

Tájékológiai Lapok 17 (1): 93-106 (2019)

## NÉGY ÖZÖNFÁFAJ (FEHÉR AKÁC, ZÖLD JUHAR, AMERIKAI KÖRIS, MIRIGYES BÁLVÁNYFA) INVÁZIÓS VESZÉLYEZTETÉSÉNEK KOCKÁZATBECSLÉSE AZ ORSZÁGOS ERDŐÁLLOMÁNY ADATTÁR ALAPJÁN

TIBORCZ Viktor, MAJOR Ferenc, ZAGYVAI Gergely, BARTHA Dénes

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Növényteni és Természetvédelmi Intézet,  
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., e-mail: tiborc.viktor@uni-sopron.hu

**Kulcsszavak:** legközelebbi szomszédos erdőrésztlet, inváziós fafaj, termésterjesztési távolság, puffer zóna

**Összefoglalás:** Kutatásunk során a magyarországi üzemtervezett erdőket vizsgáltuk az inváziós fertőzés kockázatának szempontjából, mely alapjául az Országos Erdőállomány Adattár szolgált. A tanulmányban négy, hazánkban inváziós fafajt (fehér akác – *Robinia pseudoacacia*, amerikai kőris – *Fraxinus pennsylvanica*, mirigyes bálványfa – *Ailanthus altissima*, zöld juhar – *Acer negundo*) választottunk ki, melyek termésterjesztési képességében a szél jelentős szerepet játszik. A fafajok inváziós kockázatbecslésénél három változót vizsgáltunk: szomszédosság, közvetlen környezet, táji környezet. Erdészeti tájanként a három változót súlyoztuk, majd az így kapott értékszám alapján osztályoztuk a tájakat a további inváziós fertőzés kockázata alapján. Az inváziós fafajok magas területaránya az erdészeti táj területéhez képest nem feltétlenül jelenti a további terjedés kockázatát, ennél fontosabbnak bizonyult a faj szomszédossága és termésterjesztési távolságon belüli területaránya. A négy fafaj további inváziós terjedése által leginkább veszélyeztetett erdészeti tájaink közé a Dunai-szigetek, Alsó- és Közép-Tiszai-ártér, Közép- és Alsó-Duna-ártér, Villányi-hegység és a Nyírség tartoznak.

### Bevezetés

Az inváziós fajok számának növekedése és terjedésük előre megjósolható tendenciát mutat, azonban a további területfoglalás mértékének előre vetítése közel sem ilyen könnyű feladat. Az utóbbi évtizedekben megnövekedett azon tanulmányok száma, melyek kifejezetten az inváziós fajok terjedési potenciálját modellezik (Andow et al. 1993; Grosholz 1996; Hasting et al. 2005). A gyalogakác potenciális elterjedését modellezte Kucsicsa et al. (2018) különböző környezeti változók szerint a Maros folyó menti ligeterdőkben. Az inváziós fajok terjedését befolyásoló tényezők közötti összefüggésekkel és prioritási sorrend felállításával kapcsolatban is végeztek kutatásokat (Brancatelli és Zalba 2018). Kutatásunk során a magyarországi üzemtervezett erdőket vizsgáltuk a további inváziós fertőzés kockázatának szempontjából. Az inváziós kockázatot nem elsősorban az inváziós fafaj jellemzői alapján becsültük, hanem a még nem fertőzött és inváziós fafajokat már tartalmazó erdőrésztletek térbeli viszonyából számítottuk a jövőbeli fertőzés kockázatát. Az inváziós veszélyeztetettséget erdőrésztlet és erdészeti táj (Bartha et al. 2006) léptékben egyaránt modelleztük. A tanulmányban olyan erdészeti fontos inváziós fafajokat választottunk, melyek termésterjesztési képességében a szél jelentős szerepet játszik. A kutatásunkban tájmetriai módszereket alkalmaztunk. Nemzetközileg az 1980-as évekre tehető e módszer elterjedésének kezdete, míg hazánkban ez csak az ezredforduló után következett be (Lóczy 2002; Szabó 2009; Szabó 2011). A módszer alkalmazható az egyes tájalkotó foltok nagyságára vonatkozó adatoknak, a terület-kerület hányadosuknak, az őket határoló szegélyzónák hosszainak, vagy a tájfoltokat összekötő ökológiai folyosók tulajdonságainak megállapítására is (Csorba 2006). Lóczy (2007) a tájelemek jellemzésére alkalmas tájmetriai indexeket dolgozott ki. Mezősi és et al. (2008) a táji mintázatok kvantitatív elemzéséről írtak részletesen. Ebben azt vizsgálták, hogy a tájak szerkezete hogyan befolyásolja a bennük végbemenő folyamatokat, valamint az antropogén hatások milyen mértékben változtatják meg ezeket a mintázatokot (Mezősi et al. 2008). Külföldi kitekintésként fontos megemlíteni Goodwin (2003) kutatását, melyben a tájak és az azokat képező tájalkotó elemek kapcsolódási viszonyait vizsgálta, míg egy másik tanulmányban a tájfoltok

komplexitása és a fajdiverzitás összefüggését elemezték (Moser et al. 2002). A tájmetriai módszerek széles körben alkalmazhatóak akár a táj természetességének vagy stabilitásának jellemzésére is. Kutatásunk során olyan tájmetriai változókat alkottunk, melyek jellemzik az erdőrészek érintkezését, egymástól való távolságukat, valamint szűkebb és tágabb táji környezetüket.

### Anyag és módszer

Kutatásunk során a következő négy, általunk Magyarországon kiemelten fontosnak ítélt inváziós fajt vizsgáltuk: zöld juhar (*Acer negundo*), mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima*), fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*). Kihagytuk azokat a fajokot, melyeknél az állat általi termésterjesztés is jelentős szerepet játszik, mivel ezek terjedésének modellezése jelen tanulmány lehetőségeit meghaladó összetett feladat. A tájmetriai méréseink alapját az Országos Erdőállomány Adattár adatai szolgáltatták. Az elemzéshez a QGIS 2.16. térinformatikai program NNjoin (Nearest Neighbour join) modulját és a TopoLynx v. 1.0. programot használtuk.

Az erdészeti tájak inváziós veszélyeztetését a következő változók alapján soroltuk mutatószámokkal (1 – 5) jellemzett osztályokba:

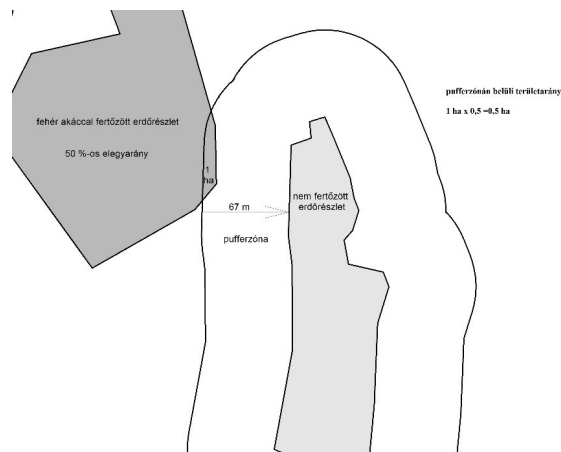
- Szomszédosság: Az inváziós fajt tartalmazó erdőrészekkel érintkező nem fertőzött erdőrészek száma a tájban / összes erdőresztlet száma az erdészeti tájban, inváziós fajt nem tartalmazó erdőrészek távolsága az inváziós fajt tartalmazó legközelebbi erdőresztlettől.
- Közvetlen környezet: A nem fertőzött erdőrészek pufferezónáján belüli inváziós fajok elegyaránnyal súlyozott terület értékeinek átlaga, az erdészeti tájra vonatkozóan (pufferzóna: a vizsgált, inváziós fajokot nem tartalmazó erdőresztlet köré generált sáv, melynek szélessége az adott fajra jellemző hatékony termésterjesztési távolság) (Kota 2005; Landenberger et al. 2007; Morimoto et al. 2010; Schmiedel et al. 2013; Straigyté et al. 2015) (1. ábra, 1. táblázat).
- Táji környezet: Az inváziós faj területaránya az erdészeti táj területéhez képest.

$$T_{\text{puffer}} = T_{\text{invpuff}} * E_{\text{invfafaj}}$$

$T_{\text{puffer}}$ : inváziós faj pufferezónán belüli területaránya

$T_{\text{invpuff}}$ : inváziós faj pufferezónán belüli területe (ha)

$E_{\text{invfafaj}}$ : inváziós faj elegyaránya a fertőzött erdőresztletben (%)



1. ábra Példa a pufferezónán belüli elegyaránnyal súlyozott inváziós faj területének számítására  
Figure 1. Mixture ratio weighted area of invasive species inside buffer zone

1. táblázat A vizsgált inváziós fajok terjedési és termésterjesztési távolságai a feldolgozott források alapján  
 Table 1 Fruit dispersal distance of selected invasive woody species according to literature sources

| Faj                | Távolság (m) | Forrás                              |
|--------------------|--------------|-------------------------------------|
| amerikai kőris     | 150          | Schmiedel et al 2013                |
| fehér akác         | 67           | Morimoto et al 2010                 |
| zöld juhar         | 100          | Straighté et al 2005                |
| mirigyes bálványfa | 200          | Landenberger et al. 2007; Kota 2005 |

A kapott lineáris skálán elhelyezkedő mutatószámokat (1–5) egy általunk felállított prioritási sorrend szerint súlyoztuk és összegeztük. A súlyozáshoz kapcsolódó becslés során az inváziós folyamatokat ténylegesen tükröző terepi tapasztalatainkra támaszkodtunk. A legnagyobb inváziós kockázatot a pufferzónán belüli területnagyság (3×) jelenti. Kisebb szorzót kapott a szomszédossági viszonyokat jellemző érték (2×), míg az erdőrésztelen belüli területtel számított elegyarány esetében számoltunk a legkisebb kockázati tényezővel (1×). Az összegzett értékek alapján, erdészeti tájanként térképen ábrázoltuk az inváziós veszélyeztetést.

## Eredmények

### Szomszédosság

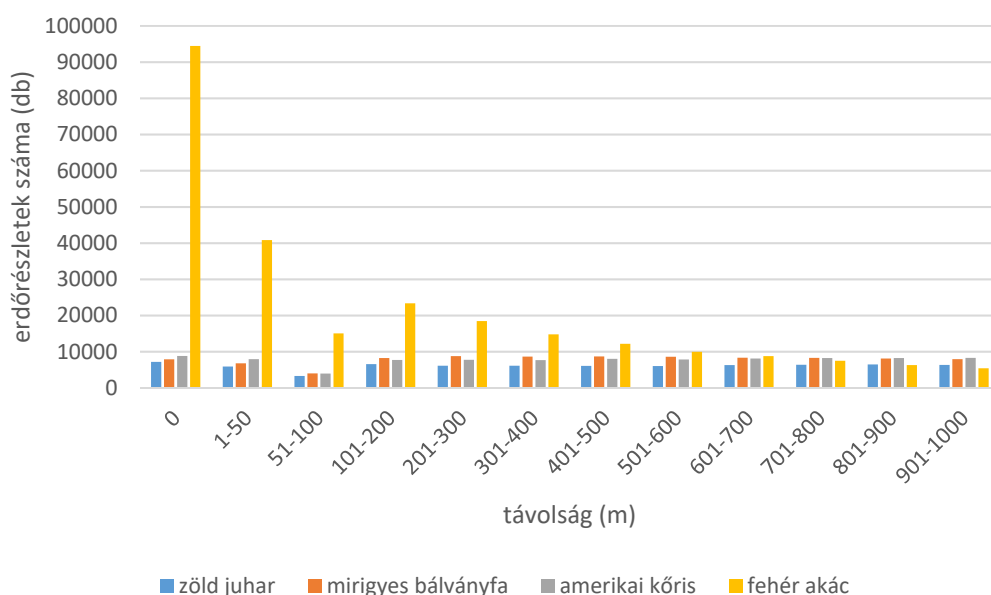
A legnagyobb szomszédosságból adódó inváziós veszélyeztetést a Nagykanizsai homokvidék és a Karancs–Medves-vidék értékei mutatják. Szintén magas mutatószámokat kapott a Nyírség, a Cserehát, a Tápió–Zagyva vidék, a Heves–Borsodi-dombság, a Kelet-Zselic, a Belső-Somogyi homokvidék és a Duna–Tisza közti hátság.

A veszélyforrást jelentő szomszédos erdőrésztelenek eloszlását fajokonként elemeztük elegyarány értékek szerint. A legnagyobb elegyarány osztályban (76–100%) a fehér akác erdőrészteleneinek száma volt a legmagasabb, melyet az amerikai kőris, a zöld juhar és a mirigyes bálványfa követett. A legkisebb elegyarány osztályban is a fehér akác erdőrészteleneinek száma jelent meg a legnagyobb számban, melyet a bálványfa, az amerikai kőris és a zöld juhar követett. Az erdőrésztelenek eloszlásából következtethetünk az inváziós fajok elegyedésének jellemző módjára. A bálványfával fertőzött erdőrésztelenek nagy többségében a bálványfa 25% alatti elegyarányban fordul elő. Hasonló eloszlás figyelhető meg a zöld juhar és az amerikai kőris esetében is, ezeknél a fajoknál azonban a magasabb elegyarány értékek részesedése nagyobb. A fehér akác eloszlása karakteresen „kétsúcsú”; az akácok relatív többsége a legmagasabb elegyarány osztályba sorolható (76-100%), de jelentős a gyengébb akác fertőzöttség is (1–25%). Az elegyetlen akácok nagy száma részben a hosszú ideje tartó tömbszerű ültetésnek, részben a fehér akác kiváló vegetatív terjedő- és termőhelyátalakító képességének köszönhető (2. táblázat).

2. táblázat A szomszédos, érintkező erdőrészek számának eloszlása súlyozott elegyarány értékek szerint inváziós fajokként

Table 2. Weighted mixture ratio of invasive species according to neighboring forest compartments

| Elegyarány kategória (%) | Erdőrészek száma (db) |                    |                |            |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|------------|
|                          | Zöld juhar            | Mirigyes bálványfa | Amerikai kőris | Fehér akác |
| 1-25                     | 4853                  | 6597               | 5762           | 30519      |
| 26-50                    | 1231                  | 926                | 1486           | 11252      |
| 51-75                    | 502                   | 216                | 684            | 9467       |
| 76-100                   | 589                   | 172                | 901            | 43237      |
| Összesen:                | 7175                  | 7911               | 8833           | 94475      |



2. ábra Az inváziósan nem fertőzött erdőrészek távolsága a hozzá legközelebb eső inváziós fajt tartalmazó erdőrésztől

Figure 2. Distance of not infected forest compartment from the nearest infected forest compartment

Kiszámítottuk és értékeltük az inváziósan nem fertőzött erdőrészek távolságát a legközelebbi inváziós fajt tartalmazó erdőrésztől (1 km-es távolságig), mivel feltételezzük, hogy minél kisebb a távolság, annál nagyobb az inváziós veszélyeztetés mértéke.

Eredményeink szerint a fehér akác esetében található a legtöbb akácot tartalmazó erdőrészzel közvetlenül érintkező nem fertőzött erdőrészet, ennél jelentősen kevesebb szomszédos erdőrészet található a zöld juharnál, az amerikai kőrisnél és a mirigyes bálványfánál. A fehér akác esetében a távolságok növekedésével az erdőrészek számában csökkenés figyelhető meg. A legkevesebb szomszédos erdőrészzel a zöld juhar rendelkezik, melyet a mirigyes bálványfa és amerikai kőris követ (2. ábra).

### Közvetlen környezet

A fehér akác területi értékei a legnagyobbak a faj termésterjesztési zónáján (pufferzóna) belül, ezt követi az amerikai kőris, a zöld juhar és a bálványfa (3. táblázat).

A legnagyobb mutatószámot a Nyírség és Felső-Kemeneshát kapta, ebből a változóból adódóan itt a legnagyobb az akác további terjeszkedésének veszélye a vizsgált távolságon

belül. A legmagasabb értékszám azt jelentette, hogy átlagosan a pufferterületen belül a fehér akác területe 8,81–11,00 ha közé esik.

A bálványfa esetében a Villányi-hegység területén a legnagyobb a területarány, a pufferen belül 0,49 ha-os átlagértékkel, ezt követte a Tolnai-hegyhát, Külső-Somogy és a Dunai-szigetek.

Az amerikai kőris további fertőzésének leginkább kitett tájak közé a Bodroghöz, valamint az Alsó- és Felső-Tisza ártér tartozik, ezzel szemben az inváziós fertőzés veszélyének legkevésbé kitett a Visegrádi-hegység, a Kőszegi-hegység és az Aggteleki-karszt vidéke.

A zöld juhar pufferterületen belüli területaránya a Dunai-szigetek, a Közép-Duna menti sík és a Közép-Tisza ártérben volt a legjelentősebb. A további fertőzés veszélyének elsősorban az ártéri tájegységek vannak kitéve.

3. táblázat Az inváziós fajok pufferterületen belüli elegyarányal súlyozott területe erdőrészek szerint  
Table 3. Mixture ratio weighted area of invasive species inside buffer zone according to forest compartments number

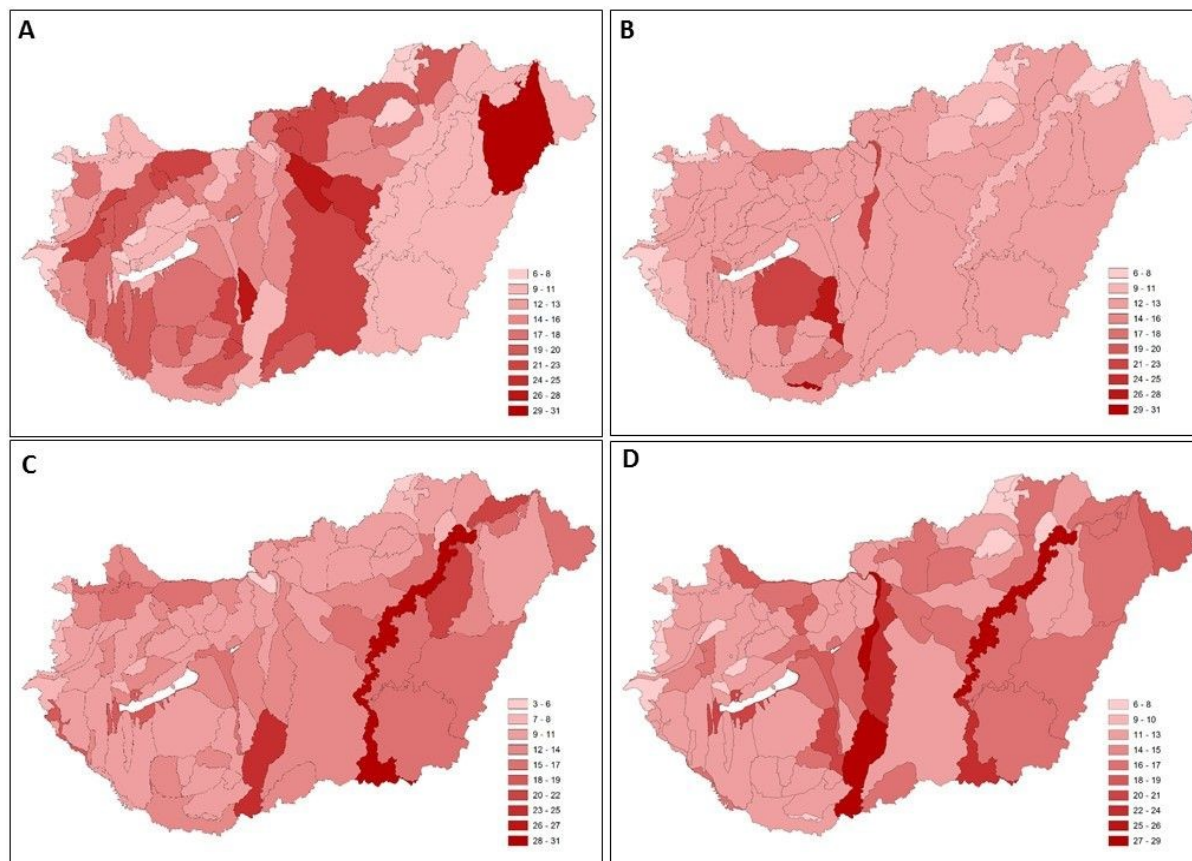
| Terület (ha)  | Erdőrészek száma (db) |                |                    |            |
|---------------|-----------------------|----------------|--------------------|------------|
|               | Fehér akác            | Amerikai kőris | Mirigyes bálványfa | Zöld juhar |
| 0.00          | 91                    | 6              | 0                  | 0          |
| 0,01–10,00    | 109530                | 23002          | 25190              | 15417      |
| 10,01–20,00   | 19428                 | 503            | 23                 | 197        |
| 20,01–30,00   | 6169                  | 90             | 0                  | 37         |
| 30,01–40,00   | 1957                  | 12             | 0                  | 7          |
| 40,01–50,00   | 631                   | 7              | 0                  | 0          |
| 50,01–60,00   | 190                   | 1              | 0                  | 0          |
| 60,01–70,00   | 78                    | 0              | 0                  | 0          |
| 70,01–80,00   | 18                    | 0              | 0                  | 0          |
| 80,01–90,00   | 9                     | 0              | 0                  | 0          |
| 90,01–100,00  | 7                     | 0              | 0                  | 0          |
| 100,01–110,00 | 1                     | 0              | 0                  | 0          |

### Táji környezet

Az inváziós veszélyeztetés harmadik változója az inváziós fafaj erdészeti tájon belüli területaránya. A fehér akác területarányai a Nyírségben és a Gödöllő-dombságban a legmagasabbak, de a Pannonhalmi-dombság, a Geresdi-dombság, valamint a Karancs–Medves-vidéken szintén jelentős területarány mutatkozott. A mirigyes bálványfa területaránya a Villányi-hegységben, a Tolnai-hegyháton és Szekszárdi-dombvidéken kiemelkedő. Az amerikai kőris területaránya az Alsó-Tiszai-ártéren a legmagasabb. A fafaj jelentős borítással rendelkezik más folyóvölgyekben elhelyezkedő erdészeti tájakon (Közép-Tiszai ártér, Közép- és Alsó-Dunai-ártér, Kerka–Mura-völgy) és a Balatoni-medencében is. A zöld juhar területaránya a Dunai-szigeteken kiugróan magas, a Közép- és Alsó-Duna ártéren, a Balatoni-medencében, a Közép-Tiszai-ártéren szintén jelentős.

### Következtetések

Az előzőekben ismertetett három változó (szomszédosság, közvetlen környezet, táji környezet) súlyozott összesítése alapján, minden erdészeti táj értékszámot kapott, mely a vizsgált fafajok további inváziójának esélyét jellemzi (3. ábra).



3. ábra Az erdészeti tájak inváziós veszélyeztetése a vizsgált fafajok súlyozott értékszámai alapján

Jelmagyarázat: A: fehér akác; B: mirigyes bálványfa; C: amerikai kőrís; D: zöld juhar

Figure 3. Invasive threat by the analyzed invasive woody species according to the examined summarized values.

Abbreviations: A: black locust; B: tree of heaven; C: red ash; D: box elder

### Fehér akác

A vizsgált fafajok közül a fehér akác inváziós jelentősége kiemelkedik a magyarországi erdőkre vonatkozóan, amit a külön-külön vizsgált változók értékszámai és a súlyozott értékek is megerősítenek. A magas értékek kialakulásának alapvető oka a fafaj hosszú ideje tartó, változatos termőhelyi feltételek közé és nagy területekre történő ültetése, mely folyamat napjainkban is töretlen. A fehér akác területgyarapodásának másik fő oka a spontán erdősödés útján való terjeszkedése, mely szorosan kapcsolódik az ültetések útján történő területgyarapodáshoz.

Az inváziós értékszámok alapján kiemelkedő erdészeti táj a Nyírség, további térhódítása prognosztizálható, ami több tájszerkezeti jellegzetességnek tudható be. A tájban az akácos erdőrészek alakját jellemző terület-kerület arányból számított értékek azt mutatják, hogy az erdőrészek tömbszerűen helyezkednek el, nem fragmentáltak, mindemellett magas elegyaránnyal rendelkeznek, ami további terjedési forrásaként szolgál. Az akáccal érintkező nem fertőzött erdőrészek száma országos rangsorban a második legmagasabb a Nyírségben (10938 db), a puffterületen belüli átlagos területarány pedig 10,92 ha volt. Ezen értékek egyértelműen jelzik, hogy további emberi beavatkozás nélkül is jelentősen kitétek a jövőbeli invázióknak a tájegységbe tartozó erdőrészek, a még nem fertőzött erdőrészek.

A Kőszegi-hegység, a Kőszeg-hegyalja, a Soproni-hegység, az Aggteleki-karszt, a Rudabánya, az Alsó- és Felső-Őrség, a Pinka-fennsík és a Központi-Bükk az akác szempontjából a további fertőzés kockázatának kevésbé kitétt erdészeti tájaink.

### **Mirigyes bálványfa**

A mirigyes bálványfa erőteljes terjedése várható a Villányi-hegységben, a Tolnai-hegyháton, a Szekszárdi-dombvidéken, a Dunai-szigeteken és Külső-Somogyban. A Villányi-hegységben található erdőrészekben a pufferterületen belül a legnagyobb területarányal (0,49 ha) vannak jelen a többi erdészeti tájhoz viszonyítva, ezért itt a további terjedés veszélye fokozott. A szomszédossági értékszám (0,09) magas ebben a tájegységben, míg az erdőrészek alakja nagy változatosságot mutat, egybefüggő tömböket és nagy kerületű erdőrészek egyaránt találhatóak. A Villányi-hegység természetvédelmi jelentősége aktív beavatkozásokat tesz szükségessé a további terjedés megfékezésére. Természetvédelmi szempontból a faj nemcsak erdeinkben jelent problémát, hanem gyepterületeinken is jelentős gondot okoz (Demeter és Czóbel 2016).

A Nyugat-magyarországi peremvidék erdősült tájain (Kőszegi-hegység, Kőszeg-hegyalja, Soproni-hegység, Felső- és Alsó-Őrség), a Központi-Bükkben és az Aggteleki-karszt vidékén nem várható a faj jelentős mértékű további térhódítása.

### **Amerikai kőris és zöld juhar**

A zöld juhar és az amerikai kőris további terjedése elsősorban a folyómenti ártéri erdőket fenyegeti. A két fajtával fertőzött erdőrészek térképei között jelentős átfedés fedezhető fel.

Az amerikai kőris terjedése a következő tájainkon prognosztizálható: Közép-Tiszai-ártér, Alsó-Tiszai-ártér, Közép-Dunai ártér, Alsó-Dunai-ártér. A Közép-Tiszai ártéren hosszú, keskeny, kis területű amerikai kőrist tartalmazó erdőrészek találhatóak, melyek növelik a fertőzés kockázatát, tehát befolyásoló tényező az erdőrészek alakja is, melyet a terület-kerület aránnyal lehet jellemezni. A további fertőzésnek legkevésbé a Kőszegi-hegység, az Aggteleki-karszt és a Visegrádi-hegység van kitéve.

A zöld juhar további terjedésével leginkább veszélyeztetett tájaink a Dunai-szigetek, a Közép-Tiszai-ártér, az Alsó-Tiszai-ártér, a Közép- és Alsó-Duna-ártér, és a Közép-Duna-menti sík. A pufferterületen belül átlagosan a Dunai-szigetekre (3,22 ha), a Közép-Tiszai ártérre (2,89 ha) és a Közép-Duna-menti síkra (2,51 ha) kaptuk a legnagyobb területarányt. A felsorolt ártereken a pufferterületek fertőzöttségétől függetlenül is magas az inváziós kockázat, mert a folyó nagyobb távolságokra is hatékonyan tudja teríteni ezen inváziós fajok lependékterméseit. A víz általi potenciális termésterjesztési távolságot nem volt lehetőségünk bevonni az elemzésbe, mert a vonatkozó szakirodalmi források erősen hiányosak, a hidrológiai viszonyok modellezése pedig meghaladná kutatásunk lehetőségeit.

## **Összegzés**

Kutatásunk során az inváziós veszélyeztetés jellemzésére kétféle, faj és erdészeti táj szempontú megközelítést alkalmaztunk. A fajokra vonatkozó elemzések, melyek a szomszédosság és az elegyarány viszonyok kapcsolatára, a legközelebbi potenciális propagulumforrás távolságára, valamint az erdőrészek közvetlen környezetére vonatkoznak, jól jellemzik a vizsgált fajok inváziós stratégiájában, terjedőképességében mutatkozó különbségeket. Az eredmények az eddigiéknél pontosabban jellemzik a fajok országos inváziós jelentőségét és körvonalazzák jövőbeli terjedési lehetőségeiket.

Az erdészeti tájakra vonatkozó részletes adatok értelmezése során a tájakat különböző típusokba sorolhatjuk aszerint, hogy inváziós veszélyeztetésük milyen sajátosságokat tükröz és ezzel összefüggésben milyen tájökölógiai szempontokat is figyelembe vevő stratégia szükséges állapotromlásuk megakadályozása érdekében (4. táblázat). Legegyszerűbb súlyozott értékszámuk alapján azoknak a tájaknak a minősítése, melyeknél a komponens értékek (szomszédosság, közvetlen környezet, táji környezet) nem térnek el egymástól jelentősen. Ezeket a tájakat értékszámaik alapján az adott faj szempontjából egyértelműen erősen,

közepesen vagy gyengén veszélyeztetettnek értékelhetjük.

Azoknál a tájaknál, ahol a három vizsgált érték valamelyike jelentősen eltér a többihez képest, a végső értékelésnél alkalmazott súlyozástól függetlenül, figyelembe kell venni a jelenség táji adottságokból adódó következményeit. Rövid távon kevésbé veszélyeztetési invázió az aktuális erdőterületeket azokon a tájakon, ahol az inváziós fafaj tájon belüli területaránya nagy ugyan, de az inváziós állományok közvetlen környezetében, szomszédságában nincsenek még nem fertőzött erdőrészek (pl. fragmentált erdők esetében). Ez azonban azt is jelentheti, hogy az adott fafaj ezeken a tájakon elsősorban gyepekben, felhagyott mezőgazdasági területeken terjeszkedik és nem üzemtervezett erdőkben. Az előzőekhez képest, fordított esetben az erdőket sújtó inváziós veszély igen jelentős lehet, annak ellenére, hogy a táj területéhez képest az özönfaj borítása csekélyebb (pl. folyóvölgyekben terjedő fafajok). Jelentős azoknak az erdészeti tájaknak a száma, ahol a szomszédságból adódó veszélyeztetés értékszámai jóval magasabbak, mint a „nem fertőzött” erdőrészek pufferzónája alapján számított értékszám. Ez a látszólagos ellentmondás arra utal, hogy az özönfajok sok esetben jelen vannak a „nem fertőzött” erdőrészek közvetlen szomszédságában, de nem alkotnak feltétlen nagy állományokat.

Az inváziós fafajok terjedési esélyeinek pontosabb meghatározásához további propagulumterjesztéssel kapcsolatos tényezők bevonása szükséges a jövőben. További kutatásainkba szeretnénk bevonni a talált erdők inváziós fertőzésének vizsgálatát is, mely lehetőséget adhat a ténylegesen megtörtént inváziós folyamatok megismerésére a spontán eredetű erdőállományok adatain keresztül.



4. táblázat Az erdészeti tájak inváziós veszélyeztetése fafajonként  
Table 4. Invasive risk assessment of forest compartments

| Erdészeti táj      |                     | Aggteleki-karszt | Alsó-Kemeneshát | Alsó-Órség | Alsó-Tiszai-ártér | Bácskai-lőszhát | Balaton-felvidék | Balaton-medence | Baranyai-hegyhát és Völgyseg | Belső-Somogyi-homokvidék | Berettyó-Körös-vidék | Bodrogköz | Borsodi-dombság | Borsod-Zempléni-síkság | Börzsöny | Bükkalji-dombságok | Cserehát | Dél-Baranyai-dombság | Déli-Bakony | Devecseri-Bakonyalja | Dráventi-síkság | Dunai-szigetek | Duna-Tisza közti hátság | Felső-Kemeneshát | Felső-Órség | Fertő-Hanság-medence | Gerecse | Geresdi-dombság | Göcseji-dombság | Gödöllői-dombság |
|--------------------|---------------------|------------------|-----------------|------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------|-----------------|------------------------|----------|--------------------|----------|----------------------|-------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------|------------------|-------------|----------------------|---------|-----------------|-----------------|------------------|
| Fehér akác         | puffer              | 1                | 3               | 1          | 1                 | 4               | 1                | 1               | 2                            | 2                        | 1                    | 1         | 1               | 1                      | 1        | 2                  | 2        | 3                    | 1           | 1                    | 1               | 1              | 3                       | 5                | 1           | 1                    | 1       | 3               | 1               | 4                |
|                    | elegyarány          | 3                | 4               | 2          | 3                 | 4               | 3                | 4               | 4                            | 4                        | 4                    | 5         | 4               | 4                      | 4        | 4                  | 4        | 5                    | 3           | 4                    | 4               | 4              | 4                       | 5                | 2           | 3                    | 4       | 5               | 4               | 4                |
|                    | szomszédosság       | 1                | 4               | 1          | 2                 | 3               | 3                | 2               | 4                            | 5                        | 3                    | 3         | 1               | 3                      | 4        | 4                  | 5        | 4                    | 3           | 1                    | 4               | 4              | 5                       | 1                | 1           | 2                    | 3       | 4               | 4               | 5                |
|                    | súlyozott értékszám | 8                | 21              | 7          | 10                | 22              | 12               | 11              | 18                           | 20                       | 13                   | 14        | 9               | 13                     | 15       | 18                 | 20       | 22                   | 12          | 9                    | 15              | 15             | 23                      | 22               | 7           | 10                   | 13      | 22              | 15              | 26               |
| Mirigyes bálványfa | puffer              | 2                | 2               | 1          | 2                 | 2               | 2                | 2               | 2                            | 2                        | 1                    | 1         | 2               | 2                      | 2        | 2                  | 3        | 2                    | 2           | 2                    | 2               | 4              | 2                       | 2                | 1           | 1                    | 2       | 3               | 1               | 2                |
|                    | elegyarány          | 3                | 2               | 1          | 2                 | 3               | 2                | 2               | 3                            | 2                        | 3                    | 1         | 1               | 4                      | 3        | 2                  | 3        | 2                    | 3           | 3                    | 2               | 3              | 3                       | 3                | 1           | 1                    | 2       | 3               | 2               | 2                |
|                    | szomszédosság       | 2                | 2               | 1          | 2                 | 2               | 2                | 2               | 2                            | 2                        | 2                    | 1         | 1               | 2                      | 2        | 2                  | 2        | 3                    | 2           | 2                    | 2               | 4              | 2                       | 2                | 1           | 1                    | 2       | 2               | 2               | 2                |
|                    | súlyozott értékszám | 13               | 12              | 6          | 12                | 13              | 12               | 12              | 13                           | 12                       | 13                   | 6         | 6               | 14                     | 13       | 12                 | 13       | 17                   | 13          | 13                   | 12              | 23             | 13                      | 13               | 6           | 6                    | 12      | 16              | 9               | 12               |
| Amerikai kőris     | puffer              | 0                | 1               | 1          | 5                 | 2               | 1                | 2               | 2                            | 1                        | 2                    | 4         | 1               | 2                      | 1        | 1                  | 1        | 1                    | 2           | 1                    | 1               | 1              | 2                       | 1                | 1           | 3                    | 2       | 1               | 1               | 1                |
|                    | elegyarány          | 0                | 2               | 2          | 2                 | 2               | 1                | 2               | 2                            | 1                        | 2                    | 2         | 3               | 2                      | 1        | 2                  | 2        | 2                    | 2           | 1                    | 2               | 2              | 2                       | 5                | 2           | 2                    | 1       | 2               | 1               | 1                |
|                    | szomszédosság       | 1                | 2               | 1          | 5                 | 2               | 2                | 4               | 2                            | 2                        | 3                    | 3         | 1               | 3                      | 2        | 2                  | 2        | 2                    | 2           | 1                    | 3               | 2              | 2                       | 2                | 1           | 2                    | 2       | 2               | 2               | 2                |
|                    | súlyozott értékszám | 2                | 9               | 7          | 27                | 12              | 8                | 16              | 12                           | 8                        | 14                   | 20        | 8               | 14                     | 8        | 9                  | 9        | 9                    | 12          | 6                    | 11              | 9              | 12                      | 12               | 7           | 15                   | 11      | 9               | 8               | 8                |
| Zöld juhar         | puffer              | 1                | 3               | 1          | 4                 | 3               | 2                | 4               | 3                            | 2                        | 3                    | 3         | 1               | 3                      | 2        | 2                  | 3        | 2                    | 2           | 1                    | 2               | 5              | 2                       | 1                | 1           | 2                    | 2       | 2               | 2               | 3                |
|                    | elegyarány          | 1                | 2               | 1          | 3                 | 2               | 3                | 4               | 3                            | 3                        | 3                    | 2         | 1               | 4                      | 3        | 2                  | 3        | 3                    | 2           | 3                    | 3               | 4              | 3                       | 1                | 1           | 3                    | 2       | 2               | 2               | 4                |
|                    | szomszédosság       | 1                | 1               | 1          | 4                 | 2               | 2                | 2               | 2                            | 2                        | 2                    | 2         | 1               | 2                      | 2        | 2                  | 2        | 2                    | 1           | 1                    | 2               | 4              | 2                       | 1                | 1           | 2                    | 2       | 2               | 1               | 2                |
|                    | súlyozott értékszám | 6                | 13              | 6          | 23                | 15              | 13               | 20              | 16                           | 13                       | 16                   | 15        | 6               | 17                     | 13       | 12                 | 16       | 13                   | 10          | 8                    | 13              | 27             | 13                      | 6                | 6           | 13                   | 12      | 12              | 10              | 17               |



| Erdészeti táj      |                     | Erdészeti táj |                   |               |            |         |                       |               |                     |                       |                  |                     |               |         |            |        |                             |                      |                 |                 |                 |                       |                   |           |                    |                |                     |
|--------------------|---------------------|---------------|-------------------|---------------|------------|---------|-----------------------|---------------|---------------------|-----------------------|------------------|---------------------|---------------|---------|------------|--------|-----------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------|-----------|--------------------|----------------|---------------------|
|                    |                     | Mecsek        | Mezőföldi-lőszhát | Mosoni-síkság | Nagykunság | Nyírség | Nyugati-Cserhát-vidék | Nyugat-Zselic | Pannonhalmi-dombság | Pápa-Devecseri-síkság | Pápai-Bakonyalja | Pilis-Budai-hegység | Pinka-fennsík | Rábaköz | Rába-völgy | Rétköz | Rudabánya-Szalonnai-hegység | Sárrét-Sárvíz-völgye | Soproni-dombság | Soproni-hegység | Súri-Bakonyalja | Szatmár-Beregi-síkság | Szerencsi-dombság | Szigetköz | Tápió-Zagyva-vidék | Tátika-csoport | Tengelic-homokvidék |
| Fehér akác         | puffer              | 1             | 2                 | 1             | 1          | 5       | 3                     | 2             | 3                   | 3                     | 2                | 1                   | 1             | 1       | 1          | 1      | 1                           | 1                    | 1               | 2               | 1               | 3                     | 1                 | 4         | 1                  | 4              |                     |
|                    | elegyarány          | 4             | 4                 | 3             | 4          | 5       | 5                     | 4             | 5                   | 5                     | 4                | 3                   | 3             | 4       | 3          | 4      | 3                           | 4                    | 4               | 2               | 4               | 4                     | 4                 | 2         | 4                  | 4              | 5                   |
|                    | szomszédosság       | 4             | 4                 | 3             | 3          | 5       | 5                     | 4             | 4                   | 4                     | 4                | 4                   | 1             | 3       | 4          | 3      | 1                           | 4                    | 1               | 1               | 4               | 3                     | 1                 | 3         | 5                  | 1              | 5                   |
|                    | súlyozott értékszám | 15            | 18                | 12            | 13         | 30      | 24                    | 18            | 22                  | 22                    | 18               | 14                  | 8             | 13      | 14         | 13     | 8                           | 15                   | 9               | 7               | 18              | 13                    | 15                | 11        | 26                 | 9              | 27                  |
| Mirigyes bálványfa | puffer              | 2             | 2                 | 2             | 2          | 2       | 2                     | 2             | 2                   | 2                     | 2                | 2                   | 2             | 2       | 2          | 1      | 1                           | 2                    | 2               | 1               | 2               | 1                     | 2                 | 2         | 2                  | 2              | 2                   |
|                    | elegyarány          | 2             | 2                 | 2             | 3          | 3       | 3                     | 2             | 2                   | 3                     | 3                | 2                   | 2             | 3       | 2          | 5      | 1                           | 2                    | 2               | 1               | 2               | 1                     | 3                 | 2         | 2                  | 2              | 2                   |
|                    | szomszédosság       | 2             | 2                 | 2             | 2          | 2       | 2                     | 2             | 2                   | 2                     | 2                | 2                   | 1             | 2       | 2          | 1      | 1                           | 2                    | 2               | 1               | 2               | 1                     | 2                 | 2         | 2                  | 2              | 2                   |
|                    | súlyozott értékszám | 12            | 12                | 12            | 13         | 13      | 13                    | 12            | 12                  | 13                    | 13               | 12                  | 10            | 13      | 12         | 10     | 6                           | 12                   | 12              | 6               | 12              | 6                     | 13                | 12        | 12                 | 12             | 12                  |
| Amerikai kőrís     | puffer              | 1             | 2                 | 2             | 3          | 1       | 1                     | 2             | 2                   | 1                     | 2                | 1                   | 1             | 2       | 1          | 2      | 1                           | 2                    | 1               | 1               | 1               | 2                     | 1                 | 2         | 3                  | 1              | 1                   |
|                    | elegyarány          | 1             | 2                 | 2             | 2          | 2       | 2                     | 2             | 2                   | 2                     | 2                | 1                   | 2             | 2       | 1          | 2      | 1                           | 2                    | 1               | 1               | 1               | 2                     | 1                 | 2         | 2                  | 3              | 2                   |
|                    | szomszédosság       | 2             | 2                 | 2             | 2          | 2       | 2                     | 2             | 2                   | 2                     | 2                | 2                   | 1             | 4       | 2          | 3      | 1                           | 4                    | 1               | 1               | 2               | 3                     | 1                 | 2         | 2                  | 1              | 2                   |
|                    | súlyozott értékszám | 8             | 12                | 12            | 15         | 9       | 9                     | 12            | 12                  | 9                     | 12               | 8                   | 7             | 16      | 8          | 14     | 6                           | 16                   | 6               | 6               | 8               | 14                    | 6                 | 12        | 15                 | 8              | 9                   |
| Zöld juhar         | puffer              | 2             | 3                 | 2             | 3          | 3       | 2                     | 2             | 2                   | 2                     | 2                | 2                   | 1             | 2       | 2          | 3      | 1                           | 4                    | 1               | 2               | 2               | 4                     | 1                 | 4         | 3                  | 1              | 2                   |
|                    | elegyarány          | 2             | 4                 | 3             | 3          | 4       | 3                     | 3             | 4                   | 3                     | 2                | 2                   | 1             | 3       | 2          | 3      | 1                           | 3                    | 1               | 3               | 2               | 4                     | 1                 | 3         | 4                  | 1              | 3                   |
|                    | szomszédosság       | 2             | 2                 | 2             | 2          | 2       | 2                     | 2             | 1                   | 2                     | 2                | 2                   | 1             | 2       | 2          | 2      | 1                           | 2                    | 1               | 1               | 2               | 2                     | 1                 | 2         | 2                  | 1              | 2                   |
|                    | súlyozott értékszám | 12            | 17                | 13            | 16         | 17      | 13                    | 13            | 12                  | 13                    | 12               | 12                  | 6             | 13      | 12         | 16     | 6                           | 19                   | 6               | 11              | 12              | 20                    | 6                 | 19        | 17                 | 6              | 13                  |

| Erdészeti táj      |                     | Tolnai-hegyhát és Szekszárdi-dombvidék | Velencei-hegység | Velence-vidéki dombvidékek és medencék | Vértes | Vértesalji-domság | Villányi-hegység | Visegrádi-hegység | Zempléni-hegység |
|--------------------|---------------------|--|------------------|--|--------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
|                    |                     |  |                  |  |        |                   |                  |                   |                  |
| Fehér akác         | puffer              | 3                                      | 2                | 2                                      | 1      | 2                 | 3                | 1                 | 1                |
|                    | elegyarány          | 4                                      | 4                | 4                                      | 4      | 5                 | 4                | 3                 | 3                |
|                    | szomszédosság       | 4                                      | 4                | 4                                      | 3      | 3                 | 1                | 3                 | 3                |
|                    | súlyozott értékszám | 21                                     | 18               | 18                                     | 13     | 17                | 15               | 12                | 12               |
| Mirigyes bálványfa | puffer              | 4                                      | 2                | 2                                      | 2      | 2                 | 5                | 2                 | 2                |
|                    | elegyarány          | 2                                      | 2                | 2                                      | 2      | 3                 | 3                | 3                 | 3                |
|                    | szomszédosság       | 5                                      | 2                | 2                                      | 2      | 2                 | 5                | 2                 | 2                |
|                    | súlyozott értékszám | 24                                     | 12               | 12                                     | 12     | 13                | 28               | 13                | 13               |
| Amerikai kóris     | puffer              | 1                                      | 2                | 2                                      | 1      | 1                 | 2                | 0                 | 1                |
|                    | elegyarány          | 1                                      | 1                | 2                                      | 1      | 2                 | 1                | 0                 | 2                |
|                    | szomszédosság       | 2                                      | 2                | 1                                      | 2      | 2                 | 1                | 1                 | 2                |
|                    | súlyozott értékszám | 8                                      | 11               | 10                                     | 8      | 9                 | 9                | 2                 | 9                |
| Zöld juhar         | puffer              | 3                                      | 3                | 2                                      | 2      | 4                 | 1                | 2                 | 2                |
|                    | elegyarány          | 3                                      | 3                | 3                                      | 2      | 3                 | 1                | 5                 | 4                |
|                    | szomszédosság       | 3                                      | 2                | 2                                      | 2      | 2                 | 1                | 1                 | 1                |
|                    | súlyozott értékszám | 18                                     | 16               | 13                                     | 12     | 19                | 6                | 13                | 12               |

**Köszönetnyilvánítás**

A kutatás a "Soproni Egyetem Struktúraváltási Terve" - 32388-2/2017 INTFIN sz. projekt keretében az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával valósult meg.

**Irodalom**

- Andow D. A., Kareiva P. M., Levin S. A., Okubo A. 1993: Spread of invading organism: patterns of spread. In: Kim K. C. (eds.) *Evolution of Insect Pests: The Pattern of Variations* Wiley, New York, pp. 219-242.
- Bartha D., Bidló A., Berki I., Király G., Koloszar J., Mátyás Cs., Víg P. 2006: Magyarország erdészeti tájai. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, pp. 154.
- Brancatelli G. I. E., Zalba S. M. 2018: Vector analysis: a tool for preventing the introduction of invasive alien species into protected areas. *Nature Conservation* 24: 43–63.
- Csorba P. 2006: Hazai tájak ökológiai szempontú szerkezetének vizsgálata. A III. Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei. MTA FKI Budapest CD melléklet, 120 p.
- Demeter A., Czóbel Sz. 2016: A mirigyes bálványfa (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) hazai kutatásainak áttekintése és inváziójának mértéke a hazai élőhelyeken. *Természetvédelmi Közlemények* 22: 20–32.
- Goodwin J. B. 2003: Is landscape connectivity a dependent or independent variable? *Landscape Ecology* 18: 687–699.
- Grosholz E. D. 1996: Contrasting rates of spread for introduced species in terrestrial and marine systems. *Ecology* 77: 1680–1686.
- Hasting A., Cuddington K., Davies K. F., Dugaw C. J., Elmendorf S., Freestone A., Harrison S., Holland M., Lambrinos J., Malvadkar U., Melbourne A. B., Moore K., Taylor C., Thompson D. 2005: The spatial spread of invasions: new developments in theory and evidence. *Ecology Letters* 8: 91–101.
- Kota N. L. 2005: Comparative seed dispersal, seedling establishment and growth of exotic, invasive *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and native *Liriodendron tulipifera* (L.). MS thesis, West Virginia Univ., Morgantown WV., unpublISHED manuscript.
- Kucsicsa G., Grigorescu I., Dumitrascu M., Doroftei M., Năstase M., Herlo G. 2018: Assessing the potential distribution of invasive alien species *Amorpha fruticosa* (Mill.) in the Mures Floodplain Natural Park (Romania) using GIS and logistic regression. *Nature Conservation* 30: 41–67.
- Landenberger R. E., Kota N. L., McGraw, J. B. 2007: Seed dispersal of the non-native invasive tree *Ailanthus altissima* into contrasting environments. *Plant Ecology* 192(1): 55–70.
- Lóczy D. 2002: Tájértékelés, földértékelés. *Studia Geographica Series. Dialóg Campus*, Budapest-Pécs, 308 p.
- Lóczy D. 2007: A leggyakrabban használt tájmetriai mutatók. In: Kerényi A. (szerk.): Tájvédelem, Pedellus Tankönyvkiadó, Debrecen, pp. 174-177.
- Mezősi G., Barta K., Bódis K., Géczy R., Tóthné Farsang A. 2008: A táji mintázatok kvantitatív elemzése. OTKA Munkabeszámoló, kiadatlan kézirat.
- Moritmoto J., Kominami R., Koike T. 2010: Distribution and characteristics of the soil seed bank of the black locust (*Robinia pseudoacacia*) in a headwater basin in northern Japan. *Landscape and Ecological Engineering* 6(2): 193–199.
- Moser D., Zechmeister H. G., Plutzer C., Sauberer N., Wrba T., Grabherr G. 2002: Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscape. *Landscape Ecology* 17(7): 657–669.
- Schmiedel D., Huth, F., Wagner S. 2013: Using data from seed dispersal modelling to manage invasive tree species: The example of *Fraxinus pennsylvanica* Marshall in Europe. *Environmental Management* 52(4): 851–860.
- Straigytė L., Cekstere G., Laivins M., Marozas V. 2015: The spread, intensity and invasiveness of the *Acer negundo* in Riga Kaunas. *Dendrobiology* 74: 157–168.
- Szabó Sz. 2009: Tájmetriai mérőszámok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a tájanalízisben. Habilitációs értekezés, Debrecen, 107 p.
- Szabó Sz. 2011: Szomszédsági mérőszámok a tájmetriában – az indexek módszertani vizsgálata. *Tájökológiai Lapok* 9(2): 285–300.

**INVASIVE DISPERSAL RISK ASSESSMENT OF BLACK LOCUST, BOX ELDER, RED ASH, AND TREE OF HEAVEN IN HUNGARIAN NATIONAL FORESTS**

V. TIBORCZ – F. MAJOR – G. ZAGYVAI – D. BARTHA

University of Sopron, Faculty of Forestry, Department of Botany and Nature Conservation  
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., e-mail: tiborcz.viktor@uni-sopron.hu

**Keywords:** nearest neighborhood forest compartment, invasive tree species, fruit dispersal distance, buffer zone

A risk assessment study was done to investigate invasive plant dispersal in managed Hungarian forests, based on the National Forest Database. Four invasive tree species, most wind dispersed, *Robinia pseudoacacia* (black locust), *Acer negundo* (box elder), *Fraxinus pennsylvanica* (red ash), and *Ailanthus altissima* (tree of heaven) were studied. Three variables were observed in order to measure invasion risk: fruit/seed dispersal rate in area within buffer zone, neighbouring distance of forest compartments, and seed dispersal mixture rate of invasive species. These variables were weighted for each forest region then classified according to summarized value of invasiveness. Results show that the average mixture rate of invasive species in a forest region does not mean a higher risk of invasiveness, since the neighbouring and dispersal rate of invasive species inside buffer zones play a more important role. The most endangered forest regions for invasive tree dispersal was the Danube islands, Lower and Middle Tisza floodplain, Tolna region and Szekszárd Hills, Lower and Middle Danube floodplain, Tápió–Zagyva region, Győr–Tata region, and Nyírség.