A ruházat és a cipő tisztítása általában egy önállóan végezhető feladat, ennek ellenére néhány régióban (pl. Antarktisz és Óceánia) jelentős figyelmet fordítanak erre a tevékenységre és bizonyos esetekben akár személyzet is ellenőrizheti ezt a folyamatot.



12. ábra. Ausztráliában alkalmazott tisztítási módszerek (a, b és c). Az első ábrán (a) kefe segítségével történik a cipő tisztítása, egy jól zárható fém tárolóban. A második ábrán (b) a cipők vízzel történő tisztítása figyelhető meg, míg az utolsón (c) vegyszeres tisztítást alkalmaztak. Forrás: O’Gara és mtsai. (2005).

- *A turizmus szabályozása*

Manapság az emberek természetvédelem iránti attitűdjének formálása egyre fontosabb. Ebben a folyamatban központi szerepe van a turistakódexeknek, melyek segítségével a látogatók információkat kapnak azokról a szabályokról és javaslatokról, amelyeket be kell tartaniuk a védett területen való tartózkodásuk során (Mason 1994; Mason & Mowforth 1996).

Magyarországon jelenleg a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság „Na-Túra kódex: A természetjárás legfontosabb szabályai” című kiadványa biztosít a látogatók számára praktikus tanácsokat és tippet (lásd: <https://www.ferto-hansag.hu/hu/okoturizmus/na-tura-kodex.html>).

3.5 Értékelés

Jelen irodalmi áttekintés célja az alkalmazásban lévő biológiai intézkedéseknek a bemutatása, valamint további ajánlások megfogalmazása volt. Az eddig kipróbált védekezési módszerek remek kiindulópontként szolgálhatnak azokban a régiókban (akár Magyarországon is), ahol egyelőre kevés információ áll rendelkezésre az epianthropochoria jelenségéről és kockázatairól.

Az irodalmi áttekintés alapján a következő javaslatokat fogalmaztuk meg a jövőbeli kutatásokhoz és irányelvekhez:

- A tájékoztatás sikere a minél szélesebb közönség elérésében rejlik. Az információ átadása történhet az online térben és a védett területek belépési pontjain, illetve a látogatóközpontokban egyaránt. Fontos lenne, ne csak a lehetséges veszélyekről értesüljenek a látogatók, hanem a potenciális védekezési lehetőségekről is, például a ruhatípusokról, amelyekkel csökkenteni lehet a diasporák tapadását (Ansong & Pickering 2016). Emellett fontos felhívni az emberek figyelmét a személyes döntések következményeire és a lehetséges alternatívákra (pl. a hatékony tisztítási módszerek ismertetése, O’Gara és mtsai. 2005).
- A kötelező tisztítóállomások létesítése a védett területek belépési pontjain csökkentené a diasporák terjedését az emberi ruházaton. Ugyanakkor az előírt ruhatisztítás mellett fontos lenne a poggyászra is kiterjeszteni az ellenőrzést, mivel a diasporák a mosógépi mosást követően is képesek a ruhán maradni és csírázóképeségüket megőrizni (Valkó és mtsai. 2020).
- A karantén intézkedések jelentik az egyik leghatékonyabb védekezési formát valamennyi közül. Célszerű lenne további védett területeken való alkalmazásuk, különösen a turisták által frekventált, kiemelt florisztikai értékeket képviselő térségekben.
- A ruházattal terjedő diasporák megtelepedésének nyomon követése komplex folyamat, amelyben a legnagyobb segítséget a látogatóktól gyűjtött információk jelenthetik. A turisták számára önkéntes alapon

elérhető kérdőívek a korábban meglátogatott élőhelytípusokról és földrajzi régiókról fontos támpontokat adnának az ember általi terjesztéssel kapcsolatban.

- Az emberek véleményformálása legalább olyan fontos a biodiverzitás megőrzésében, mint a szigorú intézkedések bevezetése. Ebben a folyamatban központi szerepet játszanak a turistakódexek, amelyek kibővítése az epianthropochoria jelenségről és a potenciális megelőzési lehetőségekről hatalmas előrelépést hozna a védekezésben.

Magyarországon egyelőre nincsenek célzott biológiai intézkedések az epianthropochoria megfékezésére, azonban egyre több hazai megfigyelésről van már információ (Csiky és mtsai. 2020). Csecserits és mtsai. (2021) tanulmányában egy új adventív faj, az útifülevelű kígyószisz (*Echium plantagineum* L.) magyarországi megjelenéséről számolt be, amely feltehetőleg a Mediterráneumból hazahozott strandpapucs kerti csapnál történő lemosása után telepedett meg egy kertben Szarvason. Ezzel ellentétben Csiky és mtsai. (2020) felmérésében természetvédelmi szempontból értékes növényfajokat találtak az Országos Kéktúra ösvényei mellett, amely valószínűleg ugyancsak az epianthropochoria következménye.

Láthatjuk, hogy az említett esettanulmányok tükrében egyaránt megfigyelhető az epianthropochoria pozitív és negatív hatása, mégis fontos hangsúlyozni, hogy globális szinten a ruházattal terjedő diasporák többsége gyom- és zavarástűrő faj, melyek sokszor idegenhonosak és nagy eséllyel inváziós fajjává válhatnak az új helyen (Ansong & Pickering 2014a). Mivel az epianthropochoriához szorosan kapcsolódik a járművek általi magterjesztés, fontos a megelőzési intézkedéseket a járművekre is kiterjeszteni. A témában végzett kutatások eredményei az epianthropochoriához hasonlóan szintén a gyom- és zavarástűrő fajok terjedésére hívják fel a figyelmet (Von der Lippe & Kowarik 2007; Pickering & Mount 2010; Taylor és mtsai. 2012; Von der Lippe és mtsai. 2013; Khan és mtsai. 2018), melynek következtében a járművekre vonatkozóan is léteznek óvintézkedések bizonyos régiókban (Williams & West 2000; Jay és mtsai. 2003; Hall és mtsai. 2010). Éppen ezért fontos feladat az érintettek, különösen a fokozottan védett területeken dolgozók (pl. természetvédelmi őrök, terepen dolgozó személyek, terepbiológusok) részletes tájékoztatása az epianthropochoria és járművek által okozott kockázatokról, valamint a megelőzési lehetőségekről.

4. Az értekezés legfőbb eredményei

- Eredményeink rámutattak arra, hogy a ruházattal történő diaspora terjesztés számos faj terjedését teszi lehetővé, akár merőben eltérő terjedési stratégiával rendelkezőkét is (pl. anemochor, endozoochor fajok).
- Vizsgálatunkban 137 faj esetében elsőként jeleztük, hogy képesek a ruházattal is a terjedésre.
- Kimutattuk, hogy epianthropochoria során többnyire gyom- és zavarástűrő fajok terjednek, míg a ritka, specialista fajok diasporái jóval alacsonyabb számban terjednek a vizsgált közép-európai élőhelyeken.
- Eredményeink rávilágítottak arra, hogy a táji- és élőhelyi faktorok lényegesen befolyásolják a ruházaton terjedő diasporák mennyiségét és fajszerkezetét. A legtöbb diaspora nyár közepén (a mérsékelt égövben magérési szezonban) és gyepi élőhelyek látogatása során tapad a ruházatra.
- A szabadtéri tevékenység típusa lényegesen befolyásolja a ruházatra tapadt diasporák mennyiségét és fajszerkezetét. Ebben a folyamatban a terepi szakembereknek nagyobb a felelősségük.
- Vizsgálatunk rámutatott, hogy a mosógépi mosás az epianthropochoriával terjedő diasporák életképességét és csírázási dinamikáját, így végső soron a terjedés végkimenetelét jelentősen befolyásoló folyamat.
- A mosógépi mosást követő csíráképeséget leginkább a mosási intenzitás határozza meg. Kimutattuk, hogy a kímélő mosás (30 °C) után nem csökkent a vizsgált diasporák csírázási képessége, intenzív mosást (60 °C) követően azonban a fajok felénél tapasztaltunk csökkenést.
- Az intenzív mosás (60 °C) következtében csaknem a fajok felénél figyeltünk meg deszinkronizált csírázást, ami különösen előnyös lehet egy új élőhelyen, mivel megnövekszik annak az esélye, hogy néhány diaspora pont a megfelelő időben csírázik a sikeres megtelepedéshez.

- A vizsgált ruhadarabok közül a legkisebb magmegtartó képességgel a farmernadrág rendelkezik, ezzel szemben a polár pulóver és a pamut zokni jóval több diaspóra számára biztosít tapadási felületet.
- Kimutattuk, hogy a diasporák egy része a mosógépi mosást követően is a ruhán marad, melynek következtében jelentős távolságokra juthatnak el, vagy akár a városi környezetben is megtelepedhetnek.
- Az emberek személyes felelősségvállalása kulcsfontosságú ebben a folyamatban. A ruhadarabok és a mosási hőmérséklet megfelelő kiválasztásának nagy a jelentősége, mivel ezáltal csökkenteni lehet a diasporák tapadási esélyeit, meggátolva az inváziós fajok terjedését (alacsony tapadási potenciállal rendelkező ruhadarabok előnyben részesítése).
- Megállapítottuk, hogy a legtöbb biztonsági intézkedést az emberi ruházatra vonatkozóan az Antarktiszon, Ausztráliában és Óceánia szigetein alkalmazzák.
- Az irodalmi áttekintés alapján számos javaslatot fogalmaztunk meg, amelyek kiegészítésül szolgálhatnak a jövőbeli kutatásokhoz és irányelvekhez.
- Magyarországon egyelőre nincsenek célzott biológiai intézkedések az epianthropochoria megfékezésére, azonban már vannak hazai megfigyelések a jelenségről. A hatékony védekezéshez az intézkedések együttes alkalmazása lenne a legcélravezetőbb.

5. Összefoglalás

Az egyre erősödő globalizációnak és a távolságok könnyű áthidalhatóságának köszönhetően az ember képes a diasporák globális szintű terjesztésére. Az emberi közvetítéssel végbemenő magterjedés folyamatának alapvetően két típusa ismert; a szándékos és a véletlen terjesztés. A véletlen terjesztés során a diasporák járművekkel vagy ruházattal kerülnek új élőhelyekre. Mivel a legtöbb inváziós faj terjedése a véletlen terjesztés következménye, az utóbbi időben egyre nagyobb figyelem irányul ezekre a terjedési formákra.

A XX. század közepétől tudjuk, hogy az ember a ruházatával is terjeszthet diasporákat (epianthropochoria). Annak ellenére, hogy eddig közel 500 növényfaj diasporájáról derült már ki, hogy képes epianthropochor módon is a terjedésre, mindössze 28 tanulmány foglalkozott ezzel a jelenséggel.

A doktori értekezést képező három tanulmány célja az epianthropochoria folyamatának mélyreható megismerése, valamint a folyamat további részleteinek vizsgálata volt.

Az első fejezet alapjául szolgáló tanulmányban egy nagyléptékű terepi felmérést végeztünk, melyben a zoknira és a cipőre tapadt diasporákat, a terjedést befolyásoló táji és vektor jellemzőket, illetve a növényi jellegeket vizsgáltuk. A kísérletet 88 személy bevonásával végeztük, melynek során 39 területről 251 mintát (2008 részmintát) gyűjtöttünk. A mintákból összesen 229 növényfaj diasporáját azonosítottuk, melyből 137 faj esetében elsőként jeleztük, hogy képes a ruházattal is a terjedésre. Az azonosított fajok többsége gyom- és zavarástűrő faj volt, de a természetes élőhelyek generalista és pionír fajai is jelentős számban voltak jelen a mintákban. Kimutattuk, hogy az élőhelyi változók (évszak, élőhely típus) és a vektor jellemzők (a tevékenység típusa, a résztvevők neme, a ruházat típusa) nagymértékben befolyásolják a folyamatot. Bár a vizsgált növényi jellegek nem mutattak szignifikáns hatást, kimutattuk, hogy az epianthropochoria nem csak az epizoochor terjedésű fajoknak, hanem egyéb terjesztési formákhoz alkalmazkodott fajoknak is lehetőséget biztosít a terjedésre.

A második fejezet alapjául szolgáló cikkben egy kísérletsorozatot végeztünk, melyben 18 növényfaj diasporájának csírázását teszteltük mosógépi mosást követően. Emellett három különböző szövettípuson (farmer, polár és pamut) teszteltük a diasporák tapadási sikerességét. Arra voltunk kíváncsiak hogyan

befolyásolja a mosógépi mosás a diaspórák csírázókéességét (csíranövényszám), fitnessét (a csíranövények föld feletti száraz biomasszájának tömege) és a csírázás dinamikáját (csírázási szinkronitás), valamint, hogy az általunk vizsgált diaspórák mekkora tapadási potenciállal rendelkeznek a mosás előtt és után. Eredményeinkből kiderült, hogy a diaspórák csírázókéességét leginkább a mosási intenzitás befolyásolja. A kímélő mosás (30 °C) után nem csökkent a diaspórák csírázási aránya, míg intenzív mosás (60 °C) következtében a fajok felénél tapasztaltunk csökkenést. Az intenzív mosás (60 °C) következtében csaknem a fajok felénél figyeltünk meg deszinkronizált csírázást. Deszinkronizált csírázás során a diaspórák eltérő időben kezdenek csírázni, ami lényegesen befolyásolhatja a megtelepedés kimenetelét. Megnö az esélye annak, hogy bizonyos diaspórák épp a megfelelő időben kezdik meg csírázásukat és könnyedén megtelepedhetnek az új területen.

A diaspórák tapadási sikerét illetően a vizsgált ruhadarabok közül a legalacsonyabb magmegtartó képességgel a farmernadrág rendelkezett. Kiderült, hogy a polár pulóver és a pamut zokni viszont megfelelő tapadási felületet biztosít számos diaspóra számára. Mivel a diaspórák egy része mosógépi mosást követően is a ruhán maradhat, akár jelentős távolságra is terjedhetnek. Az emberek személyes felelősségvállalása kiemelten fontos, hiszen a ruhadarabok és a mosási hőmérséklet megfelelő kiválasztásával jelentősen csökkenteni lehet a diaspórák terjedési esélyeit.

A harmadik tanulmányban a diaspórák emberi ruházattal történő terjedéséhez kapcsolódó megelőzési és védekezési stratégiák összegyűjtése volt a célunk, valamint, hogy további javaslatok fogalmazzunk meg. Az irodalmi áttekintés során összesen 24 releváns publikáció eredményeit dolgoztuk fel. Az epianthropochoria megfékezésére hozott biológiai intézkedéseket az érvényben lévő kategóriák szerint csoportosítottuk (tájékoztatás, önkéntes megelőzés, jogi szabályozás, karantén intézkedések, monitorozás, kezelés és a turizmus szabályozása). Az irodalmi áttekintés alapján a jelenleg is érvényben lévő intézkedéseket további hasznos javaslatokkal egészítettük ki, amelyek útmutatásul szolgálhatnak a jövőbeli irányelvek kidolgozásához. Bár Magyarországon jelenleg nincsenek célzott intézkedések a ruházattal történő magterjesztésre vonatkozóan, ennek ellenére fontos lenne megelőző intézkedések bevezetése a turizmus által leginkább érintett védett területeken.

6. Summary

Due to the intensive use of the landscape and increasingly global transportation and tourism, humans are the most abundant long-distance seed dispersal vector globally. There are two forms of human-vectored dispersal (HVD): intentional HVD and accidental HVD. During accidental HVD, diaspores are transported to new habitats by vehicles and clothing. Since most invasive species spread by accidental HVD, nowadays there has been increasing attention to these forms of spread.

Since the mid-20th century, we know that humans are able to spread diaspores on clothing (epianthropochory). Despite the fact that, nearly 500 plant species of diaspores have been registered to be able to spread by epianthropochory, only 28 studies have been documented this phenomenon.

The doctoral dissertation consists of three chapters aiming to provide an in-depth understanding of epianthropochory and to investigate further details of this process.

In the first chapter, we collected data in a multi-site field experiment from 39 sites in three Central-European countries. We collected the diaspores from 88 volunteer participant's shoes and socks and we studied the effects of landscape-, vector- and plant characteristics. In total of 251 samples (and 2008 subsamples) we identified 229 plant species and we were the first to report the ability for cloth-dispersal in case of 137 species. Most of the identified species were weeds- and disturbance tolerant species, however, the generalist- and natural pioneer species were also present in high numbers in the samples. We have shown that site characteristics (season and habitat types) and vector characteristics (activity type, clothing type and gender) strongly influence the HVD on clothing. Despite the fact that plant traits did not show significant effect, we showed that epianthropochory provides opportunities for not only species with adaptations for epizoochory, but also for species with other forms of dispersal (e.g., anemochory).

In the second chapter, we tested the germination potential after the laundry washing in case of diaspores of 18 plant species. In addition, the adhesion potential of the diaspores was tested on three different clothing and fabric types (blue jeans, polar sweater and cotton socks). We were curious that how does the laundry washing affect on the germination potential (germination rate), fitness (seedling number and dry biomass), germination dynamics

(germination synchrony) of the diaspores. Our results show that washing temperature was the most significant factor affecting germination. Gentle washing at 30 °C did not affect the germination potential, while intensive washing (60 °C) decreased the seedling number in half of the species. Washing at 60 °C desynchronized the germination of eight species. In desynchronized germination, diaspores start germination at different times. If germination is desynchronized, there is a higher chance some diaspores will germinate in a perfect time and establish in a new environment.

We found that the lowest proportion of diaspores remained attached on blue jeans. On the other hand, polar sweater and cotton socks provide a good adhesion surface for many diaspores. Some of the diaspores may remain on clothing after the laundry washing and may even spread over long distances. Our study drew attention to personal responsibility as the right choice of clothes and washing temperature can significantly reduce the chances of diaspores spreading long distances.

In the third study, our aim was to collect those biosecurity measures related to HVD on clothing and to make further recommendations. In total, I found 24 relevant studies examining the diaspores dispersed on clothing. The biological measurements were grouped according to the categories in force: information, self-regulation, legislation, quarantine measures, monitoring, interception and visitor management. Based on the literature, we added useful suggestions to guide to development of future directives. Although, there are no targeted biosecurity measures in Hungary, it would be important to introduce these biosecurity measures in protected areas which are most affected by tourism.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek Prof. Dr. Valkó Orsolyának a munkám során nyújtott folyamatos támogatásáért és bátorításáért, valamint a hasznos tanácsaiért a terepi és a laboratóriumi munkákban és a publikálás során. Továbbá köszönöm közvetlen kollégáimnak a kitartó segítségét: Deák Balázs, Godó Laura, Kelemen András, Kiss Réka és Tóth Ágnes, valamint a publikációk társszerzőinek: Bátori Zoltán, Hábenczyus Alida Anna, Miglécz Tamás, Radócz Szilvia, Rádai Zoltán, Sonkoly Judit, Szél-Tóth Katalin, Tóthmérész Béla és Tölgyesi Csaba. Jelenleg is folyó, az ember általi magterjedéssel kapcsolatos vizsgálataimban köszönöm továbbá Borza Sándor, Engel Rita, Fekete Réka és Korom Eszter segítségét. Ezen kívül köszönet illeti az önkénteseket, akik az epianthropochoriát vizsgáló terepi kísérletbe bekapcsolódtak és lelkesen részt vettek benne.

Munkámat az ÚNKP-18-3-II-DE-34, az NKFI FK 124404 és az NKFI MEC_141156 pályázatai, a Tempus Közalapítvány, a Debreceni Egyetem Universitas Alapítványának pályázata, az Ökológiai Kutatóközpont Fiatal Kutatói pályázata, a Lendület Vegetáció és Magbank Dinamikai Kutatócsoport, illetve az Egészségbiztonsági Nemzeti Laboratórium (RRF-2.3.1-21-2022-00006) támogatta.

8. Irodalomjegyzék

- Albert, A., Auffret, A. G., Cosyns, E., Cousins, S. A., D'hondt, B., Eichberg, C., Eycott, E. A., Heinken, T., Hoffmann, M., Jaroszewicz, B., Malo, E. J., Mårell, A., Mouissie, M., Pakeman, R., J., Plue, J., Poschlod, P., Provoost, S., Schulze, K., A., & Baltzinger, C. (2015). Seed dispersal by ungulates as an ecological filter: A trait-based meta-analysis. *Oikos*, *124*(9), 1109–1120.
- Ansong, M., & Pickering, C. (2013a). Long-distance dispersal of Black Spear Grass (*Heteropogon contortus*) seed on socks and trouser legs by walkers in Kakadu National Park. *Ecological Management & Restoration*, *14*(1), 71–74.
- Ansong, M., & Pickering, C. (2013b). Are weeds hitchhiking a ride on your car? A systematic review of seed dispersal on cars. *PLoS One*, *8*(11), e80275.
- Ansong, M., & Pickering, C. (2014a). Weed seeds on clothing: A global review. *Journal of Environmental Management*, *144*, 203–211.
- Ansong, M., & Pickering, C. (2014b). Weed hygiene: what do we do with seeds we find on our clothing? *19th Australasian Weeds Conference – Science, Community and Food Security: the weed Challenge*, Hobart, Tasmania.
- Ansong, M., Pickering, C., & Arthur, J.M. (2015). Modelling seed retention curves for eight weed species on clothing. *Austral Ecology*, *40*(7), 765–774.
- Ansong, M., & Pickering, C. (2016). The effects of seed traits and fabric type on the retention of seed on different types of clothing. *Basic and Applied Ecology*, *17*(6), 516–526.
- Arredondo, T. M., Marchini, G. L., & Cruzan, M. B. (2018). Evidence for human-mediated range expansion and gene flow in an invasive grass. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *285*(1882), 20181125.
- Armas, C., Ordiales, R., & Pugnaire, F. I. (2004). Measuring plant interactions: a new comparative index. *Ecology*, *85*(10), 2682–2686.
- Auffret, A. G., & Cousins, S. A. (2013). Humans as long-distance dispersers of rural plant communities. *PLoS One*, *8*(5).
- Auffret, A. G., Plue, J., & Cousins, S. A. (2015). The spatial and temporal components of functional connectivity in fragmented landscapes. *Ambio*, *44*, 51–59.
- Borhidi, A. (1995). Social behaviour types, the naturalness and relative indicator values of the higher plants in the Hungarian fora. *Acta Botanica Hungarica*, *39*, 97–181.

- Bullock, S. H., & Primack, R.B. (1977). Comparative experimental study of seed dispersal on animals. *Ecology*, 58(3), 681–686.
- Bullock, J. M., & Pufal, G. (2020). Human-mediated dispersal as a driver of vegetation dynamics: a conceptual synthesis. *Journal of Vegetation Science*, 31(6), 943–953.
- Bullock, J. M., Bonte, D., Pufal, G., da Silva Carvalho, C., Chapman, D. S., García, C., Matthysen, E., & Delgado, M. M. (2018). Human-mediated dispersal and the rewiring of spatial networks. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(12), 958–970.
- Byrnes, J. P., Miller, D. C., & Schafer, W. D. (1999). Gender differences in risk taking: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 125(3), 367.
- Clifford, H. T. (1956). Seed dispersal on footwear. In *Proceedings of the Botanical Society of the British Isles*, (Vol. 2, No. 1, pp. 29–131).
- Couvreur, M., Christiaen, B., Verheyen, K., & Hermy, M. (2004). Large herbivores as mobile links between isolated nature reserves through adhesive seed dispersal. *Applied Vegetation Science*, 7(2), 229–236.
- Csecserits, A., Jakab, G., & Rédei, T. (2021). Új adventív faj Magyarország flórájában: az útifülevelű kígyószisz (*Echium plantagineum*). *Kitaibelia*, 26(2), 199.
- Csikó, J., Baráth, K., Barna, P., Csikyné Radnai, É., Deme, J., Szigetvári, Cs., Wirth, T., & Kovács, D. (2020). Pótlások Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához X. *Kitaibelia*, 25(1), 101–106.
- Curry, C. H., McCarthy, J. S., Darragh, H. M., Wake, R. A., Todhunter, R., & Terris, J., (2002). Could tourist boots act as vectors for disease transmission in Antarctica? *Journal of Travel Medicine*, 9(4), 190–193.
- Ehilen, O. E., Obadoni, B. O., Imade, F. N., Eseigbe, D., & Mensah, J. K. (2017). The Effect of Detergents on the Germination and Growth of *Amaranthus hybridus* L. and *Solanum lycopersicon* L. *Nigerian Annals of Natural Sciences*, 16(1), 100–108.
- ENSCONET 2009. Ensconet Seed Collecting Manual for Wild Species. Available at: <https://www.bgci.org/news-and-events/news/0632/> (accessed 19 May 2016).
- Faliński, J. B. (1972). Anthropochory in xerothermic grasslands in the light of experimental data. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 41, 357–367.
- Hall, C. M., James, M. & Wilson, S. (2010). Biodiversity, biosecurity, and cruising in the Arctic and sub-Arctic. *Journal of Heritage Tourism*, 5(4), 351–364.
- Hall, C. M. (2011). Biosecurity, tourism and mobility: institutional arrangements for managing tourism-related biological invasions. *Journal of Policy Research Tourism, Leisure and Events*, 3(3), 256–280.

- Healy, A. J. (1943). Seed dispersal by human activity. *Nature*, 151(3822), 140.
- Heidari, H. (2012). Effect of irrigation by contaminated water with cloth detergent on plant growth and seed germination traits of maize (*Zea mays*). *Life Science Journal*, 9(4), 1587–1590.
- Heidari, H. (2013). Effect of irrigation with contaminated water by cloth detergent on seed germination traits and early growth of sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Notulae Scientia Biologicae*, 5(1), 86–89.
- Higashino, P.K., Guyer, W., & Stone, C.P. (1983). The Kilauea wilderness marathon and crater rim runs: sole searching experiences. *Hawaiian Botanical Society*, 22, 25–28.
- Hintze, C., Heydel, F., Hoppe, C., Cunze, S., König, A., & Tackenberg, O. (2013). D3: the dispersal and diaspore database—baseline data and statistics on seed dispersal. Perspectives in Plant Ecology. *Evolution and Systematics*, 15(3), 180–192.
- Hughes, K. A., & Convey, P. (2010). The protection of Antarctic terrestrial ecosystems from inter-and intra-continental transfer of non-indigenous species by human activities: a review of current systems and practices. *Global Environmental Change*, 20(1), 96–112.
- Huiskes, A. H., Gremmen, N. J., Bergstrom, D. M., Frenot, Y., Hughes, K. A., Imura, S., Kiefer, K., Lebouvier, M., Lee, J. E., Tsujimoto, M., Ware, C., Van den Vijver, B., & Chown, S. L. (2014). Aliens in Antarctica: assessing transfer of plant propagules by human visitors to reduce invasion risk. *Biological Conservation*, 171, 278–284.
- Ikhajiagbe, B., Ohanmu, E. O., Ekhaton, P. O., & Victor, P. A. (2020). The effect of laundry grey water irrigation on the growth response of selected local bean species in Nigeria. *Agricultural Science & Technology*, 12(1), 1313–8820.
- Jay, M., Morad, M., & Bell, A. (2003). Biosecurity, a policy dilemma for New Zealand. *Land Use Policy*, 20(2), 121–129.
- Khan, I., Navie, S., George, D., O'donnell, C., & Adkins, S. W. (2018). Alien and native plant seed dispersal by vehicles. *Austral Ecology*, 43(1), 76–88.
- Király, G., (Ed.) (2009). Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hatásos növényei (New Hungarian Herbal. The Vascular Plants of Hungary. Identification Key) [in Hungarian]. Aggtelek National Park Directorate, Jósvafő.
- Kulbaba, M. W., Tardif, J. C., & Staniforth, R. J. (2009). Morphological and ecological relationships between burrs and furs. *The American Midland Naturalist*, 161(2), 380–391.
- Laitala, K., & Kjeldsberg, M. (2012). Cleaning effect of alternative laundry products. *A comparison of soap nuts, laundry balls, washing pellets*,

- laundry magnets, water and regular detergent. HPC Today, 7(4), 53–56.*
- Lefcort, H., & Lefcort, C. (2014). Cheatgrass (*Bromus tectorum*) seeds are still viable after laundry cycle. *Natural Areas Journal, 34(4), 505–508.*
- Lubbe, E., Rodda, N., & Naidoo, S. (2016). Effects of greywater irrigation on germination, growth and photosynthetic characteristics in selected African leafy vegetables. *Water SA, 42(2), 203–212.*
- Lukács, K., & Valkó, O. (2018). A ruházat szerepe az ember általi magterjesztésben. *Kitaibelia, 23(1), 77–86.*
- Lukács, K., & Valkó, O. (2021). Human-vectored seed dispersal as a threat to protected areas: Prevention, mitigation and policy. *Global Ecology and Conservation, 31, e01851.*
- Lukács, K., & Valkó, O. (2022). Magterjedés az emberi ruházaton: megelőzési és védekezési lehetőségek. *Természetvédelmi Közlemények, 28, 74–85.*
- Lukács, K., Tóth, Á., Kiss, R., Deák, B., Rádai, Z., Tóth, K., Kelemen, A., Bátor, Z., Hábczyus, A.A., Tölgyesi, C., Migléc, T., Godó, L., Valkó, O. (2024). The ecological footprint of outdoor activities: Factors affecting human-vectored seed dispersal on clothing. *Science of the Total Environment, 906, 167675.*
- Mason, P. (1994). A visitor code for the Arctic. *Tourism Management, 15(2), 93–97.*
- Mason, P., & Mowforth, M. (1996). Codes of conduct in tourism. *Progress in Tourism and Hospitality Research, 2(2), 151–167.*
- McNeill, M., Phillips, C., Young, S., Shah, F., Aalders, L., Bell, N., & Littlejohn, R. (2011). Transportation of nonindigenous species via soil on international aircraft passengers' footwear. *Biological Invasions, 13(12), 2799–2815.*
- Meyerson, L. A., & Reaser, J. K. (2002). Biosecurity: moving toward a comprehensive approach. *BioScience, 52(7), 593–600.*
- Montagnani, C., Gentili, R., Brundu, G., Caronni, S., & Citterio, S. (2022). Accidental Introduction and Spread of Top Invasive Alien Plants in the European Union through Human-Mediated Agricultural Pathways: What Should We Expect? *Agronomy, 12(2), 423.*
- Moodley, D., Foxcroft, L. C., Novoa, A., Pyšková, K., Pergl, J., & Pyšek, P. (2020). Invasive alien species add to the uncertain future of protected areas. *Neobiota, 57, 1–5.*
- Moravcová, L., Pyšek, P., Jarošík, V., & Pergl, J. (2015). Getting the right traits: reproductive and dispersal characteristics predict the invasiveness of herbaceous plant species. *PloS one, 10(4), e0123634.*

- Morgan, E., Foxon, T. J., & Tallontire, A. (2018). 'I prefer 30°': Business strategies for influencing consumer laundry practices to reduce carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, *190*, 234–250.
- Mount, A., & Pickering, C. M. (2009). Testing the capacity of clothing to act as a vector for non-native seed in protected areas. *Journal of Environmental Management*, *91*(1), 168–179.
- Nana, R., Maïga, Y., Ouédraogo, R. F., Kaboré, W. G. B., Badiel, B., & Tamini, Z. (2019). Effect of water quality on the germination of okra (*Abelmoschus esculentus*) seeds. *International Journal of Agronomy*, *2019*, 1–7.
- Nathan, R. (2006). Long-distance dispersal of plants. *Science*, *313*(5788), 786–788.
- O'Gara, E., Howard, K., Wilson, B., & Hardy, G. S. J. (2005). Management of *Phytophthora cinnamomi* for biodiversity conservation in Australia: Part 2. National best practice guidelines.
- Padayachee, A. L., Irlich, U. M., Faulkner, K. T., Gaertner, M., Procheş, Ş., Wilson, J. R., & Rouget, M. (2017). How do invasive species travel to and through urban environments?. *Biological invasions*, *19*, 3557–3570.
- Pauchard, A., Kueffer, C., Dietz, H., Daehler, C. C., Alexander, J., Edwards, P. J., Arèvalo, J. R., Cavieres, L. A., Guisan, A., Haider, S., Jakobs, G., McDougall, K., Millar, C. I., Naylor, B. J., Parks, C. G., Rew, L. J., & Seipel, T. (2009). Ain't no mountain high enough: plant invasions reaching new elevations. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *7*(9), 479–486.
- Pickering, C., & Mount, A. (2010). Do tourists disperse weed seed? A global review of unintentional human-mediated terrestrial seed dispersal on clothing, vehicles and horses. *Journal of Sustainable Tourism*, *18*(2), 239–256.
- Pickering, C., Mount, A., Wichmann, M. C., & Bullock, J. M. (2011). Estimating human-mediated dispersal of seeds within an Australian protected area. *Biological Invasions*, *13*(8), 1869–1880.
- Powell, R. H. (1968). Harmful plant species entering New Zealand 1963–1967. *New Zealand Journal of Botany*, *6*(3), 395–401.
- R Core Team, R., 2013. R: A language and environment for statistical computing.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, *6*(2), 93–107.
- Sales, N. M., Pérez-García, F., & Silveira, F. A. O. (2013). Consistent variation in seed germination across an environmental gradient in a Neotropical savanna. *South African Journal of Botany*, *87*, 129–133.

- Schermann Sz. (1967). Magismeret I-II. *Akadémiai Kiadó*, Budapest.
- Scott, K. A. (2009). Potential for the dispersal of weed seeds on clothing: an example with Gamba Grass in northern Australia. *Ecological Management & Restoration*, *10*(1), 71–73.
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., & Pyšek, P. (2013). Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution*, *28*(1), 58–66.
- Sonkoly, J., Takács, A., Molnár, A., & Török, P. (2022). Trade of commercial potting substrates: A largely overlooked means of the long-distance dispersal of plants. *Science of the Total Environment*, *825*, 154093
- Sridhara, S., McConkey, K., Prasad, S., & Corlett, R. T. (2016). Frugivory and seed dispersal by large herbivores of Asia. *The ecology of large herbivores in South and Southeast Asia*, 121–150.
- Taylor, K., Brummer, T., Taper, M. L., Wing, A., & Rew, L. J. (2012). Human-mediated long-distance dispersal: an empirical evaluation of seed dispersal by vehicles. *Diversity and Distributions*, *18*(9), 942–951.
- Tollington, S., Turbé, A., Rabitsch, W., Groombridge, J. J., Scalera, R., Essl, F., & Shwartz, A. (2017). Making the EU legislation on invasive species a conservation success. *Conservation Letters*, *10*(1), 112–120.
- Török, P., & Tóthmérész, B. (2005). Növényökológiai alapismeretek. Debrecen.
- Török, P., Miglécz, T., Valkó, O., Tóth, K., Kelemen, A., Albert, Á.-J., Matus, G., Molnár, V. A., Ruprecht, E., Papp, L., Deák, B., Horváth, O., Takács, A., Hüse, B., & Tóthmérész, B. (2013). New thousand-seed weight records of the Pannonian flora and their application in analysing social behaviour types. *Acta Botanica Hungarica*, *55*(3-4), 429–472.
- Török, P., Tóth, E., Tóth, K., Valkó, O., Deák, B., Kelbert, B., Bálint, P., Radócz, Sz., Kelemen, A., Sonkoly, J., Miglécz, T., Matus, G., Takács, A., Molnár, V. A., Süveges, K., Papp, L., Papp, L. Jr., Tóth, Z., Baktay, B., Málnási Csizmadia, G., Oláh, I., Peti, E., Schellenberger, J., Szalkovszki, O., Kiss, R., & Tóthmérész, B. (2016). New measurements of thousand-seed weights of species in the Pannonian flora. *Acta Botanica Hungarica*, *58*(1-2), 187–198.
- Uzma, S., Khan, S., Murad, W., Taimur, N., & Azizullah, A. (2018). Phytotoxic effects of two commonly used laundry detergents on germination, growth, and biochemical characteristics of maize (*Zea mays L.*) seedlings. *Environmental monitoring and assessment*, *190*, 1–14.
- Valkó, O., Lukács, K., Deák, B., Kiss, R., Miglécz, T., Tóth, K., Tóth, Á., Godó, L., Radócz, S., Sonkoly, J., Kelemen, A., & Tóthmérész, B.

- (2020). Laundry washing increases dispersal efficiency of cloth-dispersed propagules. *NeoBiota*, 61, 1–16.
- Verdú, M., & Traveset, A. (2005). Early emergence enhances plant fitness: a phylogenetically controlled meta-analysis. *Ecology*, 86(6), 1385–1394.
- Von der Lippe, M., Bullock, J. M., Kowarik, I., Knopp, T., & Wichmann, M. (2013). Human-mediated dispersal of seeds by the airflow of vehicles. *PLoS one*, 8(1), e52733.
- Von der Lippe, M., & Kowarik, I. (2007). Long-distance dispersal of plants by vehicles as a driver of plant invasions. *Conservation Biology*, 21(4), 986–996.
- Wace, N. (1985). Australia—the isolated continent. *Pests and Parasites as Migrants: An Australian Perspective*. Australian Academy of Sciences, Canberra, 3–22.
- Ware, C., Bergstrom, D. M., Müller, E., & Alsos, I. G. (2012). Humans introduce viable seeds to the Arctic on footwear. *Biological Invasions*, 14(3), 567–577.
- Whinam, J., Chilcott, N., & Bergstrom, D. M. (2005). Subantarctic hitchhikers: expeditioners as vectors for the introduction of alien organisms. *Biological Conservation*, 121(2), 207–219.
- Wichmann, M. C., Alexander, M. J., Soons, M. B., Galsworthy, S., Dunne, L., Gould, R., Fairfax, C., Niggemann, M., Hails, R. S., & Bullock, J. M. (2009). Human-mediated dispersal of seeds over long distances. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1656), 523–532.
- Williams, J. A., & West, C. J. (2000). Environmental weeds in Australia and New Zealand: issues and approaches to management. *Austral Ecology*, 25(5), 425–444.
- Wilson, J. R., Dormontt, E. E., Prentis, P. J., Lowe, A. J., & Richardson, D. M. (2009). Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in ecology & evolution*, 24(3), 136–144.
- Woodruffe-Peacock, E. A. (1918). A fox-covert study. *Journal of Ecology*, 6(2), 110–125.
- Young, S. D., McNeill, M. R., & Saville, D. J. (2008). Testing the effectiveness of disinfectant protocols for soiled footwear. *New Zealand Plant Protection*, 61, 384–384.
- Yang, M., Lu, Z., Liu, X., De Wulf, R., Hens, L., & Ou, X. (2018). Association of non-native plant species with recreational roads in a National Park in the Eastern Himalayas, China. *Mountain research and development*, 38(1), 53–62.
- Young, S. D., McNeill, M. R., & Saville, D. J. (2008). Testing the effectiveness of disinfectant protocols for soiled footwear. *New Zealand Plant Protection*, 61, 384–384.

Jogszabályok

- [1] Wildlife Protection (Regulation of Imports and Exports) Act 1982.
- [2] Biological Control Act 19.
- [3] Natural Heritage Trust Act 1997.
- [4] Environmental Protection & Biodiversity Conservation Act 1999.
- [5] Biosecurity Act 2015.
- [6] Európai Parlament és a Tanács (2014): Az Európai Parlament és a Tanács 1143/2014/EU rendelete (2014. október 22.) az idegenhonos inváziós fajok betelepítésének vagy behurcolásának és terjedésnek megelőzéséről és kezeléséről.
- [7] Bizottság (EU) (2017): A Bizottság (EU) 2017/1454 végrehajtási rendelete (2017. augusztus 10.) a tagállamok által az Európai Parlament és a Tanács 1143/2014/EU rendelete alapján benyújtandó jelentések technikai formátumának meghatározásáról.
- [8] 1996. évi LIII. törvény 40.§.

9. Függelékek

Függelék 1. A kérdőívben feltett kérdések.

Kérdőív

Név:

Neme:

Lábméret:

Évente kb. hány napot tölt Ön terepen? (munka, felmérés, kirándulás, sport, stb.):

Hol volt utoljára terepen (utolsó három alkalom)?

1. dátum (hozzávetőlegesen is elég):.....
helyszín (ország, régió):.....
2. dátum (hozzávetőlegesen is elég):.....
helyszín (ország, régió):.....
3. dátum (hozzávetőlegesen is elég):.....
helyszín (ország, régió):.....

Tervei szerint az idei évben hova fog menni terepre?

1 héten belül (ország, régió):

1 hónapon belül (ország, régió):

fél éven belül (ország, régió):

Mit csinál Ön a ruhájára tapadt magokkal?

- Még a területen leszedi őket a ruháról
- Kiszórja otthon a kukába/udvarra
- A ruházatán hagyja őket
- egyéb:

Köszönjük szépen a közreműködését!

Függelék 2. A mintákból azonosított fajok listája, család szintű besorolása, a fajok első említése a ruházat általi terjedéssel, valamint a szociális magatartás típus (SzMT) szerinti csoportosításuk (Borhidi 1995). Jelölések: S – specialista stressz-tűrők, C – természetes kompetitor, G – generalista stressz-tűrők, NP – természetes pionír, DT – zavarástűrő, W – hazai gyom, I – kivadult haszonnövény, A – behurcolt gyom, RC – honos flóra ruderalis kompetitora, AC – tájidegen agresszív kompetitor.

Tudományos név	Család	Első regisztráció	SzMT típus
<i>Achillea collina</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Adonis aestivalis</i>	Ranunculaceae	igen	W
<i>Aegilops cylindrica</i>	Poaceae	igen	DT
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Rosaceae		DT
<i>Agropyron cristatum</i>	Poaceae		S
<i>Agrostis capillaris</i>	Poaceae		C
<i>Agrostis stolonifera</i>	Poaceae		C
<i>Agrostis vinealis</i>	Poaceae	igen	G
<i>Ajuga reptans</i>	Lamiaceae	igen	DT
<i>Allium flavum</i>	Amaryllidaceae	igen	G
<i>Allium sphaerocephalon</i>	Amaryllidaceae	igen	G
<i>Alopecurus pratensis</i>	Poaceae		C
<i>Alyssum alyssoides</i>	Brassicaceae	igen	NP
<i>Alyssum montanum</i>	Brassicaceae	igen	G
<i>Amaranthus crispus</i>	Amaranthaceae	igen	A
<i>Amaranthus powellii</i>	Amaranthaceae	igen	A
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	igen	RC
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Asteraceae	igen	AC
<i>Anthemis arvensis</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Anthemis ruthenica</i>	Asteraceae	igen	NP
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Poaceae		C
<i>Anthriscus caucalis</i>	Apiaceae	igen	W
<i>Anthriscus cerefolium</i>	Apiaceae	igen	W
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Apiaceae		DT
<i>Arabis hirsuta</i>	Brassicaceae		G
<i>Arenaria leptoclados</i>	Caryophyllaceae	igen	NP
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Caryophyllaceae		NP
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Poaceae		DT
<i>Asperula cynanchica</i>	Rubiaceae	igen	G
<i>Atriplex sagittata</i>	Amaranthaceae	igen	W

<i>Beckmannia eruciformis</i>	Poaceae	igen	C
<i>Betula pendula</i>	Betulaceae		C
<i>Bidens frondosa</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Cyperaceae	igen	C
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Poaceae	igen	C
<i>Briza media</i>	Poaceae		G
<i>Bromus arvensis</i>	Poaceae	igen	W
<i>Bromus commutatus</i>	Poaceae	igen	DT
<i>Bromus hordeaceus</i>	Poaceae		DT
<i>Bromus inermis</i>	Poaceae		C
<i>Bromus japonicus</i>	Poaceae	igen	DT
<i>Bromus squarrosus</i>	Poaceae	igen	NP
<i>Bromus sterilis</i>	Poaceae		RC
<i>Bromus tectorum</i>	Poaceae		DT
<i>Bupleurum falcatum</i>	Apiaceae	igen	G
<i>Bupleurum tenuissimum</i>	Apiaceae	igen	G
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Brassicaceae		W
<i>Cardaria draba</i>	Brassicaceae	igen	W
<i>Carex flacca</i>	Cyperaceae	igen	G
<i>Carex hirta</i>	Cyperaceae	igen	DT
<i>Carex liparicarpos</i>	Cyperaceae	igen	G
<i>Carex melanostachya</i>	Cyperaceae	igen	G
<i>Carex spicata</i>	Cyperaceae		DT
<i>Carex tomentosa</i>	Cyperaceae	igen	G
<i>Carex vulpina</i>	Cyperaceae		DT
<i>Carpinus betulus</i>	Betulaceae	igen	C
<i>Centaurea jacea</i>	Asteraceae		G
<i>Centaurea jacea ssp angustifolia</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Centaurea scabiosa</i>	Asteraceae		G
<i>Centaurea scabiosa ssp sadleriana</i>	Asteraceae	igen	G
<i>Centaurea solstitialis</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Cerastium vulgare</i>	Caryophyllaceae		DT
<i>Chaerophyllum temulum</i>	Apiaceae	igen	DT
<i>Chenopodium album</i>	Amaranthaceae		RC
<i>Chenopodium glaucum</i>	Amaranthaceae	igen	DT
<i>Chenopodium polyspermum</i>	Amaranthaceae	igen	RC
<i>Chrysopogon gryllus</i>	Poaceae	igen	C
<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Circaea lutetiana</i>	Onagraceae		G

<i>Cirsium arvense</i>	Asteraceae		RC
<i>Clinopodium vulgare</i>	Lamiaceae	igen	G
<i>Consolida regalis</i>	Ranunculaceae	igen	W
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae		RC
<i>Conyza canadensis</i>	Asteraceae		AC
<i>Corispermum nitidum</i>	Amaranthaceae	igen	NP
<i>Crepis rhoeadifolia</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Crepis setosa</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Crepis tectorum</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Crypsis aculeata</i>	Poaceae	igen	C
<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae		RC
<i>Cynoglossum hungaricum</i>	Boraginaceae	igen	G
<i>Cynoglossum officinale</i>	Boraginaceae	igen	W
<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae		DT
<i>Danthonia alpina</i>	Poaceae		S
<i>Danthonia decumbens</i>	Poaceae		S
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae		DT
<i>Descurainia sophia</i>	Brassicaceae	igen	W
<i>Dianthus armeria</i>	Caryophyllaceae	igen	DT
<i>Dianthus pontederiae</i>	Caryophyllaceae	igen	G
<i>Digitaria ischaemum</i>	Poaceae	igen	W
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae		AC
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae		AC
<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae		W
<i>Eleocharis palustris</i>	Cyperaceae	igen	C
<i>Eleocharis uniglumis</i>	Cyperaceae	igen	G
<i>Elymus repens</i>	Poaceae		RC
<i>Epilobium tetragonum</i>	Onagraceae	igen	G
<i>Eryngium campestre</i>	Apiaceae	igen	DT
<i>Fallopia convolvulus</i>	Polygonaceae		W
<i>Festuca arundinacea</i>	Poaceae		DT
<i>Festuca ovina</i>	Poaceae		S
<i>Festuca pratensis</i>	Poaceae		C
<i>Festuca pseudovina</i>	Poaceae	igen	C
<i>Festuca rubra</i>	Poaceae		C
<i>Festuca rupicola</i>	Poaceae	igen	C
<i>Festuca vaginata</i>	Poaceae	igen	C
<i>Filipendula vulgaris</i>	Rosaceae		G
<i>Galeopsis tetrahit</i>	Lamiaceae	igen	W
<i>Galinsoga parviflora</i>	Asteraceae	igen	AC

<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae		W
<i>Galium mollugo</i>	Rubiaceae		G
<i>Galium spurium</i>	Rubiaceae		W
<i>Galium verum</i>	Rubiaceae		DT
<i>Geum urbanum</i>	Rosaceae		DT
<i>Glyceria fluitans</i>	Poaceae		C
<i>Gypsophila muralis</i>	Caryophyllaceae	igen	NP
<i>Helianthemum ovatum</i>	Cistaceae		G
<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae		G
<i>Hordeum hystrix</i>	Poaceae	igen	A
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae		W
<i>Inula britannica</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Juncus effusus</i>	Juncaceae		DT
<i>Knautia arvensis</i>	Caprifoliaceae		DT
<i>Lactuca saligna</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Lamium amplexicaule</i>	Lamiaceae	igen	W
<i>Lappula squarrosa</i>	Boraginaceae	igen	W
<i>Leersia oryzoides</i>	Poaceae		C
<i>Leontodon hispidus</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Leonurus cardiaca</i>	Lamiaceae	igen	W
<i>Leonurus marrubiastrum</i>	Lamiaceae	igen	W
<i>Lepidium perfoliatum</i>	Brassicaceae	igen	DT
<i>Lepidium ruderale</i>	Brassicaceae	igen	DT
<i>Linaria vulgaris</i>	Plantaginaceae	igen	W
<i>Linum austriacum</i>	Linaceae	igen	G
<i>Linum catharticum</i>	Linaceae		G
<i>Linum perenne</i>	Linaceae	igen	DT
<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae		W
<i>Lolium perenne</i>	Poaceae		DT
<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae		DT
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae		DT
<i>Medicago minima</i>	Fabaceae	igen	G
<i>Melica transsilvanica</i>	Poaceae	igen	G
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabaceae	igen	W
<i>Mentha arvensis</i>	Lamiaceae	igen	DT
<i>Mentha longifolia</i>	Lamiaceae	igen	DT
<i>Minuartia glomerata</i>	Caryophyllaceae	igen	G
<i>Myosotis scorpioides</i>	Boraginaceae	igen	G
<i>Myosotis stricta</i>	Boraginaceae	igen	NP

<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	igen	DT
<i>Onopordum acanthium</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Polygonaceae		DT
<i>Pholiurus pannonicus</i>	Poaceae	igen	S
<i>Picris hieracioides</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Apiaceae		G
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae		DT
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae		W
<i>Plantago media</i>	Plantaginaceae		DT
<i>Poa angustifolia</i>	Poaceae	igen	DT
<i>Poa compressa</i>	Poaceae	igen	DT
<i>Poa nemoralis</i>	Poaceae		C
<i>Poa pratensis</i>	Poaceae		G
<i>Poa trivialis</i>	Poaceae		DT
<i>Podospermum canum</i>	Asteraceae	igen	G
<i>Polygonum arenarium</i>	Polygonaceae	igen	NP
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae		RC
<i>Potentilla argentea</i>	Rosaceae	igen	DT
<i>Potentilla heptaphylla</i>	Rosaceae	igen	G
<i>Primula veris</i>	Primulaceae		G
<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae		DT
<i>Pseudolysimachion spicatum</i>	Plantaginaceae	igen	G
<i>Pulicaria dysenterica</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Ranunculus polyanthemus</i>	Ranunculaceae	igen	G
<i>Rhinanthus minor</i>	Orobanchaceae		G
<i>Rhinanthus serotinus</i>	Orobanchaceae		G
<i>Ribes aureum</i>	Grossulariaceae	igen	I
<i>Rorippa amphibia</i>	Brassicaceae	igen	G
<i>Rubus caesius</i>	Rosaceae	igen	DT
<i>Rumex acetosa</i>	Polygonaceae		DT
<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae		NP
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae		W
<i>Rumex maritimus</i>	Polygonaceae		W
<i>Rumex stenophyllus</i>	Polygonaceae		G
<i>Salvia nemorosa</i>	Lamiaceae	igen	DT
<i>Salvia pratensis</i>	Lamiaceae	igen	G
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	Caprifoliaceae		DT
<i>Schoenus nigricans</i>	Cyperaceae	igen	C
<i>Secale sylvestre</i>	Poaceae	igen	NP
<i>Securigera varia</i>	Fabaceae	igen	DT

<i>Seseli annuum</i>	Apiaceae		G
<i>Setaria pumila</i>	Poaceae		W
<i>Setaria verticillata</i>	Poaceae		W
<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	igen	W
<i>Silene alba</i>	Caryophyllaceae	igen	W
<i>Silene viscosa</i>	Caryophyllaceae	igen	S
<i>Silene vulgaris</i>	Caryophyllaceae		DT
<i>Solidago gigantea</i>	Asteraceae	igen	AC
<i>Spergula pentandra</i>	Caryophyllaceae	igen	NP
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae		DT
<i>Stipa borysthena</i>	Poaceae	igen	S
<i>Stipa capillata</i>	Poaceae	igen	C
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae		RC
<i>Teucrium chamaedrys</i>	Lamiaceae	igen	G
<i>Thesium linophyllum</i>	Santalaceae	igen	G
<i>Thymus glabrescens</i>	Lamiaceae	igen	G
<i>Torilis arvensis</i>	Apiaceae		W
<i>Torilis japonica</i>	Apiaceae		DT
<i>Tragopogon dubius</i>	Asteraceae	igen	DT
<i>Tragus racemosus</i>	Poaceae	igen	W
<i>Trifolium angulatum</i>	Fabaceae	igen	S
<i>Trifolium arvense</i>	Fabaceae		DT
<i>Trifolium campestre</i>	Fabaceae		DT
<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae		DT
<i>Trifolium striatum</i>	Fabaceae	igen	NP
<i>Trinia glauca</i>	Apiaceae	igen	G
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	Asteraceae	igen	W
<i>Triticum aestivum</i>	Poaceae		I
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae		DT
<i>Verbascum lychnitis</i>	Scrophulariaceae	igen	G
<i>Verbascum phoeniceum</i>	Scrophulariaceae	igen	G
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	igen	W
<i>Veronica hederifolia</i>	Plantaginaceae	igen	W
<i>Veronica officinalis</i>	Plantaginaceae	igen	G
<i>Veronica prostrata</i>	Plantaginaceae	igen	G
<i>Vicia angustifolia</i>	Fabaceae	igen	DT
<i>Vicia hirsuta</i>	Fabaceae	igen	DT
<i>Vicia tetrasperma</i>	Fabaceae	igen	DT
<i>Viola arvensis</i>	Violaceae		W
<i>Vulpia myuros</i>	Poaceae	igen	NP



Nyilvántartási szám: DEENK/539/2023.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Lukács Katalin
Doktori Iskola: Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10074912

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. **Lukács, K.**, Valkó, O.: Magterjedés az emberi ruházaton: megelőzési és védekezési lehetőségek.
Termvéd. közl. 28, 74-85, 2022. ISSN: 1216-4585.
DOI: <http://dx.doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2022.28.74>
2. **Lukács, K.**, Valkó, O.: A ruházat szerepe az ember általi magterjesztésben.
Kitaibelia. 23 (1), 77-86, 2018. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.23.77>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (3)

3. **Lukács, K.**, Tóth, Á., Kiss, R., Deák, B., Rádai, Z., Tóth, K., Kelemen, A., Bátor, Z., Hábcenczyus, A. A., Tölgyesi, C., Migléc, T., Godó, L., Valkó, O.: The ecological footprint of outdoor activities: Factors affecting human-vectored seed dispersal on clothing.
Sci. Total Environ. 906, 1-8, 2024. ISSN: 0048-9697.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167675>
IF: 9.8 (2022)
4. **Lukács, K.**, Valkó, O.: Human-vectored seed dispersal as a threat to protected areas: Prevention, mitigation and policy.
Glob. Ecol. Conserv. 31, 1-7, 2021. ISSN: 2351-9894.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01851>
IF: 3.969
5. Valkó, O., **Lukács, K.**, Deák, B., Kiss, R., Migléc, T., Tóth, K., Tóth, Á., Godó, L., Radócz, S., Sonkoly, J., Kelemen, A., Tóthmérész, B.: Laundry washing increases dispersal efficiency of cloth-dispersed propagules.
NeoBiota. 61, 1-16, 2020. ISSN: 1619-0033.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/neobiota.61.53730>
IF: 3.684





További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

6. Deák, B., Török, P., Tóthmérész, B., Radócz, S., **Lukács, K.**, Valkó, O.: A közép-tiszavidéki halmok flórakutatásának új eredményei.
Kitaibelia. 24 (1), 94-105, 2019. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.24.94>
7. Deák, B., **Lukács, K.**, Báthori, F., Valkó, O.: Közönséges kígyónyelv (Ophioglossum vulgatum) meglepő új előfordulása a Tiszafüred-Kunhegyesi síkon.
Kitaibelia. 24 (2), 257-266, 2019. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.24.257>
8. Kiss, R., László, S., Tóth, K., Balogh, N., Godó, L., Körmöczi, Z., Radócz, S., **Lukács, K.**: Eltérő kezelési típusok alkalmazása kékperjés láprétek fenntartására.
Gyepgazdálk. Közl. 16 (1), 19-24, 2018. ISSN: 1785-2498.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

9. Kiss, R., Sonkoly, J., Török, P., Tóthmérész, B., Deák, B., Tóth, K., **Lukács, K.**, Godó, L., Kelemen, A., Migléc, T., Radócz, S., Tóth, E., Balogh, N., Valkó, O.: Germination capacity of 75 herbaceous species of the Pannonian flora and implications for restoration.
Acta Bot. Hung. 60 (3-4), 357-368, 2018. ISSN: 0236-6495.
DOI: <https://doi.org/10.1556/034.60.2018.3-4.7>

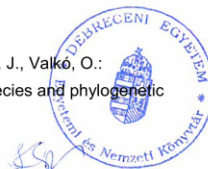
Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (10)

10. Kiss, R., Deák, B., Tóth, K., **Lukács, K.**, Rádai, Z., Kelemen, A., Migléc, T., Tóth, Á., Godó, L., Valkó, O.: Co-seeding grasses and forbs supports restoration of species-rich grasslands and improves weed control in ex-arable land.
Sci. Rep. 12 (1), 1-13, 2022. EISSN: 2045-2322.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-25837-4>
IF: 4.6
11. Tóth, Á., Deák, B., Tóth, K., Kiss, R., **Lukács, K.**, Rádai, Z., Godó, L., Borza, S., Kelemen, A., Migléc, T., Bátor, Z., Novák, T., Valkó, O.: Vertical distribution of soil seed bank and the ecological importance of deeply buried seeds in alkaline grasslands.
PeerJ. 10, 1-19, 2022. EISSN: 2167-8359.
DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13226>
IF: 2.7





12. Deák, B., Rádai, Z., Bátori, Z., Kelemen, A., **Lukács, K.**, Kiss, R., Maák, I. E., Valkó, O.: Ancient Burial Mounds Provide Safe Havens for Grassland Specialist Plants in Transformed Landscapes- A Trait-Based Analysis.
Front. Ecol. Evol. 9, 1-13, 2021. ISSN: 2296-701X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2021.619812>
IF: 4.493
13. Tammaru, K., Košnar, J., Abbas, A. F., Barta, K. A., De, B. F., Harrison, S., Degli, E. I., Kiss, R., **Lukács, K.**, Neumann, S. M., Wagia, H., Puy, J., Lepš, J.: Ecological differentiation of *Carex* species coexisting in a wet meadow: Comparison of pot and field experiments.
Acta Oecol.-Int. J. Ecol. 110, 1-10, 2021. ISSN: 1146-609X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2020.103692>
IF: 1.93
14. Kiss, R., Deák, B., Tóthmérész, B., Miglécz, T., Tóth, K., Török, P., **Lukács, K.**, Godó, L., Körmöczí, Z., Radócz, S., Kelemen, A., Sonkoly, J., Kirmer, A., Tischew, S., Švamberková, E., Valkó, O.: Establishment gaps in species-poor grasslands: artificial biodiversity hotspots to support the colonization of target species.
Restor. Ecol. 29 (S1), 1-8, 2021. ISSN: 1061-2971.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/rec.13135>
IF: 4.181
15. Deák, B., Kovács, B., Rádai, Z., Apostolova, I., Kelemen, A., Kiss, R., **Lukács, K.**, Palpurina, S., Sopotlieva, D., Báthori, F., Valkó, O.: Linking environmental heterogeneity and plant diversity: The ecological role of small natural features in homogeneous landscapes.
Sci. Total Environ. 763, 1-13, 2021. ISSN: 0048-9697.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144199>
IF: 10.753
16. Kiss, R., Deák, B., Tóthmérész, B., Miglécz, T., Tóth, K., Török, P., **Lukács, K.**, Godó, L., Körmöczí, Z., Radócz, S., Borza, S., Kelemen, A., Sonkoly, J., Kirmer, A., Tischew, S., Valkó, O.: Zoochory on and off: A field experiment for trait-based analysis of establishment success of grassland species.
J. Veg. Sci. 32 (4), 1-12, 2021. ISSN: 1100-9233.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.13051>
IF: 3.389
17. Deák, B., Rádai, Z., **Lukács, K.**, Kelemen, A., Kiss, R., Bátori, Z., Kiss, P. J., Valkó, O.: Fragmented dry grasslands preserve unique components of plant species and phylogenetic diversity in agricultural landscapes.
Biodivers. Conserv. 29 (14), 4091-4110, 2020. ISSN: 0960-3115.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-020-02066-7>
IF: 3.549





18. Vojtkó, A. E., Balogh, N., Deák, B., Kelemen, A., Kis, S., Kiss, R., Lovas-Kiss, Á., Lőki, V.,
Lukács, K., Molnár, V. A., Nagy, T., Sonkoly, J., Süveges, K., Takács, A., Tóth, E., Tóth, K.,
Tóthmérész, B., Török, P., Valkó, O., Vojtkó, A., Lukács, B. A.: Leaf trait records of vascular
plant species in the Pannonian flora with special focus on endemics and rarities.
Folia Geobot. 55 (2), 73-79, 2020. ISSN: 1211-9520.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12224-020-09363-7>
IF: 1.544
19. Ruprecht, E., **Lukács, K.**, Domokos, P., Kuhn, T., Fenesi, A.: Hydration status influences seed
fire tolerance in temperate European herbaceous species.
Plant Biol. 18 (2), 295-300, 2015. ISSN: 1435-8603.
DOI: <https://doi.org/10.1111/plb.12394>
IF: 2.216

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 56,808

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre):
17,453**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai
ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján
elvégezte.

Debrecen, 2023.12.15.





Registry number: DEENK/539/2023.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Katalin Lukács

Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences

MTMT ID: 10074912

List of publications related to the dissertation

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (2)

1. **Lukács, K.**, Valkó, O.: Magterjedés az emberi ruházaton: megelőzési és védekezési lehetőségek. *Termvéd. közl.* 28, 74-85, 2022. ISSN: 1216-4585.
DOI: <http://dx.doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2022.28.74>
2. **Lukács, K.**, Valkó, O.: A ruházat szerepe az ember általi magterjesztésben. *Kitaibelia.* 23 (1), 77-86, 2018. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.23.77>

Foreign language scientific articles in international journals (3)

3. **Lukács, K.**, Tóth, Á., Kiss, R., Deák, B., Rádai, Z., Tóth, K., Kelemen, A., Bátor, Z., Hábcenyus, A. A., Tölgyesi, C., Migléc, T., Godó, L., Valkó, O.: The ecological footprint of outdoor activities: Factors affecting human-vector seed dispersal on clothing. *Sci. Total Environ.* 906, 1-8, 2024. ISSN: 0048-9697.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167675>
IF: 9.8 (2022)
4. **Lukács, K.**, Valkó, O.: Human-vector seed dispersal as a threat to protected areas: Prevention, mitigation and policy. *Glob. Ecol. Conserv.* 31, 1-7, 2021. ISSN: 2351-9894.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01851>
IF: 3.969
5. Valkó, O., **Lukács, K.**, Deák, B., Kiss, R., Migléc, T., Tóth, K., Tóth, Á., Godó, L., Radócz, S., Sonkoly, J., Kelemen, A., Tóthmérész, B.: Laundry washing increases dispersal efficiency of cloth-dispersed propagules. *NeoBiota.* 61, 1-16, 2020. ISSN: 1619-0033.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3897/neobiota.61.53730>
IF: 3.684





List of other publications

Hungarian scientific articles in Hungarian journals (3)

6. Deák, B., Török, P., Tóthmérész, B., Radócz, S., **Lukács, K.**, Valkó, O.: A közép-tiszavidéki halmok flórákutatójának új eredményei.
Kitaibelia. 24 (1), 94-105, 2019. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.24.94>
7. Deák, B., **Lukács, K.**, Báthori, F., Valkó, O.: Közönséges kígyónyelv (*Ophioglossum vulgatum*) meglepő új előfordulása a Tiszafüred-Kunhegyesi síkon.
Kitaibelia. 24 (2), 257-266, 2019. ISSN: 1219-9672.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17542/kit.24.257>
8. Kiss, R., László, S., Tóth, K., Balogh, N., Godó, L., Körmöczi, Z., Radócz, S., **Lukács, K.**: Eltérő kezelési típusok alkalmazása kékperjés láprétek fenntartására.
Gyepgazdálk. Közl. 16 (1), 19-24, 2018. ISSN: 1785-2498.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

9. Kiss, R., Sonkoly, J., Török, P., Tóthmérész, B., Deák, B., Tóth, K., **Lukács, K.**, Godó, L., Kelemen, A., Miglécz, T., Radócz, S., Tóth, E., Balogh, N., Valkó, O.: Germination capacity of 75 herbaceous species of the Pannonian flora and implications for restoration.
Acta Bot. Hung. 60 (3-4), 357-368, 2018. ISSN: 0236-6495.
DOI: <https://doi.org/10.1556/034.60.2018.3-4.7>

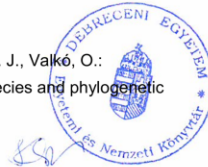
Foreign language scientific articles in international journals (10)

10. Kiss, R., Deák, B., Tóth, K., **Lukács, K.**, Rádai, Z., Kelemen, A., Miglécz, T., Tóth, Á., Godó, L., Valkó, O.: Co-seeding grasses and forbs supports restoration of species-rich grasslands and improves weed control in ex-arable land.
Sci. Rep. 12 (1), 1-13, 2022. EISSN: 2045-2322.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-25837-4>
IF: 4.6
11. Tóth, Á., Deák, B., Tóth, K., Kiss, R., **Lukács, K.**, Rádai, Z., Godó, L., Borza, S., Kelemen, A., Miglécz, T., Bátori, Z., Novák, T., Valkó, O.: Vertical distribution of soil seed bank and the ecological importance of deeply buried seeds in alkaline grasslands.
PeerJ. 10, 1-19, 2022. EISSN: 2167-8359.
DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13226>
IF: 2.7





12. Deák, B., Rádai, Z., Bátori, Z., Kelemen, A., **Lukács, K.**, Kiss, R., Maák, I. E., Valkó, O.: Ancient Burial Mounds Provide Safe Havens for Grassland Specialist Plants in Transformed Landscapes- A Trait-Based Analysis.
Front. Ecol. Evol. 9, 1-13, 2021. ISSN: 2296-701X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2021.619812>
IF: 4.493
13. Tammaru, K., Košnar, J., Abbas, A. F., Barta, K. A., De, B. F., Harrison, S., Degli, E. I., Kiss, R., **Lukács, K.**, Neumann, S. M., Wagia, H., Puy, J., Lepš, J.: Ecological differentiation of *Carex* species coexisting in a wet meadow: Comparison of pot and field experiments.
Acta Oecol.-Int. J. Ecol. 110, 1-10, 2021. ISSN: 1146-609X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actao.2020.103692>
IF: 1.93
14. Kiss, R., Deák, B., Tóthmérész, B., Miglécz, T., Tóth, K., Török, P., **Lukács, K.**, Godó, L., Körmöczy, Z., Radócz, S., Kelemen, A., Sonkoly, J., Kirmer, A., Tischew, S., Švamberková, E., Valkó, O.: Establishment gaps in species-poor grasslands: artificial biodiversity hotspots to support the colonization of target species.
Restor. Ecol. 29 (S1), 1-8, 2021. ISSN: 1061-2971.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/rec.13135>
IF: 4.181
15. Deák, B., Kovács, B., Rádai, Z., Apostolova, I., Kelemen, A., Kiss, R., **Lukács, K.**, Palpurina, S., Sopotlieva, D., Báthori, F., Valkó, O.: Linking environmental heterogeneity and plant diversity: The ecological role of small natural features in homogeneous landscapes.
Sci. Total Environ. 763, 1-13, 2021. ISSN: 0048-9697.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144199>
IF: 10.753
16. Kiss, R., Deák, B., Tóthmérész, B., Miglécz, T., Tóth, K., Török, P., **Lukács, K.**, Godó, L., Körmöczy, Z., Radócz, S., Borza, S., Kelemen, A., Sonkoly, J., Kirmer, A., Tischew, S., Valkó, O.: Zoochory on and off: A field experiment for trait-based analysis of establishment success of grassland species.
J. Veg. Sci. 32 (4), 1-12, 2021. ISSN: 1100-9233.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.13051>
IF: 3.389
17. Deák, B., Rádai, Z., **Lukács, K.**, Kelemen, A., Kiss, R., Bátori, Z., Kiss, P. J., Valkó, O.: Fragmented dry grasslands preserve unique components of plant species and phylogenetic diversity in agricultural landscapes.
Biodivers. Conserv. 29 (14), 4091-4110, 2020. ISSN: 0960-3115.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-020-02066-7>
IF: 3.549





18. Vojtkó, A. E., Balogh, N., Deák, B., Kelemen, A., Kis, S., Kiss, R., Lovas-Kiss, Á., Löki, V.,
Lukács, K., Molnár, V. A., Nagy, T., Sonkoly, J., Süveges, K., Takács, A., Tóth, E., Tóth, K.,
Tóthmérész, B., Török, P., Valkó, O., Vojtkó, A., Lukács, B. A.: Leaf trait records of vascular
plant species in the Pannonian flora with special focus on endemics and rarities.
Folia Geobot. 55 (2), 73-79, 2020. ISSN: 1211-9520.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12224-020-09363-7>
IF: 1.544
19. Ruprecht, E., **Lukács, K.**, Domokos, P., Kuhn, T., Fenesi, A.: Hydration status influences seed
fire tolerance in temperate European herbaceous species.
Plant Biol. 18 (2), 295-300, 2015. ISSN: 1435-8603.
DOI: <https://doi.org/10.1111/plb.12394>
IF: 2.216

Total IF of journals (all publications): 56,808

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 17,453

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on
the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

15 December, 2023

