

A Maros folyó töltései a relatív ökológiai indikátorértékek és a szociális magatartási típusok tükrében

Kiss Péter János – Horváth Beáta

Szegedi Tudományegyetem, Ökológiai Tanszék, Szeged
kisspeterjanos003@gmail.com

ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt évszázadok tájátalakító tevékenysége következtében a természetközeli élőhelyek kiterjedése jelentősen lecsökkent Európában. Közép- és Kelet-Európában a 19. században elindított folyószabályozások és a 20. században végrehajtott mezőgazdasági intenzifikáció következtében a gyepes élőhelyek jelentős része megsemmisült. Az agrártájakban az ember által kialakított másodlagos élőhelyek, mint pl. a temetők és a kunhalmok, fontos szerepet játszanak a regionális flóra fenntartásában. Vizsgálataink során a Maros folyó töltésoldalain kialakult másodlagos gyepek abiotikus paramétereit és természetességi értékeit hasonlítottuk össze. A töltésoldalak növényzetét 2 m × 2 m nagyságú kvadrátokkal mintavételeztük; a 80 kvadrátban az edényes növényfajok százalékos borítását becsültük. Az összehasonlításokat a Borhidi-féle relatív ökológiai indikátorértékek és a szociális magatartási típusok (SBT) segítségével végeztük. A különböző helyzetű és kitétségű töltésoldalak között jelentős különbségek adódtak a relatív hőigény (TB), a talajnedvesség (WB), a nitrogén-igény (NB) és a kontinentalitás (CB) indikátorérték-átlagok tekintetében. A töltésoldalak növényzetének természetessége is több esetben különbözött egymástól. Eredményeink azt mutatják, hogy a folyók menti töltések különböző helyzetű és kitétségű oldalai, az abiotikus tényezők változatossága következtében, jelentős szerepet játszanak egy adott terület flórájának és vegetációjának megőrzésében, s ezen keresztül egy adott terület biodiverzitásának fenntartásában.

Kulcsszavak: agrártáj, biodiverzitás, másodlagos élőhelyek, kitétség, ritka növényfajok, töltések

SUMMARY

Due to human activities, the area of European semi-natural habitats has decreased dramatically in the last few centuries. In Central and Eastern Europe, river regulation and agricultural intensification during the 19th and 20th centuries are responsible for the greatest loss of grassland habitats. Secondary habitats, such as graveyards and kurgans, may play an important role in the maintenance of regional plant diversity. We investigated and compared the environmental conditions and the naturalness of plant communities on the dikes of the Maros River (Hungary). The herbaceous vegetation of the dikes was sampled using randomly arranged plots of 2 m × 2 m (80 plots in total). The percentage cover of vascular plant taxa was recorded in the plots. We used the ecological indicator values and social behaviour types (SBT) of Borhidi in the analyses. We found remarkable differences in the mean indicator values (temperature, soil moisture, nutrients and continentality) between the dike slopes. Significant differences were also found in the case of the naturalness values. The environmental conditions of dikes and the naturalness of dike vegetation strongly depend on the relative position of dike slopes

and their aspect. We conclude that river dikes may play a decisive role in maintaining plant diversity in agricultural landscapes.

Keywords: agricultural landscape, biodiversity, secondary habitats, exposure, rare plants, river dikes

BEVEZETÉS

Az elmúlt évszázadok tájátalakító tevékenysége következtében az európai tájak jelentős része átalakult (Bastian és Bernhardt, 1993; Penksza et al., 1998; Biró et al., 2008; Nagy et al., 2011). A természetes és természetközeli élőhelyek jelentős részét szántóföldek, legelők, települések és telepített erdők foglalták el. A nagyobb folyók menti mocsárvilág a 19. században induló folyószabályozások következtében szinte teljesen eltűnt (Maltby és Blackwell, 2005; Varga et al., 2013; Uj et al., 2016; Penksza et al., 2012; Deák et al., 2014a). A táj átalakulása a 20. században is folytatódott, s Közép- és Kelet-Európában szorosan kapcsolódott a mezőgazdaság kollektivizálásához és a nagyüzemi termelés kiterjesztéséhez (Baessler és Klotz, 2006; Feranec et al., 2007). Ez a gazdálkodási forma a gyepes élőhelyek jelentős részét megsemmisítette vagy átalakította (Kamp et al., 2011; Sudnik-Wójcikowska et al., 2011; Herczeg et al., 2005, 2006, 2016). A magyarországi löszgyepek területe a töredékére zsugorodott, s a gyepes élőhelyek területe ma is csökkenő tendenciát mutat (Illyés és Bölöni, 2007; Tölgyesi et al., 2015; Nagy és Penksza, 2006, 2007; Penksza, 2000; Penksza et al., 2005; Nagy et al., 2007a, b; Tasi et al., 2014).

Az őshonos flóra egyes elemei fennmaradhatnak az ember által kialakított élőhelyeken. Ilyen élőhelyek például a városi falak és egyéb zöldterületek (Daniel és Lecamp, 2004; Deák et al., 2016a; Halász et al., 2015; Hüse et al., 2016), a kunhalmok (Deák et al., 2016b, c; Barczy et al., 2004, 2011; Vona és Penksza, 2004), a temetők (Löki et al., 2015) és a folyók töltései (Liebrand és Sykora, 1996; Mészáros et al., 2016).

Fajmegőrző szerepük elsősorban azokban a tájakban lehet kiemelt fontosságú, ahol az emberi tevékenység következtében a természetes élőhelyek száma és aránya jelentős mértékben lecsökkent (pl. alföldi agrártájak, Deák et al., 2015).

A folyókat övező töltések Magyarország alföldi tájainak legnagyobb kiterjedésű másodlagos élőhelyei közé tartoznak. A töltések teljes hossza meghaladja a 4000 km-t (Felkai, 2006). Batori et al. (2016) kimutatták, hogy a Maros különböző kitétségű töltésoldalai számos olyan növényfaj számára nyújtanak menedéket, melyek a környező

agrártájban ritkák, vagy teljesen hiányoznak. A töltéseken megfigyelt nagy fajgazdagság és viszonylag magas Shannon-diverzitás több okra vezethető vissza. A töltések építése és megerősítése után az erózió elleni védelem fontos elemeként fűmagkeverékekkel (pl. *Bromus erectus*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* és *Poa pratensis* magokkal) vetik be a kopár talajfelszíneket (Sallai et al., 2011), egy alap fajkészletet kialakítva (Felkai, 2006). A víz segítségével szállított propagulumok elsősorban a belső töltésoldalak fajkészletét növelhetik (Ward et al., 2002). A környező agrártáj gyomflórájának számos képviselője is megtelepedhet a töltéseken (Penksza és Kapocsi, 1998; Balogh et al., 2006; Penksza és K. Szabó, 2005). A töltések rendszeres kaszálása szintén növelheti a biodiverzitást (Valkó et al., 2012). Továbbá a különböző kitétséggű külső és belső töltésoldalak változatos mikroklímája számos funkcionális csoport számára teszi lehetővé a fennmaradást. A mikroklíma közösségformáló szerepére számos korábbi tanulmány felhívta a figyelmet (Bátori et al., 2014, 2017; Erdős et al., 2013).

Egy adott terület ökológiai adottságai jól jellemezhetők a relatív ökológiai indikátorértékek segítségével (Diekmann, 2003; Tasi et al., 2016). A direkt mintavételezéssel szemben a módszer fő előnye az, hogy az elemzések rövid idő alatt és minimális pénzügyi befektetés mellett elvégezhetők. A rendszer kidolgozása Heinz Ellenberg nevéhez fűződik (Ellenberg, 1974). Az ökológiai indikátorértékek adott régiókhoz való illesztését széles körben elvégezték, alkalmazásuk mára általánosan elfogadottá vált a növényökológiában (Borhidi, 1993; ter Braak és Wiertz, 1994; Hill et al., 1999; Sárbu et al., 2013). A közép-európai növényfajokhoz rendelt hét mutató (fény, hőmérséklet, kontinentalitás, sótűrés, talajnedvesség, talajreakció és tápanyag-ellátottság) lehetőséget biztosít az élőhelyek ökológiai állapotának feltárására (Bátori et al., 2009; Tasi et al., 2016), egymáshoz közeli vagy távoli területek élőhelyi adottságainak összehasonlítására (Deák et al., 2014b), valamint a rövid és hosszú távú folyamatok és változások detektálására is (pl. Tölgyesi és Körmöczy, 2012; Tölgyesi et al., 2016). Alkalmazásuk esetén van néhány tényező, melyekre fontos odafigyelni az eredmények megfelelő interpretációja érdekében. Az ordinális skála tulajdonságaiból következik, hogy nem minden matematikai műveletet és statisztikai elemzést lehet „automatikusan” elvégezni rajtuk. Annak ellenére, hogy az indikátorértékek átlagolása matematikailag problematikus, az átlagolt értékek jól jellemezhetik egy terület ökológiai viszonyait (Lengyel et al., 2012; Erdős et al., 2014; Tölgyesi et al., 2014).

A szociális magatartási típusok a növényfajok eltérő zavarástűrését tükrözik (Borhidi, 1993). Több elemzés kimutatta, hogy a szociális magatartási típusok használata révén viszonylag jól becsülhető egy adott élőhely természetessége (pl. Sengl et al.,

2016; Erdős et al., 2017; Saláta et al., 2011, 2012; Wichmann et al., 2015).

Jelen tanulmányban a Maros folyó töltéseinek élőhelyi adottságait és természetességét hasonlítottuk össze a Borhidi-féle ökológiai indikátorértékek és szociális magatartási típusok segítségével (Borhidi, 1993). A következő kérdésekre kerestük a választ: Milyen különbségek figyelhetők meg a folyó jobb és bal oldali töltéseinek külső és belső oldalain kialakult élőhelyek között a relatív hőigény (TB), a relatív talajnedvesség (WB), a nitrogén-igény (NB) és a kontinentalitás (CB) indikátorértékek tekintetében? Kimutatható-e szignifikáns különbség a négy töltésoldal növényzetének természetességében?

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati terület

A Maros a Kárpát-medence egyik legjelentősebb folyója, hossza 750 km. A Keleti-Kárpátokban ered, vízgyűjtőjének legnagyobb része Romániában található. Csupán az alsó 28 km-es szakasza esik teljes egészében Magyarország területére, s 22 km-en keresztül határfolyó Magyarország és Románia között. Magyarországi szakaszán egy alföldi agrártájon halad keresztül, míg végül Szeged városánál torkollik a Tiszába. A kora tavaszi hóolvadást követő áradásokat gyakran egy kora nyári áradás követi (Kiss és Sipos, 2007). Vizsgálatainkat a folyó magyarországi szakaszán végeztük, ahol a sokévi átlaghőmérséklet 10,5-10,6 °C, az átlagos csapadékmennyiség 570 mm körül adódik (Dövényi, 2010).

A folyó magyarországi árterén puhafaligeteket, kocsányos tölgy és hibrid nyár alkotta ültetvényeket, valamint idegenhonos fajokból (pl. *Acer negundo* és *Juglans nigra*) álló erdőfoltokat találunk. Az árterén belül néhány nagyobb kiterjedésű mocsárrét is fennmaradt (Margóczy et al., 2002). A folyó és ártere a Natura 2000-es hálózat része, az árterő bizonyos területei a Körös-Maros Nemzeti Park kezelése alatt állnak. A Maros töltéseit az 1970-es nagy árvíz után erősítették meg, így a töltéseken található növényzet kora mintegy 45 év. Bátori et al. (2016) kimutatták, hogy a különböző töltésoldalak növényzete jelentősen különbözik egymástól. A külső töltésoldalakon szárazgyepek, míg a belső töltésoldalakon mocsárrétekre emlékeztető növényzet fordul elő.

Mintavételezés

A mintavételezést a folyó jobb és bal oldali töltésének külső és belső oldalain végeztük (Nagyak és Szeged között). A töltésoldalakat négy csoportba soroltuk kitétségük és pozíciójuk alapján: A) délies kitétséggű külső töltésoldal (DKT); B) északias kitétséggű belső töltésoldal (ÉBT); C) délies kitétséggű belső töltésoldal (DBT); D) északias kitétséggű külső töltésoldal (ÉKT). A töltéseket Nagyak és Szeged között négy közel azonos hosszúságú szakaszra osztottuk, s minden egyes

szakaszból 5 növényzeti mintát vettünk, random mintavételezés segítségével.

A kvadrátok nagysága 2 m × 2 m volt. A kvadrátokban az edényes növényfajok százalékos borítását becsültük. A mintavételezést 2014 és 2015 májusában végeztük. Minden töltésoldalon 20 cönológiai felvétel készült, így összesen 80 felvétellel dolgoztunk (Bátori et al., 2016).

Adatok elemzése

Minden kvadrátra kiszámoltuk a Borhidi-féle relatív hőigény (TB), a relatív talajnedvesség (WB), a nitrogén-igény (NB) és a kontinentalitás (CB) indikátorérték-átlagokat a növényfajok jelenlét-hiány adatai alapján. A töltésoldalak természetességének összehasonlításához a szociális magatartási típusokat használtuk (SBT) (Borhidi, 1993). Az elemzés során azokat a fajokat vettük figyelembe, melyek SBT értéke +4 vagy annál magasabb volt (természetes termőhelyek magasabb természetességi értékű fajai). Ezeknek a fajoknak a számát minden egyes kvadrátban elosztottuk a kvadrátonkénti fajszámmal, így minden egyes kvadrátra kaptunk egy arányszámot. A töltésoldalakat a 20-20 kvadrátra kiszámolt indikátorérték-átlagok és az SBT arányszámok alapján hasonlítottuk össze. Az adatok

normalitás vizsgálata után egyutas ANOVA-t, valamint Tukey post-hoc tesztet használtunk az elemzések során (Tölgyesi et al., 2014), R-környezetben. A növényfajok nevezéktana az *Új magyar füvészkönyv*-et követi (Király, 2009).

EREDMÉNYEK

A különböző töltésoldalak TB indikátorérték-átlagokra gyakorolt hatása szignifikánsnak bizonyult (ANOVA: $F = 71,48$; $p < 0,001$). A DKT TB indikátorérték-átlagai szignifikánsan magasabbak voltak ($p < 0,001$) az összes többi töltésoldal TB átlagainál (1. ábra). A TB8 (szubmediterrán sztyepp öv) (pl. *Anchusa officinalis* és *Poa bulbosa*) és TB9 (eumediterrán örökzöld övezet) (*Calepina irregularis*) növényfajok előfordulási száma viszonylag magas, míg a TB5 (montán lomblevelű mezofil erdők öve) (pl. *Carex spicata* és *Festuca pratensis*) növényfajok előfordulási száma viszonylag alacsony volt ezen a töltésoldalon. Szignifikáns különbséget kaptunk az ÉBT és DBT ($p < 0,001$), valamint az ÉBT és ÉKT ($p < 0,001$) között is, ami az ÉBT viszonylag alacsony TB indikátorérték-átlagaival magyarázható. A TB5 növényfajok előfordulási száma ezen a töltésoldalon volt a legmagasabb.

1. ábra: Relatív hőigény (TB) indikátorérték-átlagok a Maros folyó töltésein

(DKT: délies kitettségű külső töltésoldal, ÉBT: északias kitettségű belső töltésoldal, DBT: délies kitettségű belső töltésoldal, ÉKT: északias kitettségű külső töltésoldal). A szignifikáns különbségeket csillagokkal jelöltük (***) ($p < 0,001$)

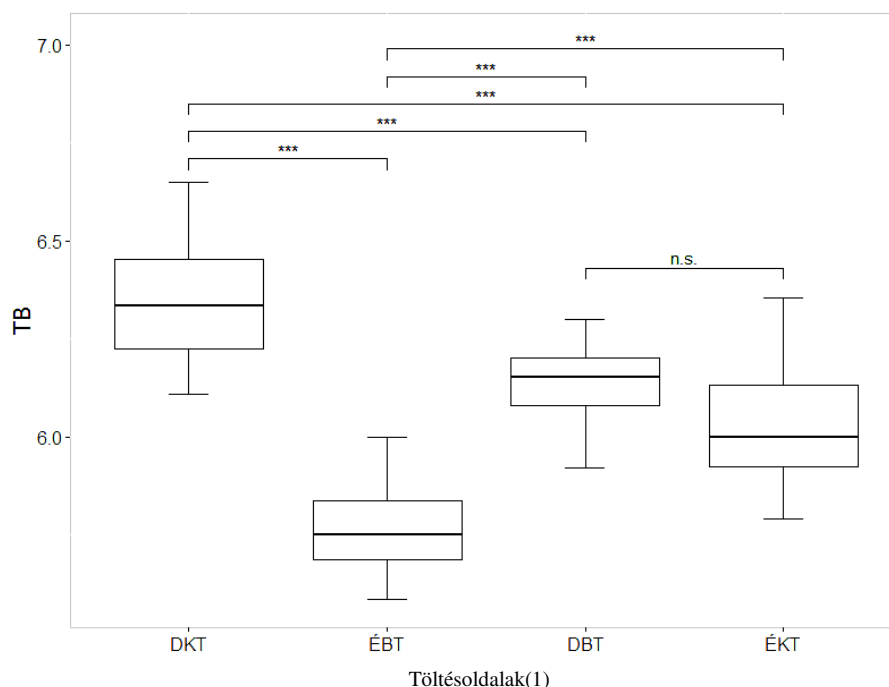


Figure 1: Mean temperature indicator values (TB) on the dikes of the Maros River (DKT: landside slope of the southern dike (mostly south-facing), ÉBT: riverside slope of the southern dike (mostly north-facing), DBT: riverside slope of the northern dike (mostly south-facing), ÉKT: landside slope of the northern dike (mostly north-facing)). Significant differences are marked with asterisks (***) ($p < 0,001$) slopes of dikes(1)

A töltések WB indikátorérték-átlagokra gyakorolt hatása szignifikáns volt ($F = 44,24$; $p < 0,001$). Az ÉBT nedvesebbnek bizonyult mindhárom másik töltésoldalnál ($p < 0,001$) (2. ábra). Az ÉBT viszonylag sok WB9 (talajvízjelző) (pl. *Lycopus exaltatus* és *Mentha longifolia*) és WB10 (változó vízállást jelző) (*Phragmites australis*) növényfajnak nyújtott menedéket, míg a WB2 (szárazságjelző) (pl. *Achillea collina* és *Lithospermum arvense*) növényfajok előfordulási száma alacsony volt. Szignifikáns különbséget kaptunk a DKT és DBT között is ($p < 0,001$).

A töltésoldalak NB indikátorérték-átlagokra gyakorolt hatása is szignifikáns volt ($F = 16,36$; $p < 0,001$). Az ÉBT NB átlagai magasabbak voltak a másik három töltésoldal NB átlagainál ($p < 0,01$) (3. ábra). Ezen a töltésoldalon viszonylag magas volt az NB8 (trágyázott talajokat jelző) (pl. *Calystegia sepium* és *Stellaria media*) és NB9 (hipertróf termőhelyeket jelző) (pl. *Galium aparine*) növényfajok előfordulási száma, míg az NB1 (szélsőségesen tápanyagszegény helyeket jelző) (pl. *Alyssum alyssoides*) növényfajok igen kis számban fordultak elő. A DBT és ÉKT közötti különbség marginálisan szignifikáns volt ($p = 0,054$).

A különböző töltésoldalak CB indikátorérték-átlagokra gyakorolt hatása szignifikáns volt ($F = 7,77$; $p < 0,001$). Az ÉBT CB indikátorérték-átlagai szignifikánsan alacsonyabbak voltak ($p < 0,01$) az összes többi töltésoldal CB átlagainál (4. ábra). Ezen a töltésoldalon viszonylag magas volt a CB3 (oceánikus–szuboceánikus) (pl. *Arrhenatherum elatius* és *Lamium purpureum*) és CB4 (szuboceánikus) (pl. *Dactylis glomerata* és *Silene alba*) növényfajok száma, míg a CB7 (kontinentális–szubkontinentális) (pl. *Bromus inermis* és *Poa bulbosa*) és CB8 (kontinentális) (pl. *Salvia austriaca*) növényfajok száma viszonylag alacsony volt.

A különböző töltésoldalak +4 vagy annál magasabb SBT-vel rendelkező növényfajainak arányaira gyakorolt hatása is szignifikáns volt ($F = 6,94$; $p < 0,001$). A DKT és ÉBT, a DKT és az ÉKT között szignifikáns ($p < 0,001$ és $p < 0,05$), a DKT és DBT között pedig marginálisan szignifikáns ($p = 0,058$) különbséget kaptunk (5. ábra). A kompetitorok (pl. *Alopecurus pratensis* és *Festuca rupicola*) és generalisták (pl. *Galium mollugo* és *Salvia austriaca*) előfordulási száma a DKT esetében volt a legalacsonyabb. Specialista növényfaj nem fordult elő a töltéseken.

2. ábra: Relatív talajnedvesség (WB) indikátorérték-átlagok a Maros folyó töltésein

(DKT: délies kitettséű külső töltésoldal, ÉBT: északias kitettséű belső töltésoldal, DBT: délies kitettséű belső töltésoldal, ÉKT: északias kitettséű külső töltésoldal). A szignifikáns különbségeket csillagokkal jelöltük (***) ($p < 0,001$)

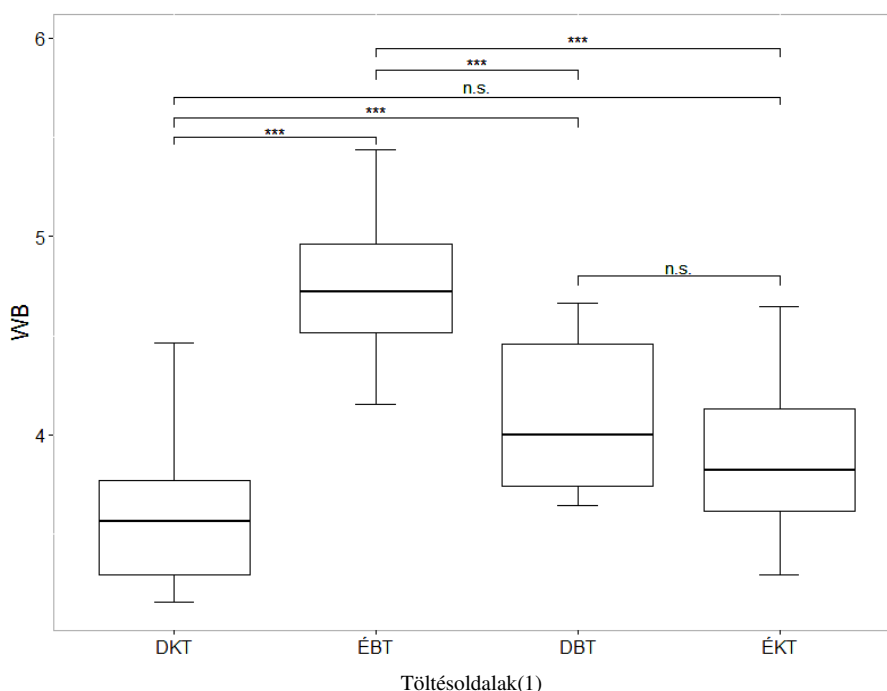


Figure 2: Mean moisture indicator values (WB) on the dikes of the Maros River (DKT: landside slope of the southern dike (mostly south-facing), ÉBT: riverside slope of the southern dike (mostly north-facing), DBT: riverside slope of the northern dike (mostly south-facing), ÉKT: landside slope of the northern dike (mostly north-facing)). Significant differences are marked with asterisks (***) ($p < 0,001$) slopes of dikes(1)

3. ábra: Nitrogén-igény (NB) indikátorérték-átlagok a Maros folyó töltésein

(DKT: délies kitettségű külső töltésoldal, ÉBT: északias kitettségű belső töltésoldal, DBT: délies kitettségű belső töltésoldal, ÉKT: északias kitettségű külső töltésoldal). A szignifikáns különbségeket csillagokkal jelöltük (** < 0.01; *** < 0,001)

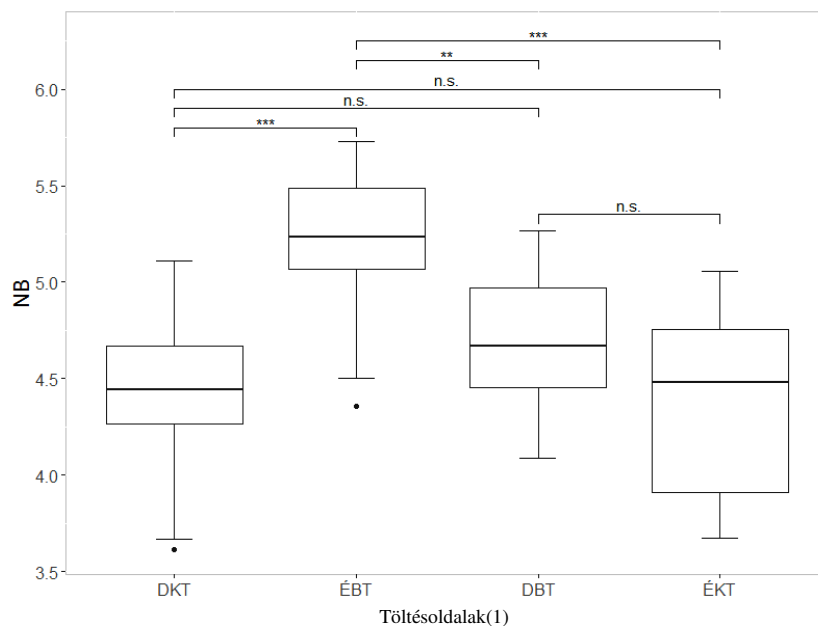


Figure 3: Mean nutrient indicator values (NB) on the dikes of the Maros River (DKT: landside slope of the southern dike (mostly south-facing), ÉBT: riverside slope of the southern dike (mostly north-facing), DBT: riverside slope of the northern dike (mostly south-facing), ÉKT: landside slope of the northern dike (mostly north-facing). Significant differences are marked with asterisks (** < 0.01; *** < 0,001) slopes of dikes(1)

4. ábra: Kontinentalitás (CB) indikátorérték-átlagok a Maros folyó töltésein

(DKT: délies kitettségű külső töltésoldal, ÉBT: északias kitettségű belső töltésoldal, DBT: délies kitettségű belső töltésoldal, ÉKT: északias kitettségű külső töltésoldal). A szignifikáns különbségeket csillagokkal jelöltük (** < 0.01; *** < 0,001)

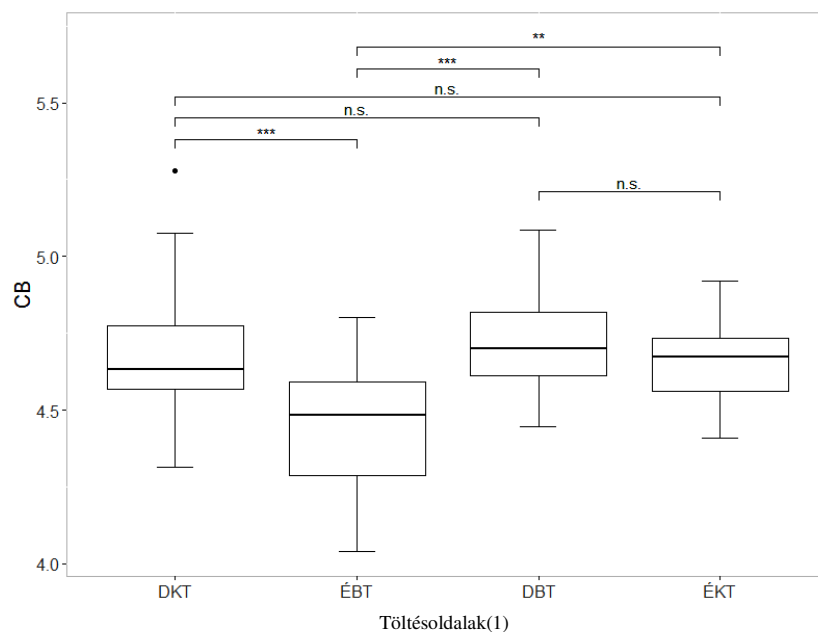


Figure 4: Mean continentality indicator values (CB) on the dikes of the Maros River (DKT: landside slope of the southern dike (mostly south-facing), ÉBT: riverside slope of the southern dike (mostly north-facing), DBT: riverside slope of the northern dike (mostly south-facing), ÉKT: landside slope of the northern dike (mostly north-facing). Significant differences are marked with asterisks (** < 0.01; *** < 0,001) slopes of dikes(1)

5. ábra: Szociális magatartási típus (SBT) arányszámok a Maros folyó töltésein

(DKT: délies kitettséű külső töltésoldal, ÉBT: északias kitettséű belső töltésoldal, DBT: délies kitettséű belső töltésoldal, ÉKT: északias kitettséű külső töltésoldal). A szignifikáns különbségeket csillagokkal jelöltük (* < 0.05; *** < 0,001)

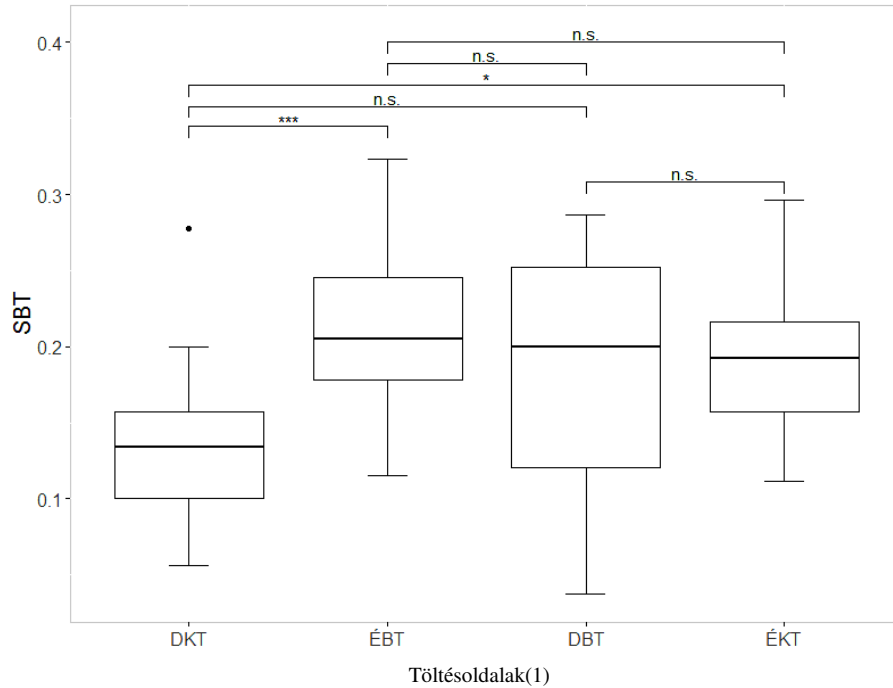


Figure 5: Social behaviour types (SBT) on the the dikes of the Maros River (DKT: landside slope of the southern dike (mostly south-facing), ÉBT: riverside slope of the southern dike (mostly north-facing), DBT: riverside slope of the northern dike (mostly south-facing), ÉKT: landside slope of the northern dike (mostly north-facing). Significant differences are marked with asterisks (* < 0.05; *** < 0,001) slopes of dikes(1)

DISZKUSSZIÓ

Jelen tanulmány a Maros folyó töltésein kialakult növényzet indikációjával és természetességével foglalkozik. A különböző kitettséű töltésoldalak között jelentős különbségeket találtunk a TB, WB, NB és CB indikátorérték-átlagok, valamint a növényzet természetessége tekintetében.

A kitettség növényzetmódosító szerepével számos tanulmány foglalkozik. Az északi félgömb délies kitettséű oldalain erőteljesebb a besugárzás, mint az északias kitettséű oldalakon (Jakucs, 1971; Pócs, 2000), így jelentős különbségek figyelhetők meg a két oldal hőmérsékletének és páratartalmának átlagaiban és napi menetében (Bátori et al., 2011, 2014). Ez a mezo- és mikroklimatikus különbség a növényzet jelentős differenciálódásához vezet (Hicks és Frank, 1984; Kutiel és Lavee, 1999; Erdős et al., 2012). Eredményeink azt mutatják, hogy a Maros menti töltések délies kitettséű oldalainak növényzete melegebb termőhelyet indikál, mint az északias kitettséű oldalak növényzete; bár a DBT és ÉKT között nem kapunk szignifikáns különbséget. Ennek elsődleges oka a különböző töltésoldalak hőmérsékletének és páratartalmának napi menetében keresendő. Nappal a DKT és a DBT hasonló mértékben melegszik fel, míg éjszaka a folyó és az ártéri erdő közelsége miatt a DBT jelentősebben lehűl, s a páratartalom értékei is magasabbak. Így a

kitettség mellett a töltésoldalak helyzete (belső vagy külső töltésoldal) is alapvetően meghatározza az abiotikus tényezőket, s ezzel együtt a töltésoldalakon kialakult növényzetet (Bátori et al., 2016). Ezek a tényezők a töltések talajnedvességi viszonyait is befolyásolják, amelyhez egy másik fontos tényező, az árvizek talajnedvességet befolyásoló szerepe is hozzájárul. Árvizek idején a belső töltésoldalak jelentős része víz alatt állhat (Kiss és Sipos, 2007), s az árvizek levonulása után a talajfelszín kiszáradása hosszú ideig elhúzódhat (elsősorban az északias kitettséű oldalakon). A belső töltésoldalak magasabb tápanyagtartalma elsősorban az árvizek hordalékszallító tevékenységével hozható összefüggésbe. A folyók energiájukat elveszítve a felső folyószakaszokról szállított tápanyagban gazdag hordalékot az alsó szakaszokon lerakják (Sándor, 2011). A kontinentalitás indikátorérték-átlagok tekintetében csak az ÉBT és a többi töltésoldal között találtunk szignifikáns különbséget. Ez a mutató a napi és az éves hőmérsékletingadozásra és a levegő páratartalmára utal (Király, 2006; Bajnok et al., 2011), így a fentiek tükrében érthető, hogy a legtöbb óceánikus-szuboceánikus és szuboceánikus növényfajt ezen a töltésoldalon találtuk. Mivel az egyes klímamodellek a Kárpát-medence területére jelentős hőmérsékletemelkedést és a nyári csapadék csökkenését jósolják (Bartholy és Pongrácz, 2007),

így hosszabb távon a növényzet kontinentális jellegének további erősödése és bizonyos funkcionális csoportok eltűnése várható a töltéseken (Török et al., 2013).

A SBT vizsgálatok kimutatták, hogy az ÉBT, a DBT és az ÉKT növényzetében magasabb volt a természetességet indikáló növényfajok száma, mint a DKT esetében. A belső töltésoldalak növényzetének magasabb természetessége a folyó propagulumszállító tevékenységével hozható összefüggésbe (Johansson et al., 1996; Jansson et al., 2005). Áradások alkalmával a töltésekkel lehatárolt ártér nagyobb természetességű gyepei (pl. mocsárrétek) és erdei (pl. keményfás ligeterdők) is víz alá kerülhetnek, s számos növényi propagulum juthat el a távoli folyószakaszokra, ahol a folyó lerakja hordalékát. Magasabb árvizek alkalmával a belső töltésoldalakon jelentős mennyiségű hordalék rakódhat le, s a hordalékkal érkező propagulumok lehetővé teszik a magasabb természetességre utaló növényfajok (pl. *Clematis integrifolia* és *Symphytum officinale*) kolonizációját is. A sztyeppfajok számára optimális mikroklímátikus viszonyoknak köszönhetően az ÉKT néhány ritkább löszgyepi

növényfaj (pl. *Allium rotundum* subsp. *rotundum* és *Thalictrum minus*) számára is menedéket nyújt (vö. Batori et al., 2016).

Eredményeink azt mutatják, hogy a folyók menti töltések különböző helyzetű és kitétségű oldalai változatos abiotikus háttérrel rendelkező élőhelyek kialakulását teszik lehetővé, melyeken változatos természetességű növényzet alakulhat ki. A folyók töltései jelentős szerepet játszhatnak az agrártájak flórájának és vegetációjának megőrzésében, s ezen keresztül egy adott terület biodiverzitásának fenntartásában. A kaszálás mellett a töltések mérsékelt (vagyis a töltések szerkezetében károkat nem okozó) legeltetése is javasolt, mellyel a töltések biodiverzitása tovább növelhető (Sallai et al., 2011; Tölgyesi et al., 2015).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Batori Zoltánnak, Cseh Viktóriának és Tölgyesi Csabának a terepi mintavételezésben és az adatelemzésben nyújtott segítségért.

IRODALOM

- Baessler, C.-Klotz, S. (2006): Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115:43-50.
- Bajnok M.-Török G.- Resch R.-Buchgraber K.-Tasi J. (2011): A termőhely, a gyeptípus és az időjárás szerepe néhány gyeppozíció alakulásában a hasznosítás intenzitásának függvényében. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 2010/2011: 13-18.
- Balogh, Á.-Nagy, A.-Vona, M.-Pottyondy, Á.-Herczeg, E.-Malatinszky, Á.-Penksza, K. (2006): Data to the weed composition of the Southern Trans-Tisza area. *Tájökológiai Lapok* 4: 139-148.
- Barczy A.-Penksza K.-Joó K. (2004): Alföldi kunhalmok talaj-növény összefüggés-vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* 53: 3-16.
- Barczy, A.-Penksza, K.-Joó, K. (2011): Soil-plant associations on kurgans of the Great Hungarian Plain. *Agrokémia és Talajtan* 60: 293-304.
- Bartholy, J.-Pongrácz, R. (2007): Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change* 57:83-95.
- Bastian, O.-Bernhardt, A. (1993): Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindication. *Landscape Ecology* 8:139-151.
- Batori, Z.-Csiky, J.-Erdős, L.-Morschhauser, T.-Török, P.-Körmöczy, L. (2009): Vegetation of the dolines in Mecsek Mountains (South Hungary) in relation to the local plant communities. *Acta Carsologica* 38: 237-252.
- Batori, Z.-Gallé, R.-Erdős, L.-Körmöczy, L. (2011): Ecological conditions, flora and vegetation of a large doline in the Mecsek Mountains (South Hungary). *Acta Botanica Croatica* 70: 147-155.
- Batori, Z.-Csiky, J.-Farkas, T.-E. Vojtkó, A.-Erdős, L.-Kovács, D.-Wirth, T.-Körmöczy, L.-Vojtkó, A. (2014): The conservation value of karst dolines for vascular plants in woodland habitats of Hungary: refugia and climate change. *International Journal of Speleology* 43:15-26.
- Batori, Z.-Körmöczy, L.-Zalatnai, M.-Erdős, L.-Ódor, P.-Tölgyesi, Cs.-Margóczy, K.-Torma, A.-Gallé, R.-Cseh, V.-Török, P. (2016): River dikes in agricultural landscapes: The importance of secondary habitats in maintaining landscape-scale diversity. *Wetlands* 36: 251-264.
- Batori, Z.-Vojtkó, A.-Farkas, T.-Szabó, A.-Havadtői, K.-Vojtkó, E. A.-Tölgyesi, Cs.-Cseh, V.-Erdős, L.-Maák, I. E.-Gunnar, K. (2017): Large- and small-scale environmental factors drive distributions of cool-adapted plants in karstic microrefugia. *Annals of Botany* 119: 301-309.
- Biró, M.-Révész, A.-Molnár, Zs.-Horváth, F.-Czúcz, B. (2008): Regional habitat pattern of the Danube-Tisza Interfluvium in Hungary II. *Acta Botanica Hungarica* 50:19-60.
- Borhidi A. (1993): A magyar flóra szociális magatartási típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai. *Janus Pannonius Tudományegyetem, Pécs*
- Daniél, H.-Lecamp, E. (2004): Distribution of three indigenous fern species along a rural-urban gradient in the city of Angers, France. *Urban Forestry & Urban Greening* 3:19-27.
- Deák, B.-Valkó, O.-Tóthmérész, B.-Török, P. (2014a): Alkali marshes of Central-Europe - Ecology, Management and Nature Conservation. In: Shao, H. B. (Ed.) *Salt Marshes: Ecosystem, Vegetation and Restoration Strategies*. Hauppauge: Nova Science Publishers, pp. 1-11.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Tóthmérész, B. (2014b): Solonchek meadow vegetation (*Beckmannia eruciformis*) in East-Hungary – an alliance driven by moisture and salinity. *Tuexenia* 34: 187-203.

- Deák B.-Török P.-Tóthmérész B.-Valkó O. (2015): A hencidai Mondró-halom, a löszgyep-vegetáció őrzője. *Kitaibelia* 20: 143-149.
- Deák, B.-Hüse, B.-Tóthmérész, B. (2016a): Grassland vegetation in urban habitats – Testing ecological theories. *Tuexenia* 36: 379-393.
- Deák, B.-Valkó, O.-Török, P.-Tóthmérész, B. (2016b): Factors threatening grassland specialist plants – A multi-proxy study on the vegetation of isolated grasslands. *Biological Conservation* 204: 255-262.
- Deák, B.-Tóthmérész, B.-Valkó, O.-Sudnik-Wójcikowska, B.-Bragina, T. M.-Moysiyenko, I.-Apostolova, I.-Bykov, N.-Dembicz, I.-Török, P. (2016c): Cultural monuments and nature conservation: the role of kurgans in maintaining steppe vegetation. *Biodiversity and Conservation* 25: 2473-2490.
- Diekmann, M. (2003): Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic and Applied Ecology* 4: 493-506.
- Dövényi Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest
- Ellenberg, H. (1974): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 9: 1-97.
- Erdős, L.-Méri, Á.-Bátori, Z.-Gallé, R.-Körmöczy, L. (2012): North-south facing vegetation gradients in the Villány Mountains: A case study on the population and the community level. *Pakistan Journal of Botany* 44: 927-932.
- Erdős, L.-Gallé, R.-Körmöczy, L.-Bátori, Z. (2013): Species composition and diversity of natural forest edges: edge responses and local edge species. *Community Ecology* 14: 48-58.
- Erdős, L.-Vida, A.-Körmöczy, L.-Bátori, Z.-Tölgyesi, Cs.-Ortmann-Ajkai, A. (2014): Vegetation pattern along a topographical gradient in a beech forest reserve in the Mecsek Mts (Hungary). *Austrian Journal of Forest Science* 131: 85-106.
- Erdős, L.-Bátori, Z.-Penksza, K.-Dénes, A.-Kevey, B.-Kevey, D.-Magnes, M.-Sengl, P.-Tölgyesi, Cs. (2017): Can naturalness indicator values reveal habitat degradation? A test of four methodological approaches. *Polish Journal of Ecology* 65 (in press).
- Felkai B. O. (2006): Gyepborítású árvízvédelmi földgátak ökonomiai kérdései. Doktori disszertáció. Szent István Egyetem, Gödöllő
- Feranec, J.-Hazeu, G.-Christensen, S.-Jaffrain, G. (2007): Corine land cover change detection in Europe (case studies of the Netherlands and Slovakia). *Land Use Policy* 24: 234-247
- Halász A.-Tasi J.-Rásó J. (2015): Fás legelők, legelőerdők, erdősávok és fasorok használata ökológiai gazdálkodási rendszerben. *Növénytermelés* 64(4): 77-89.
- Herczeg E.-Pottyondy Á.-Penksza K. (2005): Cönológiai vizsgálatok eltérő gazdálkodású dél-tiszántúli löszgyepekben. *Tájökológiai Lapok* 3: 259-265.
- Herczeg, E.-Barczy, A.-Penksza, K. (2006): Examinations on the correlation between soil and plants in grasslands of the South-east Hungary (floristica) summary and the vegetation of Sáp kurgan). *Tájökológiai Lapok* 4: 95-102.
- Herczeg E.-Szabó G.-Zimmermann Z.-Nagy A.-Wichmann B.-Penksza K. (2016): Természetvédelmi kezelések hatása a dél-tiszántúli szikes gyepek vegetációjára. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14(2): 13-27.
- Hicks, R. R.-Frank, P. S. (1984): Relationship of aspect to soil nutrients, species importance and biomass in a forested watershed in West Virginia. *Forest Ecology and Management* 8: 281-291.
- Hill, M. O.-Mountford, J. O.-Roy, D. B.-Bunce, R. G. H. (1999): Ellenberg's indicator values for British plants. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, UK
- Hüse, B.-Szabó, Sz.-Deák, B.-Tóthmérész, B. (2016): Mapping ecological network of green habitat patches and their role in maintaining urban biodiversity in and around Debrecen city (Eastern Hungary). *Land Use Policy* 57: 574-581.
- Illyés E.-Böloni J. (szerk.) (2007): Lejtősztyepek, löszgyepek és erdősztyeprétek Magyarországon. Budapest
- Jakucs L. (1971): A karsztok morfogenetikája. A karsztfeljődés variációi. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Jansson, R.-Zinko, U.-Merritt, D. M.-Nilsson, C. (2005): Hydrochory increases riparian plant species richness: a comparison between a free-flowing and a regulated river. *Journal of Ecology* 93:1094-1103.
- Johansson, M. E.-Nilsson, C.-Nilsson, E. (1996): Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science* 7: 593-598.
- Kamp, J.-Urazaliev, R.-Donald, P. F.-Hölzel, N. (2011): Post-Soviet agricultural change predicts future declines after recent recovery in Eurasian steppe bird populations. *Biological Conservation* 144: 2607-2614.
- Király A. (2006): Az Európában alkalmazott mutatószám-rendszerek összehasonlító elemzése. *Tájökológiai Lapok* 4: 35-64.
- Király G. (2009): Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggtelek Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvaló
- Kiss, T.-Sipos, G. (2007): Braid-scale channel geometry changes in a sandbedded river: significance of low stages. *Geomorphology* 84: 209-221.
- Kutiel, P.-Lavee, H. (1999): Effect of slope aspect on soil and vegetation properties along an aridity transect. *Israel Journal of Plant Sciences* 47: 169-178.
- Lengyel, A.-Purger, D.-Csiky, J. (2012): Classification of mesic grasslands and their transitions of South Transdanubia (Hungary). *Acta Botanica Croatica* 71: 31-50.
- Liebrand, C. I. J. M.-Sykora, K. V. (1996): Restoration of semi-natural, species-rich grasslands on river dikes after reconstruction. *Ecological Engineering* 7: 315-326.
- Löki, V.-Tökölyi, J.-Süveges, K.-Lovas-Kiss, Á.-Hürkan, K.-Sramkó, G.-Molnár, V. A. (2015): The orchid flora of Turkish graveyards: a comprehensive field survey. *Willdenowia* 45: 231-243.
- Maltby, E.-Blackwell, M. S. A. (2005): Managing riverine environments in the context of new water policy in Europe. *International Journal of River Basin Management* 3:133-141.
- Margóczi, K.-Drăgulescu, C.-Macalik, K.-Makra, O. (2002): Vegetation description of representative habitat complexes along the Maros (Mures) river. *Tiscia Monograph Series* 6: 45-50.
- Mészáros L.-Wichmann B.-Nagy A.-Penksza K. (2016): Dunaújváros környéki rekultivált felszín és természetes löszterület gyepeinek összehasonlító vizsgálata. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14:(1) 19-29.

- Nagy A.-Penksza K. (2006): Élőhely-értékelési lehetőségek déltiszántúli és veresgyházi területeken természetességi mutatók alapján. *Tájökológiai Lapok* 4: 115-125.
- Nagy A.-Penksza K. (2007): A Vésztő-Mágor Természetvédelmi Terület élőhelyterképe, és környezetgazdálkodási-termesztvédelmi értékelési lehetősége. *Tájökológiai Lapok* 5: 103-116.
- Nagy, A.-Penksza, K.-Laborczi, A.-Kiss, T. (2007a): Habitat mapping of Vésztő-Mágorpuszta (South-East Hungary) protected natural area. *Lucrări Științifice* 9(2): 125-132.
- Nagy, A.-Penksza, K.-Laborczi, A.-Kiss, T. (2007b): Possibilities for environmental management evaluation on the basis habitat mapping. *Lucrări Științifice* 9(2): 117-124.
- Nagy, G.-Halász, A.-Horváth, P. (2011): The potential role of Middle East-European grasslands in multifunctional rural development. In: W. Heijman (ed.) *Second Agrimba-AVA Congress*, Wageningen, The Netherlands. 1-9.
- Penksza K. (2000): A Dél-Tiszántúl új taxonjai, különös tekintettel a Poaceae család tagjaira. *Crisicum* 3: 73-78.
- Penksza K.-Kapocsi J. (1998): A Maros-völgy edényes növényei I. *Crisicum* 1: 35-74.
- Penksza K.-K. Szabó Zs. (2005): A *Poa humilis* Ehrh. ex Hoffm., mint egy gyakori gyepalkotó fajunk ismeretéről és taxonómiai helyzetéről. *Növénytermelés* 54: 301-306.
- Penksza, K.-Salamon, G.-Kapocsi, J.-Gyalus, B.-Kemény, G. (1998): Floristical and coenological data of the western territory of the Körös-Maros region I. *Studia Botanica Hungarica* 27-28: 123-130.
- Penksza K.-Vona M.-Herczeg E. (2005): Eltérő gazdálkodás során fenntartott természetes gyepek botanikai és talajtani vizsgálata tiszántúli kunhalmokon. *Növénytermelés* 54: 181-195.
- Penksza, K.-Nagy, A.-Laborczi, A.-Pintér, B.-Házi, J. (2012): Wet habitats along River Ipoly (Hungary) in 2000 (extremely dry) and 2010 (extremely wet). *Journal of Maps* 8: 157-164.
- Pócs T. (2000): Növényföldrajz. In: Hortobágyi T.-Simon T. (szerk.) *Növényföldrajz, társulástan és ökológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 25-166.
- Saláta D.-Wichmann B.-Házi J.-Falusi E.-Penksza K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. *AWETH* 7(3): 234-262.
- Saláta D.-S.-Falusi E.-Wichmann B.-Házi J.-Penksza K. (2012): Faj- és vegetáció-összetétel elemzése eltérő legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fáslegelők különböző növényzeti típusaiban. *Botanikai Közlemények* 99(1-2): 143-159.
- Sallai A.-Harcza M.-Szemán L.-Percze A. (2011): Árvízvédelmi földgátak legeltetési és kaszálásos hasznosításának értékelése. *Tájökológiai Lapok* 9: 275-284.
- Sándor A. (2011): A hullámtér feltöltődés folyamatának vizsgálata a Tisza középső és alsó szakaszán. *Doktori disszertáció*. Szegedi Tudományegyetem
- Sârbu, I.-Ștefan, N.-Oprea, A. (2013): Plante vasculare din România. Determinator ilustrat de teren. Victor B Victor, București
- Sengl, P.-Magnes, M.-Wagner, V.-Erdős, L.-Berg, C. (2016): Only large and highly-connected semi-dry grasslands achieve plant conservation targets in an agricultural matrix. *Tuexenia* 36: 167-190.
- Sudnik-Wójcikowska, B.-Moysiyenko, I. I.-Zachwatowicz, M.-Jabłońska, E. (2011): The value and need for protection of kurgan flora in the anthropogenic landscape of steppe zone in Ukraine. *Plant Biosystems* 145: 638-653.
- Tasi J.-Bajnok M.-Halász A.-Szabó F.-Harkányiné Székely Zs.-Láng V. (2014): Magyarországi komplex gyepgazdálkodási adatbázis létrehozásának első lépései és eredményei. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 12(1-2): 57-64.
- Tasi J.-Bajnok M.-Halász A.-Ibadzane M.-Penksza K. (2016): Az ökológiai mutatók és a jelzőnövények ismeretének jelentősége a gyepgazdálkodásban. I. rész: A talaj vízháztartása és kémhatása. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14(2): 49-54.
- ter Braak, C. J. F.-Wiertz, J. (1994): On the statistical analysis of vegetation change: a wetland affected by water extraction and soil acidification. *Journal of Vegetation Science* 5: 361-372.
- Tölgyesi, Cs.-Körmöczy, L. (2012): Structural changes of a Pannonian grassland plant community in relation to the decrease of water availability. *Acta Botanica Hungarica* 54: 413-431.
- Tölgyesi, Cs.-Bátori, Z.-Erdős, L. (2014): Using statistical tests on relative ecological indicator values to compare vegetation units – different approaches and weighting methods. *Ecological Indicators* 36: 441-446.
- Tölgyesi, Cs.-Bátori, Z.-Erdős, L.-Gallé, R.-Körmöczy, L. (2015): Plant diversity patterns of a Hungarian steppe-wetland mosaic in relation to grazing regime and land use history. *Tuexenia* 35: 399-416.
- Tölgyesi, Cs.-Erdős, L.-Körmöczy, L.-Bátori, Z. (2016): Hydrologic fluctuations trigger structural changes in wetland-dry grassland ecotones but have no effect on ecotone position. *Community Ecology* 17: 188-197.
- Török P.-Miglécz T.-Valkó O. (2013): A természetközeli gyepek szerepe a változatos élővilág és az ökológiai folyamatok fenntartásában. In: Török P. (szerk.) *Gyeptelepítés elmélete és gyakorlata az ökológiai szemléletű gazdálkodásban*. Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet, Budapest, 7-10.
- Uj, B.-Nagy, A.-Saláta, D.-Laborczi, A.-Malatinszky, Á.-Bakó, G.-Danyik, T.-Tóth, A.-S-Falusi, E.-Gyuricza, Cs.-Póti, P.-Penksza, K. (2016): Wetland habitats of the Kis-Sárrét 1860-2008 (Körös-Maros National Park, Hungary). *Journal of Maps* 12(2): 211-221.
- Valkó, O.-Török, P.-Matus, G.-Tóthmérész, B. (2012): Is regular mowing the most appropriate and cost-effective management maintaining diversity and biomass of target forbs in mountain hay meadows? *Flora* 207: 303-309.
- Varga, K.-Dévai, Gy.-Tóthmérész, B. (2013): Land use history of a floodplain area during the last 200 years in the Upper-Tisza region (Hungary). *Regional Environmental Change* 13:1109-1118.
- Vona M.-Penksza K. (2004): A szentesi Kántor-halom vegetációjának változása és ennek összefüggés a talaj vízháztartásával. *Tájökológiai Lapok* 2: 341-348.
- Ward, J. V.-Mallard, F.-Tockner, K. (2002): Landscape ecology: a framework for integrating pattern and process in river corridors. *Landscape Ecology* 17:35-45.
- Wichman B.-Péter N.-Saláta-Falusi E.-Saláta D.-Szentés Sz.-Penksza K. (2015): Cönológiai és természetvédelmi vizsgálatok a Kiskunsági Nemzeti Park Kelemen-széki magyar szürke marha és házi bivaly legelőin. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 13(1-2): 65-83.

