

A SZÁRAZODÁSSAL KAPCSOLATOS FÖLDRAJZI TÉNYEZŐK ÉS EGY ÖZÖNNÖVÉNY TERJEDÉSE KÖZTI KAPCSOLAT VIZSGÁLATA A DÉL-ALFÖLDI RÉGIÓ TERÜLETÉN

SZILASSI PÉTER – TOBAK ZALÁN – VAN LEEUWEN BOUDEWIJN
– SZATMÁRI JÓZSEF – KITKA DOROTTYA

INVESTIGATION OF THE DROUGHT RELATED GEOGRAPHICAL BACKGROUND
OF AN INVASIVE PLANT SPECIES SPREADING IN SOUTH HUNGARY

Abstract

The fast spread of invasive species is leading to a reduction in biodiversity and habitat loss for native species. The study aims to define the main aridification related geographical factors that influence the spread of common milkweed (*Asclepias syriaca*). Our research focuses on the soil conditions (especially the hydrological soil conditions) and its relationship with the spreading of the common milkweed. We investigated this question at regional scale in the South Hungary NUTS2 level statistical region. Because there is a strong relationship between the drought and the wildfires, we investigated at local scale in Hungary the effect of wildfires on the common milkweed spreading. Field based landscape photographs of an EU statistical database (LUCAS database) were used to identify the points where invasive species are present. We demonstrate that the milkweed is more common within the sandy soils with bad hydrological conditions than the others, and conclude that the physical and hydrological conditions of the soils play an important role in the appearance and the spreading of this species. Our investigations also show satellite based evidence on the spreading of the common milkweed in succession processes after the wildfire.

Keywords: invasive species, common milkweed, soil characteristics, drought, wild fires

Bevezetés

A közelmúlt klímájának tendenciái – főként a hosszabb ideig tartó, aszályos időszakok – kihatással vannak a táj vízforgalmára, ezen keresztül a talajokra és a biomassza mennyiségének alakulására (RAKONCZAI J. 2013). A klímaváltozás, illetve a klímaváltozás következtében fellépő szárazodás kifejezetten kedvezhet bizonyos özönnövények (például a fehér akác) spontán terjedésének (KLEINBAUER, I. et al. 2010). A Dél-alföldi régió területén a szárazodás mellett az özönnövények – köztük az általunk vizsgált selyemkóró (*Asclepias syriaca*) – gyors terjedése az egyik legmarkánsabb ökológiai és környezeti probléma, hisz a selyemkóró terjedése közvetlen veszélyt jelent az őshonos gyepevegetációra (KELEMEN A. et al. 2016). Eddig nem kellően tisztázott kérdés, hogy a klímaváltozás milyen módon befolyásolja közvetlenül és közvetetten a magyarországi özönnövények terjedését. Inváziós növényeknek, más néven özönnövényeknek nevezük azokat a fajokat, melyek rövid idő alatt jelentős területeken képesek elterjedni az őshonos növényfajok rovására, csökkentve ez által az adott terület biodiverzitását (BOTTA-DUKÁT Z. 2012).

Célunk választ adni arra a kérdésre, hogy melyek a selyemkóró – a Duna Tisza közének egyik leggyakoribb inváziós növénye – terjedését befolyásoló földrajzi folyamatok? Kutatásaink során kiemelten foglalkoztunk a szárazodással kapcsolatba hozható tényezőkkel, ezért vizsgáltuk a bozóttűz és a selyemkóró terjedése, valamint a talajok vízgazdálkodási tulajdonsága és a selyemkóró terjedése közti kapcsolatot.

A Dél-alföldi régió teljes területére kiterjedő regionális léptékű elemzésünk során a selyemkóró terjedését befolyásoló talajtulajdonságok feltárása volt a célunk, különös tekintettel a talajok vízgazdálkodására, vízháztartást befolyásoló jellemzőire. A selyemkóró

megjelenését befolyásoló hatásuk szerint fontossági sorrendbe rendeztük a talajok fizikai és kémiai tulajdonságait. Ezáltal választ tudtunk adni arra a kérdésre, hogy e faj gyors, robbanásszerű terjedésében milyen szerepet játszik a talajok vízgazdálkodási tulajdonsága. Képet kaptunk tehát arról, hogy mennyiben lehet felelős a selyemkóró utóbbi évtizedekben megfigyelhető robbanásszerű gradációjában az a tény, hogy ez a faj jól tud alkalmazni a Dél-alföldi régió helyenként szélsőséges vízháztartási viszonyaihoz.

Mivel a selyemkóró a szakirodalom szerint kifejezetten kedveli az ember által bolygott, változott felszínborítású területeket (CSONTOS P. et al. 2009), és a szárazabb időszakokban kimutathatóan nő az erdőtüz esetek száma (OET 2008; HEIZLER GY. 2006), ezért nagyobb léptékben egy bugaci mintaterületen távérzékeléses módszerekkel vizsgáltuk az erdőtüz utáni szukcesszió fajösszetételét. Ezzel a vizsgálattal arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az aszályos időszakokban gyakoribbá váló erdő és bozóttűz esetek kedveznek-e a selyemkóró terjedésének.

A kutatási terület természetföldrajzi, tájhasználati viszonyai

A Dél-alföldi régió természetföldrajzi adottságait tekintve hazánk egyik legváltozatosabb térsége. A Duna pleisztocén hordalékkúpja a Duna-Tisza közti síkvidék hazánk legnagyobb összefüggő homokterülete. Az Alsó-Tisza vidék és a Maros pleisztocén-holocén hordalékkúpjának területei a mezőgazdasági művelés számára a kedvezőbb adottságú egykori árterek. A Dél-alföldi régió löszsel fedett térségein (pl. Békési és Csanádi hát, Bácskai löszös síkság) és magas árterek területén kiváló termőhely adottságú csernozjom, illetve réti talajok alakultak ki.

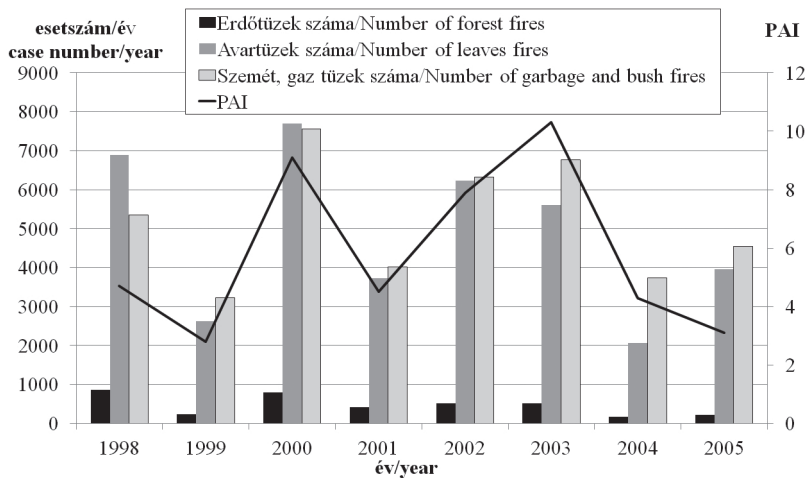
Kedvező természetföldrajzi adottságai miatt a Dél-Alföld egyike hazánk kultúrtájainak, ahol hosszú ideje drasztikus antropogén hatások (pl. ármentesítések) formálták a táj arculatát. Ebben a régóta jelentős antropogén hatás alatt álló régióban a természetföldrajzi (talajtani, vízrajzi, klimatikus) adottságokhoz igazodó felszínborítás, az emberi táj- és területhasználat jelentős területi diverzitást mutat (KRÖEL – DULAY GY. – KOVÁCS-LÁNG E. 2008; CSORBA P. 2011). A természetföldrajzi adottságokon túl a szocialista nagyüzemi gazdálkodás megszűnése is kedvezett a mozaikosabb területhasználat létrejöttének (CSORBA P. 2011). A Dél-alföldi régió területén országosan a legnagyobb a mezőgazdasági művelés alatt álló területek aránya: a szántó (53,64%), az erdő (13,07%), és a gyepek (8,93%), a három legjelentősebb művelési ág (KSH 2015). Bács-Kiskun megyében és Csongrád megye nyugati, homoktalajú területein a legmagasabb a felszínborítás mozaikossága, egyben itt a legnagyobb a tájhasználat tér és időbeli változékonysága. Az e területeken kialakult homoki gyepek a régió szárazodásra és egyéb antropogén hatásokra (pl. a selyemkóró terjedésére) legérzékenyebb botanikai értékei. Az erdő és gyepterületek magas aránya szintén a Duna-Tisza közti homokhátság területére jellemző, e területek erdőszültsége növekvő tendenciát mutat (DURAY B. 2011). Csongrád és Békés megyék főként löszön kialakult csernozjom talajú kistájain – ahol a legjobb termőképességű, magas termőhely értéksszámmal rendelkező talajok a jellemzők, ezzel szemben a nagytáblás intenzív szántóföldi művelés a domináns művelési ág (CSORBA P. 2011).

A selyemkórót (*Asclepias syriaca*) főként kiváló mézadó tulajdonságai miatt telepítették be Magyarországra Észak-Amerikából a 19. század közepén (BAGI I. 2004; BAGI I. – BAKACSY L. 2012; BOTTA-DUKÁT Z. 2008, 2012). A mintaterülethez tartozó megyék közül Bács-Kiskun és Csongrád megye az ország legfertőzöttebbnek tartott megyéi közé tartozik (BAGI I. 2004). A selyemkóró természetvédelmi kártétele főleg a kevésbé kötött, homokos talajú gyepekben jelentős (KELEMEN A. et al. 2016). Az V. Országos Gyomfelvételezés

szerint, a nem szántóföldi mező és erdőgazdasági élőhelyeken (szőlő, gyümölcsös, ültetett erdők) fertőz erőteljesen, ahol a korábbi felvételezésekhez képest megduplázódott az állománya (HENN T. 2009).

A selyemkóró elterjedése – hasonlóan más inváziós fajokhoz – erősen kötődik a területhasználathoz. Hazánkban Bács-Kiskun megye területén volt a legnagyobb a felszínborítás időbeli változékonysága 1990-2012 között. A mezőgazdasági területek privatizációját követően főként a rossz termőhelyi adottságú, rossz vízgazdálkodású homoktalajokkal jellemezhető területeken felhagytak a műveléssel, a rét- és legelőterületek aránya nőtt a szántó, gyümölcsös és szőlőterületek rovására (SZILASSI P. 2015). A területhasználathoz való változása utat nyit a selyemkóró terjedésének, ugyanis e faj gradációja erősen kötődik a felhagyott szántóföldekhez és a degradált, bolygatott, változó felszínborítású területekhez, valamint az erdőterületeken belüli változásokhoz (erdőirtás, erdőültetvények telepítése) (BAGI I. 2004; CSONTOS P. et al. 2009; KÁLMÁN N. 2014; KITKA D.–SZILASSI P. 2016). A szakirodalmi adatok szerint a selyemkóró kifejezetten jól tűri a szárazságot, és kedveli a laza textúrájú homokos talajokat (BAGI I. 2004).

A magyarországi erdőtüzek az év két kiemelt időszakában jelentenek veszélyt. A február és április közötti csapadékmentes hónapokban elsősorban a hó olvadását követően meginduló mezőgazdasági munkákhoz kapcsolódnak, míg júniustól szeptemberig a nyári meleg, aszályos hónapokban lombos és tűlevelű erdők kiszáradt avartakarója a potenciális veszélyforrás. Ezek a tüzek főleg az Alföldön, Bács-Kiskun és Csongrád megye szárazabb területein pusztítanak. A tüzesetek mindkét időszakban 99%-ban emberi gondatlanságból történnek. Az utóbbi évtizedekben megfigyelhető megnövekedett erdőtűz gyakoriság okait elsősorban a szélsőségesebb éghajlatban (kevesebb csapadék, magasabb átlaghőmérséklet, hótakaró nélküli telek) kereshetjük, ami végső soron az avarszint jelentős kiszáradásához vezet (1. ábra).



1. ábra A Pálfi-féle Aszályossági Index (PAI) Alföld területére számolt értékei (PÁLFAI I. 2011 adatai alapján) és a Magyarország területén előforduló erdő, avartüzek valamint bozótüzek száma (HEIZLER GY. 2006. alapján)
 Figure 1 Connection between the yearly number of the wildfires (forest, bush and leave fires) (Based on HEIZLER GY. 2006.) and the Pálfi Aridity Index (PAI) (based on PÁLFAI I. 2011) in Hungary

Mivel országos szinten erős a kapcsolat az erdőtüzek száma és a meteorológiai paramétereik alapján számolt Pálfi-féle Aszályossági Index között, ezért a szárazodás nem

csak közvetlenül, mint ökológiai – élettani tényező, hanem közvetve az erdő és bozóttüzek gyakorisága révén is szerepet kaphat a selyemkóró terjedésében.

A kutatás módszerei

Regionális léptékű kutatásokhoz használt adatbázisok, módszerek

Kutatásunk során több digitális térképi adatbázist használtunk fel, melyeket GIS környezetben egyesítettünk, és egységes EOVS koordináta-rendszerbe illesztettünk. Az adatbázisok közül a selyemkóróval fertőzött pontok azonosításához a Land Use/Cover Area Statistical Survey (LUCAS) adatbázist (LUCAS 2009, 2012) használtuk, melyet Európai Unió Statisztikai Hivatala finanszíroz és amely földrajzi hely (pont) alapú felszínborítás és területhasználat felmérés. A felvételezések első éve 2006 volt, az EU tagállamok területén, egységes térképezési nomenklatúra szerint minden felvételezési pontban 7 fő területhasználati kategóriát különítettek el: a termőföldek; állandó gabonák; állandó gyepterületek; erdősítt területek; cserjések; szántók/vagy kopár felszínek; mesterséges felszínek; és vízfelületek. Az adatbázis készítésének legfontosabb célja az adatszolgáltatás az EU tagállamok agrárjellegű területhasználatáról, de emellett környezetváltozásról, tájváltozásról is kaphatunk információkat a 3 évente ismételt felmérés során. A LUCAS adatbázisban a GPS koordinátákkal azonosított helyszíneken földfelszíni fényképfelvételek készülnek minden pontból a négy fő égtáj irányában. A fotók segítségével jól nyomon követhetők a területhasználatban, vegetációban bekövetkezett változások. Munkánk során a LUCAS adatbázis 2009, és 2012-es évek földi fénykép felvételeit használtuk fel (LUCAS 2009, 2012). Leválogattuk 2009-ben és 2012-ben az összes LUCAS pontot, mely a kutatási területünkre esett (2009-ben 1078 db, 2012-ben 916 db LUCAS felmérési pontot). Az összes LUCAS ponthoz tartozó földi fényképfelvétel (több mint 10 000 fotó) alapján azonosítottuk, hogy mely LUCAS pont volt selyemkóróval fertőzött, illetve nem fertőzött. Mivel a felvételek általában május-augusztus között készültek, így a virágzó selyemkóró példányai könnyen felismerhetők voltak a fényképeken (LUCAS, 2009, 2012). Egy pontot akkor tekintettünk fertőzöttnek, ha a felvételeken legalább egy selyemkóró egyed egyértelműen felismerhető volt morfológiai jegyei alapján. Ahol ez nem valósult meg, azok a LUCAS pontok a „selyemkóróval nem fertőzött” kategóriába kerültek.

A LUCAS adatbázis mellett a kutatási terület fizikai, kémiai talajtulajdonságainak jellemzéséhez felhasználtuk az agrotopográfiai adatbázis 1 : 100 000 méretarányú digitális állományát és adatait (MTA ATC TAKI 2015). Az agrotopográfiai adatbázis kilencféle talajtani tulajdonság adatait tartalmazza, minden talajtulajdonságot talajtulajdonságonként 2-22féle kategóriába osztva jellemez. Információt nyújt a talajok agyagásvány összetételéről, fizikai féleségéről, vízgazdálkodási tulajdonságairól, kémhatás és mészállapotáról, szervesanyag tartalmáról, talajértékszámáról, talajvastagságáról, talajtípusáról és alapkőzetéről. Az alapkőzet tulajdonságait tartalmazó agrotopográfiai adatokat nem használtuk fel kutatásunkhoz, mivel az a Dél-alföldi régió területét mindössze kétféle alapkőzet kategóriába sorolja.

A selyemkóróval fertőzött pontok azonosítását követően megvizsgáltuk a selyemkóróval fertőzött pontok százalékos eloszlását is a 8féle talajtulajdonság összes kategóriáján belül 2009-ben és 2012-ben is.

Az agrotopográfiai adatbázis talajtulajdonságain belüli kategóriáinként összegeztük az összes LUCAS felmérési pontot illetve az összes selyemkóróval fertőzött LUCAS felméré-

si pont számát, majd az alábbi képlet segítségével kiszámoltuk, hogy a fertőzött pontok milyen arányban oszlanak meg az egyes talajtulajdonságokon belüli kategóriák között:

$$SP_{i,j} = \left(\frac{SLUC_{i,j}}{SLUC_{total}} \right) \cdot 100 - \left(\frac{TLUC_{i,j}}{TLUC_{total}} \right) \cdot 100$$

ahol: i – az agrotopo adatbázis talajtani attribútumai (Pl. fizikai féleség), j – az egyes talajtani attribútumok egyedi értékei, kategóriái (Pl. homokos vályog), $SP_{i,j}$ – a selyemkóró fertőzöttségének mértéke a vizsgált terület talajtani attribútumainak (i) egyes kategórián (j) belül [%], $SLUC_{i,j}$ – A selyemkóróval fertőzött LUCAS pontok száma az (i) talajtani attribútum (j) kategóriáján belül, $SLUC_{total}$ – A selyemkóróval fertőzött összes LUCAS pontok száma a Dél-alföldi régióban, $TLUC_{i,j}$ – Az összes LUCAS pont száma az (i) talajtani attribútum (j) kategóriáján belül, $TLUC_{total}$ – Az összes LUCAS pont száma a Dél-alföldi régióban.

A nyolc féle talajtani attribútum kategóriájára kiszámolt SP értékek tájékoztatnak bennünket arról, hogy a selyemkóróval fertőzött LUCAS pontok száma mennyire felülreprezentált, vagy alulreprezentált az összes LUCAS pont kategóriánkénti eloszlásához képest.

Ahhoz, hogy a talajtulajdonságokat (más néven talajtani attribútumokat) a selyemkóró megjelenése szerinti jelentőségük alapján sorba rendezzük, minden attribútumon belül kiszámoltuk a legnagyobb és legkisebb SP értékű kategóriák különbségét:

$$SPDIF_i = SPmax_i - SPmin_i$$

ahol: i – az agrotopo adatbázis talajtani attribútumai (Pl. fizikai féleség), $SPDIF_i$ – a selyemkóró fertőzöttségét reprezentáló $SP_{i,j}$ maximuma és minimum értéke közti különbség az egyes attribútumokon (i) belül, $SPmax_i$ – a selyemkóró fertőzöttségét reprezentáló $SP_{i,j}$ maximum értéke az egyes attribútumokon (i) belül, $SPmin_i$ – a selyemkóró fertőzöttségét reprezentáló $SP_{i,j}$ minimum értéke az egyes attribútumokon (i) belül.

A lokális kutatásokhoz (Bugac) használt adatbázisok, módszerek

A fokozottan védett (Natura 2000) bugaci ősbörökás területén legutóbb 2012 áprilisának utolsó napjaiban pusztított tűz. A Kiskunsági Nemzeti Park területén belüli mintaterületek erdő és bozóttűz utáni szukcessziójáról SZITÁR K. et al. (2016) részletes terepi botanikai felméréseken alapuló kutatásaiból kaphatunk képet. Megítélésünk szerint a terepi felmérések és távérzékeléses módszerek együttes alkalmazása megkönnyíti a kárfelmérést, és támogatja a rehabilitációs munkálatokat. A tűzeset utáni 2012-es légi fényképezést 2013-ban megismételtük, és 2012-től évenként ismétlődő terepi botanikai felmérés is kiegészíti a kutatásainkat. Három évvel a tűzeset után lehetőség adódott a terület visszaerdősülésének, illetve az inváziós fajok megjelenésének műholdas adatokon alapuló monitoringjára is (SZATMÁRI J. et al. 2016).

Az első műholdfelvételek és azok kiértékelése az Európai Bizottság COPERNICUS EMS programjának keretében valósult meg, mindössze egy héttel a tűz kipattanását követően (EMS 2012). A kiértékelés egyetlen célja a károsodott területek lehatárolása volt, melyhez nagyfelbontású Quickbird és WorldView-2 képeket használtak fel.

A RapidEye műhold rendszer költséghatékony megoldást kínál lokális szintű földfelszíni jelenségek részletes elemzésére (HENITS L. – MUCSI L., 2012). Míg 5 méteres térbeli felbontásával a széles körben használt Landsat felvételeknél nyújt többet, 5 spektrális sávjával a hagyományos légifelvételek és a nagyfelbontású műholdas szenzorok (Quickbird, WorldView-2) spektrális információtartalmát haladja meg. Különösen is fontos kiemelni

a 690-730 nm-es ún. Red Edge tartományt lefedő sávját, ami hasznos információkat szolgáltat a vegetáció általános állapotáról, illetve segíti a növényfajok elkülönítését is.

A RapidEye felvétel feldolgozásához a terepi adatgyűjtés mellett az Erdészeti Igazgatóság által kezelt Digitális Országos Erdőtérképet is felhasználtuk. Ebben többek között erdőtagonként részletes információk találhatóak az elegyedő fafajok arányáról (TOBAK Z. – SZATMÁRI J. 2015).

Távérzékelte adataink a tüzeset évéből, illetve az azt követő 1. és 3. évből állnak rendelkezésre (1. táblázat). Az első évben a felvételezések célja a károk minél pontosabb térbeli lehatárolása volt. A kiértékelés eredménytérképei emellett a későbbi változásvizsgálatok kiindulási állapotát is jelentették. A következő évben már lehetőség volt a leégett területeket visszahódító vegetáció, illetve a Kiskunsági Nemzeti park helyreállítási munkálatainak (erdőtelepítések) monitoringjára is.

A légifelvételek szűkös spektrális információtartalma – nagyobb fokú manuális kiértékelés nélkül – csak három fő kategória elkülönítését tette lehetővé: leégett, részben károsodott, érintetlen (TOBAK Z. – SZATMÁRI J. 2015).

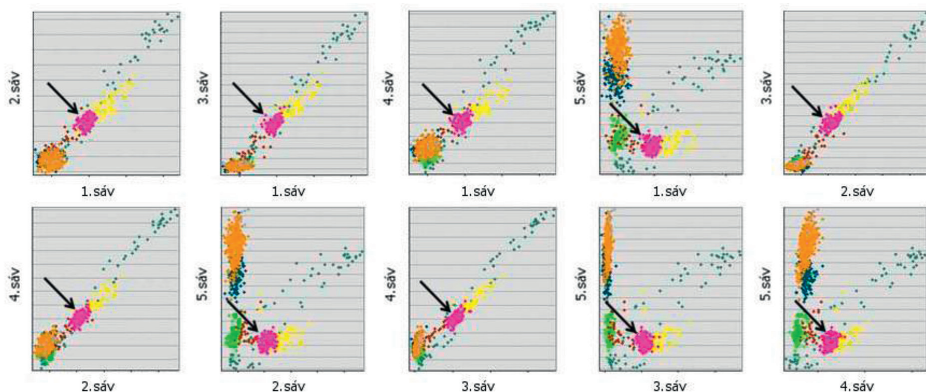
1. táblázat – Table 1

A bugaci ősborkás területen történt adatgyűjtések főbb jellemzői
The main characteristics of datasets on the Bugac sample area

| Adatforrás | Dátum | Felbontás (térbeli/spektrális) | Felhasználás |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------------|--|
| Légifelvétel (RGB) | 2012. június 7. | 20 cm / 3 sáv | károsodott területek lehatárolása |
| Légifelvétel (RGB+CIR) | 2013. július 1. | 10 cm / 3 + 1 sáv | visszaerdősülés monitoringja |
| RapidEye műholdkép | 2015. július 22. | 5 m / 5 sáv | erdőalkotó és inváziós fajok térképezése |
| Terepi felmérés | 2012-től folyamatos | – | károsodott területek lehatárolása, vissza-erdősülés monitoringja, inváziós fajok térképezése, távérzékelte adatok feldolgozásának támogatása/ellenőrzése |

A RapidEye felvételek által kínált 5 spektrális sáv segítségével a főbb erdőalkotó fafajok, valamint a terület inváziós vegetációja is térképezhetővé vált. Az irányított – Maximum Likelihood – osztályozási eljárás betanítási szakaszához terepi felméréseket (inváziós fajok megjelenése) és a Digitális Országos Erdőtérképet használtuk fel. Utóbbiból a tiszta, elegendően erdőrészleteket válogattuk le. Ennek eredményeképpen 5 erdőalkotó fásszárú (fehér akác, erdei és fekete fenyő, szürke és fekete nyár), a bokorcsoportokban megjelenő közönséges boróka, a lágyszárú és inváziós jellegű selyemkóró, valamint egy általános (gyep) osztály került definiálásra. Az osztályok spektrális térbeli elkülönülését (szeparabilitását) vizsgálva (CSENDES B. – MUCSI L. 2016) megállapítható, hogy azok jól elkülönülnek (2. ábra), így a képelemek osztályba sorolása nagy megbízhatósággal végezhető.

Az osztályozás eredményeinek értékeléséhez az overall accuracy érték mellett osztályonkénti user és producer accuracy-t is számítottunk (CONGALTON, R. 1991). A felhasznált szempontjából számított pontosság (user accuracy) megadja, hogy az osztályozás eredménytérképén azonosított kategóriák milyen valószínűséggel egyeznek meg a valós, terepi kategóriákkal. A producer accuracy a térképkészítő szemszögéből értelmezi az osztályozás



2. ábra A RapidEye felvételek kiértékelése során használt osztályok tanulóinak elkülönülése a spektrális térben (nyílal jelölve a selyemkóró tanulói)

Figure 2 Spectral separability of the training samples in the feature spaces of the RapidEye bands (the arrows indicate the milkweed training samples)

tályozás pontosságát: megadja, hogy a terepi referencia elemeket milyen megbízhatósággal sikerült helyes osztályba sorolni.

Eredmények

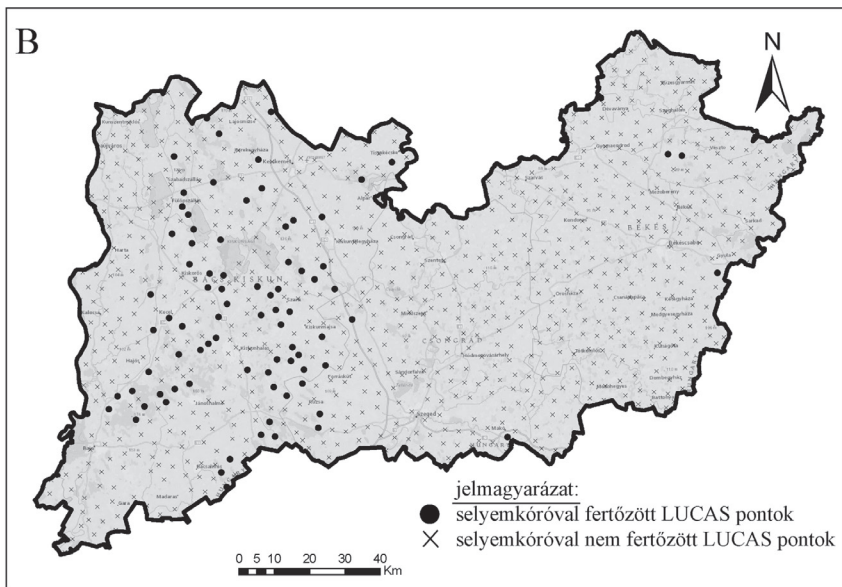
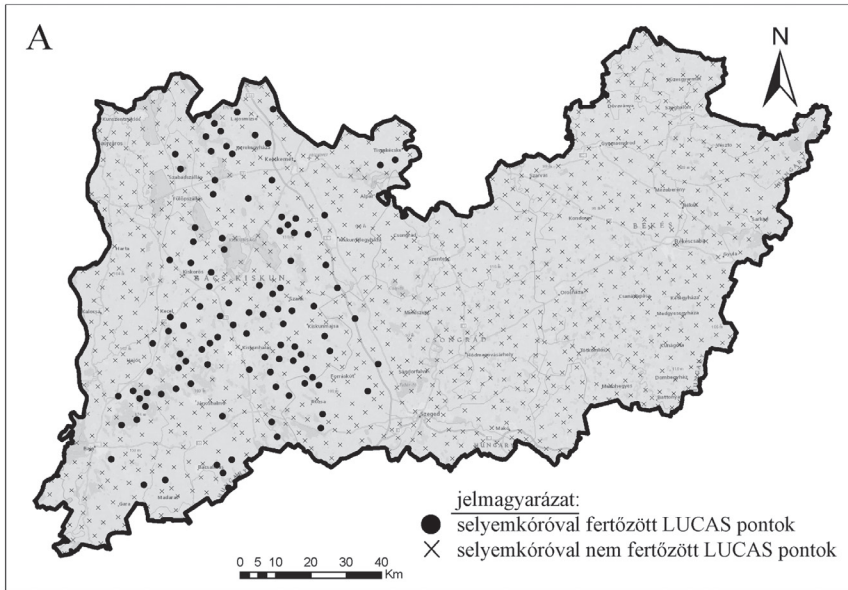
A selyemkóró terjedésében szerepet játszó talajtani tényezők regionális léptékű vizsgálatának eredményei

Míg a LUCAS felszínborítási adatbázis földfelszíni felmérési pontjai 2009-ben és 2012-ben is egyenletes sűrűségben helyezkedtek el a Dél-alföldi régió területén, addig selyemkóróval fertőzött LUCAS pontok jól elkülöníthető csoportokban jelennek meg a régió nyugati, főként homoktalajokkal jellemezhető tájain minkét vizsgált évben (3. ábra).

Kimutattuk, hogy a LUCAS adatbázis földi fényképfelvételei alkalmasak a vegetáció állapotának, és állapotváltozásának (például az özönnövények terjedésének) monitorozására. A selyemkóró elterjedésének térképezése nyomán kapott eredmények tehát megfelelnek e faj a hazai szakirodalomban is említett élőhely preferenciáinak (BAGI I. 2004; BAGI I.–BAKACSY L. 2012), azonban ellentmondanak az amerikai mintaterületekről leírt tényeknek, miszerint ez a faj főként az agyagos talajokat kedveli (HARTZLER, R. G.–BUHLER, D. D. 2000).

Összehasonlítva egymással a selyemkóróval fertőzött és nem fertőzött pontok megoszlását a nyolcféle talajtulajdonság attribútum kategóriáin belül megállapíthatjuk, hogy a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait leíró talajtulajdonság kategóriáin belül nagy eltérések mutatkoznak fertőzött és nem fertőzött LUCAS pontok eloszlás különbségei (SP) között. A legnagyobb pozitív előjelű eloszláskülönbség (SP) az igen nagy víznyelésű és vízvezető-képességű, gyenge vízraktározó-képességű, igen gyengén víztartó tulajdonságú homoktalajok esetében jelentkezik. A selyemkóró az ilyen talajokat kedveli, hiszen 2009-ben az ebbe a kategóriába eső 277 db összes LUCAS pont közül 87 db volt selyemkóróval fertőzött. 2012-ben pedig az e kategóriába eső összes 237 db LUCAS pont közül 63 db volt fertőzött.

A legnagyobb negatív előjelű SP értékeket a gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető-képességű, erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémén szélsőséges vízgazdálkodású,



3. ábra A LUCAS felmérés pontjai, és a közülük selyemkóróval fertőzöttek

A) 2009-ben B) és 2012-ben a Dél-alföldi régió területén

Figure 3 The field survey points of the LUCAS database, and the infected LUCAS points by common milkweed A), in 2009 and B) in 2012

vízartó agyag és, agyagos vályogtalajok esetében tapasztaltuk. E talajokon szinte egyáltalán nem jellemző a selyemkóró megjelenése, hiszen 2009-ben összesen 364 db LUCAS pont közül mindössze 8 db 2012-ben pedig 304 db LUCAS pont közül mindössze 11 db volt selyemkóróval fertőzött ilyen vízgazdálkodási kategóriájú talajokon (2. táblázat).

2. táblázat –Table 2

A selyemkóróval fertőzött (SLUC) és nem fertőzött pontok megoszlása (TLUC), és megoszlásaik különbségei (SP) 2009-ben és 2012-ben a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait bemutató kategóriákban
The distribution of the milkweed infected (SLUC) and total number of LUCAS points (TLUC) in the categories of soil characteristics

| A talajok vízgazdálkodási tulajdonság szerinti kategóriái | SLUC | | TLUC | | SP | |
|---|-------------|-------------|--------------|--------------|--------|--------|
| | 2009 | 2012 | 2009 | 2012 | 2009 | 2012 |
| | [db] [%] | [db] [%] | [db] [%] | [db] [%] | % | % |
| Igen nagy víznyelésű és vízvezető-képességű, gyenge vízraktározó-képességű, igen gyengén víztartó talajok | 87 82,9% | 63 75,9% | 277 25,7% | 237 25,9% | 57,1% | 50,0% |
| Nagy víznyelésű és vízvezető-képességű, közepes vízraktározó-képességű, gyengén víztartó talajok | 6 5,7% | 6 7,2% | 61 5,7% | 54 5,9% | 0,0% | 1,3% |
| Jó víznyelésű és vízvezető-képességű, jó vízraktározó-képességű, jó víztartó talajok | 2 1,9% | 2 2,4% | 241 22,4% | 205 22,4% | -20,5% | -20,0% |
| Közepes víznyelésű és vízvezető-képességű, nagy vízraktározó-képességű, jó víztartó talajok | 0 0,0% | 1 1,2% | 40 3,7% | 33 3,6% | -3,7% | -2,4% |
| Közepes víznyelésű és gyenge vízvezető-képességű, nagy vízraktározó-képességű, erősen víztartó talajok | 0 0,0% | 0 0,0% | 22 2,0% | 17 1,9% | -2,0% | -1,9% |
| Gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető-képességű, erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok | 8 7,6% | 11 13,3% | 364 33,8% | 304 33,2% | -26,2% | -20,0% |
| Igen gyenge víznyelésű, szélsőségesen gyenge vízvezető-képességű, igen erősen víztartó, kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok | 1 1,0% | 0 0,0% | 63 5,9% | 57 6,2% | -4,9% | -6,2% |
| Jó víznyelésű és vízvezető-képességű, igen nagy vízraktározó-, és víztartó-képességű talajok | 1 1,0% | 0 0,0% | 8 0,7% | 8 0,9% | 0,2% | -0,9% |
| Sekély termőrétegűség miatt szélsőséges vízgazdálkodású talajok | 0 0,0% | 0 0,0% | 0 0,0% | 0 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Összesen (SLUC total; TLUC total) | 105 100% | 83 100% | 1076 100% | 915 100% | | |

A talajtulajdonságokat a selyemkóró terjedését befolyásoló hatásuk alapján sorba rendezve láthatjuk, hogy 2009-ben és 2012-ben is a talajok fizikai tulajdonsága (szemcseösszetétele) volt mindkét időpontban a legfontosabb talajtani tényező, ami befolyásolja e

növény megjelenését valamely területen. A második legfontosabb talajtulajdonság mindkét vizsgált évben a talajok vízgazdálkodási tulajdonsága volt (3. táblázat).

3. táblázat – Table 3

A selyemkóró terjedését befolyásoló talajtulajdonságok sorrendje, a terjedést befolyásoló jelentőségük szerint 2009-ben és 2012-ben
The ranking list of the different soil characteristics according its importance on the spreading of the common milkweed

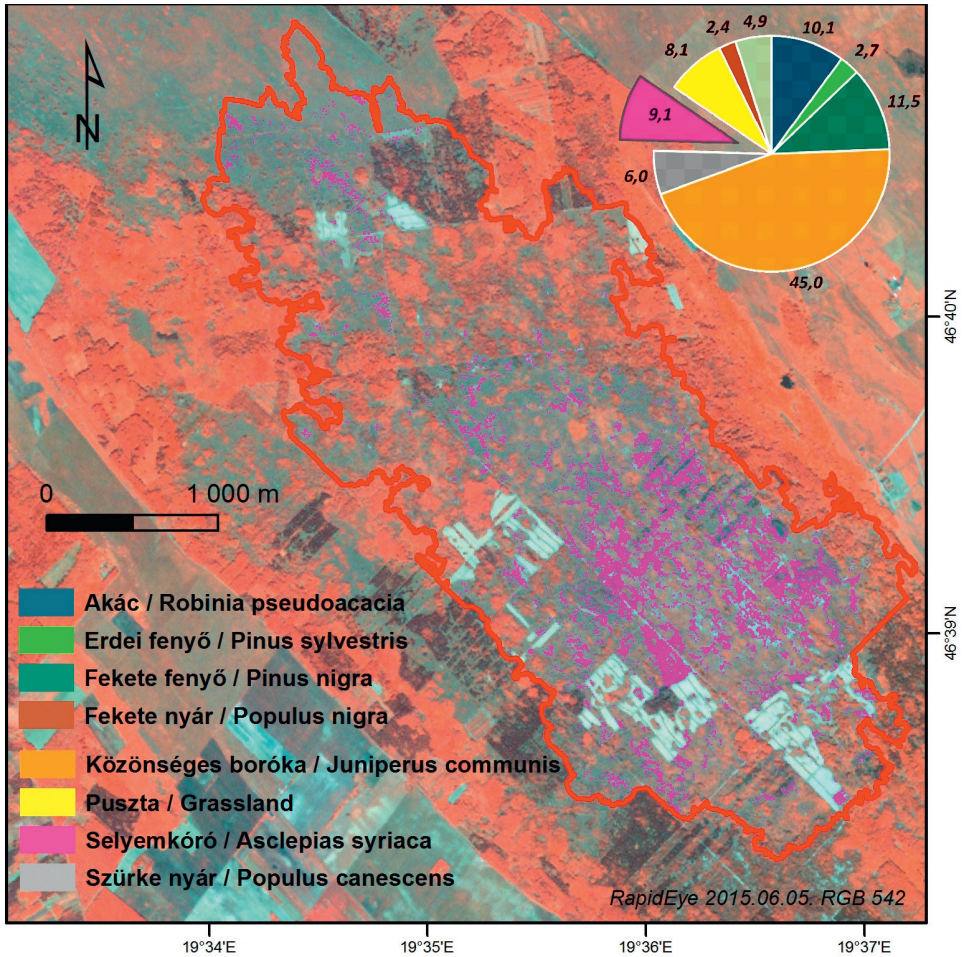
| Sorrend 2009-ben | Talajtulajdonság neve | SPDIF értékek 2009-ben | Sorrend 2012-ben | Talajtulajdonság neve | SPDIF értékek 2012-ben |
|------------------|-----------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|
| 1. | Fizikai féleség | 89,9% | 1. | Fizikai féleség | 80% |
| 2. | Vízgazdálkodási tulajdonság | 83,3% | 2. | Vízgazdálkodási tulajdonság | 70% |
| 3. | Szervesanyag tartalom | 73,8% | 3. | Szervesanyag tartalom | 66,3% |
| 4. | Agyagásvány összetétel | 64,8% | 4. | Agyagásvány összetétel | 53% |
| 5. | Talajtípus | 58,2% | 5. | Talajtípus | 51,5% |
| 6. | Talajértékszám | 56,0% | 6. | Talajértékszám | 44,9% |
| 7. | Kémhatás és mészállapot | 39,4% | 7. | Kémhatás és mészállapot | 38,6% |
| 8. | Talajvastagság | 3% | 8. | Talajvastagság | 6% |

A selyemkóró előfordulásának regionális léptékű, pontszerű előfordulás térképeinek statisztikai vizsgálata során alátámasztottuk azt a hazai szakirodalomban is említett tényt, miszerint a selyemkóró kifejezetten kedveli a laza szerkezetű homokos, és nagy vízáteresztő képességű talajokat, és jól tűri a száraz élőhelyeket (BAGI I. 2004; BAGI I.–BAKACSY L. 2012), és cáfoljuk azokat az amerikai adatokat, mely szerint a selyemkóró az agyagos talajokat részesíti előnyben (HARTZLER, R. G.–BUHLER, D. D. 2000). Kimutattuk, hogy a Duna-Tisza köze, mint hazánk egyik legintenzívebben szárazodó, jellemzően homoktalajú térsége kifejezetten kedvező adottságú e faj számára. A klímaváltozás következményeként tehát a jövőben is számolnunk kell a selyemkóró fokozódó térnyerésével a Dél-alföldi régió területén, különösen a homok szemcseméretű, rossz víztartó képességű talajok esetében.

*A selyemkóró terjedésének vizsgálata bozóttűz után lokális léptékben
bugaci mintaterületen*

Az osztályozott eredménytérképen jól kirajzolódnak a selyemkóróval leginkább fertőzött területek (4. ábra). A 2012-es tűzben leginkább károsodott borókásban, illetve annak szegélyén a legintenzívebb az özönnövények előretörése. A többi osztály közül megfigyelhető a közönséges boróka felülreprezentálása (a valósánál jóval nagyobb területi kiterjedés), ami a pontosságbecslés táblázatában is egyértelműen látszik (alacsony producer accuracy) (4. táblázat). Az erdőalkotó fásszárúak a Digitális Országos Erdőtérkép

adatbázisában tárolt információkkal jól korrelálnak, de az abban használatos erdőtagoknál részletesebb területi lehatárolásban jelennek meg. Az osztályozás teljes pontossága (overall accuracy) 82,6% lett.



4. ábra A RapidEye felvétel irányítottan osztályozott eredménytérképe és területi statisztikája
 Figure 4 Result map and spatial statistics of the supervised classification of the RapidEye imagery

A pontosságbecslés alapján elmondható, hogy a selyemkóró nagy megbízhatósággal azonosítható RapidEye felvétel irányított osztályozásával (magas user és producer accuracy értékek) (4. táblázat). Szintén jól elkülöníthető az erdei és fekete fenyő egymástól, közöttük félreosztályozás nem történt. Problémás azonban a szürke és fekete nyár szétválasztása. Ahogy az az eredménytérképen (4. ábra) és a tanuló képelemek spektrális térbeli eloszlásán (2. ábra) is látható, a közönséges boróka nagy átfedésben van más osztályokkal, így a user és producer accuracy értékek sem elfogadható mértékűek. Ez részben a kategória felülreprezentáltságában (false positive: olyan helyen is borókát jelez, ahol valójában nincs), részben pedig alulreprezentáltságában (false negative: nem sikerül az összes valós előfordulást boróka osztályba sorolni) mutatkozik meg.

A RapidEye felvétel irányított osztályozásának pontosságbecslése
Accuracy assessment of the supervised classification of the Rapideye imagery

| | | Terepi referencia | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | User Acc. |
| Osztályozott eredményképp | 1 - akác | 106 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 121 | 88 |
| | 2 - erdei fenyő | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 100 |
| | 3 - fekete fenyő | 0 | 0 | 31 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 35 | 89 |
| | 4 - közönséges boróka | 0 | 0 | 8 | 11 | 0 | 0 | 1 | 0 | 21 | 52 |
| | 5 - szürke nyár | 10 | 0 | 0 | 0 | 141 | 0 | 0 | 7 | 158 | 89 |
| | 6 - selyemkóró | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 33 | 1 | 0 | 37 | 89 |
| | 7 - puszta / gyep | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 52 | 0 | 56 | 93 |
| | 8 - fekete nyár | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 4 | 36 | 11 |
| Producer Acc. | | 116 | 30 | 40 | 18 | 188 | 34 | 55 | 11 | 494 | 82,6 |

Összefoglalás

Kutatásunk célja a hazai özönnövények közül a Dél-Alföld természetvédelmi oltalom alatt álló területeit erősen veszélyeztető selyemkóró (*Asclepias syriaca*), megjelenését és terjedését befolyásoló, a szárazodással is összefüggésbe hozható földrajzi tényezők regionális és lokális léptékű vizsgálata a Dél-alföldi régió példáján. Regionális léptékben kvantitatív módszerekkel értékeltük e faj megjelenésének nyolc féle talajtani paraméterrel (agyagás-vány összetétel, fizikai féleség, vízgazdálkodási tulajdonságok, kémhatás és mészállapot, szervesanyag tartalom, talajértékszám, talajvastagság és talajtípus), való összefüggését. Kimutattuk, hogy a selyemkóró terjedésében szerepet játszó talajtulajdonságok (attribútumok) közül a talajok fizikai jellemzői (szemcseméretük) és vízgazdálkodási tulajdonsága a két legfontosabb. Eredményeink szerint selyemkóró az igen nagy víznyelésű és vízvezető-képességű, gyenge vízraktározó-képességű, igen gyengén víztartó tulajdonságú homoktalajokat részesíti előnyben, míg a gyenge víznyelésű, igen gyenge vízvezető-képességű, erősen víztartó, igen kedvezőtlen, extrémén szélsőséges vízgazdálkodású talajok víztartó agyag és agyagos vályogtalajokon szinte egyáltalán nem jellemző a megjelenése.

Mivel az aszályos években nő az erdő, bozót és avartüzek száma, egy kisebb bugaci mintaterületen részletes távérzékeléses elemzésekkel vizsgáltuk az erdőtűz utáni szukcesszió fajösszetételét. Lokális, műholdfelvételek elemzése és terepi felméréseken alapuló kutatásunk során kimutattuk, hogy a bozót, illetve erdőtűz okozta bolygatás jelentősen elősegíti a selyemkóró terjedését.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány elkészítéséhez sok segítséget kaptunk a Kiskunsági Nemzeti Park, a Bács-Kiskun Megyei Kormányhivatal Erdészeti Igazgatósága munkatársaitól, valamint munkánkat támogatta a ZENFE (TÁMOP-4.1.1. C-12/1/KONV-2012-0012) program.

SZILASSI PÉTER

SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged
toto@geo.u-szeged.hu

TOBAK ZALÁN
SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged
tobak@geo.u-szeged.hu

VAN LEEUWEN BOUDEWIJN
SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged
leeuwen@geo.u-szeged.hu

SZATMÁRI JÓZSEF
SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged
szatmari@geo.u-szeged.hu

KITKA DOROTTYA
SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged
kitkaomatic@gmail.com

IRODALOM

- BAGI I. 2004: Közönséges selyemkóró (*Asclepias syriaca* L.). – In: MIHÁLY B. – BOTTA-DUKÁT Z. (szerk.): Biológiai inváziók Magyarországon – Özönnövények I. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának Tanulmánykötetei 9. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest. pp. 319–337.
- BAGI I. – BAKACSY L. 2012: Közönséges selyemkóró (*Asclepias syriaca* L.). – In: CSISZÁR Á. (szerk.): Inváziós növényfajok Magyarországon. Sopron. pp. 183–187.
- BOTTA-DUKÁT Z. 2008: Invasions of alien species to Hungarian (semi-) natural habitats. – *Acta Botanica Hungarica* 50. pp. 219–227.
- BOTTA-DUKÁT Z. 2012: A növényi invázióhoz kapcsolódó fogalmak. – In: CSISZÁR Á. (szerk.): Inváziós növényfajok Magyarországon. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron. pp. 10–11.
- CONGALTON, R.G. (1991): A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data – *Remote sensing of the Environment* 37. pp. 35–46.
- CSENDES B. – MUCSI L. 2016: Identification and spectral evaluation of agricultural crops on hyperspectral airborne data. *Journal of Environmental Geography* 9 (3–4), 49–53.
- CSONTOS P. – BOZSING E. – CSERESNYÉS I. – PENSZKA K. 2009: Reproductive potential of the alien species *Asclepias syriaca* (Asclepiadaceae) in the rural landscape. – *Polish Journal of Ecology* 57. 2. pp. 383–388.
- CSORBA P. 2011: Az Alföld tájváltozásainak tendenciái. – In: RAKONCZAI J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. Nagyalföld Alapítvány Kötetei 7. Békéscsaba. pp. 149–158.
- DURAY B. 2011: Várható tájhasználati változások a Dél-Alföldön. – In: RAKONCZAI J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld. Nagyalföld Alapítvány Kötetei 7. Békéscsaba pp. 181–188.
- EMS 2012: Forest Fire in Bács-Kiskun. Copernicus Emergency Management Service.
<http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR003>
- HARTZLER, R. G. – BUHLER, D. D. 2000: Occurrence of common milkweed (*Asclepias syriaca*) cropland and adjacent areas – *Crop Protection* 19. pp. 363–366.
- HEIZLER GY. 2006: Tűzoltás, műszaki mentés, biztonság – *Területi Statisztika* 9. 46. 4. pp. 411–427.
- HENITS L. – MUCSI L. 2012: Analysis of the connection between urban land cover and census districts using geoinformatical methods. – *Acta Geographica Debrecina Landscape and Environment*, 6. 2. pp. 52–67.
- HENN T. 2009: A szántóföldi gyomnövényzet változása az utóbbi öt évtized során az V. Országos Szántóföldi Gyomfelvételezés tükreben. Szakdolgozat, Pécs. Pécsi Tudományegyetem 50 p.
- KÁLMAŇ N. 2014: Inváziós növényfajok elterjedése a Duna-Tisza közti homokháton, felhagyott kisparcellás mozaikok területén – *Tudományos Diákköri Dolgozat, Gödöllő* 87 p.
- KELEMEN A. – VALKÓ O. – KRÖEL-DULAI GY. – DEÁK B. – TÖRÖK P. – TÓTH K. – MIGLÉCZ T. – TÓTHMÉRÉS B. 2016: The invasion of common milkweed (*Asclepias syriaca*) in sandy old-fields – is it a threat to the native flora? – *Applied Vegetation Science* 19. pp. 218–224.
- KITKA D. – SZILASSI P. 2016: Két özönnövény elterjedtségét befolyásoló földrajzi tényezők vizsgálata geoinformatikai módszerekkel a Dél-alföldi régió példáján – *Tájékológiai lapok* 14. 2. 155–169.
- KSH 2015: Földterület művelési ágak szerinti adatai. Központi Statisztikai Hivatal
http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_omf003.html
- KLEINBAUER, I. – DULLINGER, S. – PETERSEIL, J. – ESSL, F. 2010: Climate change might drive the invasive tree *Robinia pseudacacia* into nature reserves and endangered habitats. – *Biological Conservation* 143. pp. 382–390.

- KRÖEL-DULAY GY.–KOVÁCS-LÁNG E. 2008: General characteristics of the Kiskunság. – In. KOVÁCS-LÁNG E.–MOLNÁR E.–KRÖEL-DULAY GY.–BARABÁS S. (szerk.): The KISKUN LTER: Long-term ecological research in the Kiskunság, Hungary, Institute of Ecology and Botany, Vácrátót. pp. 7–10.
- LUCAS, 2009: Technical reference document C-1: General implementation Land Cover and Use Water management Soil Transect Photos. European Commission EUROSTAT, 118 p. <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/205002/208938/LUCAS+2009+Instructions/8ffdb9d8-b911-40b6-8f9a-8788bf696aa3>
- LUCAS, 2012: Technical reference document C-1: General implementation Land Cover and Use Water management Soil Transect Photos. European Commission EUROSTAT, 106 p. http://ec.europa.eu/eurostat/documents/205002/208012/LUCAS2012_C1-InstructionsRevised_20130110b.pdf/10f750e5-5ea0-4084-a0e7-2ca36c8f400c
- MTA ATC TAKI 2015: AGROTOPO – Az Agrotopográfiai adatbázisról. <http://mta-taki.hu/hu/osztalyok/kornyezetinformatikai-osztaly/agrotopo>
- OET 2008: Országos Erdőtűzvédelmi Terv. MGSZH Központ Erdészeti Igazgatóság és Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság. 61 p. http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/szakmai/hatosagitev/orszagos_terv_200809.pdf
- PÁLFAI I. 2011: Aszályos évek az Alföldön 1931–2010 között. – In. RAKONCZAI J. (szerk.): Környezeti változások és az Alföld, Nagyalföld Alapítvány Kötetei 7. Békéscsaba. pp. 87–96.
- RAKONCZAI J. 2013: A klímaváltozás következményei a dél-alföldi tájon: A természeti földrajz változó szerepe és lehetőségei. MTA Akadémiai Doktori Értekezés 167 p.
- SZATMÁRI J.–TOBAK Z.–NOVÁK ZS. 2016: Environmental monitoring supported by areal photography – a case study of the burnt down Bugac juniper forest, Hungary. – *Journal of Environmental Geography* 9. 1–2. pp. 37–44.
- SZILASSI P. 2015: Felszínborítás és tájmintázat változása, mint az antropogén környezetváltozások indikátora. – In. RAKONCZAI J.–BLANKA V.–LADÁNYI ZS. (szerk.): Tovább egy zöldebb úton: A Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport részvétele a ZENFE programban (2013–2015). Szeged, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, pp. 154–163.
- SZITÁR K.–ÓNODI G.–SOMAY L.–PÁNDI I.–KUCS P.–KRÖEL-DULAY GY. 2016: Contrasting effects of land use legacies on grassland restoration in burnt pine plantations. – *Biological Conservation* 201. pp. 356–362.
- TOBAK Z.–SZATMÁRI J. 2015: Légifelvételéssel támogatott környezeti monitoring. Esettanulmány a leégett bugaci ősborkás területén. – In: RAKONCZAI J.–BLANKA V.–LADÁNYI ZS. (szerk.): Tovább egy zöldebb úton: A Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport részvétele a ZENFE programban (2013–2015). Szeged, SZTE TTIK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, pp. 142–153.