

## A szürke fenyérfű (*Bothriochloa ischaemum* L.) allelopatikus hatásának áttekintése

Szentes Szilárd

Szent István Egyetem Növénytermesztési Intézet, Gödöllő  
szemarcus@gmail.com

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szürke fenyérfű a pannon biogeográfiai régióban több mint ötven növénytársulásban előfordul, rendkívül változatos élő- és termőhelyeken. Ezek egy részén veszélyes inváziós fajjá is válhat, csökkentve azok természetvédelmi- és gazdasági értékét. Felszaporodását, invázióját segítheti a faj allelopatikus hatása. A feltett kérdések a következők. Van-e szakirodalmakból származó információ a szürke fenyérfű allelopatikus hatását illetően? Kapcsolatban állhat-e az allelopatikum a fenyérfűnek és az avarjának a szűrő hatásával? Nemzetközi kutatások alapján a szürke fenyérfű a nemzetség több más fajával együtt allelopatikus hatással rendelkezik. Az allelopatikum feltehetően vízoldható, mivel az öntözött avar is negatívan befolyásolta a többi fajt. Az anyag a faj saját növekedését is negatívan befolyásolja, de saját csírázását és a fiatal egyedek túlélését nem csökkenti, vagyis ezen allelopatikumok termelése a fenyérfű számára is bizonyos hátránnyal jár. A faj közvetlen hatása mellett közvetve is hat a többi növényre, például a mikorrhizáltság csökkentésével.

Jelenlegi ismereteink alapján a fajt nagyon nehéz tartósan visszaszorítani. Az ezt követő restauráció szintén nagyon nehéz feladat a fenyérfű által termelt allelopatikumok miatt. Ezért további vizsgálatokra van szükség, amelyek pontosan meghatározzák ezeket az allelopatikus hatásokat a többi növényfajra. Fenti eredmények a faj ökológiájának megértéséhez és a visszaszorítási technológiák kidolgozásához is fontos információkat szolgáltatnak.

**Kulcsszavak:** *Bothriochloa ischaemum*, inváziós faj, allelopatikum, avar, C<sub>4</sub>-es pázsitfűvek

### SUMMARY

The yellow bluestem occurs in more than fifty plant associations on different soil types in the Pannonian Biogeographical Region. The monitoring of this species is of high importance under Hungarian climatic conditions, since its spread may significantly reduce both the agricultural and the nature conservation value of grasslands. The allelopathic effects can help the spread and invasion of the species. The aim of this paper is to review the allelopathic effects of yellow bluestem. Based on international studies the yellow bluestem and other species of the *Bothriochloa* genus have allelopathic effects. The active allelopathic compounds are water-soluble as the intact plant litter can release allelopathic compounds through water. The application of yellow bluestem leachate or litter has negative conspecific effect in the case of biomass production. Between direct allelopathic effects the species can indirectly hinder its competitors through the alteration of relationships with mycorrhizal fungi.

**Keywords:** *Bothriochloa ischaemum*, invasion, allelopathic compound, litter, C<sub>4</sub> grass species

### BEVEZETÉS

Több kutatási eredmény mutatja, hogy a klíma felmelegedése, szárazodása a vegetáció fokozatos átalakulását okozza, segítve a C<sub>4</sub>-es pázsitfűfajok terjedését, így világszerte számíthatunk térnyerésükre, illetve lokális inváziójukra (Wittmer et al., 2010). Ezt a folyamatot a gyakran előforduló túllegettetés is erősíti (Virágh, 2002; Zólyomi és Fekete, 1994). A korlátozott vízellátású időszakokban a C<sub>4</sub>-es fotoszintézis-típusú növényfajok C<sub>3</sub>-asokénál kedvezőbb vízfelhasználási hatékonysága, valamint magasabb hőigénye kimondottan a melegebb, szárazabb éghajlatú területeken jelent túlélési, illetve elterjedési előnyt. Jól példázza ezt a hazánkban őshonos C<sub>4</sub>-es típusú késeiperje (*Cleistogenes serotina*) utóbbi időben tapasztalt inváziója, a síkvidéki, aridabb területeken (Szigetvári, 2002). A késeiperje mellett Közép-Európában és a mediterráneumban a Dél-eurázsiai eredetű szürke fenyérfű (*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng) a másik ilyen, jelentős faj. A fenyérfű erős kompetíciós képességét kísérletek is bizonyítják (Schmidt et al., 2008). Számos tulajdonsággal rendelkezik (zsombékol, vegetatív (rizómával) szaporodás, agamospermia, gyors virágzás és „ivarérettség”, allelopátia, antagonizmus (számos mikroorganizmussal), források (pl.: talajnedvesség) hatékony kihasználása, árnyékolás, gyors növekedés, jó bokrosodás, kis magméret, gyors terjedési képesség, igen jó plasztikus morfológiai tulajdonságok), amely magyarázatot adhat erre a kompetíciós előnyre (Schmidt et al., 2008; Kalapos, 1991; Sente et al., 1996; Kalapos és Mojzes, 2008). Elszaporodása, illetve dominanciájának növekedése negatívan befolyásolja a gyepek fiziognómiai szerkezetét, fajszegényedést idéz elő, csökkenti a gyepek biodiverzitását (Bartha, 2007; Gabbard és Fowler, 2007; Dee et al., 2016) és gazdasági értékét (Szabó et al., 2008; Grimaud et al., 2006).

A faj elterjedésének súlypontja a dél-szibériai sztyeppek, Közép-Ázsia, valamint az Aral- és Kaszpi-tó térsége. Az USA-ba az 1920-as években telepítették be erózióvédelmi és takarmánytermesztési céllal. Azóta több millió hektárnyi kedvezőtlen adottságú gyeper és útszegélyt telepítettek vele (White és DeWald, 1996; Harmoney et al., 2004), ahonnan átterjedt az őshonos gyepekbe, ahol invazív fajként viselkedik. Különböző fajtái az USA-ban mára széles körben elterjedtek, és különösen Texas Államban okoznak nagy természetvédelmi problémát, ahol sűrű monokultúrái kiszorítják az ott őshonos fűféléket. Bár Közép-Európában ritkának minősül, a pannon biogeográfiai

régió egész területén előfordul. Meleg, száraz, ritkábban félszáraz, meszes vagy gyengén savanyú, tápanyagban és humuszban szegény törmelék-, szikla-, homok-, vályog- és lösztalajokon egyaránt jellemző. Hazánkban a száraz sziklai és pusztai gyepek (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tüxen ex Soó 1947) karakterfaja. Széles és változatos elterjedése miatt azonban cönológiai helyzete a mai napig nem tisztázott teljes mértékben. Az általa dominált állapot több gyeptársulás ismert degradálódási/szukcessziós állomása. Ilyenek pl. a *Salvio-Festucetum rupicolae* (Virágh és Fekete, 1984; Zólyomi és Fekete, 1994; Bartha, 2007), a *Pulsatillo-Festucetum rupicolae* (Virágh és Fekete, 1984; Kovács, 1985), vagy a *Cleistogeni Festucetum rupicolae* (Soó, 1959; Virágh és Fekete, 1984; Matus és Barina, 2007). Ennek köszönhetően hazánkban a fenyérfüves állományok rendszerint szubasszociációként, vagy fáciesként jelennek meg a szakirodalomban, azonban többek között Bulgáriában, Horvátországban, Szlovákiában, stb. ma is társulásalkotó fajként tartják számon.

A hazai viszonyok között széles élőhelyspektrumban fordul elő az aszályos fekvésű parlagoktól, sziklagyepektől (pl. Penksza, 1995a, b; Penksza et al., 1994, 1996, 1998, 2002; Erdős et al., 2010, 2012; Albert et al., 2014), a kiszáradó kékperjés láprétekig (Kovács és Takács, 1992).

Sikerének egyik háttértényezője allelopaticus hatása, ami egy általánosan alkalmazott ökológiai stratégia az őshonos és a nem őshonos fajok esetében is (Meiners, 2014). Jelen munkában ennek az irodalmi áttekintését végzem el. A feltett kérdések a következők. Van-e szakirodalmakból származó információ a szürke fenyérfű allelopaticus hatását illetően? Kapcsolatban állhat-e az allelopaticum és az avar a fenyérfű dominanciáját növelő, egyéb fajok számát csökkentő hatásával?

## EREDMÉNYEK

A nemzetség több fajára is jellemző, hogy különböző allelopaticumokat termel. Ilyenek például a *Bothriochloa laguroides* taxon variétása a var. *laguroides* (Scrivanti, 2010), valamint több Közép- és Dél-Amerikában előforduló fenyérfű faj (*B. barbinodis*, *B. edwardsiana*, *B. perforata*, *B. saccharoides* var. *saccharoides*, *B. springfieldii*) (Scrivanti et al., 2011), vagy a *Bothriochloa ischaemum* (Greer et al., 2014) is. Bartha et al. (2014) nyolc, a szukcesszió középső szakaszában felszaporodásra hajlamos (*Bothriochloa ischaemum*, *Solidago gigantea*, *Bromus erectus*, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca vaginata*, *Inula ensifolia*, *Festuca rupicola* s. l., *Inula britannica*) faj hatását vizsgálták a fajdiverzitásra a Kárpát-medecében. Eredményeik azt mutatták, hogy a nyolc faj közül a fenyérfű gyakorolta a legerősebb negatív hatást a fajdiverzitásra. Ezen eredmény hátterében is részben a faj allelopaticus hatása áll.

A faj allelopaticus hatásait Észak-Amerikában Greer et al. (2014) vizsgálták, akik, mint inváziós fajjal foglalkoztak a szürke fenyérfűvel. Az inváziós fajok sikerére több hipotézis is született.

Az „enemy release” hipotézis szerint az inváziós fajok sikerének az a titka, hogy maguk mögött hagyják specialista fogyasztóikat és betegségeiket. Számos kutatás bizonyította, hogy bizonyos inváziós fajok sikere ezzel magyarázható (Wolfe, 2002; Mitchell és Power, 2003; Reinhart et al., 2003; Reinhard és Callaway, 2004; Siemann és Rogers, 2003; Callaway et al., 2004; DeWalt et al., 2004; Jakobs et al., 2004). Ez azt feltételezi, hogy az őshonos elterjedési területen ezek a természetes ellenségek jelentősen csökkentik az egyedek túlélését és/vagy szaporaságát. A növényeknél azonban ez a hatás sokszor elenyésző (Callaway et al., 1999; Ridenour és Callaway, 2003; Lesica és Hanna, 2004; Maron és Vilá, 2001), mert másodlagos anyagcseretermékeket termelve hatékonyan védekeznek a herbivorok és a patogének ellen.

Az „evolution of increased competitive ability (EICA)” hipotézis szerint az inváziós elterjedési területen előnybe kerülnek és gyorsan elszaporodnak azok a genotípusok, amelyek nem termelnek ilyen védekező anyagokat, és ezt az energiát a növekedésre fordítják. Ezáltal nemcsak ilyen anyagokat termelő fajtársaiknál, de a saját természetes ellenségeik ellen védekezni kényszerülő őshonos fajoknál is erősebb kompetitorok lesznek. Egyes kutatások alátámasztják (Daehler és Strong, 1997; Willis és Blossey, 1999; Siemann és Rogers, 2001, 2003a, b; Leger és Rice, 2003), míg mások cáfolják (Willis et al., 2000; Vilá et al., 2003; van Kleunen és Schmid, 2003; Bossdorf et al., 2004; Maron et al., 2004) ezt a hipotézist.

A „novel weapons” (új fegyver) hipotézis szerint az inváziós fajok olyan allelopaticumokat termelhetnek, amelyek az újonnan meghódított környezetben erősen gátló hatásúak a többi fajra. Ugyanezek a biokémiai anyagok nem vagy alig befolyásolják az ilyen fajok őshonos elterjedési területén a velük együtt élő őshonos fajokat (Callaway és Ridenour, 2004), amelyek adaptálódtak ezekhez az anyagokhoz.

Ezek a hipotézisek nem függetlenek egymástól. Elképzelhető, hogy a különböző mechanizmusok párhuzamosan hatnak és felerősítik egymást. Greer et al. (2014) az „új fegyver” hipotézist igazolták. Csíráztatási, növekedési és túlélési kísérletet végeztek két Észak-Amerikában őshonos pázsitfűfajjal (*Adropogon gerardii*, *Schizachyrium scoparium*), és az ott inváziós *Bothriochloa ischaemum* fajjal. A csíráztatási kísérletben mindhárom faj 50-50 magját vetették el 3×8 petricsészébe. Ezeket a kontroll mellett, két kezelésnek vetették alá. *A. gerardii* és *B. ischaemum* hideg vizes kivonatóval öntözték őket. Az *A. gerardii* kivonata egyik faj csírázására sem volt hatással, míg a *B. ischaemum* kivonata a két másik faj csírázását szignifikánsan csökkentette, a saját magjainak csírázására viszont nem volt hatással.

A növekedési és túlélési kísérletben, üvegházban palántákat neveltek, amelyeket a következőképpen kezeltek: kontrol, *A. gerardii* hideg vizes kivonata, *B. ischaemum* hideg vizes kivonata, *A. gerardii* avarral való takarás, *B. ischaemum* avarral való takarás. A növekedési kísérletben a *B. ischaemum*

kivonata mindhárom faj esetében csökkentette a föld feletti és alatti biomaszát mennyiségét a kontrollhoz képest. Ezen kezelésnek negatívabb hatása volt az ott őshonos fajokra, mint az *A. gerardii* kivonatnak. Az *A. gerardii* kivonata nem volt hatással az észak-amerikai fajok növekedésére a kontrollhoz képest. Ezzel szemben szignifikánsan csökkentette a *B. ischaemum* biomaszát produkcióját. A *B. ischaemum* biomaszatermelését mindkét kivonat szignifikánsan csökkentette a kontrollhoz képest. Az *A. gerardii* és a *B. ischaemum* avar is csökkentette mindhárom faj biomaszát produkcióját, de a *B. ischaemum* avar negatív hatása erősebb volt.

A palánták túlélését nem befolyásolta az *A. gerardii* kivonata és avarja. Ugyanakkor a *B. ischaemum* kivonata és avarja csökkentette mindkét őshonos amerikai faj túlélését, míg saját magára nem volt hatással. A *B. ischaemum* kivonatának erősebb hatása volt az amerikai fajokra, mint az avarjának. A *B. ischaemum* túlélését nem befolyásolta egyik kezelés sem. Greer et al. (2014) vizsgálata megerősítette a „novel weapons” hipotézist, mivel a *B. ischaemum* hideg vizes kivonata és avarja az őshonos fajok csírázására, növekedésére és túlélésére is negatív hatással volt, míg saját magára nem volt hatása a fajnak. Feltételezhetően az adott területen élő fajok olyan talajmikrobákkal vannak kapcsolatban, melyek semlegesíteni tudják a helyi őshonos növények által termelt allelopatikumokat (Inderjit és van der Putten, 2010). Ha ezeket a mikrobákat új biokémiai „fegyvereknek” teszik ki (pl. olyan allelopatikumoknak, amelyeket nem őshonos fajok termelnek), akkor lehet, hogy nem lesznek képesek azokat semlegesíteni, így azok akár toxikus mértékben akumulálódhatnak. Elképzelhető, hogy ezen vizsgálat eredményei is ezzel magyarázhatók. Ezt az elképzelést alátámasztja az eredmény is, hogy nem csak a *B. ischaemum* volt

negatív hatással az amerikai fajokra, de az *A. gerardii* is negatívan befolyásolta a *B. ischaemum* növekedését. Ezeket az allelopatikus anyagokat jelenleg még nem azonosították, de az feltételezhető, hogy ezek léteznek, és valószínűleg vízdoldhatóak, mivel az avaros kezelések esetében is kifejtették hatásukat a bemosódó öntözővíz hatására. Bár adataink azt mutatják, hogy a *B. ischaemum* közvetlenül gátolja az amerikai fajok csírázását, ismeretes, hogy a faj indirekt módon is befolyásolja azok növekedését: a növekedés csökkenése a *B. ischaemum* kivonatos és avaros kezeléseket követően. Ennek hátterében többek között a fajnak más fajok arbuskuláris mikorrhizálságát csökkentő hatása állhat (Wilson et al., 2012).

Azt már több tanulmány leírta, hogy az invazív fajok az új környezetükben allelopatikus anyagokat termelnek (Prati és Bossdorf, 2004; Dornig és Cipollini, 2006; Harnden et al., 2011), de ezekben a vizsgálatokban a „hódító” fajra ezek nem voltak hatással. Greer et al. (2014) vizsgálatában viszont a *B. ischaemum* hideg vizes kivonata és avarja a faj saját növekedését is negatívan befolyásolta, de a csírázást és a palánták túlélését nem csökkentette. Eszerint ezen allelopatikumok termelése a *B. ischaemum* számára is bizonyos hátránnyal jár. Hosszú távon azonban megéri neki a többi fajjal szemben, mert kompetitív előnyre tesz szert.

Az allelopatikumok pontos meghatározása nagyon nehéz, mivel az egyes összetevők azonosítása a talajban jelentősen különbözhet az élő növényben találhatóétól (Hagen et al., 2013). Ezen kívül nehéz egy-egy önálló allelopatikumot „felelőssé tenni” egy-egy hatásért, folyamatért, mivel azok kifejtetik hatásukat önállóan vagy egymással kombinálódva is (Hiero és Callaway, 2003). Emellett, ha sikerül is az allelopatikum pontos azonosítása, funkcióját még akkor sem értjük teljesen a talaj-növény rendszerben (Uren, 2007).

#### IRODALOM

- Albert, Á. J.-Kelemen, A.-Valkó, O.-Migléc, T.-Cseceserits, A.-Rédei, T.-Deák, B.-Tóthmérész, B.-Török, P. (2014): Trait-based analysis of spontaneous grassland recovery in sandy old-fields. *Applied Vegetation Science* 17: 214-224.
- Bartha S. (2007): Kompozíció, differenciálódás és dinamika az erdőssztyepp bióm gyepeiben. 72-103. In: Illyés E.-Bölöni J. (szerk.): *Lejtőssztyepek, löszgyepek és erdőssztyeprétek Magyarországon*. Budapest, 236.
- Bartha, S.-Szentés, S.-Horváth, A.-Házi, J.-Zimmermann, Z.-Molnár, C.-Dancza, I.-Margóczy, K.-Pál, R.-Purger, D.-Schmidt, D.-Óvári, M.-Komoly, C.-Sutyinszki, Z.-Szabó, G.-Csathó, A. I.-Juhász, M.-Penksza, K.-Molnár, Zs. (2014): Impact of mid-successional dominant species on the diversity and progress of succession in regenerating temperate grasslands. *Applied Vegetation Science*. 17 (2): 201-213.
- Bossdorf, O.-Prati, D.-Auge, H.-Schmid, B. (2004): Reduced competitive ability in an invasive plant. *Ecology Letters*. 7. 346-53.
- Callaway, R. M.-Ridenour, W. M. (2004): Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:436-433.
- Callaway, R. M.-Deluca, T.-Ridenour, W. M. (1999): Herbivores used for biological control may increase the competitive ability of the noxious weed *Centaurea maculosa*. *Ecology*. 80: 1196-1201.
- Callaway, R. M.-Thelen, G. G.-Rodriguez, A.-Holben, W. E. (2004): Release from inhibitory soil biota in Europe may promote exotic plant invasion in North America. *Nature*. 427: 731-733.
- Daehler, C. C.-Strong, D. R. (1997): Reduced herbivory resistance in introduced smooth cordgrass (*Spartina alterniflora*) after a century of herbivore-free growth. *Oecologia*. 110: 99-108.
- Dee, J. R.-Thomas, S. M.-Thompson, S. D.-Palmer, M. W. (2016): Long-term late season mowing maintains diversity in southern US tallgrass prairie invaded by *Bothriochloa ischaemum*. *Applied Vegetation Science*. DOI: 10.1111/avsc.12227
- Dewalt, S. J.-Denslow, J. S.-Ickes, K. (2004): Natural-enemy release facilitates habitat expansion of the invasive tropical shrub *Clidemia hirta*. *Ecology*. 85: 471-483.
- Dornig, M.-Cipollini, D. (2006): Leaf and root extracts of the invasive shrub, *Lonicera maackii*, inhibit seed and

- germination of three herbs with no autotoxic effects. *Plant Ecology*. 184: 287-296.
- Erdős L.-Dénes A.-Kovács Gy.-Tóth V.-Pál R. (2010): Adatok a Villányi-hegység flórájának ismeretéhez. *Botanikai Közlemények*. 97: 97-112.
- Erdős L.-Dénes A.-Morschhauser T.-Bátori Z.-Tóth V.-Körmöczi L. (2012): A Villányi-hegység aktuális vegetációja észak-déli irányú vegetációs grádiensek tükrében. *Botanikai Közlemények* 99 (1-2): 47-63.
- Gabbard, B. L.-Fowler, N. L. (2007): Wide ecological amplitude of diversity-reducing invasive grass. *Biological Invasions*, 9: 149-160.
- Greer, M. J.-Wilson, G. W. T.-Hickman, K. R.-Wilson, S. M. (2014): Experimental evidence that invasive grasses use allelopathic biochemicals as a potential mechanism for invasion: chemical warfare in nature. *Plant and Soil*. 385: 165-179.
- Grimaud, P.-Sauzier, J.-Bheekhee, R.-Thomas, P. (2006): Nutritive value of tropical pastures in Mauritius. *Tropical Animal Health and Production*. 38: 159-167.
- Hagen, D. L.-Jose, S.-Lin, C. H. (2013): Allelopathic exudates of cogongrass (*imperata cylindrical*): implications for performance of native pine savanna plant species in the southeastern. U.S. *Journal of Chemical Ecology*. 39:312-322.
- Harmony, K. R.-Stahlman, P. W.-Hickman, K. R. (2004): Herbicide effects on established yellow old world bluestem (*Bothriochloa ischaemum*). *Weed Technology*. 18 (3): 545-550.
- Harnden, J.-MacDougall, A. S.-Sikes, B. A. (2011): Field-based effects of allelopathy in invaded tallgrass prairie. *Botany*. 89: 227-234.
- Hierro, J. L.-Callaway, R. M. (2003): Allelopathy and exotic plant invasion. *Plant and Soil*. 256: 29-39.
- Inderjit, U.-van der Putten, W. H. (2010): Impacts of soil microbial communities on exotic plant invasion. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 512-519.
- Jakobs, G.-Weber, E.-Edwards, P. J. (2004): Introduced plants of the invasive *Solidago gigantea* (Asteraceae) are larger and grow denser than conspecifics in the native range. *Diversity and Distribution*. 10: 11-19.
- Kalapos, T. (1991): C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> grasses of Hungary: environmental requirements, phenology and role in the vegetation. *Abstracta Botanica*. 15: 83-88.
- Kalapos T.-Mojzes A. (2008): Milyen jövő vár a C<sub>4</sub>-es pázsitfűvekre mérsékeltövi gyepekben napjaink környezeti változásai közepette? 111-124. In: Kröel-Dulay Gy.-Kalapos T.-Mojzes A. (szerk.): *Talaj-vegetáció-klíma kölcsönhatások. Köszöntjük a 70 éves Láng Editet*, MTA ÖBKI, Vácrátót, 244.
- Kovács J. A.-Takács B. (1992): A bozsoki Zsidó-rét növényzete és botanikai értékei. *Kanitzia*. 1: 1-52.
- Kovács M. (1985): A Sár-hegy növénytársulásai. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis*. 13: 9-12.
- Leger, E. A.-Rice, K. J. (2003): Invasive California poppies (*Eschscholzia californica* Cham.) grow larger than native individuals under reduced competition. *Ecology Letters*. 6: 257-264.
- Lesica, P.-Hanna, D. (2004): Indirect effects of biological control on plant diversity vary across sites in Montana grasslands. *Conservation Biology*. 18: 444-454.
- Maron, J. L.-Vilá, M. (2001): Do herbivores affect plant invasion? Evidence for the natural enemies and biotic resistance hypotheses. *Oikos*, 95:363-373.
- Maron, J. L.-Vilá, M.-Bommarco, R. (2004): Rapid evolution of an invasive plant. *Ecological Monographs*. 74: 261-280.
- Matus G.-Barina Z. (2007): A baji Lábás-hegy és Kecse-hegy flórája, *Convolvulus cantabrica* L. a Gerecsében. *Botanikai Közlemények*. 94: 57-73.
- Meiners, S. J. (2014): Functional correlates of allelopathic potential in a successional plant community. *Plant Ecology*. 215: 661-672.
- Mitchell, C. G.-Power, A. G. (2003): Release of invasive plants from fungal and viral pathogens. *Nature*. 421: 625-627.
- Penksza, K. (1995a): Flora of the Őr-hegy (Gerece Mts, Hungary). *Studia Botanica Hungarica*. 26: 37-48.
- Penksza, K. (1995b): Flora of the Fehér-szirt and its surroundings near Kesztlőc, Hungary. *Studia Botanica Hungarica*. 26: 49-63.
- Penksza K.-Morschhauser T.-Horváth F.-Asztalos J. (1994): A kesztölci Kétágú-hegy és környékének vegetációtérképe. *Botanikai Közlemények*. 81: 157-164.
- Penksza K.-Káder F.-Benyovszky B. M. (1996): Vegetációtanulmány a Balatonalmádi (Vörösberény) melletti Megye-hegyről. *Botanikai Közlemények*. 83: 71-90.
- Penksza, K.-Benyovszky, B. M.-Nagy, Z.-Káder, F.-Dóczi, Á.-Tóth, S. (1998): Changes in the grasslands of a study area Sóly (Bakony mountains, Hungary). *Grassland Science in Europe*. 17: 499-502.
- Penksza K.-Káder F.-Süle Sz. (2002): Vegetációtanulmány a balatonalmádi Megye-hegyről (gyeptársulások vizsgálata). *A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei*. 19: 7-24.
- Prati, D.-Bossdorf, O. (2004): Allelopathic inhibition of germination by *Alliaria petiolata* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*. 91:285-288.
- Reinhart, K. O.-Callaway, R. M. (2004): Soil biota facilitate exotic *Acer* invasions in Europe and North America. *Ecological Applications*. 14: 1737-1745.
- Reinhart, K. O.-Packer, A.-Van der Putten, W. H.-Clay, K. (2003): Plant-soil biota interactions and spatial distribution of black cherry in its native and invasive ranges. *Ecology Letters*, 6: 1046-50.
- Ridenour, W. L.-Callaway, R. M. (2003): Root herbivores, pathogenic fungi, and competition between *Centaurea maculosa* and *Festuca idahoensis*. *Plant Ecology*. 169: 161-170.
- Scrivanti, L. R. (2010): Allelopathic potential of *Bothriochloa laguroides* var. *laguroides* (DC.) Herter (Poaceae: Andropogoneae). *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*. 205: 302-305.
- Scrivanti, L. R.-Anton, A. M.-Norrman, G. A. (2011): Allelopathic potential of South American *Bothriochloa* species (Poaceae: Andropogoneae). *Allelopathy Journal*. 28 (2): 189-200.
- Siemann, E.-Rogers, W. E. (2001): Genetic differences in growth of an invasive tree species. *Ecology Letters*. 4: 514-518.
- Siemann, E.-Rogers, W. E. (2003): Increased competitive ability of an invasive tree limited by an invasive beetle. *Ecological Applications* 13: 1503-1507.
- Schmidt, C. D.-Karen, C. R.-Hickman, C.-Channell, R.-Harmony, K.-Stark, W. (2008): Competitive abilities of native grasses and non-native (*Bothriochloa* spp.) grasses. *Plant Ecology*. 197: 69-80.
- Soó R. (1959): Az Alföld növényzete kialakulásának mai megítélése és vitás kérdései. *Földrajzi Értesítő*. 8: 1-26.

- Szabó I.-Kercsmár V.-Hársvölgyi-Szőnyi É. (2008): Löszpusztarét összehasonlító értékelése fenyérfű (*Bothriochloa ischaemum*) dominanciával a Jaba-völgyben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*. 6: 55-61.
- Szente, K.-Nagy, Z.-Tuba, Z.-Fekete, G. (1996): Photosynthesis of *Festuca rupicola* and *Bothriochloa ischaemum* under degradation and cutting pressure in a semiarid loess grassland. *Photosynthetica*. 32 (3): 399-407.
- Szigetvári, Cs. (2002): Distribution and phytosociological relations of two introduced plant species in an open sand grassland area in the Great Hungarian Plain. *Acta Botanica Hungarica*. 44: 163-183.
- Uren, N. C. (2007): Types, amounts, and possible functions of compounds released into rhizosphere by soil-grown plants. In: Pinton, R.-Varanini, Z.-Nannipieri, P. (szerk): *The rhizosphere: biochemistry and organic substances at the soil-plant interface*, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, pp 1-21.
- Van Kleunen, M.-Schmid, B. (2003): No evidence for evolutionary increased competitive ability (EICA) in the invasive plant *Solidago canadensis*. *Ecology*. 84: 2824-2831.
- Vilà, M.-Gomez, A.-Maron, J. L. (2003): Are alien plants more competitive than their native conspecifics? A test using *Hypericum perforatum*. *Oecologia*. 137: 211-215.
- Virágh K. (2002): A *Bothriochloa ischaemum* (fenyérfű) szerepe a löszgyepek degradációjában és regenerációjában. 79-81. p. In: Fekete G. (Szerk.): A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete 50 éve (1952-2002). MTA ÖBKI, Vácrátót, 460.
- Virágh, K.-Fekete, G. (1984): Degradation stages in a xeroseries: composition, similarity, grouping, coordination. *Acta Botanica Hungarica*. 30: 427-459.
- White, L.-Dewald, C. (1996): Yield and quality of WW-Iron master and Caucasian bluestem regrowth. *Journal of Range Management*, 49: 42-45.
- Willis, A. J.-Blossey, B. (1999): Benign climates don't explain the increased plant size of non-indigenous plants: a cross-continental transplant experiment. *Biocontrol Science and Technology*. 9: 567-577.
- Willis, A. J.-Merritt, J.-Forrester, R. I. (2000): Is there evidence for the post-invasion evolution of increased size among invasive plant species? *Ecology Letters*. 3: 275-283.
- Wilson, G. W. T.-Hickman, K. R.-Williamson, M. M. (2012): Invasive warm-season grasses reduce mycorrhizal root colonization and biomass production of native prairie grasses. *Mycorrhiza*. 22:327-336.
- Wittmer, M. H. O. M.-Auerswald, K.-Bai, Y. F.-Schaufele, R.-Schnyder, H. (2010): Changes in the abundance of C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> species of Inner Mongolia grassland: evidence from isotopic composition of soil and vegetation. *Global Change Biology*. 16 (2): 605-616.
- Wolfe, L. M. (2002): Why alien invaders succeed: support for the escape-from-enemy hypothesis. *The American Naturalist*. 160: 705-711.
- Zólyomi, B.-Fekete, G. (1994): The Pannonian loess steppe: differentiation in space and time. *Abstracta Botanica*. 18: 29-41.

