

# Magterjedés az emberi ruházaton: megelőzési és védekezési lehetőségek

Lukács Katalin<sup>1,2,3\*</sup> és Valkó Orsolya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, Lendület Vegetáció és Magbank Dinamikai Kutatócsoport, 2163 Vácrátót, Alkotmány út 2–4.

<sup>2</sup>Egészségbiztonsági Nemzeti Laboratórium, 1113 Budapest, Karolina út 29.

<sup>3</sup>Debreceni Egyetem, Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

\*E-mail: [lukacskata93@gmail.com](mailto:lukacskata93@gmail.com)

**Összefoglaló:** Az elmúlt években az ember általi magterjesztés az inváziós fajok egyik legfontosabb terjedési formájává vált. Ez a folyamat kiemelten veszélyezteti az elszigetelt, értékes élővilágú, turisták által rendszeresen látogatott területeket. Az inváziós fajok terjedésének megakadályozásában kiemelt szerepe van az olyan védelmi intézkedéseknek, amelyek a magok és termések emberi ruházaton keresztüli terjedését fékezik meg. Irodalmi áttekintésünkben megvizsgáltuk a megelőzési és kezelés módjait, különös tekintettel a tájékoztatásra, önkéntes megelőzésre, törvényi szabályozásra, karanténintézkedésekre, monitorozásra, kezelésre és a turizmus szabályozására. Eredményeink rámutatnak, hogy a legtöbb biztonsági rendelkezést az Antarktison, Ausztráliában és Óceánia szigetein alkalmazzák, melyek példaként szolgálhatnak más régiókban is. További vizsgálatokra és biztonsági intézkedésekre van szükség, különösen azokban a régiókban, ahol egyelőre még nincs semmilyen rendelkezés az emberek ruházatáról származó potenciális gyom- és inváziós fajok terjedésének megakadályozására.

**Kulcsszavak:** biztonsági intézkedés, ember általi magterjesztés, magok, védett területek

## Bevezetés

Az egyre erősödő globalizációnak köszönhetően az emberiség mobilitása jelentősen nőtt, ami miatt mára az ember tekinthető a leghatékonyabb terjesztővektornak (Bullock *et al.* 2018). Emberi segítséggel akár olyan élőhelyek (pl. távoli kontinensek, szigetek) között is kialakulhat biológiai kapcsolat, amelyek között másképp nem lenne kontaktus (Wilson *et al.* 2009). Az ember – mobilitásából adódóan – számos élőlény (pl. egysejtűek, gombák, növények és állatok) terjesztésében vesz részt, ezáltal pedig akár jelentős távolságokra is terjesztheti őket. A ruházat általi terjedés (epiantropochoria) az állatok kültakaróján keresztüli terjedésnek (epizoochoria) egy speciális esete, melynek során a növények

terjesztőképletei (diaspórák: magvak, termések) a ruházatra tapadva terjednek (Ansong és Pickering 2016, Valkó *et al.* 2020). A diaspórák ruházaton történő terjedésére már a XX. század közepén felfigyeltek (Healy 1943), és azóta már 449 fajról jelezték, hogy képes epiantropochor módon is a térhódításra (lásd Ansong és Pickering 2014a áttekintő tanulmányát). Annak ellenére, hogy az eddigi vizsgálatok többségét Európán kívüli területeken végezték, a ruházaton bizonyítottan terjedő fajok több mint fele (262 faj) Magyarországon is előfordul, melyek többsége gyom- és zavarástűrő faj (Lukács és Valkó 2018).

Számos tényező, mint például bizonyos növényi jellegek (pl. tapadást elősegítő képletek), különböző élőhelyi faktorok, valamint a terjesztő vektor jellemzői (viselkedés, a ruházat típusa) együttesen határozzák meg a magok és termések tapadását és potenciális terjedési távolságát (Lukács és Valkó 2018). Természetvédelmi intézkedésekkel, illetve önkéntes módon leginkább az emberi tényező, így a viselkedés és a ruházat típusa befolyásolható.

A fent említett tényezők közül kiemelkedő szerepe van a ruházatnak, mivel bizonyos ruhadarabokra nagyobb mértékben tapadnak a diaspórák, míg másokra kevésbé (Mount és Pickering 2009). Ismereteink szerint eddig összesen 15 tanulmány vizsgálta a ruházat szerepét ebben a folyamatban, melyekből az derült ki, hogy a cipő, a zokni és a magcsapdaként szolgáló zsebek, illetve a ruhadarabok gyűrődései azok, amelyek a legtöbb terjesztőképletet képesek összegyűjteni (Lukács és Valkó 2021). A témában végzett kutatások eredményei alapján úgy tűnik, hogy a ruházat segítségével többnyire a gyomok és inváziós növények diasporái terjednek, melyek súlyos természetvédelmi problémákat okoznak, különösen az elszigetelt élőhelyeken (Ansong és Pickering 2014a, 2014b). Új-Zélandra például 1963 és 1967 között az emberek ruházatáról és cipőjéről számos idegenhonos faj került, amelyek azóta jelentős természetvédelmi károkat okoztak az országban. A vizsgálat során a Department of Agriculture's Port Agriculture Inspection Service összesen 1500 mintát ellenőrzött. Az eredményekből az derült ki, hogy a 65 azonosított idegenhonos fajból 45 fajt korábban nem regisztráltak az országban (Powell 1968). Az Antarktiszon és az Északi-sarkvidéken végzett vizsgálatokból ugyancsak számos, a régióban nem őshonos növényfaj diasporáját azonosították a látogatók ruházatáról és cipőjéről (Whinam *et al.* 2005, Ware *et al.* 2012, Huiskes *et al.* 2014). Mivel a turisták egyre nagyobb mértékben látogatják a védett területeket és a távoli régiókat, nagy a kockázata annak, hogy a ruházaton is terjedő diasporák biológiai invázió kiindulópontjai legyenek (Moodley *et al.* 2020, Ansong és Pickering 2014b).

Ahhoz, hogy az elszigetelt élőhelyeket és a magas természetvédelmi értékkel rendelkező védett területeket megóvjuk, elengedhetetlen a lehetséges megelőzési módszerek áttekintése. A ruházaton keresztül történő magterjesztés megfékezésére

számos biztonsági intézkedés létezik (Lukács és Valkó 2021). Jelen tanulmányban azokat a megelőzési és védekezési lehetőségeket gyűjtjük össze, amelyeket jelenleg is alkalmaznak bizonyos régiókban, és javaslatot teszünk a lehetséges magyarországi alkalmazásukra. Megvizsgáljuk, hogy az invázióbiológiában általánosan alkalmazott védekezési módszereknek (megelőzés, korai kimutatás, kezelés; Meyerson és Reaser (2002) és Simberloff *et al.* (2013) alapján) megvannak-e a megfelelői a ruházaton terjedő inváziós növényfajok elleni védekezésben.

## Anyag és módszer

2020 márciusában a Google Scholar adatbázis segítségével összegyűjtöttük azokat az angol nyelven publikált kutatásokat, amelyek a ruházattal kapcsolatos biztonsági intézkedésekkel foglalkoznak. A kereséshez a „biosecurity seed dispersal” és „biosecurity seed” kulcsszavakat használtuk. A keresés összesen 6170 találatot eredményezett (2020. március 26.). A publikációk címeit és kivonatait átnézve az első 100 találat között összesen 20 releváns cikket találtunk, amely említést tett a ruházattal kapcsolatos biztonsági intézkedésekről. A részletes áttekintést folytattuk a 101–300. találat között, de mivel nem találtunk több releváns publikációt, így az áttekintést lezártuk. A megtalált publikációk irodalomjegyzékéből tovább bővítettük a listát, valamint gyűjtöttünk releváns cikkeket a turizmusról és a turisztikai kódexekről. 2022 júniusában átnéztük Magyarország összes nemzeti parkjának turisztikai kiadványait, hogy további információkat szerezzünk a hazai biztonsági intézkedésekről. Jelen irodalmi áttekintésünk korábban megjelent cikkünk (Lukács és Valkó 2021) koncepciója alapján készült, melyben összegyűjtöttük a jelenleg is alkalmazásban lévő biztonsági intézkedéseket, valamint további javaslatokat fogalmaztunk meg.

## Eredmények és megvitatásuk

A leginkább költséghatékony módszer a ruházattal terjedő gyomok és az inváziós fajok elleni védekezésben a megelőzés, amely az alábbiakat foglalja magában (Meyerson és Reaser 2002, Simberloff *et al.* 2013):

- 1) az emberek tájékoztatása prospektusok, útikönyvek, plakátok, weboldalak által és idegenvezetők segítségével;
- 2) önkéntes megelőzés: az emberi viselkedés azon önkéntes formái, amelyek csökkentik a ruházatra tapadt diasporák terjedésének esélyeit;

- 3) jogi szabályozás: a ruházat kötelező ellenőrzésére, tisztítására, fertőtlenítésére vonatkozó előírások;
- 4) karanténintézkedések: a diasporákkal való emberi érintkezés korlátozása a potenciális kockázatok elkerülése érdekében.

A káros fajok megjelenését követően a korai észlelés és kezelés a következő lépés az invázió elleni védekezésben, amely a következőket foglalja magába:

- 1) monitorozás (megfigyelés): információszerzés a látogatók korábbi és jövőbeli útvonalairól;
- 2) kezelés: tisztítóállomások kialakítása a védett területek be- és kilépési pontjain;
- 3) a turizmus szabályozása: a turisták attitűdjének formálása turistakódexek segítségével.

A továbbiakban részletesen bemutatjuk a megelőzésre, korai észlelésre és a lehetséges kezelésekre alkalmazott intézkedéseket.

### *1. Tájékoztatás*

Ahhoz, hogy csökkenteni tudjuk a gyomok és inváziós fajok terjedését és megtelepedését, elengedhetetlen feladat az emberek megfelelő tájékoztatása erről a jelenségről. Különösen fontos azon látogatók és dolgozók informálása, akik magas természeti értékű területeket látogatnak, vagy ezeken a területeken dolgoznak (Whinam *et al.* 2005, Mount és Pickering 2009, Ansong és Pickering 2014a, 2014b).

### *2. Önkéntes megelőzés*

A megelőzés költségghatékony formája az önkéntes megelőzés, amely egyéni döntésen alapul (Ware *et al.* 2012, Huiskes *et al.* 2014). Az önkéntes megelőzésnek számos viselkedést érintő komponense is van. Ide tartozik a ruházat típusának a kiválasztása is, hiszen a különböző szövettípusok eltérő magmegtartó-képességgel rendelkeznek. Ansong és Pickering (2016) szerint a pamutból, vászonból és farmerből készült ruhák csökkenthetik leginkább a diasporák tapadását, így ilyen ruhadarabok viselésével jelentősen csökkenthető az ember általi magterjedés kockázata. Ugyanakkor a gyapjúból, polár és műszálas anyagokból készült ruhadarabok és tépőzárak jó tapadási felületet biztosítanak a növényi diasporák számára. Ansong és Pickering (2014b) kérdőíves felméréséből az derült ki, hogy a megkérdezettek többsége még a szabadban eltávolítja a ruházatára tapadt diasporákat, ami jelentős kockázatot jelent a védett területeken, hiszen ezek a diasporák könnyedén kicsírázhatnak, és akár újabb inváziós gócpont jöhet

létre. Ehelyett a magok kontrollált, zárt térben történő eltávolításával jelentősen csökkenteni lehet a ruházaton terjedő magok megtelepedésének esélyét.

### 3. Jogsabályok

Figyelembe véve az ember terjesztővektor-szerepével járó globális, gazdasági, egészségügyi és környezeti kockázatokat, szigorú szabályokra van szükség, hogy csökkenteni tudjuk a potenciálisan inváziós fajok terjedését (Hall 2011). A legtöbb ezzel a jelenséggel foglalkozó jogszabály az Antarktiszra és Óceániára vonatkozik, mivel ezek a régiók egyedülálló biogeográfiai fejlődéstörténettel és endemikus élővilággal rendelkeznek, amelyeket különösen fenyeget az inváziós fajok térhódítása. Ezekben a régiókban jelentős az inváziós fajok elleni védekezés ismertsége és támogatottsága is (Tollington *et al.* 2017).

Az Antarktiszra érkezés előtt és után minden látogatónak szigorúan be kell tartania a ruházatra és lábbelire vonatkozó szabályokat (a kontinensre lépés előtt kötelező a ruházat és a cipő tisztítása; Hall *et al.* 2010, Hughes és Convey 2010), amelyhez az Arctic Expeditions Cruise Operators és az International Association of Antarctic Tour Operators hasznos iránymutatásokat biztosít a turisták és a hajóüzemeltetők számára egyaránt. Ausztráliában és Új-Zélandon az országba való megérkezés során kötelező egy nyilatkozat kitöltése, illetve az utasok ruházatának, lábbelijének és felszerelésének tisztítása az ország belépési pontjain (Williams és West 2000, Jay *et al.* 2003). Ausztráliában számos törvényt hoztak annak érdekében, hogy megfékezzék az inváziós fajok terjedését (Regulation of Imports and Exports Act 1982, Biological Control Act 1984, Natural Heritage Trust Act 1997, Environmental Protection & Biodiversity Conservation Act 1999, Biosecurity Act 2015).

Magyarországon jelenleg nincsenek ehhez hasonló célzott jogi intézkedések a ruházaton keresztül megvalósuló magterjesztés megakadályozására. Az Európai Unióban az inváziós fajokkal kapcsolatos problémákat az idegenhonos inváziós fajok betelepítésének vagy behurcolásának és terjedésének megelőzéséről és kezeléséről szóló rendelet szabályozza, mely 2015. január 2-án lépett hatályba (Európai Parlament és a Tanács 2014). A Rendelet 13. cikke szól az inváziós fajok útvonalaira vonatkozó cselekvési tervekről, melynek értelmében minden tagállamnak átfogó elemzést kell készítenie az Unió számára veszélyt jelentő idegenhonos inváziós fajok nem szándékos behurcolásának és terjedésének útvonalairól, valamint meg kell határozni a kiemelt útvonalakat. Ezenkívül a tagállamoknak ki kell dolgozniuk és végre kell hajtaniuk a rendelet által meghatározott kiemelt útvonalakra vonatkozó cselekvési terveket. Egyik ilyen potenciális cselekvési terv éppen a „Szállítás – Potyautasok/Emberek és poggyászaik/felszerelések ellenőrzése” (Bizottság (EU) 2017). A rendelet ellenére

Európa-szerte még mindig jelentős a tudáshiány a ruházattal terjedő inváziós fajokkal kapcsolatban, viszont a jogszabály segíthet abban, hogy a témakör az EU-tagországokban is napirendre kerüljön.

#### 4. Karanténintézkedések

A megelőzés legdrasztikusabb formája a karantén, amelyet leginkább a veszélyeztetett élőhelyeken (pl. nemzeti parkok, rezervátumok, szigetek és világörökségi területek) alkalmaznak. Karanténintézkedések során ezen területek egy része teljes mértékben elzárt, látogatásuk nem engedélyezett a látogatók számára. Magyarországon mind a tíz nemzeti parkban érvényben van a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény 40.§., amely magába foglalja, hogy a látogatók kizárólag a kijelölt utakat vehetik igénybe, valamint hogy tilos a belépés a fokozottan védett területekre. Ez hozzájárul ahhoz, hogy a látogatók a kijelölt útvonalat használva minimalizálják a ruházatukra tapadó diasporák mennyiségét, továbbá hogy a fokozottan védett területekre közvetlenül ne terjeszthessék a gyom- és inváziós fajok diasporáit.

#### 5. Monitorozás

Az ember ruházatán is terjedő diasporák nyomon követése nehéz feladat, mivel csak néhány esetben áll rendelkezésre információ a látogatók korábbi útvonalairól. Egyes szigetországokban a belépéskor kötelező a biológiai biztonsági kockázatokkal kapcsolatos nyilatkozat kitöltése, amely tartalmazza a korábbi utazás célpontjait, ami hasznos információként szolgálhat az inváziós fajok terjedésének nyomon követésében (Powell 1968, Hall *et al.* 2010, McNeill *et al.* 2011, Ware *et al.* 2012, Huiskes *et al.* 2014).

#### 6. Kezelés

A leghatékonyabb mód a ruházattal is terjedő inváziós növények terjedésének megfékezésére a kötelező ruhatisztítás, valamint állomások létrehozása a látogatók és a területen dolgozók számára. Ezekben a tisztítóállomásokon fontos az egységes protokoll betartása, hogy a káros fajok terjedését megakadályozhassuk (Meyerson és Reaser 2002, Hughes és Convey 2010, Simberloff *et al.* 2013, Huiskes *et al.* 2014). A tisztítóállomásokon biztosítani kell a látogatók számára azokat az eszközöket, amelyekkel hatékonyan el lehet távolítani a cipőre tapadt diasporákat és mikroorganizmusokat: kefe, slag, fertőtlenítőszer: 70%-os etanol, vagy 30%-os vízben oldott metil-alkohol spray palackban, műanyag kád a cipők talpának alapos tisztításához, szeméttároló, hosszú nyelű seprű és törlőkendők (<http://>). Elengedhetetlenül fontos a cipők tisztításánál megvárni, amíg azok teljesen megszáradnak. Amennyiben csak a növényi diasporák eltávolítása a cél,

száraz tisztítás is elegendő lehet, pl. kefékkel. A zoknira és egyéb ruházatra tapadt magokat és terméseket a leghatékonyabban kézzel lehet eltávolítani. Fontos, hogy figyelmesen átvizsgáljuk a ruházatunkat és zsebeinket, és a leszedett diaspórákat jól zárható szemetesbe tesszük, hogy megakadályozzuk a gyom- és inváziós fajok terjedését és megtelepedését. A felszerelések tisztítása általában önálló tevékenység, viszont a különösen veszélyeztetett területekre való belépésnél (pl. Ausztrália, Új-Zéland és Antarktisz) akár személyzet is ellenőrizheti ezt a folyamatot.

### *7 A turizmus szabályozása*

Számos régióban (pl. Antarktisz, Arktisz, Ausztrália és Óceánia) kiemelt jelentőségű a látogatók ellenőrzése és attitűdjének formálása (Mason és Mowforth 1996, Kuo 2002, Mason 2005). Ebben a folyamatban fontos szerepe van a turistakódexeknek, amelyek segítségével az emberek viselkedési formáit alakítják a biodiverzitás megőrzése érdekében (Mason 1994, Mason és Mowforth 1996). Hazánkban például a Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság „Na-Túra kódex: A természetjárás legfontosabb szabályai” című kódexe nyújt a kirándulók számára hasznos tanácsokat és tippeket (<http2>). Ezek közül a kijelölt útvonalak használatára vonatkozó felhívások hozzájárulnak ahhoz, hogy a látogatók ruházatára minél kevesebb diaspóra tapadhasson.

## Következtetések

A számos érvényben lévő biztonsági intézkedés ellenére a gyomok és inváziós fajok terjedése továbbra is komoly problémát okoz világszerte (Jay *et al.* 2003, Hall *et al.* 2010, Hall 2011). Áttekintésünkben néhány ajánlást fogalmazunk meg, melyek útmutatásul szolgálhatnak a jövőbeli kutatásokhoz és irányelvekhez. Javaslatot teszünk arra vonatkozóan, hogy a más kontinenseken már kipróbált védekezési módszerek közül melyeket és milyen formában lehetne Magyarországon is alkalmazni. Az áttekintett irodalmak alapján véleményünk szerint a leginkább hatékony védekezés több módszer együttes alkalmazása lenne.

Kulcsfontosságú feladat az emberek megfelelő tájékoztatása a ruházat által terjesztett diaspórák terjedésének kockázatairól. Ezeket az információkat leghatékonyabban a védett területek belépési pontjain, illetve látogatóközpontokban lehetne eljuttatni a kirándulókhoz. Figyelembe véve az emberek egyéni döntéseit/ szokásait, fontos feladat felhívni a figyelmet azokra a ruhadarabokra, amelyekkel csökkenteni tudjuk a gyomok és inváziós fajok terjesztését (pl. zseb nélküli



nadrágok, zoknit és cipőfűzőt takaró lábszárvédő) (Mount *et al.* 2009, Scott 2009, Ansong és Pickering 2014b).

A ruházatra és a lábbelikre vonatkozó előírások általában az utazás során viselt ruhadarabokra érvényesek, és nem terjednek ki a poggyászra. Emellett a Magyarországra bejövő utasok ruházatának és cipőjének ellenőrzése és fertőtlenítése jelenleg nem történik meg az ország belépési pontjain. Mivel a diasporák akár évekig is megőrizhetik csírázóképességüket, akár a mosógépi mosást követően is (Valkó *et al.* 2020), fontos lenne tisztítóállomások létesítése a leginkább veszélyeztetett természetvédelmi területek belépési pontjain, ahol lehetőséget biztosítanának a ruházat és lábbelik alapos tisztítására. Ezekben a tisztítóállomásokon a látogatóknak lehetőségük lenne, hogy a ruházatukról és cipőjükéről eltávolítsák a diasporákat a területre való belépés előtt és után. Csupán néhány percet venne igénybe a diasporák eltávolítása, amelyek egy jól zárható, erre a célra kijelölt szemetesbe kerülhetnének.

A karanténintézkedések kifejezetten fontosak azokon a területeken, amelyek különösen érzékenyek az inváziós fajok terjedésére. Ezekben a területeken korlátozni kell a látogatást, és kizárólag engedéllyel és csak bizonyos időszakokban (az adott területre vonatkozó magérési szezonon kívül) engedélyezhető a látogatás. A magyarországi fokozottan védett területek nem látogathatóak, ami jelentősen csökkenti az inváziós fajok ruházaton történő behurcolásának esélyét. A szabadon látogatható területek közül leginkább az olyan nyílt élőhelyek vannak veszélyben, ahol a látogatók nem csak a kijelölt útvonalakon mozognak, így nagy eséllyel terjeszthetnek diasporákat olyan élőhelyekre, ahol azok képesek lehetnek megtelepedni. Különösen veszélyeztetettek a piknikezéssel, sziklamászással, egyéb extrém sportokkal érintett területek (akár kijelölt, akár illegálisan használt területekről legyen szó).

Fontos feladat lenne információt gyűjteni arról, hogy a látogatók milyen mértékben, milyen viselkedésekkel járulnak hozzá az inváziós és gyom jellegű fajok magjainak terjedéséhez, mivel ez javítaná a védett területek megóvásának sikerességét. Erre egy lehetőség a kirándulóhelyek és turistautak környékén a növényzet, különös tekintettel az inváziós fajok előfordulásának monitorozására (Dobay *et al.* 2017), amit a kirándulók szokásairól, ruházatáról szóló önkéntes alapú adatgyűjtéssel lehetne kiegészíteni.

A látogatók attitűdjének formálása nagymértékben elősegítené a biodiverzitás megőrzését a védett területeken. A turistakódexek bővítése a ruházatra és lábbelire vonatkozó magterjesztés veszélyeiről lehetővé tenné, hogy minél több ember információt kapjon erről a jelenségről.



A ruházaton is terjedő diasporáknak egyelőre jóval több negatív hatása bizonyított, mint pozitív. További vizsgálatok valószínűleg sokkal több fajról kimutatják a jövőben, hogy képes az ember ruházatán is a terjedésre. Jelen probléma megoldására további kutatásokra van szükség, különösen azokban a régiókban, ahol korlátozott információ áll rendelkezésre, mint Európa, Dél-Amerika, Ázsia és Afrika (Mount *et al.* 2009). Mindamellet, hogy Magyarországon nincsenek a ruházatra vonatkozó biztonsági intézkedések, már vannak információk arra vonatkozóan, hogy hazánkban is egyre többször tetten érhető a ruházat általi magterjedés jelensége (Csiky *et al.* 2020). Mivel manapság könnyedén utazhatunk bárhová a világon, akár nem szándékosan, de ruházatunkon és cipőnkön kontroll nélkül behurcolhatjuk más biogeográfiai régiókban őshonos növényfajok diasporáit. Ritka alkalom, ha egyértelműen lehet bizonyítani, hogy egy újonnan megtelepedő faj a ruházat segítségével telepedett meg egy új élőhelyen. Ilyen példa az újonnan felbukkanó útifülevelű kígyószisz (*Echium plantagineum* L.) magyarországi megjelenése, ahol a faj egyik állománya esetében ez egyértelműen bizonyítható volt: a Mediterráneumból hazahozott strandpapucs kerti csapnál történő lemosása után szabadulhatott ki egy kertbe Szarvason (Csecserits *et al.* 2021). Ritka esetben a ruházaton természetvédelmi szempontból értékes fajok is képesek lehetnek terjedni, ennek indirekt bizonyítékait találták Csiky *et al.* (2020) vizsgálatában, ahol több, természetvédelmi szempontból értékes növényfaj sűrűsödő előfordulásait találták meg az Országos Kéktúra ösvényei mellett. Auffret és Cousins (2013) vizsgálatukban ugyancsak számos, Svédországban ritka növény diasporáját azonosították az emberek ruházatán. Azonban fontos hangsúlyozni, hogy a ruházaton terjedő fajok legnagyobb része inváziós vagy gyomfaj. A felsorolt esettanulmányok tükrében láthatjuk, hogy a diasporák egyik biogeográfiai régióból való terjesztése egy másikba egy nyaralás következménye is lehet, melynek során akár egy újabb inváziós gócpont is kialakulhat. Huiskes *et al.* (2014) az Antarktison végzett vizsgálatából az derült ki, hogy többnyire a terepi szakemberek azok, akik a legtöbb diasporát terjesztik, mivel munkájukból kifolyólag sok időt töltenek kint a természetben, és ők azok, akik közvetlen kapcsolatba kerülnek a növényzettel, illetve a növények megtelepedésére alkalmas felszíneken mozognak. Hazánkban a fokozottan védett területekre kizárólag a nemzeti parkban dolgozók mehetnek be, illetve engedély függvényében terepi szakemberek (kutatók). Éppen ezért különösen fontos feladat az érintettek részletes tájékoztatása a lehetséges kockázatokról és a megelőzési lehetőségekről.

*Köszönetnyilvánítás* – A kutatást az NKFI KKP 144096, FK 124404 és MEC\_141156 pályázata, az MTA Lendület pályázata, valamint az Egészségbiztonsági Nemzeti Laboratórium támogatta.

## Irodalomjegyzék

- Ansong, M., Pickering, C. (2014a): Weed seeds on clothing: a global review. *Journal of Environmental Management* 144: 203–211. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.026>
- 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. Tasmania, Australia.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.03.002>
- Auffret, A. G., Cousins, S. A. (2013): Humans as long-distance dispersers of rural plant communities. *PLoS One* 8(5):e62763. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062763>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.09.008>
- Csecserits, A., Jakab, G., Rédei, T. (2021): Új adventív faj Magyarország flórájában: az útifülevélű kigyószisz (*Echium plantagineum*). *Kitaibelia* 26(2): 199. <https://doi.org/10.17542/kit.26.199>
- Csiky, 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. <https://doi.org/10.17542/kit.25.101>
- Dobay, G., Dobay, B., S-Falusi, E., Hajnóczki, S., Penksza, K., Bajor, Z., Lampert, R., Bak, G., Wichmann, B., Szerdahelyi, T. (2017): Effects of sport tourism on temperate grassland communities (Duna-Ipoly National Park, Hungary). *Applied Ecology & Environmental Research* 15: 457–472. [https://doi.org/10.15666/aeer/1501\\_457472](https://doi.org/10.15666/aeer/1501_457472)
- 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. <https://doi.org/10.1080/1743873X.2010.517845>
- 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. <https://doi.org/10.1080/19407963.2011.576868>
- Healy, A. J. (1943): Seed dispersal by human activity. *Nature* 151(3822): 140.
- Huiskes, A. H., Gremmen, N. J., Bergstrom, D. M., Frenot, Y., Hughes, K. A., Imura, S., Ware, C. (2014): Aliens in Antarctica: assessing transfer of plant propagules by human visitors to reduce invasion risk. *Biological Conservation* 171: 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.038>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.09.005>
- Jay, M., Morad, M., Bell, A. (2003): Biosecurity, a policy dilemma for New Zealand. *Land Use Policy* 20(2): 121–129. [https://doi.org/10.1016/S0264-8377\(03\)00008-5](https://doi.org/10.1016/S0264-8377(03)00008-5)
- Kuo, I. L. (2002): The effectiveness of environmental interpretation at resource-sensitive tourism destinations. *International Journal of Tourism Research* 4(2): 87–101. <https://doi.org/10.1002/jtr.362>
- Lukács, K., Valkó, O. (2018): A ruházat szerepe az ember általi magterjesztésben. *Kitaibelia* 23 (1): 77–86. <https://doi.org/10.17542/kit.23.77>

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01851>
- Mason, P. (1994): A visitor code for the Arctic. *Tourism Management* 15(2): 93–97. [https://doi.org/10.1016/0261-5177\(94\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0261-5177(94)90002-7)
- Mason, P. (2005): Visitor management in protected areas of the periphery: Polar perspectives. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 2(3): 171–190. <https://doi.org/10.1080/14790530500399523>
- Mason, P., Mowforth, M. (1996): Codes of conduct in tourism. *Progress in Tourism and Hospitality Research* 2(2): 151–167. <https://doi.org/10.1002/pth.6070020204>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-9964-3>
- Meyerson, L. A., Reaser, J. K. (2002): Biosecurity: moving toward a comprehensive approach. *BioScience* 52(7): 593–600. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0593:BMTACA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0593:BMTACA]2.0.CO;2)
- 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. <https://doi.org/10.3897/neobiota.57.52188>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.002>
- Nathan, R. (2006): Long-distance dispersal of plants. *Science* 313(5788): 786–788. <https://doi.org/10.1126/science.1124975>
- Powell, R. H. (1968): Harmful plant species entering New Zealand 1963–1967. *New Zealand Journal of Botany* 6(3): 395–401. <https://doi.org/10.1080/0028825X.1968.10429821>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>
- 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. <https://doi.org/10.1111/conl.12214>
- Valkó, O., Lukács, K., Deák, B., Kiss, R., Migléc, 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* 60: 1–16. <https://doi.org/10.3897/neobiota.61.53730>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0098-4>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.04.020>
- 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. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.2000.01081.x>

*Hivatkozott jogszabályok:*

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 terjedésének megelőzéséről és kezeléséről.

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.

*Internetes források:*

http1: <https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive-species/publications/arrive-clean-leave-clean> (Hozzáférés dátuma: 2022. 09. 01.)

http2: <https://www.ferto-hansag.hu/hu/okoturizmus/na-tura-kodex.html> (Hozzáférés dátuma: 2022. 09. 01.)

## Seed dispersal on human clothing: options for prevention and control

Katalin Lukács<sup>1,2,3,\*</sup> & Orsolya Valkó<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Lendület Seed Ecology Research Group, Institute of Ecology and Botany, Centre for Ecological Research, Alkotmány u. 2–4, H-2163 Vácrátót, Hungary*

<sup>2</sup>*National Laboratory for Health Security, Karolina út 29, H-1113 Budapest, Hungary*

<sup>3</sup>*Juhász-Nagy Pál Doctoral School, University of Debrecen, Egyetem tér 1, H-4032, Debrecen, Hungary*

\*E-mail: [lukacskata93@gmail.com](mailto:lukacskata93@gmail.com)

In recent years, human-vectored seed dispersal has become a major way of the spreading of invasive species. This process especially threatens isolated habitats with high ecological value that are regularly visited by tourists. Biosecurity measures play an important role in preventing human-vectored seed dispersal. In this study, we reviewed possible biosecurity measures such as education, self-regulation, legislation, quarantine measures, monitoring, surveillance, and visitor management. Our results show that most biosecurity regulations are applied in Antarctica, Australia, and the islands of Oceania. We provide examples for the possible applications of these biosecurity measures in Hungary. Further information and measures are needed, especially in regions where no biosecurity measures are in effect to prevent the spreading of invasive species via human vectored dispersal.

**Keywords:** biosecurity measures, human-vectored seed dispersal, propagules, protected areas