

BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEK

ALAPÍTVÁ 1901

A MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG BOTANIKAI SZAKOSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI
(COMMUNICATIONES SECTIONIS BOTANICAE SOCIETATIS BIOLOGICAE HUNGARIAE)

Szerkeszti – Redigit

KALAPOS Tibor és TAMÁS Júlia



Kötet – Tomus

112.

Füzet – Fasciculus

1.



Budapest, 2025

BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztőbizottság – Editorial board

BARINA Zoltán (Budapest), BÓDIS Judit (Keszthely), CSISZÁR Ágnes (Sopron), CSONTOS Péter (Budapest), LÁNG Edit (Vácraót), MÉSZÁROS Ilona (Debrecen), PAPP Nóra (Pécs), SURÁNYI Dezső (Cegléd), SZABÓ István (Keszthely), SZŐKE Éva (Budapest)

Technikai szerkesztő – Technical editor: LŐKÖS László (Budapest)



A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

A címlapon a *Quercus petraea* tavaszi hajtása látható. Tamás Júlia eredeti tusrája.

© Magyar Biológiai Társaság – Hungarian Biological Society, 1113 Budapest, Karolina út 29. A lph. 1/102.

<https://ojs.mtak.hu/index.php/BotKozlem>; <https://mbt-biologia.hu/botanikai-kozlemenyek>

A Botanikai Közleményeket az EBSCO Academic Search Premier, a SCOPUS és az MTMT referálják, valamint az MTA REAL és REAL-J repozitóriumaiban archiválásra kerül.

ISSN 0006-8144 (Nyomtatott); ISSN 2415-9662 (Online)

Útmutató a Botanikai Közlemények szerzői részére (kivonat)

A **Botanikai Közlemények** a növénytan különböző szakterületeit képviselő színvonalas, eredeti közleményeket, egy-egy szakterületet áttekintő szemléket és rövid közleményeket jelentet meg magyar vagy angol nyelven. A nemzetközi szakmai közvélemény tájékoztatása érdekében a magyar nyelvű cikkeket címét, kulcsszavait, összefoglalóját, az ábrák és táblázatok címét és feliratait angol nyelven is megadja. Angol nyelvű cikkeknél a cím, a kulcsszavak és az összefoglaló magyar nyelven is elérhető. A kéziratok kizárólag elektronikus úton (doc vagy docx állományként) nyújthatók be a **folyóirat webhelyén** (<https://ojs.mtak.hu/index.php/BotKozlem>) vagy közvetlenül **Kalapos Tibor** (kalaposti@gmail.com) részére csatolmányként elküldve. A lap profiljába nem illő kéziratokat a szerkesztők indoklással azonnal visszaküldik a szerzőknek. A tárgyévi 1. füzetbe január 1-ig, a 2. füzetbe július 1-ig tudjuk fogadni a kéziratokat. A később érkezők a következő füzetben kerülnek közlésre elfogadás esetén.

A kézirat tagolása (eredeti közlemény esetén)

1. oldal (külön sorokban): A cikk címe; szerző(k) neve; a szerző(k) munkahelye, postacíme, e-mail címe; a dolgozat rövid címe (max. 50 karakter, szóközzel együtt); kulcsszavak (max. hat, ábécésorrendben).

1. oldalon indítva, majd folyamatosan: Összefoglalás, Bevezetés, Anyag és módszer, Eredmények, Megvitatás, Köszönetnyilvánítás (ha van), Irodalomjegyzék, Angol nyelvű összefoglaló: a dolgozat címe, a szerző(k) neve, munkahelye, postacíme, a kulcsszavak és a dolgozat összefoglalója angol nyelven. Az ezt követő oldalakon: a táblázatok (egyenként, külön oldalon) az adott táblázat magyar és angol címével együtt; majd az ábrák (egyenként, külön oldalon) a megfelelő ábraalírások magyar és angol nyelvű szövegeivel együtt következzenek.

Az egyes fejezetek tartalmi jellemzői

Az **Összefoglalás** a vizsgált jelenség/kérdés felvetésére, az alkalmazott módszerekre, az elért legfontosabb új eredményekre és következtetésekre szorítkozzék, ne tartalmazzon irodalmi hivatkozást vagy a szerzők régebbi eredményeit.

A **Bevezetés** a munkához kapcsolódó legfontosabb szakirodalmi, illetve a korábbi saját kutatási eredményeket foglalja össze, melyekhez szorosan kapcsolódik az egyértelműen megfogalmazott kutatási cél.

Az **Anyag és módszer** fejezetben részletesen kell ismertetni a felhasznált anyagokat, leírni az alkalmazott módszereket a szükséges hivatkozásokkal együtt. Itt kell röviden ismertetni az alkalmazott statisztikai módszereket is.

Az **Eredmények** az elért új kutatási eredményeket tartalmazza jól áttekinthető ábrákkal és táblázatokkal dokumentáltan. Az ábrák és táblázatok csak azokat az adatokat tartalmazzák, melyek a szemléltetni kívánt jelenség, összefüggés megértéséhez feltétlenül szükségesek, kerülni kell az adatok ismétlődését, átfedését. A terjedelmesebb ábrák és táblázatok elektronikus (online) mellékletbe kerülhetnek, ami nyomtatásban nem jelenik meg, a folyóirat honlapjáról tölthető le.

A **Megvitatás** a kapott eredményeknek a szakirodalmi, illetve saját korábbi eredményekkel való összevetését és értékelését, az új eredmények kiemelését tartalmazza. Indokolt esetben az Eredmények és a Megvitatás összevonható.

(folytatva a borító 3. oldalán)

BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEK

ALAPÍTVÁ 1901

A MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG BOTANIKAI SZAKOSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI
(COMMUNICATIONES SECTIONIS BOTANICAE SOCIETATIS BIOLOGICAE HUNGARIAE)

Szerkeszti – Redigit

KALAPOS Tibor és TAMÁS Júlia

Kötet – Tomus

112.

Füzet – Fasciculus

1.



Budapest, 2025

Köszönet lektorainknak

A Botanikai Közleményekhez benyújtott kéziratokat a szerkesztők által felkért szakmai lektorok ellenőrzik. Segítségükkel tudjuk nagy múltú szakfolyóiratunk tudományos színvonalát fenntartani. 2020 és 2024 között a Botanikai Közlemények lektorai voltak az itt felsorolt szakemberek. Hálásak vagyunk önkéntes munkájukért.

Adamowski, Wojciech (Białowieża), Bagi István (Szeged), Bakacsy László (Szeged), Balogh Lajos (Szombathely), Barina Zoltán (Budapest), Bartha Dénes (Sopron), Bauer Norbert (Budapest), Bede-Fazekas Ákos (Vácrátót), Biró Marianna (Vácrátót), Bordács Sándor (Budapest), Bódis Judit (Keszthely), Bölöni János (Vácrátót), Çiçek, Mehmet (Denizli), Csathó András István (Battonya), Csete Sándor (Kaposvár), Csiky János (Pécs), Csiszár Ágnes (Sopron), Csontos Péter (Budapest), Čuda, Jan (Průhonice), Czóbel Szilárd (Hódmezővásárhely), Demény Krisztina (Budapest), Denisova, Gulnora R. (Novoszibirszk), Dobrikova, Anelia G. (Szófia), Dulai Sándor (Eger), Engloner Attila (Budapest), Erzberger, Peter (Berlin), Fodor Ferenc (Budapest), Fráter Erzsébet (Vácrátót), Haszonits Győző (Sopron), Házi Judit (Budapest), Hoffmann Richárd (Kaposvár), Höhn Mária (Budapest), Horváth András (Simontornya), Isépy István (Budapest), Juhász Magdolna (Pécs), Kalapos Tibor (Budapest), Kerényi-Nagy Viktor (Budapest), Kevey Balázs (Pécs), Kézdy Pál (Budapest), Kiełtyk, Piotr (Varsó), Király Gergely (Sopron), Kosztyuné Krajnyák Edit (Nyíregyháza), Köbölkuti Zoltán (Sopron), Kovács Dániel (Tápiószele), Kovács J. Attila (Szombathely), Kovács Zsófia (Budapest), Kovácsné Láng Edit (Budapest), Kun András (Budapest), Lájér Konrád (Baja), Lendvai Gábor (Sárbogárd), Lendvay Bertalan (Zürich), Lesku Balázs (Debrecen), Löki Viktor (Debrecen), Lukács Balázs (Debrecen), Malatinszky Ákos (Gödöllő), Málnási Csizmadia Gábor (Tápiószele), Matus Gábor (Debrecen), Mesterházy Attila (Debrecen), Molnár Csaba (Gömörzölös), Molnár Zsolt (Vácrátót), Mursal, Nigar (Baku), Nagy Ida (Mosonudvar), Ortman-né Ajkai Adrienne (Pécs), Pál Vivien (Debrecen), Papp Nóra (Pécs), Parádi István (Budapest), Pifkó Dániel (Budapest), Pócs Tamás (Eger), Rédei Dóra (Szeged), Rešetnik, Ivana (Zágráb), Riezing Norbert (Környe), Rigó Attila (Budapest), Rousseaux, Cecilia M. (La Rioja), Schmidt Dávid (Sopron), Schmotzer András (Eger), Sonkoly Judit (Debrecen), Štech, Milan (České Budějovice), Süveges Kristóf (Vácrátót), Szabó István (Keszthely), Szabó László Gy. (Pécs), Szabó-Szöllösi Tünde (Budapest), Szalai Zita Magdolna (Budapest), Szőke Éva (Budapest), Szűcs Péter (Eger), Takács Attila (Debrecen), Tamás Júlia (Budapest), Tóth Viktor (Tihany), Valkó Orsolya (Vácrátót), Veres Szilvia (Debrecen), Vidéki Róbert (Felsőcsatár), Vojtkó András (Eger), Wirth Tamás (Pécs), Żuchowski, Jerzy (Puławy)

A Tolnai-hegyhát két Natura 2000 erdőterületének összehasonlító növényföldrajzi vizsgálata

VAS István

7191 Hőgyész, Jókai u. 9.; istvanvas00@yahoo.de

Elfogadva: 2025. február 25.

Kulcsszavak: erdei élőhelyek, életformák, flóraelemek, karakterfajok, Kisszékelyi-dombság, Lengyel–Hőgyézi-erdők.

Összefoglalás: Jelen tanulmány a Tolnai-hegyhát két nagy erdőtömbjének a növényföldrajzi karakterét hasonlítja össze 2015 és 2019 között folytatott fitocönológiai adatgyűjtés eredményeinek feldolgozásával. A déli, Völgységbe kis részben átnyúló Lengyel–Hőgyézi-erdők Natura 2000 területen 102, az északi, a Mezőföldhöz közeli Kisszékelyi-dombság Natura 2000 területen 82 erdőrészletben végeztem fitocönológiai mintavételezést. Az eredmények alapján a Kisszékelyi-dombságban lévő erdős területek összetételében jelentősen nagyobb szerepet kapnak a xerofil erdők asszociációi (*Quercetea pubescentis-petraeae*), és alacsonyabb a bükkös (*Fagetalia sylvaticae*) csoport aránya. A Lengyel–Hőgyézi-erdőkben a száraz erdei élőhelyeken több az európai flóraelem, ugyanakkor a száraz és a nedves élőhelyeken egyaránt jóval kevesebb a kontinentális elem, mint a Kisszékelyi-dombságban, ahol megjelennek a pannóniai sztyeprétek (*Festucion rupicolae*) fajai is. A délkelet-európai molyhos tölgyesek (*Orno-Cotinetalia*) pontusi, szubmediterrán elemeinek térnyerésével a mezofil erdőkben erősebbé válik a szubmediterrán jelleg a Kisszékelyi-dombságban. A két terület vegetációjában jelentős különbség, hogy a Lengyel–Hőgyézi-erdőkhöz viszonyítva a Kisszékelyi-dombságban amúgy is nagyobb területet elfoglaló xerofil erdőtípusok között már jelentős arányban megjelennek a *Pulmonario mollis-Quercetum roboris* hegylábi zárt erdőssztyep lösztölgyes és az *Aceri tatarici-Quercetum roboris* tatárjuharos lösztölgyes asszociációk. A Kisszékelyi-dombságban kisebb a törpe- és kúszócserje (Ch), és a hagymás, gumós, gyöktörzses (G) életformacsoport csoportrészesedése a xerofil asszociációkban, viszont nagyobb a cserjék (M) hasonló részaránya ugyanebben az összevetésben. Az összehasonlító elemzés alapján a Tolnai-hegyhát északi részén fekvő Kisszékelyi-erdőben magasabb a száraz tölgyesek, valamint az eurázsiai száraz gyepek karakterfajainak, továbbá a kontinentális és a szubmediterrán flóraelemeknek a részese-sedése, mint a tájegység déli részén a zárt tölgyes jellegű Lengyel–Hőgyézi-erdőkben, ezért ezek a Mezőföldhöz közeli erdők már egyfajta átmenetet képeznek a szubmediterrán erdőssztyep jellegű erdők felé.

Idézés: Vas I. 2025: A Tolnai-hegyhát két Natura 2000 erdőterületének összehasonlító növényföldrajzi vizsgálata. Bot. Közlem. 112(1): 1–17. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.1>

Bevezetés

Ez a dolgozat a Tolnai-hegyháton a Duna-Dráva Nemzeti Park megbízásából végzett többéves fitocönológiai adatgyűjtés eredményeit összegzi. A mintavé-

telezés 2015–2017 között zajlott a Tolnai-hegyhát déli, a Völgségbe kis részben áthúzódó, 3636 ha kiterjedésű Lengyel–Hőgyészi-erdők Natura 2000 területen (DDNP 2016, Vas és TÓTH 2018). A felmérés az erdők lombkorona-, cserje- és gyepszintje összes faját érintette, és az erdőtípusok Á-NÉR (BÖLÖNI et al. 2011) szerinti élőhely besorolása is megtörtént. 2018-ban és 2019-ben az adatgyűjtés a hegyhát északi területén, a 2779 ha kiterjedésű Kisszékelyi-dombság Natura 2000 területen folytatódott hasonló metódus szerint, de kiterjesztve a gyepes és a vizes élőhelyekre is (DDNP 2016, Vas 2020). Korábban e két területről nem volt jelentős mennyiségű ilyen típusú adatközlés. A Lengyel–Hőgyészi-erdőkből HOLLÓS (1911, 1914) és HORVÁT (1942), majd később TÓTH (2013, 2014, 2018) publikált adatokat. A Kisszékelyi-dombságban Pillich Ferenc simontornyai gyógyszerész (PILICH 1927, 1930) 753 fajt írt össze különböző élőhelyekről, amit HOLLÓS (1911) és HORVÁT (1942) adatai egészítenek ki. A közép-európai flóratérképezési program keretében több kutató is közölt adatokat az utóbbi három évtizedben (BARTHA et al. 2015; KEVEY 1993, 2017, 2018 – Kisszékely, Simontornya; CSIKY et al. 2017 – Pincehely; TELEKI 2012 – Nagyszékely; KIRÁLY 2006 – Kisszékely; HORVÁTH 2014, 2017 – Kisszékelyi-erdő). Az utóbbi évtizedben a közeli Mezőföldön (LENDVAI et al. 2014, HORVÁTH et al. 2017), illetve a Tolnai-hegyhát északi pereménél levő Kisszékelyi-erdőben (LENDVAI et al. 2021) elemezték a tatárjuharos lösztölgyesek (*Aceri tatarici-Quercetum roboris*) cönológiai tulajdonságait, és a két területen az állományokat hasonló fajösszetételűnek találták. KEVEY et al. (2018) szintén a Tolnai-hegyhát északi részén, a Kisszékelyi- és a Nagyszékelyi-erdőben a zárt lösztölgyesekben (*Pulmonario mollis-Quercetum roboris*), majd KEVEY et al. (2019) a terület gyertyános-tölgyeseiben (*Corydali cavae-Carpinetum*) folytattak összehasonlító vizsgálatokat. Megállapították, hogy az itt található gyertyános-tölgyesek nem a dél-dunántúli *Asperulo taurinae-Carpinetum*-mal és a *Helleboro dumetorum-Carpinetum*-mal mutatnak közös vonásokat, hanem sokkal inkább a Dunántúli-középhegység *Corydali pumilae-Carpinetum* asszociációjával. A Kisszékelyi-erdőben e két asszociáció mellett már gyakrabban előfordulnak a tatárjuharos lösztölgyesek (*Aceri tatarici-Quercetum roboris*) is, amelyek a Mezőföld közelségére is utalnak, ahol előfordulásuk gyakoribb (LENDVAI et al. 2014).

BORHIDI (1961) és SOÓ (1962) klímazonális vegetációtérképe alapján megállapítható, hogy az erdőssztyep zóna és a zárt tölgyes zóna határa megosztja a Tolnai-hegyhátat, mivel a hegyhát nyugati felét – ahol a jelen tanulmányban vizsgált erdők is találhatóak – még egyértelműen a zárt tölgyes zónához sorolják. ORTMANN-NÉ AJKAI és HORVÁTH (2009) gyepek és erdők nagyobb térleptékű összehasonlításával a Tolnai-hegyhát átmeneti jellegét szintén kimutatta. MOLNÁR et al. (2018) a 20. században tapasztalt és a 21. században várható éghajlatváltozás ökológiai hatását vizsgálva, Magyarországon a szárazabb, mele-

gebb klímát elviselő növényzet jövőbeni térhódítását jelzik. Eredményeik szerint a klímazónák eltolódása miatt hazánk nagy részére az erdőssztyep zóna terjed ki, átalakítva többek között a Tolnai-hegyhát zárt erdeit is.

Jelen dolgozat célja a Tolnai-hegyhát florisztikailag és cönológiailag eddig nem vizsgált nyugati részén fekvő két erdőterület flórájának és jellemző erdei élőhelyeinek összehasonlítása elsősorban a növényföldrajzi vonások megismerése érdekében.

Anyag és módszer

A kutatási terület leírása

A Tolnai-dombságot három kistáj alkotja: a Tolnai-hegyhát, a Völgyesség és a Szekszárdi-dombvidék. A három kistáj közül a legnagyobb (716 km²) az É-ÉK felé háromszög alakban hosszan elnyúló Tolnai-hegyhát, melyet nyugat, észak és kelet felől a Kapos folyó és a Kapos, a Sió és a Sárvíz völgye határol. Déli határa a dombsági tájat csaknem keresztbe szelő és éles szerkezeti vonalat követő Alsóhidas-patak völgye (ÁDÁM 1969). A Tolnai-hegyhát a Pannon flóratartományban (Pannonicum), a Dél-Dunántúl flóraidékén (Praeillyricum) található Külső-Somogy flórajárás (Kaposense) kistája (MOLNÁR et al. 2018).

A Lengyel-Hőgyészi-erdők (a továbbiakban LHE) a Tolnai-hegyhát déli részén terülnek el, kissé átnyúlva a szomszédos Völgyesség kistájba is. Területük északi része Hőgyész környékén és a Kapos-völgy keleti felén, a déli rész a Kurd-lengyeli út mentén húzódik Lengyel falu irányába, Mucsitól nyugatra (1. ábra). Völgyekkel és szurdokokkal sűrűn felsabdalt, magasra kiemelt és nagy relief-energiájú táj. Ez a geomorfológiai tulajdonsága is megkülönbözteti a Mezőföldtől (TELEKI 2012). A terület mérsékelten meleg, mérsékelten száraz éghajlatú, erőssődő szubmediterrán hatással. Alapközete a pleisztocén lösz, amelyen agyagbemosódásos barna erdőtalaj és barnaföld termőréteg alakult ki. A vastag (20–40 m) lösztakaróval fedett hegyhátak (tengerszint feletti átlagmagasságuk 220 m) többnyire északnyugati-délkeleti irányúak, és felszínüket deráziós völgyek és fülkék sűrű hálózata tagolja. A lapos hegyhátak között széles és mély eróziós völgyek alakultak ki (ÁDÁM 1969).

A Kisszékelyi-dombság (a továbbiakban KDO) a Tolnai-hegyhát északi részén háromszög alakban leszűkül, nyugati oldalán a táblarögök meredek letörései után a Kapos völgyén túl már Külső-Somogy terül el, amely a hegyhátal együtt a Kaposense flórajárás része (SOÓ 1962, KEVEY 2004). Északi és keleti irányban a Sió és a Sárvíz völgyében már belesimul a Mezőföldbe (Colocense) (1. ábra), ami az Eupannonicum flóraidék része (HORVÁTH és KOVÁTS 2014). Az északnyugat-délkelet irányban húzódó dombhátak tengerszint feletti átlagmagassága 200 m. Éghajlatára a másik tájrészlethez képest főként a kontinen-

tális hatások fokozottabb érvényesülése jellemző, mérsékelten száraz, meleg vagy forró nyárral, magas napsütéses órászámmal és mérsékelten nedves, enyhe téllal. Az éves csapadékösszeg 600 mm, ami 40–50 mm-rel elmarad a Tolnai-dombság déli részén mért értékektől, területi eloszlása pedig keleti irányban csökkenő jellegű. Talajtípusok tekintetében a Ramann-féle barna erdőtalaj jellemző (PÁSZTOR et al. 2018), de a hegyhát keleti felén megjelenik a csernozjom is, mintegy jelezve a Mezőföld közelségét (ÁDÁM 1969). A Kisszékelyi-dombság területén két nagy erdészeti tömb, a Nagyszékelyi-erdő és a Kisszékelyi-erdő található. Az előbbi ennek a leszűkült dombsági területnek a Kapos-völgy felőli nyugati felén, az utóbbi ettől ÉK-re, a Sió-völgy közelében fekszik.

Vizsgálati módszerek

Az összehasonlító elemzéseket a két nagy Natura 2000 erdőtömb alábbi állományai között végeztem: *Potentillo micranthae-Quercetum dalechampii* (Á-NÉR: L2a Cseres-kocsánytalan tölgyesek), *Pulmonario mollis-Quercetum roboris* (Á-NÉR L2x Hegylábi zárt erdőssztyep lösztölgyes), *Asperulo taurinae-Carpinetum* (LHE) vagy *Corydali pumilae-Carpinetum* (KDO) (Á-NÉR K2 Gyertyános-kocsánytalan tölgyes). A *Corydali cavae-Carpinetum* (Á-NÉR K1a Gyertyános-kocsányostölgyes), a *Helleboro odori-Fagetum* (Á-NÉR K5 Bükkösök) és az *Aceri tatarici-Quercetum roboris* (Á-NÉR M2 tatárjuharos lösztölgyes) aszociációk párhuzamos összehasonlító elemzésére a kis mintaelemszám, illetve az egyik erdőtömbben egyik vagy másik erdőtípus teljes hiánya miatt nem volt lehetőség, ezért a xerofil típusú (L2a, L2x, M2) és a mezofil típusú (K2, K1a, K5) erdők felvételi adatait összevontam az elemzésekhez. A fitocönológiai felvételezéseket a Zürich–Montpellier növénycönológiai iskola (BECKING 1957) kvadrát módszerével végeztem, erdőrészfelületként egy 3200 m²-es, tartósan megjelölt kvadráttal. Ahol az állomány sűrűsége nem tette lehetővé ekkora mintaterület megbízható áttekintését, ott a kvadrátot két, egyenként 1600 m² nagyságú részre osztva felvételeztem és a rögzített borításértékeket átlagoltam (KEVEY 2008). A kvadrátok kijelölésekor a reprezentativitás erősítése céljából arra törekedtem, hogy minden felvétel jól tükrözze az élőhelytípus sajátosságait. Az adatgyűjtéseket a vegetációs időszakban havi rendszerességgel, a leginkább természetes vagy természetközeli erdőrészfelületekben folytattam. A vizsgálandó erdőrészfelületek kiválasztásakor fontos szempont volt még az erdő kora (30–40 évnél legyen idősebb); hogy ne legyen jellegtelen telepített erdő, főként őshonos fajok alkossák; illetve, hogy az egyes élőhelytípusokhoz tartozó erdők aránya jól reprezentálja azok kiterjedési viszonyait az erdészeti kezelés alatt álló erdőterületeken (1. táblázat).



1. ábra. A Tolnai-hegyhát térképe. A két vizsgált erdőtömb a csíkozással jelzett Natura 2000 területek közé tartozik. KDO = Kisszékelyi-dombság, LHE = Lengyel-Hőgyész-erdők. Forrás: https://jelenletatermeszetben.hu/doc/Map_Tolnai-hegyhat.jpg

Fig. 1. Map of Tolnai-hegyhát (Central Hungary). The two studied forest blocks are among the Natura 2000 sites indicated by stripes. KDO = Kisszékely Hills, LHE = Lengyel-Hőgyész Forests.

Source: https://jelenletatermeszetben.hu/doc/Map_Tolnai-hegyhat.jpg

1. táblázat. A vizsgált erdőrészek száma és százalékos részesedése a Lengyel–Högyészi-erdők és a Kisszékelyi-dombság Natura 2000 területeken.

Table 1. Number and percentage proportion of forest subcompartments studied in the Lengyel–Högyész Forests and the Kisszékely Hills Natura 2000 sites. (1) Á-NÉR habitat type, (2) Lengyel–Högyész Forests Natura 2000 site, (3) Kisszékely Hills Natura 2000 site, (4) xerophilous forest habitats, (5) mesophilous forest habitats, (6) Sum.

Erdőrészlet Á-NÉR besorolása (1)	Lengyel–Högyészi-erdők (2)		Kisszékelyi-dombság (3)	
	db	%	db	%
xerofil erdők (4)				
Cseres-kocsánytalan tölgyesek (L2a)	60	59	36	44
Hegylábi zárt erdőssztyep lösztölgyes (L2x)	4	4	27	33
Tatárjuharos lösztölgyes (M2)	0	0	9	11
Összesen (6)	64	63	72	88
mezofil erdők (5)				
Gyertyános-kocsánytalan tölgyes (K2)	32	31	9	11
Gyertyános-kocsányos tölgyes (K1a)	2	2	1	1
Bükkösök (K5)	4	4	0	0
Összesen (6)	38	37	10	12

A mintavételi négyzetekben a lombkorona-, a cserje- és a gyepszintben előforduló fajoknak %-ban kifejezett borítási értékeit rögzítettem. A két nagy erdőtömb növényföldrajzi összehasonlításához a fajok cönológiai affinitás, flóraelemtípus és Raunkiaer-féle életforma kategóriák szerinti megoszlását használtam. Fontosnak tartottam az egyes asszociációk erdőtömbönként való jellemző előfordulását is kiemelni. A Lengyel–Högyészi-erdőkben 102, a Kisszékelyi-dombságban 82 kvadrát rendszeres felvételezése történt meg. A felvételi adatok rendezéséhez, ill. szüntaxonómiai hovatartozásának és növényföldrajzi jellegének meghatározásához a CönoSTAT v5.1.42 számítógépes programcsomagot (KEVEY et al. 2021) használtam. Az élőhelyek ökológiai jellegének kimutatására a karakterfajok csoportrészesedését számítottam a mezofil (*Quercus-Fagetea*), a xeroterm (*Quercetea pubescentis-petraeae*) lomb-erdei fajok, a szubmediterrán bokorerdői fajok (*Orno-Cotinion*), illetve a száraz gyepelemek (*Festuco-Bromea*) vonatkozásában. Mindkét erdőterület a korábbi Katonai Felmérések szerint 200–300 éve bizonyíthatóan erdővel borított volt. Az erdők területének csökkenése és az erdőművelés hatásai ezt a tájat is érintették, ugyanakkor a megmaradt erdőfoltok között vannak természetközeli állapotú és értékes flórájú élőhelyek is (VAS és TÓTH 2018, KEVEY et al. 2018,

2019; VAS 2020), a mintavétel elsősorban ezeket érintette. A növényföldrajzi összehasonlításhoz a flóraelemek és a Raunkiaer-féle életformák megoszlását is elemeztem. A két nagy erdőtömb élőhelyeinek összevetésére a két erdőtömb összevont xerofil (L2a, L2x, M2) és mezofil (K2, K1a, K5) erdőtípusai adatain Student-féle kétmintás t-próbát végeztem a Microsoft Excel program használatával. A $p < 0,05$ különbségeket tekintettem szignifikánsnak. A fajok esetében KIRÁLY (2009), erdőtársulásoknál KEVEY (2008), más asszociációknál SIMON (2002) nomenklatúráját követtem.

Eredmények

Erdei asszociációk megoszlása

A Lengyel–Högyészi-erdőkben a 102 vizsgálatba bevont erdőrészlet 63%-át a xerofil zárt száraz lomboserdők közé tartozó tölgyesek közül az L2a (*Potentillo micranthae-Quercetum dalechampii*) és L2x (*Pulmonario mollis-Quercetum roboris*) erdőtípusok teszik ki, míg a maradék 37%-on a mezofil üde lomboserdők közé sorolt gyertyános-tölgyesek K2 (*Asperulo taurinae-Carpinetum*) és K1a (*Corydali cavae-Carpinetum*) típusai, valamint elenyésző mennyiségben extrazonálisán a K5 bükkösök (*Helleboro odori-Fagetum*) osztoznak (1. táblázat). A Kisszékelyi-dombságban a vizsgált 82 erdőrészlet alapján a xerofil zárt száraz lomboserdők L2a (*Potentillo micranthae-Quercetum dalechampii*) és L2x (*Pulmonario mollis-Quercetum roboris*) típusai, valamint a fellazuló száraz lomboserdők és cserjések közé tartozó M2 (*Aceri tatarici-Quercetum roboris*) erdők együttes aránya 88%, míg a mezofil gyertyános-tölgyes K2 (*Corydali pumilae-Carpinetum*) és K1a (*Corydali cavae-Carpinetum*) erdőtípusoké 12%. Az asszociációk megoszlásában szembeűnő eltérés, hogy az L2x (*Pulmonario mollis-Quercetum roboris*) zárt lösztölgyesek 33%-os arányukkal foglalják el a második helyet, míg a mezofil K2 (*Corydali pumilae-Carpinetum*) csak 11%-os arányt ér el a KDO erdeiben. Jelentős különbség még, hogy a Kisszékelyi-dombságban megjelenik a fellazuló száraz lomboserdők és cserjések élőhelytípus egyik képviselője, a tatárjuharos lösztölgyes M2 (*Aceri tatarici-Quercetum roboris*) asszociáció (11%) is, míg a Lengyel–Högyészi-erdők mintájában ilyen erdőtípus nincs. Az üde erdőtípusok közül a bükkösök K5 (*Helleboro odori-Fagetum*) teljesen hiányoznak a KDO mintában (1. táblázat).

Karakterfajok aránya

A karakterfajok csoportrészesedését azokban az asszociációcsoportokban tüntettem fel, amelyek a legnagyobb, többnyire szignifikáns eltérést mutatták a két területen (2. táblázat).

Xerofil erdők

A társulásozstályok karakterfajai vonatkozásában a két terület között jelentős a különbség, ugyanis a Kísszékelyi-dombság erdeiben a száraz tölgyesek elemei (*Quercetea pubescentis-petraeae*) a legtömegesebb előfordulásúak (39,6%), megelőzve a mezofil lombos erdei (*Querco-Fagetea*) elemeket (26,3%), míg ezen csoportok viszonya a Lengyel–Högyész-i-erdőkben fordított: ott a *Querco-Fagetea* elemek a leggyakoribbak (36,8%), a *Quercetea pubescentis-petraeae* pedig a második helyre kerül (32,5%). Ezekben a kategóriákban azonban a különbség nem szignifikáns LHE és KDO között (2. táblázat). Az eurázsiai száraz gyepek (*Festuco-Bromea*) elemeinek csoportrészesedése a Kísszékelyi-dombságban szignifikánsan magasabb (14,6%), mint a déli területek (LHE) főként cseres-kocsánytalan tölgyesek által uralt erdeiben (8,0%) (2. táblázat).

A két erdőterület összehasonlításánál a dél-európai szubmediterrán száraz bokorerdők (Orno-Cotinetalia) elemeinek (pl. *Buglossoides purpureocaerulea*, *Mercurialis ovata*, *Piptatherum virescens*) csoportrészesedése valamivel nagyobb a kísszékelyi területen, ám az eltérés nem szignifikáns. Az illír bükkös (Aremonio-Fagion) elemek (*Helleborus odoratus*, *Ruscus aculeatus*, *R. hypoglossum*, *Scutellaria altissima*, *Tamus communis*, *Tilia tomentosa*) a LHE területen 2%-ot tesznek ki, míg a KDO területeken gyakorlatilag hiányoznak. A valódi sztyepfajok (*Festucion rupicolae*), pl. *Ajuga laxmannii*, *Cleistogenes serotina*, *Inula germanica*, *Ornithogalum refractum*, *Vinca herbacea*, *Cynoglossum officinale*, *Marrubium peregrinum*, *Seseli varium* megjelenése jellemző a száraz erdei fajok mellett a KDO erdeiben, ahol csoportrészesedésük 3,2%, szemben a LHE-ben tapasztalt 0,4%-kal. A *Festucetalia valesiacae* szüntaxon, amely olyan fajokat tartalmaz nagy gyakorisággal, mint az *Achillea pannonica*, *Melica transsilvanica*, *Erysimum odoratum*, *Dianthus ponederae*, *Centaurea stoebe*, *Elymus hispidus*, szintén magasabb részesedésű a KDO-ban, mint a LHE-ben. A pontusi *Carex michelii* sásfajok közötti leggyakoribb előfordulása a KDO-ban szintén a száraz tölgyes (*Quercetea pubescentis-petraeae*) asszociációcsoportot erősíti. A többi sásfaj jóval kisebb mennyiségben található a kísszékelyi területen, mint a LHE-ben. Érdekes módon a ruderalis fajok alkotta (*Chenopodio-Scleranthea*) csoport számottevően magasabb arányban van a KDO-ban, mint a LHE-ben. A Cyperophragmitea társuláscsoport szignifikánsan nagyobb csoportrészesedésű a LHE-ben, mint a KDO-ban (2. táblázat).

Mezofil erdők

A Lengyel–Högyész-i-erdők *Asperulo taurinae-Carpinetum* társulását a Kísszékelyi-dombságban a *Corydali pumilae-Carpinetum* asszociáció váltja fel. Társulásozstályok tekintetében mindkét erdőtömbben a mezofil jelle-

2. táblázat. A legfontosabb asszociációcsoportok karakterfajainak átlagos csoporttrészedése (%) és összehasonlítása kétmintás t-próbával Á-NÉR kategóriák szerint a Lengyel–Hőgyész-erdők (LHE) és a Kisszéki-domboság (KDO) Natura 2000 területek xerofil és mezofil erdei élőhelyein. A félkövérén szedett számok a $p < 0,05$ szinten szignifikáns különbségeket jelzik; N/A: nincs elég adat a statisztikai próba elvégzéséhez.

Table 2. Mean percentage proportions of the most important alliances in xerophilous and mesophilous forest habitat types with their Á-NÉR designations in the Lengyel–Hőgyész Forests (LHE) and the Kisszéki Hills (KDO) Natura 2000 sites. Within a row, values significantly different in LHE and KDO pairwise comparison are in boldface ($p < 0,05$, two-sample t-tests); N/A: insufficient data for statistical testing, (1) alliance, (2) xerophilous forests, (3) mesophilous forests.

Asszociációcsoportok (1)	Xerofil erdők (2)			Mezofil erdők (3)			
	L2a és L2x LHE	L2a, L2x és M2 KDO	t-próba	K2, K1a és K5 LHE	K2 és K1 KDO	t-próba	
Cypero-Phragmitea összesen	0,5	0,1	0,001	0,5	0,3	0,689	
Molinio-Arrhenathera összesen	3,4	2,3	0,075	3,9	2,4	0,038	
Festucion rupicolae összesen	0,4	3,2	0,002	0,2	1,0	0,421	
Festucetalia valesiacae összesen	2,6	8,2	0,003	0,9	2,9	0,276	
Festuco-Bromea összesen	8,0	14,6	0,030	1,5	6,0	0,252	
Chenopodio-Scleranthea összesen	7,7	11,5	0,039	7,4	6,7	0,311	
Alnion incanae összesen	1,4	1,6	0,799	4,4	2,0	0,023	
Carpinenion betuli	3,1	4,1	0,282	7,5	3,8	0,287	
Tilio platyphyllae-Acerenion pseudoplatani	0,5	0,7	0,072	0,9	0,5	0,796	
Aremonio-Fagion	2,0	0,1	N/A	2,7	1,6	0,004	
Fagetalia sylvaticae összesen	22,0	13,4	0,146	47,1	20,7	0,001	
Quercio-Fagetea összesen	36,8	26,3	0,117	64,3	31,9	0,022	
Orno-Corinetalia összesen	1,7	2,6	0,120	0,5	1,2	0,048	
Quercetea pubescentis-petraeae összesen	32,5	39,6	0,073	16,9	22,3	0,002	
Indifferens	2,0	2,5	0,193	0,7	1,4	0,042	

gű lomberdei fajok (Quercó-Fagetea) csoportrészesedése adja a legnagyobb részesedést, azonban az értéke a KDO-ban feleakkora (31,9%), mint a LHE-ben (64,3%) (2. táblázat). A társuláscsoportok közül a Fagitalia sylvaticae, az illír bükkös (Aremonio-Fagion) és az Alnion incanae csoportrészesedése is szignifikánsan kisebb KDO-ban, mint a LHE-ben. Szignifikáns eltérést az Aremonio-Fagion szüntaxon esetében a xerofil erdőknél már említett fajok hiánya okozza a Kisszékelyi-dombságban. A másik jelentős, több mint kétszeres eltérést a Fagitalia sylvaticae csoportban főként olyan eurázsiai fajok hiányának vagy csekély számú előfordulásának tudom be, mint az *Arum maculatum*, *Aconitum vulparia*, *Athyrium filix-femina*, *Epipactis* sp., *Hepatica nobilis*, *Knautia drymeia*, *Primula vulgaris*, *Salvia glutinosa*, *Vinca minor*, *Stachys sylvatica*, *Galium odoratum*, *Polygonatum multiflorum*. A délkelet-európai száraz tölgyesekre (Quercetea pubescentis-petraeae) jellemző fajok csoportrészesedése is eltér: 16,9% (LHE) és 22,3% (KDO), akárcsak a szubmediterrán jellegű fajoké (Orno-Cotinetalia): 0,5% (LHE) és 1,2% (KDO). A nedves réti fajokat jelző Molinio-Arrhenathera társuláscsoport szignifikánsan nagyobb csoportrészesedésű a LHE-ben, mint a KDO-ban, utalva ezen erdők mezofilabb jellegére LHE-ben (2. táblázat).

Flóraelemek aránya

Xerofil erdők

A Kisszékelyi-dombságban (KDO) szignifikánsan kevesebb az európai, azon belül a közép-európai flóraelemek csoportrészesedése (3. táblázat). A szubatlanti flóraelemek – mint az *Epipactis* fajok, *Primula vulgaris*, *Ruscus aculeatus* vagy a *Tamus communis* – hiányoznak ezen a területen. A kontinentális flóraelemek csoportrészesedésének szignifikáns többlete a kisszékelyi erdőkben a pontusi elemek nagyobb mértékű jelenlétének tudható be. Szignifikánsan több endemikus flóraelem a kisszékelyi területeken főként L2x hegylábi zárt erdőssztyep lösztölgyesben és az M2 tatárjuharos lösztölgyesben található. A szubmediterrán flóraelemek közül csak a balkáni elemeknek van szignifikánsan nagyobb aránya a KDO erdőkben. A nyugat-balkáni és a dácikus flóraelemek a kisszékelyi területeken a xerofil és a mezofil erdőkben is hiányoznak. A kozmopolita flóraelemek csoportrészesedése szignifikáns többletet mutat a LHE erdőkben (3. táblázat).

Mezofil erdők

A xerofil erdőknél tapasztaltakkal ellentétben ezekben az erdőtípusokban az európai flóraelemekben nincs számottevő különbség a két erdőtömb között. A tágabb értelemben vett szubmediterrán és a kontinentális elemek tekintetében

3. táblázat. A flóraelemek átlagos csoportrészesedése (%) és összehasonlítása kétmintás t-próbával Á-NÉR kategóriák szerint a Lengyel–Hőgyész-erdők (LHE) és a Kisszékelyi-dombság (KDO) Natura 2000 területek xerofil és mezofil erdei élőhelyein. A félkövéren szedett számok a $p < 0,05$ szinten szignifikáns különbségeket jelzik; N/A: nincs elég adat a statisztikai próba elvégzéséhez.

Table 3. Mean percentage proportions of floristic elements in xerophilous and mesophilous forest habitat types with their Á-NÉR designations in the Lengyel–Hőgyész Forests (LHE) and the Kisszékely Hills (KDO) Natura 2000 sites. Within a row, values significantly different in LHE and KDO pairwise comparison are in boldface ($p < 0.05$, two-sample t-tests); N/A: insufficient data for statistical testing.
(1) floristic elements, (2) xerophilous forests, (3) mesophilous forests.

Flóraelem csoportok (1)	Xerofil erdők (2)			Mezofil erdők (3)		
	L2a és L2x	L2a, L2x és M2	t-próba	K2, K1a és K5	K2 és K1a	t-próba
	LHE	KDO		LHE	KDO	
KOZMOPOLITA összesen	2,9	0,5	0,0003	2,2	0,3	0,012
CIRKUMPOLÁRIS összesen	3,5	4,7	0,2036	4,8	2,2	0,16
Eurázsiai	20,9	22,1	0,5885	22,5	23,7	0,494
Észak-eurázsiai	0,2	0,2	0,9712	0	0	N/A
Dél-eurázsiai	3,6	2,2	0,0057	3,0	0,9	0,025
Közép-eurázsiai	0,6	1,1	0,0859	0,8	0,9	0,896
EURÁZSIAI összesen	25,2	25,6	0,8799	26,4	25,5	0,52
Európai	17,9	15,5	0,2577	21,6	23,2	0,395
Közép-európai	19,2	13,3	0,0002	22,9	23,0	0,976
EURÓPAI összesen	37,1	28,8	0,0032	44,6	46,3	0,609
SZUBATLANTI összesen	1,5	0	N/A	2,9	0,3	N/A
Szubmediterrán	13,4	14,0	0,7411	7,3	9,6	0,099
Kelet-szubmediterrán	4,4	4,7	0,7594	4,4	2,3	0,068
Balkáni	2,1	3,2	0,0295	1,4	3,8	0,079
Nyugat-balkáni	0,3	0	N/A	0,8	0	N/A
Dácikus	0,1	0	N/A	0	0	N/A
Kaukázusi	0	0,3	N/A	0	0	N/A
SZUBMEDITERRÁN össz.	20,4	22,1	0,469	13,9	15,7	0,049
Kontinentális	2,5	2,6	0,9584	0	0	N/A
Szubkontinentális	0,8	1,3	0,1039	1,0	1,0	0,968
Pontusi	4,3	8,0	0,0111	1,6	5,3	0,005
Szarmata	0,1	0,04	0,6102	0,4	0	N/A
KONTINENTÁLIS összesen	7,8	11,9	0,026	3,1	6,2	0,025
SZUBALPIN összesen	0,2	0,5	0,0042	0	0,8	N/A
Pannóniai	0,7	0	N/A	0	0	N/A
ENDEMIKUS összesen	0,9	3,4	0,0002	0	0,7	N/A
Nyugat-ázsiai	0	0,1	N/A	0	0	N/A
Kis-ázsiai	0,6	0,8	0,0089	0,4	0,3	0,717
ÁZSIAI összesen	0,6	0,9	0,1203	0,4	0,3	0,717
AFRIKAI összesen	0,3	0	N/A	0,5	0,9	0,197
ADVENTÍV összesen	0	0,9	N/A	0,5	0,3	0,756

viszont szignifikánsan magasabb a csoportrészesedés a Kisszékelyi-dombságban, ami a kontinentális csoportban elsősorban a pontusi fajok nagyobb mértékű előfordulásának tudható be. A szubatlanti fajoknál a korábban már említett kisszékelyi (KDO) területeken hiányzó fajok miatt a különbség éppen fordított, ám nem szignifikáns (3. táblázat). A xerofil erdőkhez hasonlóan a kozmopolita flóraelemek szignifikánsan kisebb mértékben fordulnak elő a kisszékelyi erdőkben, mint a LHE-ben, ami a páfrányfajok alacsony számával magyarázható.

Életformák megoszlása

Xerofil erdők

A cserje (M) életforma csoportrészesedésében a KDO közel kétszeresen felülmúlja a LHE-t (4. táblázat), amit a fejlettebb cserjeszintnek és olyan fajok nagyobb mértékű előfordulásának tulajdonítok, mint a *Colutea arborescens*, az *Euonymus europaeus* és a *Ligustrum vulgare*. Ugyanitt a fák (MM) csoportrészesedése is másfélszeres az LHE területéhez viszonyítva. Jelentősen kisebb a törpe- és kúszócserje (Ch) életforma csoportrészesedése a KDO-ban, mint a LHE-ben, akárcsak a hagymás, gumós, gyöktörzs (G) életformacsoporté (4. táblázat).

Mezofil erdők

A két terület gyertyános-tölgyesei, vagyis az *Asperulo taurinae-Carpinetum* (K2, LHE), illetve a *Corydali pumilae-Carpinetum* (K2, KDO) társulások életforma-spektrum szerinti összevetése nem mutat jelentős különbséget az életformák többségénél. A törpe- és kúszócserje (Ch) életforma részesedése szignifikánsan kisebb a KDO-ban, mint a LHE-ben. Ellentétben a xerofil erdőtípusoknál tapasztalttal, a hagymás, gumós, gyöktörzs (G) életformacsoport csoportrészesedése a mezofil erdőkben nem különbözik a két Natura 2000 terület erdei között (4. táblázat).

Megvitatás

A két elemzett területet már a 18. és a 19. századi katonai felmérések szerint is erdő borította, ami azt jelzi, hogy az erdősültség évszázadokon keresztül megmaradt. Ez a strukturális állandóság önmagában még nem feltétlenül bizonyíték arra, hogy a növényzetet az antropogén hatások elkerülték volna, ugyanakkor ezek aránylag csekély szintjére utal, hogy találunk kimondottan jó állapotú, értékes florisztikai ritkaságokat is rejtő erdőállományokat is (VAS és TÓTH 2018, KEVEY et al. 2018, 2019; VAS 2020). A klímazonális határvonal BORHIDI (1961)

4. táblázat. Az életformák átlagos csoportrészesedése (%) és összehasonlítása kétmintás t-próbával Á-NÉR kategóriák szerint a Lengyel–Hőgyész-erdők (LHE) és a Kisszékelyi-dombság (KDO) Natura 2000 területek xerofil és mezofil erdei élőhelyein. A félkövéren szedett számok a $p < 0,05$ szinten szignifikáns különbségeket jelzik; N/A: nincs elég adat a statisztikai próba elvégzéséhez.

Table 4. Mean percentage proportions of Raunkiaer's life forms in xerophilous and mesophilous forest habitat types with their Á-NÉR designations in Lengyel–Hőgyész Forests (LHE) and Kisszékely Hills (KDO) Natura 2000 sites. Within a row, values significantly different in LHE and KDO pairwise comparison are in boldface ($p < 0.05$, two-sample t-tests); N/A: insufficient data for statistical testing. (1) Raunkiaer's life form, (2) xerophilous forests, (3) mesophilous forests.

Életformák (1)	Xerofil erdők (2)			Mezofil erdők (3)		
	L2a és L2x	L2a, L2x és M2	t-próba	K2, K1a és K5	K2 és K1a	t-próba
	LHE	KDO		LHE	KDO	
MM	4,3	6,6	0,018	6,0	10,0	0,074
M	6,7	11,7	0,001	8,4	13,6	0,055
N	0,6	0,2	N/A	0,6	0	N/A
Ch	6,1	3,9	0,025	5,2	3,0	0,001
H	48,0	50,7	0,225	44,2	38,3	0,206
G	23,3	17,2	0,001	26,3	26,0	0,932
HH	0	0	N/A	0,5	0	N/A
TH	4,8	4,3	0,544	3,2	2,2	0,509
Th	6,1	5,1	0,429	5,7	6,9	0,717

és Soó (1962) klímazonális vegetációtérképe alapján, a Tolnai-hegyhátan a zárt tölgyeserdő zónát a nyugati oldalon, míg az erdőssztyep zónát a keleti oldalon jelöli ki. Klimatikus trendek alapján MOLNÁR et al. (2018) azt jelzi, hogy a szárazabb és melegebb éghajlatot tűrő erdőssztyep növényzet már a következő évtizedekben a hegyhát teljes területét elfoglalhatja.

A déli Lengyel–Hőgyész-erdők élőhelyi adottságai kedveznek a mezofil jellegű (K2, K1a, K5) asszociációk kialakulásának, amelyekből a kisszékelyi erdőkben gyakorlatilag csak a völgyek *Corydali pumilae-Carpinetum* társulásait találjuk meg. A Kisszékelyi-dombság erdőterületein ugyanakkor nagyobb arányban találhatók meg a xerofil lösztölgyesek *Pulmonario mollis-Quercetum roboris* és *Aceri tatarici-Quercetum roboris* asszociációi, melyek csak elenyésző mértékben tartalmaznak *Acer tataricum*-ot. A Kisszékelyi dombságban a tatárjuharos lösztölgyes (M2, *Aceri tatarici-Quercetum roboris*) asszociáció megjelenése (11%) mintegy átmenetet képez a Mezőföldön is megtalálható kelet-európai erdőssztyep zonális vegetációjához (LENDVAI et al. 2014, 2021).

A cönológiai felvételekben szereplő fajokat különböző csoportosításban szemlélve szintén jellegzetes eltérések mutathatók ki a két megvizsgált tájrészlet között. A kelet-európai erdőssztyep erdőkre jellemző tulajdonság, hogy az európai mezofil jellegű lomberdei (*Querco-Fagetea*) fajok és a kelet-európai száraz gyepelemek (*Festucion rupicolae*) együttesen fordulnak elő. Ezt az együttes előfordulást a Lengyel–Hőgyészi-erdők mintáiban nem tapasztaltam, míg a *Festucion rupicolae* fajok csoportrészesedése a kisszékelői xerofil erdőkben elérte a 3,2%-ot. A társulásosztályok karakterfajai között a lengyeli xerofil erdőkben legtömegesebb az európai mezofil jellegű lomberdei fajok (*Querco-Fagetea*) csoportja, viszont ez a csoport a kisszékelői hasonló erdőtípusokban már csak a második legnagyobb csoportrészesedést adja, és az első helyre a száraz tölgyesek elemei (*Quercetea pubescentis-petraeae*, incl. *Quercetalia cerridis*, *Aceri tatarici-Quercion*) kerülnek. A kisszékelői erdőkben a *Fagetalia sylvaticae* asszociáció-csoport arányának jelentős visszaszorulását tapasztaltam a xerofil és a mezofil asszociációkban egyaránt. A jellemzően szubmediterrán melegkedvelő tölgyesek és bokorerdők (*Orno-Cotinetalia*) karakterfajainak magasabb csoportrészesedése a mezofil erdőkben erősödő szubmediterrán hatásokra utal a KDO területen. Ez a szubmediterrán jelleg kapcsolatba hozható a közeli Mezőföld *Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboreis* asszociációival (LENDVAI et al. 2014).

A szubmediterrán balkáni flóraelemek szignifikánsan nagyobb aránya a KDO száraz erdőtársulásaiban olyan fajoknak is köszönhető, mint a főként tátrjuharos lösztölgyesekben élő *Cleistogenes serotina*, ami a LHE-ből hiányzik. Ugyanezen erdőtípusokban az európai flóraelemek jelentős visszaszorulása és a kontinentális flóraelemek magasabb aránya a Kisszékelői-dombság kontinentális jellegét hangsúlyozza. A mezofil jellegű gyertyános-tölgyesek itt inkább a Dunántúli-középhegység gyertyános-tölgyeseivel mutatnak rokonságot, amit erősítenek olyan fajok nagyobb arányú megjelenései, mint a *Corydalis pumila*, a *Piptatherum virescens* és a *Veratrum nigrum* (KEVEY 2008), valamint a kontinentális és azon belül a pontusi fajok nagyobb csoportrészesedése. Vizsgálataim megerősítik KEVEY et al. (2019) véleményét, amely szerint az asszociáció azonos a Dunántúli-középhegység *Corydalis pumilae-Carpinetum* (KEVEY 2008) asszociációjával.

Megfigyelhető a félcserje (N) életformát képviselő *Chamaecytisus* sp., illetve *Lembotropis* sp. feltűnő hiánya a kisszékelői (KDO) erdőkben. A különbség az érintett fajok mészkerülő tulajdonságának köszönhetően valószínűleg edafikus okokra vezethető vissza. Életformák tekintetében a törpe- és kúszócserjék (Ch) jelentősen kisebb csoportrészesedése a KDO xerofil és mezofil erdeiben olyan fajok hiányának vagy hiányos előfordulásának tudható be, mint a *Ruscus* spp., *Euphorbia amygdaloides*, *Galeobdolon* sp., *Glechoma hederacea* vagy a *Polygala* sp.

Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm a támogatást Závoczky Szabolcsnak, a Duna–Dráva Nemzeti Park igazgatójának és munkatársainak, az önzetlen szakmai segítséget Kevey Balázsnak és Tóth István Zsoltnak, valamint a tanulmány szerkesztői gondozását Kalapos Tibornak és Tamás Júliának.

Irodalomjegyzék

- ÁDÁM L. 1969: A Tolnai-dombság kialakulása és felszínalaktana. Akadémiai Kiadó, Budapest, 186 pp.
- BARTHA D., KIRÁLY G., SCHMIDT D., TIBORCZ V., BARINA Z., CSIKY J., JAKAB G., LESKU B., SCHMOTZER A., VIDÉKI R., VOJTKÓ A., ZÓLYOMI SZ. (szerk.) 2015: Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 329 pp.
- BECKING R. W. 1957: The Zürich-Montpellier school of phytosociology. Botanical Review 23: 411–488. <https://doi.org/10.1007/bf02872328>
- BORHIDI A. 1961: Klimadiagramme und klimazonale Karte Ungarns. Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös nominatae, Sectio Biologica 4: 21–50.
- BÖLÖNI J., MOLNÁR ZS., KUN A. (szerk.) 2011: Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határokozója, ÁNÉR 2011. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 441 pp.
- CSIKY J., BARÁTH K., BO CZ V., DEME J., FÜLÖP ZS., KOVÁCS D., NAGY K., TAMÁSI B., CSIKYNÉ RADNAI É. 2017: Pótlások Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához V. Kitaibelia 22(2): 383–408. <https://doi.org/10.17542/kit.22.383>
- DDNP 2016: A Kiszékkelyi dombság (HUDD20029) Natura 2000 terület fenntartási terve. Duna–Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, 94 pp.
- HOLLÓS L. 1911: Tolna vármegye flórájához. Botanikai Közlemények 10: 89–108.
- HOLLÓS L. 1914: Tolna vármegye flórájához. Magyar Botanikai Lapok 13: 57–59.
- HORVÁT A. O. 1942: Külsősomogy és környékének növényzete. Borbásia 4(1–6): 1–70.
- HORVÁTH A. 2014: A kisszékkelyi táj varázsa. Kiszékkelyi Kulturális Egyesület, Kiszékkely, 47 pp.
- HORVÁTH A. 2017: A Kiszékkelyi Kálvária-domb Természetvédelmi Terület, Kiszékkely, 50 pp.
- HORVÁTH A., KEVEY B., LENDVAI G., SIMON GY., SONNEVEND I. 2017: Tatárjuharos-tölgyesek (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 1957) az Észak-Mezőföldön és a Zámolyi-medence környékén. Botanikai Közlemények 104(1): 109–130. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2017.104.1.109>
- HORVÁTH A., KOVÁTS L. 2014: Javaslat a „Kiszékkely környéki erdők” megyei értéktárba történő felvételéhez. Kiszékkelyi Kulturális Egyesület, 12 pp.
- KEVEY B. 1993: Adatok Magyarország flórájának és vegetációjának ismeretéhez VI. Botanikai Közlemények 80(1): 53–60.
- KEVEY B. 2004: Dél-Dunántúl fokozottan védett növényei. Kitaibelia 9(1): 67–83.
- KEVEY B. 2008: Magyarország erdőtársulásai. Tilia 14: 1–488. + CD-adatbázis (230 táblázat + 244 ábra).
- KEVEY B. 2017: Pótlások Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához IV. Kitaibelia 22(2): 358–382. <https://doi.org/10.17542/kit.22.358>
- KEVEY B. 2018: Pótlások Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlaszához VII. Kitaibelia 23(2): 218–237. <https://doi.org/10.17542/kit.23.218>
- KEVEY B., CSETE S., LEHOTZKY G., HIRMANN A. 2021: CönoStat: egy régi/új számítógépes programcsomag cönológiai adatok rögzítésére és sokoldalú elemzésére. In TAKÁCS A., SONKOLY J. (szerk.) XIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi

- konferencia, Program és összefoglalók. Ökológiai Kutatóközpont & Debreceni Egyetem, Debrecen, p. 47.
- KEVEY B., HORVÁTH A., LENDVAI G. 2019: A Tolnai-hegyhát gyertyános tölgyesei (*Corydali pumilae-Carpinetum* Kevey 2008). Botanikai Közlemények 106(1): 113–129.
<https://doi.org/10.17716/botkozlem.2019.106.1.113>
- KEVEY B., HORVÁTH A., LENDVAI G., SIMON GY. 2018: A Tolnai-hegyhát zárt lösztölgyesei (*Pulmonario mollis-Quercetum roboris* Kevey 2008). Botanikai Közlemények 105(2): 269–284.
<https://doi.org/10.17716/botkozlem.2018.105.2.269>
- KIRÁLY G. 2006: Kiegészítések Külső-Somogy edényes flórájának ismeretéhez. Somogyi Múzeumok Közleményei, B – Természettudomány 17: 31–40. (Megjelent: 2007)
- KIRÁLY G. (szerk.) 2009: Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósuafo, 616 pp.
- LENDVAI G., HORVÁTH A., KEVEY B. 2014: Tatárjuharos tölgyesek (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 1957) a Mezőföldön. Botanikai Közlemények 101(1–2): 145–187.
- LENDVAI G., HORVÁTH A., KEVEY B., SIMON GY. 2021: A Tolnai-hegyhát tatárjuharos tölgyesei (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris* Zólyomi 1957). Botanikai Közlemények 108(1): 43–68. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2021.108.1.43>
- MOLNÁR ZS., KIRÁLY G., FEKETE G., ASZALÓS R., BARINA Z., BARTHA D., BIRÓ M., BORHIDI A., BÖLÖNI J., CZÚCZ B., CSIKY J., DANCZA I., DOBOR L., FARKAS E., FARKAS S., HORVÁTH F., KEVEY B., LÖKÖS L., MAGYARI E., MOLNÁR V. A., NÉMETH CS., PAPP B., PINKE GY., SCHMIDT D., SCHMOTZER A., SOLT A., SÜMEGI P., SZMORAD F., SZURDOKI E., TIBORCZ V., VARGA Z., VOJTKÓ A. 2018: Növényzet. In: KOCSIS K. (főszerk.) Magyarország nemzeti atlasza. Természeti környezet. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest, pp. 94–103.
- ORTMANN-NÉ AJKAI A., HORVÁTH F. 2009: From Külső-Somogy to Mecsek Hills: Vegetation of three hilly landscape regions of SW Hungary. Natura Somogyiensis 15: 15–26.
<https://doi.org/10.24394/NatSom.2009.15.15>
- PÁSZTOR L., DOBOS E., MICHÉLI E., VÁRALLYAY GY. 2018: Talajok. In: KOCSIS K. (főszerk.) Magyarország nemzeti atlasza. Természeti környezet. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest, pp. 82–93.
- PILLICH F. 1927: Adatok Tolnavármegye flórájához. Magyar Botanikai Lapok 26: 94–97.
- PILLICH F. ifj. 1930: Simontornya és környéke flórája. Kézirat, 74 pp.
- SIMON T. 2002: A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó RT., Budapest, 5. kiadás, 976 pp.
- SOÓ R. 1962: Növényföldrajz. Tankönyvkiadó, Budapest, 157 pp.
- TELEKI B. 2012: Növényföldrajzi adatok a Völgyesség és a Tolnai-hegyhát keleti felére jellemző klímazonális vegetáció meghatározásához. Tájökológiai Lapok 10(1): 25–40.
- TÓTH I. Zs. 2013: Botanikai adatok Tolnából, Baranyából. Kitaibelia 18(1–2): 161–168.
- TÓTH I. Zs. 2014: Botanikai adatok Tolnából és Baranyából II. Kitaibelia 19(2): 243–253.
- TÓTH I. Zs. 2018: Botanikai adatok Tolnából és Baranyából III. Kitaibelia 23(1): 39–50.
<https://doi.org/10.17542/kit.23.39>
- TÓTH I. Zs., TELEKI B. 2024: Botanikai adatok Tolnából és Baranyából IV. Kitaibelia 29(1): 17–33.
<https://doi.org/10.17542/kit.29.047>
- VAS I., TÓTH I. Zs. 2018: Lengyel és Hőgyész környéki Natura 2000 erdőterületek florisztikai adatai. Kitaibelia 23(1): 31–38. <https://doi.org/10.17542/kit.23.31>
- VAS I. 2020: A Kisszékellyi-dombság Natura 2000 terület florisztikai vizsgálata. Botanikai Közlemények 107(2): 129–148. <https://doi.org/10.17716/botkozlem.2020.107.2.129>

Phytogeographical comparison of forest associations in two Natura 2000 sites in the Tolnai-hegyhát, Hungary

I. VAS

7191 Hőgyész, Jókai u. 9, Hungary; istvanvas00@yahoo.de

Accepted: 25 February 2025

Key words: character species, floristic elements, forest habitats, Kisszékely Hills, Lengyel–Hőgyész Forests, Raunkiaer life forms.

This study compares the phytogeographical character for two extensive forest blocks in the Tolnai-hegyhát (Central Hungary) based on the author's phytocoenological surveys conducted between 2015 and 2019. Both areas are Natura 2000 sites. Phytocoenological sampling was carried out in 102 forest subcompartments in the Lengyel–Hőgyész Forests (LHE) situated at the southern edge of the Tolnai-hegyhát, and in 82 forest subcompartments in the Kisszékely Hills (KDO) to the north, close to Mezőföld. Results show that xerophilous plant associations (*Quercetea pubescentis-petraeae*) play a greater role in the composition of the forests of KDO than those of LHE, while the proportion of the *Fagetalia sylvaticae* group is lower. In xeric forest habitats of LHE, there are more European floristic elements, while in both xeric and mesic forests, continental elements are much less than in KDO, where species of the Pannonian steppe grasslands (*Festucion rupicolae*) turn up. With a higher proportion of the Pontic, sub-Mediterranean elements of Southeast European pubescent oak forests and scrubs (*Orno-Cotinetalia*) in mesic forests, the sub-Mediterranean character is stronger for KDO than for LHE. A major difference in the vegetation of the two forest blocks is that unlike in LHE, in KDO such xeric plant associations appear as the *Pulmonario mollis-Quercetum roboris* (closed foothill forest-steppe loess oak wood) and the *Aceri tatarici-Quercetum roboris* (steppe woodland). As to the Raunkiaer life forms, in the xeric forest associations, dwarf and creeping shrubs (Ch), and herbaceous perennial bulbiferous, tuberous or rhizomatous (G) life forms have a lower proportion, while the share of shrubs (M) is higher in KDO than in LHE. The higher proportion of character species of dry oak forests and of Eurasian dry grasslands, and that of continental and sub-Mediterranean floristic elements in KDO than in LHE suggests that KDO represents a sort of transition towards the sub-Mediterranean forest steppe woodlands of the nearby Mezőföld region.

Citation: Vas I. 2025: Phytogeographical comparison of forest associations in two Natura 2000 sites in the Tolnai-hegyhát, Hungary. Bot. Közlem. 112(1): 1–17. (in Hungarian with English abstract) <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.1>

Háztartási szintetikus mosószerek és a környezetkímélő mosószappan hatása a búza csírázására, növekedésére és fiziológiai tulajdonságaira

HORVÁTHNÉ DANI Brigitta Roxána^{1*}, SKRIBANEK Anna²

¹ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Környezettudományi Doktori Iskola,
1053 Budapest, Egyetem tér 1–3.; danibrigiroxi@gmail.com

²ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Savaria Egyetemi Központ, Berzsényi Dániel
Pedagógusképző Központ, Biológia Tanszék, 9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.;
skribanek.anna@sek.elte.hu

Közlésre elfogadva: 2025. február 12.

Kulcsszavak: fotoszintetikus pigmentek, maximális fotokémiai hatékonyság, ökotoxicitás, peroxidáz enzimaktivitás, *Triticum aestivum*, vízszennyezés.

Összefoglalás: A tisztítószerek növekvő, széles körű használata jelentős környezetszennyező forrás. A környezettudatos magatartásra törekvés a háztartásokban is egyre gyakrabban jelenik meg, melynek egyik lehetősége a környezetkímélő mosószerek alkalmazása. Ebben a munkában összehasonlítottuk a kereskedelmi forgalomban kapható szintetikus mosószerek és a mosószappanból készített mosóoldat búzára (*Triticum aestivum* L.) gyakorolt ökotoxikus hatását. A vizsgálatokba három nem környezetbarát (A, B és C) és egy környezetbarát szintetikus folyékony mosószert vontunk be, és hasonlítottunk össze mosószappanból készített mosóoldat hatásával. A mosószerek oldatok adagolási útmutató szerinti, illetve annál töményebb koncentrációiban vizsgáltuk a búza csírázására, a csíranövények tömegére, a hajtás és gyökér növekedésére, a levél karotinoid- és klorofilltartalmára, fotoszintézisére és peroxidáz enzimaktivitására gyakorolt hatását. A mosószappanoldat a csírázást nagy töménységben (400 ml l⁻¹) sem csökkentette, míg a szintetikus mosószerek már 100 ml l⁻¹-es oldatban is gátolták, 400 ml l⁻¹ koncentrációban pedig teljesen megakadályozták azt. A csíranövények tömegének változása a kezelések hatására hasonló mintázat szerint mutatta ki a mosószერfélések toxicitását. Már a gyártók javasolta alacsony (2,5–5 ml l⁻¹) koncentrációban is csökkent a példányok tömege, kivéve a környezetbarát mosószerekben és a mosószappanoldatban nevelt csíranövényekét. A nem környezetbarát szintetikus mosószerek 2,5 ml l⁻¹ koncentrációja 33–53%-kal csökkentette a hajtások és 84–92%-kal a gyökerek hosszát, a környezetbarát mosószerek 100 ml l⁻¹ koncentrációtól fejtett ki intenzív gátló hatást. A mosószappanoldatnak nem volt ilyen erős hatása, még 100–400 ml l⁻¹ töménységű oldatában is csak 34–38%-kal csökkent a hajtások és 81–87%-kal a gyökerek hossza. A növekedésgátlás minden mosószerek esetében erőteljesebben érintette a gyökereket, mint a hajtásokat. A fotoszintetikus pigmentek (kl-a, kl-b, karotinoidok) koncentrációja az A, B és C szintetikus mosószerek hatására már kis (2,5 ml l⁻¹) koncentrációnál is csökkent, a B mosószerek esetében 5 ml l⁻¹ koncentrációban már nem is volt mérésre alkalmas életben maradt növény. A környezetbarát szintetikus mosószernél a pigmenttartalom csökkenés csak 100 ml l⁻¹ koncentrációnál jelentkezett. A fotoszintetikus elektrontranszport hatékonyságát tükröző II. fotorendszer maximális kvantumhozama (F_v/F_m) csak kis mértékben változott a kezelések hatására, így alacsony értékű indikátornak bizonyult. Az oxidatív stressz következtében fellépő

* Levelező szerző

peroxidáz enzimaktivitás növekedés a nem környezetbarát szintetikus mosószereknél a növekvő alacsony mosószer-koncentrációknál jól kimutatható volt. A környezetbarát mosószer esetében a peroxidáz-aktivitás alacsony szintű és változatlan maradt, a mosószappan oldataiban magas ($100\text{--}400\text{ ml l}^{-1}$) oldatkoncentrációig a kétszeresére emelkedett. A mosószerek okozta stressz jellemzésére a csírázás, a gyökernövekedés, a pigmenttartalom és a peroxidáz-aktivitás bizonyult alkalmas mutatóknak.

A javasolt adagolási koncentrációban alkalmazva, a mosószappanoldat és a környezetbarát szintetikus mosószer nem korlátozta jelentősen a búza csírázását, növekedését és fiziológiai tulajdonságait, míg a nem környezetbarát szintetikus mosószerek gátló hatást fejtettek ki. Vizsgálataink szerint a mosószappanoldat és a vizsgált környezetbarát mosószer – annak ellenére, hogy az utóbbi szintetikus felületaktív anyagokat is tartalmaz – a szűrkevízbe kerülve csekély környezeti kockázattal járhat.

Idézés: Horváthné Dani B. R., Skribanek A. 2025: Háztartási szintetikus mosószerek és a környezatkímélő mosószappan hatása a búza csírázására, növekedésére és fiziológiai tulajdonságaira. Bot. Közlem. 112(1): 19–40. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.19>

Bevezetés

A háztartási mosószerek a mindennapi élet folyamán nagy mennyiségben alkalmazott anyagok. Európában 9 millió tonna mosó- és tisztítószert használnak fel évente (MADSEN et al. 2001). A mosószerek többnyire különböző felületaktív anyagok elegyei, amelyeket emulgeáló, diszpergáló, habosító és nedvesítő tulajdonságaik miatt kedvelnek.

A felületaktív anyagokat a készítésükhöz használt alapanyagok alapján két csoportba sorolhatjuk: természetes és szintetikus felületaktív anyagok. A természetes felületaktív anyagok azok a szappanok, amelyekhez a felhasznált lipidek természetes eredetűek. Növényi olajokból vagy állati zsírokból készülnek, így azok aerob mikrobiális folyamatok során (STEBER és BERGER 1995) és anaerob körülmények között (SCOTT és JONES 2000) is lebonthatók. SCHÖBERL et al. (1988) a nátriumszappansók esetében 80–90%-os, BIRCH et al. (1992) a nátriumpalmitát esetében az iszapban anaerob körülmények között 79–94%-os mineralizációs arányt tapasztalt.

A szintetikus felületaktív anyagok lipid természetű alkotói kőolajszármazékok, ennek tudható be magasabb toxicitásuk és az, hogy biológiailag kevésbé bonthatók (CHIRANI et al. 2021). SAWADOGO et al. (2014) anionos felületaktív anyag tartalmú mosószer hatását vizsgálta okra (*Abelmoschus esculentus*) és saláta (*Lactuca sativa*) növények öntözésével. A mosószer-koncentráció növelésére $0,1$ és 1 g l^{-1} mellett a növények hajtásának és gyökerének száraz tömege csökkent, míg magasabb (5 g l^{-1}) oldatkoncentráció a növények pusztulását okozta 12–20 napon belül. JOVANIĆ et al. (2010) alacsony koncentrációjú ($0,6\text{ g l}^{-1}$ -es) mosószerooldatokkal 21 napig öntözött bab növényeket. A bab levelének klorofillkoncentrációja

átlagosan 12%-kal, míg a II. fotorendszer aktivitása 45%-kal csökkent. A szürke-vízzel (azaz mosásból és mosakodásból származó szennyvízzel) történő öntözés gátolta a napraforgó hajtásnövekedését és csökkentette a levelek klorofilltartalmát (GADALLAH 1996).

Mosószerekben gyakran alkalmazott anionos felületaktív anyagok közül a lineáris alkil-benzol-szulfonátok (LAS), a nátrium-lauril-szulfát (SLS) és a nátrium-lauril-éter-szulfát (SLES) habképző emulgeálószeresek, vízben jól oldódnak. A zsíralkohol-szulfátokat erős tisztítóerő, kiváló habképződés jellemzi. A közülük tartozó nátrium-lauril-szulfát jó habzó-, nedvesítő- és mosóképeséssel, magas tisztító és emulgeáló hatással rendelkezik, ezért gyakran használják emulgeálószerként folyékony mosó- és mosogatószeresekben. A SLES az arra érzékeny növényeknél csökkenti a gyökérnövekedést, valamint magasabb koncentrációnál a fotoszintetikus teljesítményt. Képes megzavarni a gyökerek víz- és/vagy tápanyagfelvételét. Hatása a talajban átmeneti, mivel a mikrobiális közösség biológiai úton gyorsan lebontja (SALVATORI et al. 2021).

A mosószerek toxicitásának egyik lehetséges vizsgálati módja – amit kísérletünkben mi is alkalmaztunk – adott tesztnövény csírázási százalékanak meghatározása különböző koncentrációjú mosószerooldatok felhasználásával (UZMA et al. 2018, DA SILVA 2023). Emellett kutatásunkban a kereskedelmi forgalomban kapható folyékony szintetikus mosószereknek a közönséges búza életműködésére gyakorolt hatásait vizsgáltuk és hasonlítottuk össze mosószappan vízben való feloldásával készített mosószappanoldatra adott válaszokkal. A kereskedelem-ben forgalmazott háromféle, környezetbarát minősítéssel nem rendelkező, és egy környezetbarát szintetikus mosószert, valamint saját készítésű mosószappanoldat különböző hígítású oldataiban csíráztattunk, illetve neveltünk búzát, és mértük a csírázás, a növekedés és egyes élettani mutatók válaszát. Feltételeztük, hogy a mosószappanoldat kevésbé toxikus a növények növekedésére és életműködésére, mint a szintetikus mosószerek.

Anyag és módszer

A toxicitási vizsgálatainkba három, környezetbarát minősítéssel nem rendelkező (A, B, C) és egy környezetbarát (E) szintetikus folyékony mosószert, továbbá természetes zsíradékból készült mosószappan vizes oldatát (mosószappanoldat) vontuk be. A kereskedelmi forgalomban kapható folyékony mosószerek főbb összetevőit az 1. táblázat tartalmazza, biztonsági adatlapjaik az elektronikus mellékletben elérhetők. Tesztnövényünk a közönséges búza (*Triticum aestivum* L.) volt.

Annak érdekében, hogy a vizsgált mosószappanunk biztosan ne tartalmazzon semmiféle tartósító- vagy illatosítószert, magunk készítettük el. A szappankészítéshez sertézsírt használtunk, amelynek elszappanosítási együtthatója (SAP)

alapján 1 g zsír 0,138 g nátrium-hidroxiddal reagál (http1). A megfelelő mennyiségű nátronlúgot (NaOH) feloldottuk a zsír tömegének egyharmadával meg egyező tömegű vízben, a zsírt pedig felmelegítettük. Amikor mindkettő elérte az 50 °C-os elegyítési hőmérsékletet, a kettőt összeöntöttük és botmixerrel keverve

1. táblázat. A vizsgált szintetikus mosószerek összetétele a csomagoláson jelzett és a biztonsági adatlapon szereplő tájékoztatók alapján. Jelmagyarázat: a betűjelet követi a mosószer neve, valamint a biztonsági adatlap felülvizsgálatának utolsó dátuma.

Table 1. The composition of the tested synthetic detergents, based on the information indicated on the packaging and described in the safety data sheet. Legends: the single-letter code is followed by the commercial name of the detergent and the last date of revision of the safety data sheet. (1) soap; (2) anionic surfactants; (3) nonionic surfactants; (4) amphoteric surfactants; (5) others; (6) sodium salts of ethoxylated alcohol sulfates; (7) alkylamidopropyl betaine; (8) phenoxyethanol; (9) enzyme mixture; (10) fragrance; (11) sodium salts of benzenesulfonic acid; (12) fatty alcohol ethoxylate; (13) phosphonate; (14) benzisothiazolinone; (15) methylisothiazolinone; (16) butylphenyl methylpropional; (17) limonene; (18) sodium lauryl sulfate; (19) sodium cumenesulfonate; (20) ethoxylated alcohol; (21) tetrahydrolinalool; (22) 2-octyl-2H-isothiazol-3-one; (23) hexaethylene glycol monododecyl ether.

	E CLEANECO Organikus Univer- zális Mosógél Koncentrátum, 2016.06.21	A Persil GEL COLOR, 2016.10.11	B Ariel Mountain Spring Folyékony mosószer, 2019.09.09	C Coccolino Care Mosógél Színes ruhákhoz, 2019.05.30
Szappan (1)	< 5%	< 5%	–	–
Anionos felületaktív anyagok (2)	Etoxilált alkohol- szulfátok nátrium sói (6)	Etoxilált alkohol- szulfátok nátrium sói (6); Nátrium- alkil-benzol- szulfonát (11)	Nátrium-alkil- benzol-szulfonát (11); Nátrium- lauril-szulfát (18); Nátrium-kumén- szulfonát (19)	Nátrium-lauril- szulfát (18)
Nemionos felületaktív anyagok (3)	–	Zsíralkohol- etoxilát (12)	C12-14 etoxilált alkohol (20); C15 etoxilált alkohol (20)	C12-15 etoxilált alkohol (20); Hexa- etilén-glikol mono- dodecil-éter (23)
Amfoter felületaktív anyagok (4)	Alkilamido- propil-betain (7)		–	–
Egyéb (5)	Fenoxietanol (8); Enzimkeverék (9); Illatanyag (10)	Foszfónát (13); Benzizotiazolinon (14); Metilizo- tiazolinon (15); Butilfenil- metilpropional (16); Limonén (17)	Tetrahydrolinalool (21); 2-oktil-2H- izotiazol-3-on (22)	Benzizotiazolinon (14)

segítettük az elszappanosítás folyamatát. Az így, hideg eljárással készített szappant egy hónapig állni hagytuk, hogy a kémiai reakció teljesen megvalósuljon. A mosószappan 100 g-ját feloldottuk annyi vízben, hogy az oldat végtérfogata 2 liter, azaz koncentrációja 50 g l^{-1} legyen. A mérés reprodukálhatósága érdekében megmértük az így kapott oldat pH-ját Testo pH206 pH mérővel (pH: 10,0). Ezt az oldatot használtuk további vizsgálataink során törzsoldatként.

Az összes mosószer esetén a vizsgált koncentrációk a következők voltak: 0 (kontroll), 2,5, 5, 10, 100, 400 ml l^{-1} . További összehasonlító hígításnak fontosnak tartottuk beállítani a gyártók által javasolt koncentrációt is. Mivel a gyártók a vízkeménység és a mosandó ruha szennyezettsége mértékének megfelelően többféle mosószermennyiséget is javasolnak – ahogy a mosóprogram során felhasznált víz mennyisége is ezen tényezők hatására változik – ezért egységesen a kézi mosáshoz és 10 liter vízhez javasolt mennyiséget vettük alapul (A: 2,5, B: 4, C: 3,5, E: 5 ml l^{-1}). Méréseink során a mosószappanoldat esetében $2,5 \text{ ml l}^{-1}$ adagolási koncentrációt alkalmaztunk ($0,125 \text{ g l}^{-1}$ szappankoncentráció), mivel tapasztalataink szerint ez megfelelő mosási hatékonyságot képvisel. A környezetbarát mosás esetén (http2) jellemzően $0,083\text{--}0,167 \text{ g l}^{-1}$ szappankoncentrációjú oldatot javasolnak a mosáshoz. A csírázási vizsgálatokhoz időpontonként négy ismétlésben 25–25 búza szemtermést a vizsgált mosószerek megfelelő koncentrációjú oldataival, illetve kontrollként csapvízzel (0 ml l^{-1} mosószer-koncentráció) átitatott szűrőpapírban csíráztattunk szobahőmérsékleten 4 napig (a csírázás meghatározására végzett vizsgálat ismétlésszáma: $n = 4$). A legalább 1 mm-es gyököcskével rendelkező szemterméseket tekintettük kicsírázottnak. A csírázási százalék meghatározása után a csíranövényekből 20–20 darabot csíráztató rácson a megfelelően előkészített mosószerooldatokban neveltünk tovább 7 napig természetes megvilágításnál, 23°C -on. Meghatároztuk az oldatok pH értékeit Testo pH206 pH mérővel. A BBCH gabonaskála alapján a búza a 11. napra már az első levél teljesen kinyílt állapotát éri el (WITZENBERGER et al. 1989), ezért a 11. napon kezelésenként négy ismétlésben 10–10 csíranövény nedves tömegét mértük egyedenként (a szemtermést is beleértve; $n = 4 \times 10 = 40$) analitikai pontossággal. A véletlenszerű kiválasztás érdekében a növényeket keresztirányból vettük le a csíráztató rácstről. Ugyanezen 10 egyednek mértük a gyökér-, és hajtáshosszát vonalzóval ($n = 4 \times 10 = 40$), majd ezeket a csíranövényeket használtuk a további vizsgálatokhoz is.

A klorofill- és karotinoid tartalmat KOVÁTS et al. (2021) szerint határoztuk meg, egy adott kezelésre nézve négy ismétlésben három-három csíranövény mérését elvégezve ($n = 4 \times 3 = 12$). A pigmentkivonatot 80%-os acetonnal készítettük. Az oldatok abszorbanciáját 440, 645 és 663 nm-en mértük UV-VIS spektrofotométer segítségével. Az abszorbancia-értékekből a következő képletek segít-

ségével számítottuk a klorofill-a és klorofill-b, illetve az összes karotinoid tartalmat, melyet nedves levéltömegekre vonatkoztatunk (mg g^{-1}):

$$\text{Klorofill-a} = (9,78E_{663} - 0,99E_{645})V/1000W$$

$$\text{Klorofill-b} = (21,4E_{645} - 4,65E_{663})V/1000W$$

$$\text{Összes karotinoid} = [4,69E_{440} - 0,268(5,13E_{663} + 20,41E_{645})]V/1000W$$

ahol: E = abszorbancia (extinkció), alsó indexben a nm-ben kifejezett hullámhossz, V = minta térfogata (ml), W = minta nedves tömege (g).

A levelek klorofilltartalma összefügg a fotoszintetikus kapacitással. A karotinoidok a fotoszintézisben betöltött antenna funkciójukon túl fontos szerepet játszanak abban is, hogy védik a fotoszintetikus apparátust különféle káros környezeti hatásokkal szemben, megkötik az oxidatív stressz miatt keletkező reaktív oxigénformákat (STRZAŁKA et al. 2003).

A II. fotokémiai rendszer (PSII) kvantumhozamát (F_v/F_m) AZIZULLAH et al. (2012) szerint mértük Imaging PAM M series Mini (Henz Walz GmbH, Effeltrich) készülékkel a kísérlet 11. napján kezelésként négy ismétlésben három-három példány levelén három-három mintaterület felvételével ($n = 4 \times 3 \times 3 = 36$). A leveleket 20 percig sötétben tartottuk a mérés előtt, hogy az összes PSII reakcióközpont nyitva legyen. A mérés kezdetekor a mérőfény bekapcsolása hatására megjelenik a klorofill fluoreszcencia minimális értéke (azaz az F_0). Ezután telítési impulzus alkalmazásával rögzítődik a fluoreszcencia maximális értéke (F_m). A kettő különbsége a variábilis fluoreszcencia (F_v). Az F_v/F_m hányados (azaz a PSII fotorendszer maximális kvantum hatásfoka) a levelekre ható stressz mérésére szolgáló mutatók közül a legelterjedtebbek közé tartozik. Nem stresszelt levelek esetén ennek az értékét 40 szárazföldi növényfajra meghatározva, megközelítőleg 0,83-nak találták átlagosan (MURCHIE és LAWSON 2013).

A guaiacol peroxidáz enzimaktivitást CHANCE és MAEHLY (1955) leírása alapján határoztuk meg, négy ismétlésben három-három példány mérésével mosószer-koncentrációként ($n = 4 \times 3 = 12$). A peroxidáz (hidrogénperoxid-oxidoreduktáz enzim) egy stresszenzim, amelynek feladata a sejtekben képződő reaktív oxigéngyökök semlegesítése. Különböző stresszfaktorok hatására megnövekszik ezen gyökök koncentrációja, ebből kifolyólag a peroxidáz enzimaktivitás is (FEKETE 2008). A reakció általános egyenlete: DH_2 (redukált) + $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{D}$ (oxidált) + $2\text{H}_2\text{O}$, ahol D elektrondonor (LÁNG 1997).

A teljes kísérletsorozatot pontosan megismételtük egy hónap elteltével. A két kísérletsorozatból származó eredményeket egyesítettük, a statisztikai teszteket az összesített adatbázison végeztük el. Az adott változók vizsgálatakor az azonos oldatok esetén mért eredményeket átlagoltuk, illetve számítottuk az átlaghoz tartozó szórásokat, valamint szignifikancia szinteket a kontrollhoz képest. A különböző mosószerek eltérő oldatkoncentrációira vonatkozó értékeket egytényezős varianciaanalízissel (ANOVA) teszteltük, majd – szignifikáns hatás ese-

tén – post hoc analízist végeztünk Tukey teszt alkalmazásával. Az adatok értékeléséhez a Microsoft Excel és az SPSS 9.8 programokat használtuk.

Eredmények

A kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek és a mosószappanoldat kémhatása nagyon különbözött egymástól (2. táblázat). Míg a forgalmazott mosószerek kémhatása egyik koncentrációnál sem haladta meg a 8,1-es pH értéket, a mosószappanoldat pH-ja a legtöményebb koncentrációban már erősen lúgos, 9,9 volt.

A csírázás teljes gátlása csak a szintetikus mosószerek nagy töménységű (400 ml l⁻¹) oldatánál volt megfigyelhető (3. táblázat). A nem környezetbarát szintetikus mosószerek 100 ml l⁻¹ koncentrációjú oldatai 8,0–94,7%-ra csökkentették a csírázást. A legerősebb gátló hatást a B mosószer fejtette ki. Ennél a koncentrációnál a környezetbarát szintetikus mosószerben a magok közel fele csírázott ki. A csírázás a mosószappan legtöményebb, 400 ml l⁻¹-es oldatában is közel 100%-os volt, nem különbözött szignifikánsan a kontrolltól. Annak ellenére, hogy az A, B, C szintetikus mosószerek oldataiban 100 ml l⁻¹ koncentrációban még csíráztak ki magok, a csíranövények a 11. napra már elpusztultak az A és C oldatokban, a B szintetikus mosószernél pedig már az 5 ml l⁻¹ koncentráció is teljes pusztulást eredményezett. A mosószappanoldat és a környezetbarát mosószer esetében nem tapasztaltuk a csíranövények hasonló ütemű pusztulását (4. táblázat).

A nem környezetbarát szintetikus mosószerek jelentősen gátolták a növekedést. A növények tömege az A, B és C mosószer oldatában már 2,5 ml l⁻¹-nél erőteljesen csökkent, a B mosószer esetében pedig már az 5 ml l⁻¹-es koncentráció is letálisnak bizonyult, míg a környezetbarát szintetikus mosószer csak 100 ml l⁻¹ koncentrációban okozott szignifikáns csökkenést (1. ábra). A szappanoldat egyik

2. táblázat. A kísérletekhez használt mosószeroldatok kémhatása (pH). S: mosószappanoldat; E = kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószer; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek.

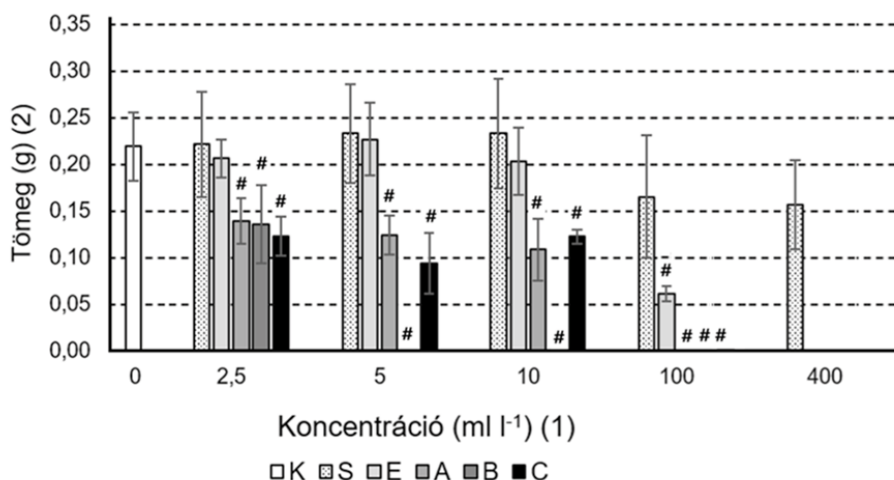
Table 2. pH values of laundry detergent solutions used in the experiments. (1) detergent concentration; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents.

Mosószer-koncentráció (ml l ⁻¹) (1)	pH				
	S	E	A	B	C
0	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
2,5	7,5	7,4	7,6	7,3	7,3
5	7,5	7,3	7,6	7,3	7,3
10	7,6	7,3	7,7	7,3	7,3
100	8,2	7,3	8,0	7,6	7,3
400	9,9	7,9	8,1	7,9	7,4

3. táblázat. Mosószeroldatokban csíráztatott búza szemtermések csírázási százaléka a 4. napon. Szignifikanciaszint: $p < 0,01 = ***$ a kontrollhoz (0 ml l^{-1}) képest. Az adatok 8 ismétlés átlagai SD értékekkel. S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószer; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek.

Table 3. Germination percentage of wheat seeds in detergent solutions on the 4th day. Significance level: $p < 0.01 = ***$ compared to the control (0 ml l^{-1}). Data are mean values $\pm$ SD of 8 replicate samples. (1) detergent concentration; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents.

Mosószer-koncentráció (ml l^{-1}) (1)	Csírázás (%)				
	S	E	A	B	C
0	100 $\pm$ 0,0	100 $\pm$ 0,0	100 $\pm$ 0,0	100 $\pm$ 0,0	100 $\pm$ 0,0
2,5	97,3 $\pm$ 2,3	97,3 $\pm$ 2,3	100 $\pm$ 0,0	98,7 $\pm$ 2,3	96,0 $\pm$ 4,0
5	96,0 $\pm$ 4,0	100 $\pm$ 0,0	96,0 $\pm$ 4,0	100 $\pm$ 0,0	100 $\pm$ 0,0
10	96,0 $\pm$ 4,0	94,7 $\pm$ 4,6	96,0 $\pm$ 4,0	96,0 $\pm$ 4,0	96,0 $\pm$ 4,0
100	98,7 $\pm$ 2,3	52,0 $\pm$ 22,6***	61,3 $\pm$ 10,1***	8,0 $\pm$ 11,3***	94,7 $\pm$ 9,2
400	97,3 $\pm$ 6,1	0,0***	0,0***	0,0***	0,0***



1. ábra. Mosószeroldatokban nevelt búzanövények nedves tömege a 11. napon. K: kontroll; S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószer; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek. Az oszlopok 80 ismétlés átlagában egy-egy búzanövény friss tömegét jelzik, a hibásávok a szórás (SD) jelölik, a hiányzó adatok esetében a magok nem csíráztak ki az adott kezelésben. # a kontrolltól szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést jelez.

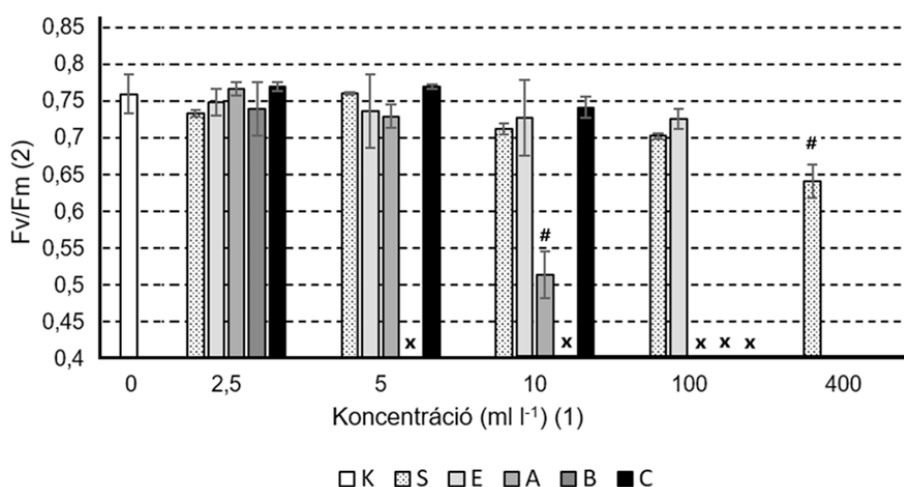
Fig. 1. Fresh weight of wheat plants grown in detergent solutions after 11 days. K: control; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents. Each bar is the mean of 80 independent replicates, error bars show the standard deviation. Where data is missing, seeds failed to germinate. # above the bar indicates significant ($p < 0.05$) difference from the control. (1) detergent concentration (ml l^{-1}); (2) fresh weight of 1 wheat plant (g).

4. táblázat. Különböző mosószeres oldatokban nevelt búza csíranövények hajtás-, és gyökérhossza 11 nap után. hh: hajtáshossz; gyh: gyökérhossz; szignifikanciaszintek: $p < 0,1 = *$, $p < 0,05 = **$, $p < 0,01 = ***$ a kontrollhoz képest, az adatok 80 ismétlés átlagai SD értékekkel. Szignifikáns eltérés esetén az aláhúzott értékek a kontrollnál hosszabbak, a nem aláhúzottak a kontrollnál rövidebbek. A 0 értékek pusztulást jelentenek, a hiányzó adatok esetében a magok nem csíráztak ki az adott kezelésben. S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószert; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek.

Table 4. Shoot and root length of wheat seedlings grown in different detergent solutions after 11 days. Significance levels: $p < 0,1 = *$, $p < 0,05 = **$, $p < 0,01 = ***$ compared to the control. Values are means $\pm$ SD of 80 replicates. For significant differences, underlined values are higher than the control, the values not underlined are lower than the control. 0 values indicate that seedlings died during the growth test. Where data is missing, seeds failed to germinate. (1) detergent concentration (ml l^{-1}); (2) control; (3) examined plant trait; (4) length (mm); hh: shoot length; gyh: root length; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents.

Mosószert- koncentráció (ml l^{-1}) (1)	Tulajdonság (3)	Hosszúság (mm) (4)				
		S	E	A	B	C
0 (2)	hh	143,6 $\pm 18,4$	143,6 $\pm 18,4$	143,6 $\pm 18,4$	143,6 $\pm 18,4$	143,6 $\pm 18,4$
	gyh	137,5 $\pm 22,8$	137,5 $\pm 22,8$	137,5 $\pm 22,8$	137,5 $\pm 22,8$	137,5 $\pm 22,8$
2,5	hh	<u>169,7</u> $\pm 9,3^{***}$	124,6 $\pm 18,2^{**}$	68,2 $\pm 25,1^{***}$	96,1 $\pm 6,1^{***}$	80,7 $\pm 20,6^{***}$
	gyh	149,4 $\pm 26,3$	115,1 $\pm 12,0^{**}$	12,9 $\pm 4,2^{***}$	10,6 $\pm 4,9^{***}$	21,8 $\pm 10,3^{***}$
5	hh	<u>169,6</u> $\pm 11,6^{***}$	130,1 $\pm 15,5^*$	42,9 $\pm 25,4^{***}$	0,0 ***	51,9 $\pm 29,0^{***}$
	gyh	113,7 $\pm 16,6^{**}$	<u>156,6</u> $\pm 9,6^{**}$	12,3 $\pm 4,2^{***}$	0,0 ***	14,8 $\pm 4,2^{***}$
10	hh	<u>175,9</u> $\pm 4,0^{***}$	143,3 $\pm 14,3$	16,1 $\pm 1,6^{***}$	0,0 ***	46,3 $\pm 12,4^{***}$
	gyh	131,0 $\pm 16,5$	114,5 $\pm 15,6^{**}$	4,6 $\pm 5,1^{***}$	0,0 ***	7,1 $\pm 3,3^{***}$
100	hh	95,3 $\pm 5,9^{***}$	3,9 $\pm 11,6^{***}$	0,0 ***	0,0 ***	0,0 ***
	gyh	25,7 $\pm 7,3^{***}$	1,2 $\pm 2,7^{***}$	0,0 ***	0,0 ***	0,0 ***
400	hh	89,7 $\pm 4,5^{***}$				
	gyh	18,5 $\pm 7,5^{***}$				

vizsgált koncentrációban sem csökkentette szignifikánsan a növények tömegét. A nem környezetbarát szintetikus mosószerek már $2,5 \text{ ml l}^{-1}$ koncentrációban is erőteljesen csökkentették a gyökerek (15,9–7,7%-ra) és kevésbé a hajtások (66,9–47,5%-ra) hosszúságát (4. táblázat). Ugyanebben a koncentrációban a szintetikus környezetbarát mosószert 83,7%-ra csökkentette a gyökér és 86,8%-ra a hajtás hosszúságát. Az 5 ml l^{-1} koncentrációjú oldatában a hajtás, a 10 ml l^{-1} töménységben a gyökér növekedés gátlását figyeltük meg, míg a 100 ml l^{-1} koncentrációban 0,9%-ra csökkent a gyökerek és 2,7%-ra a hajtások hosszúsága. Ugyanebben a töménységben a mosószappanoldat hatása enyhébb volt: 66,4%-ra mérsékelte a növények hajtáshosszát, és 18,7%-ra a gyökerekét. Az A, B és C mosószert 100 ml l^{-1} koncentrációban már az összes növény pusztulását eredményezte. 400 ml l^{-1} koncentrációban csak a mosószappanoldatban éltek a csíranövények, 62,5%-os hajtás- és 13,5%-os gyökérhosszúsággal. Ugyanakkor a mosószappanoldatnál 10



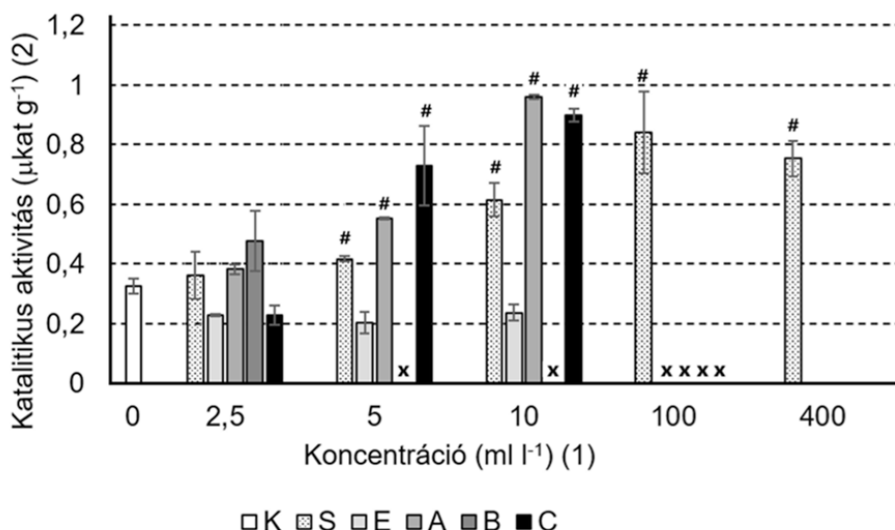
2. ábra. A II. fotokémiai rendszer (PSII) maximális kvantumhozama (F_v/F_m) mosószertoldatokban nevelt búzanövényeknél a 11. napon. K: kontroll; S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószert; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószertek. Az oszlopok 72 ismétlés átlagai, a hibaszávok a szórást (SD) jelölik, a hiányzó adatok esetében a magok nem csíráztak ki az adott kezelésben, x: nem volt elég életben maradt növény a méréshez. # a kontrolltól szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést jelez.

Fig. 2. The maximal quantum yield (F_v/F_m) of photosystem II (PSII) of wheat plants grown in detergent solutions on the 11th day. K: control; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents. Each bar shows the mean of 36 independent replicates, error bars indicate the standard deviation. Where data is missing, the seeds did not germinate in the given treatment, x: there were not enough surviving plants to measure. # above the bar indicates significant ($p < 0,05$) difference from the control. (1) detergent concentration (ml l^{-1}); (2) the maximal quantum yield of photosystem II.

ml l⁻¹-es koncentrációig a hajtáshossz, az E mosószer 5 ml l⁻¹-es koncentrációjában a gyökérhossz szignifikánsan magasabb volt a kontrollnál (4. táblázat).

A pigmenttartalmat (klorofill-a, -b, karotinoidok) a szintetikus A, B és C mosószerek már 2,5 ml l⁻¹, a környezetbarát mosószer 100 ml l⁻¹, a mosószappanoldat 400 ml l⁻¹ koncentrációban csökkentette szignifikánsan (5. táblázat). (A mosószappanoldat 5 ml l⁻¹ oldatánál mérsékelten alacsonyabb volt a karotinoidtartalom a kontrollnál, ám a különbség nem volt megfigyelhető a 10 ml l⁻¹ és 100 ml l⁻¹ koncentrációknál.) A növényekben a klorofill-b tartalmat a mosószappanoldat 2,5, 5 és 100 ml l⁻¹-es koncentrációjú oldata növelte. A környezetbarát mosószer 2,5 és 5 ml l⁻¹ koncentrációnál hatott pozitívan a karotinoid tartalomra.

A szintetikus mosószerek a csíranövények leveleiben a II. fotokémiai rendszer maximális kvantumhatásfokát (F_v/F_m) kis mértékben befolyásolták közvetlenül. A



3. ábra. Peroxidáz enzimaktivitás változása búza csíranövényben különböző mosószerek hatására 11 nap kezelés után. K: kontroll; S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószer; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek. Az oszlopok 24 ismétlés átlagai, a hibasávok a szórást (SD) jelölik, a hiányzó adatok esetében a magok nem csíráztak ki az adott kezelésben, x: nem volt elég életben maradt növény a méréshez. # a kontrolltól szignifikáns ($p < 0,05$) eltérést jelez.

Fig. 3. Peroxidase enzyme activity in wheat seedlings after 11 days of treatment in different detergent solutions. K: control; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents. Each bar is the mean of 24 independent replicates, error bars indicate the standard deviation. Where data is missing, the seeds did not germinate in the given treatment, x: there were not enough surviving plants to measure. # above the bar indicates significant ($p < 0.05$) difference from the control. (1) detergent concentration (ml l⁻¹); (2) catalytic activity (µkat g⁻¹).

5. táblázat. Különböző mosószeres oldatokban nevelt búza csíranövények nedves levéltömegre vonatkoztatott klorofill-a és -b, illetve karotinoid tartalma a 11. napon. Szignifikanciaszintek: $p < 0,1 = *$, $p < 0,05 = **$, $p < 0,01 = ***$ a kontrollhoz képest, az adatok 24 ismétlés átlagai SD értékekkel. Szignifikáns eltérés esetén, az aláhúzott értékek a kontrollnál nagyobbak, a nem aláhúzottak a kontrollnál kisebbek, a hiányzó adatok esetében a magok nem csíráztak ki az adott kezelésben. x: az életben maradt csíranövények kis mennyisége miatt nem mért változó. S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek. címkés mosószerek; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek.

Table 5. Chlorophyll-a, -b and carotenoid content of fresh leaf mass of wheat seedlings grown in different detergent solutions, on the 11th day. Significance levels: $p < 0,1 = *$, $p < 0,05 = **$, $p < 0,01 = ***$ compared to the control. Values are means $\pm$ SD of 24 replicates. For significant differences, underlined data are higher than the control, the values not underlined are lower than the control. Where data is missing, seeds failed to germinate thus there were no seedlings for this experiment, x: variable not measured due to the small number of surviving seedlings. (1) detergent concentration; (2) pigment content (mg g^{-1}) (3) chlorophyll-a; (4) chlorophyll-b; (5) carotenoid; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents.

Mosószerek koncentráció (ml l^{-1}) (1)	Pigment	S	E	Pigmenttartalom (mg g^{-1}) (2)		
				A	B	C
0 ml l^{-1}	Klorofill-a (3)	3,32 $\pm$ 0,4	3,32 $\pm$ 0,4	3,32 $\pm$ 0,4	3,32 $\pm$ 0,4	3,32 $\pm$ 0,4
	Klorofill-b (4)	1,13 $\pm$ 0,1	1,13 $\pm$ 0,1	1,13 $\pm$ 0,1	1,13 $\pm$ 0,1	1,13 $\pm$ 0,1
	Karotinoid (5)	1,12 $\pm$ 0,1	1,12 $\pm$ 0,1	1,12 $\pm$ 0,1	1,12 $\pm$ 0,1	1,12 $\pm$ 0,1
2,5 ml l^{-1}	Klorofill-a	3,56 $\pm$ 0,2	3,43 $\pm$ 0,3	2,24 $\pm$ 0,1**	2,61 $\pm$ 0,1*	2,12 $\pm$ 0,2***
	Klorofill-b	1,28 $\pm$ 0,1**	1,12 $\pm$ 0,1	0,80 $\pm$ 0,1***	0,95 $\pm$ 0,0*	0,69 $\pm$ 0,1***
	Karotinoid	1,16 $\pm$ 0,1	1,34 $\pm$ 0,1**	0,88 $\pm$ 0,0***	0,97 $\pm$ 0,0*	0,81 $\pm$ 0,1***
5 ml l^{-1}	Klorofill-a	3,23 $\pm$ 0,1	3,20 $\pm$ 0,5	1,09 $\pm$ 0,4***	x	0,76 $\pm$ 0,3***
	Klorofill-b	1,23 $\pm$ 0,0*	1,07 $\pm$ 0,1	0,35 $\pm$ 0,1***	x	0,25 $\pm$ 0,1***
	Karotinoid	0,99 $\pm$ 0,0*	1,27 $\pm$ 0,2	0,45 $\pm$ 0,0***	x	0,30 $\pm$ 0,1***
10 ml l^{-1}	Klorofill-a	3,50 $\pm$ 1,5	3,29 $\pm$ 0,3	0,37 $\pm$ 0,1***	x	1,10 $\pm$ 0,2***
	Klorofill-b	1,27 $\pm$ 0,6	1,09 $\pm$ 0,1	0,19 $\pm$ 0,1***	x	0,40 $\pm$ 0,1***
	Karotinoid	1,07 $\pm$ 0,2	1,23 $\pm$ 0,1	0,11 $\pm$ 0,1***	x	0,44 $\pm$ 0,1***
100 ml l^{-1}	Klorofill-a	3,28 $\pm$ 0,0	2,37 $\pm$ 0,3**	x	x	x
	Klorofill-b	1,22 $\pm$ 0,0*	0,97 $\pm$ 0,1*	x	x	x
	Karotinoid	1,04 $\pm$ 0,0	0,73 $\pm$ 0,01***	x	x	x
400 ml l^{-1}	Klorofill-a	2,64 $\pm$ 0,0*				
	Klorofill-b	1,04 $\pm$ 0,3				
	Karotinoid	0,82 $\pm$ 0,1***				

levelek fejlettsége a szintetikus mosószerekben csak alacsonyabb mosószertartalmaknál tette lehetővé a klorofill fluoreszcencia indukciós méréseket. A rendelkezésre álló minták közül csak az A szintetikus mosószert 10 ml l⁻¹ koncentrációja és a mosószappanoldat 400 ml l⁻¹ koncentrációja csökkentette szignifikánsan a maximális kvantumhatékonytságot a kontrollhoz képest (2. ábra). Jellemző módon a csíranövények pusztulását nem előzte meg a tulajdonság számottevő változása.

6. táblázat. A fiziológiai vizsgálatok eredményei a mosószerek gyártók által javasolt adagolás szerinti koncentrációja mellett 11 nap kezelés után. Szignifikanciaszintek: $p < 0,1 = *$, $p < 0,05 = **$, $p < 0,01 = ***$ a kontrollhoz képest. Az adatok átlagok szórás értékekkel, az ismétlések száma változóként eltérő a 4–5. táblázatoknál és az 1. ábránál közölteknek megfelelően. Szignifikáns különbség esetén az aláhúzott számok a kontrollnál nagyobbak, a nem aláhúzottak a kontrollnál kisebbek, a hiányzó adatok esetében a magok nem csíráztak ki az adott kezelésben, x: az életben maradt csíranövények kis mennyisége miatt nem mért változó. S: mosószappanoldat; E: kereskedelmi forgalomban kapható öko címkés mosószert; A, B, C: egyéb kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek.

Table 6. The results of the physiological tests in the manufacturer's recommended concentration for detergents after 11 days of treatment. Significance level: $p < 0,1 = *$, $p < 0,05 = **$, $p < 0,01 = ***$ compared to the control. Mean values $\pm$ SD, the number of replicates is different for the different variables and is according to those given for Table 4–5 and Fig. 1. For significant differences, the underlined values are higher than the control, the values not underlined are lower than the control, in the case of the missing data the seeds did not germinate in the given treatment, x: variable not measured due to the small number of surviving seedlings. (1) studied variable; (2) seedling fresh weight (g); (3) shoot length (mm); (4) root length (mm); (5) chlorophyll-a; (6) chlorophyll-b; (7) carotenoid; (8) F_v/F_m ; (9) peroxidase enzyme activity; (10) control; S: laundry soap solution; E: commercially available eco-label detergent; A, B, C: other commercially available detergents.

Vizsgált változó (1)	Kontroll (0 ml l ⁻¹) (10)	S (2,5 ml l ⁻¹)	E (5 ml l ⁻¹)	A (2,5 ml l ⁻¹)	B (4 ml l ⁻¹)	C (3,5 ml l ⁻¹)
csíranövény nedves tömeg (g) (2)	0,224 $\pm 0,0$	0,200 $\pm 0,1$	0,202 $\pm 0,0$	0,145 $\pm 0,0***$	0,057 $\pm 0,0***$	0,135 $\pm 0,0***$
hajtáshossz (mm) (3)	143,6 $\pm 18,4$	<u>169,7</u> $\pm 9,3***$	130,1 $\pm 15,5*$	68,2 $\pm 25,1***$	12,8 $\pm 0,9***$	85,3 $\pm 28,3***$
gyökérhossz (mm) (4)	137,5 $\pm 22,8$	149,4 $\pm 26,3$	<u>156,6</u> $\pm 9,6**$	12,9 $\pm 4,2***$	5,4 $\pm 0,0***$	14,5 $\pm 4,7***$
klorofill-a (mg g ⁻¹) (5)	3,32 $\pm 0,4$	3,56 $\pm 0,2$	3,20 $\pm 0,5$	2,24 $\pm 0,1**$	x	1,40 $\pm 0,0**$
klorofill-b (mg g ⁻¹) (6)	1,13 $\pm 0,2$	<u>1,28</u> $\pm 0,1**$	1,06 $\pm 0,1$	0,80 $\pm 0,1***$	x	0,47 $\pm 0,1***$
karotinoid (mg g ⁻¹) (7)	1,12 $\pm 0,1$	1,16 $\pm 0,1$	<u>1,27</u> $\pm 0,2*$	0,88 $\pm 0,0***$	x	0,52 $\pm 0,1***$
F_v/F_m (8)	0,76 $\pm 0,0$	0,74 $\pm 0,1$	0,74 $\pm 0,0$	0,77 $\pm 0,0$	x	0,77 $\pm 0,0$
peroxidáz-aktivitás (μ kat g ⁻¹) (9)	0,32 $\pm 0,0$	0,36 $\pm 0,1$	0,20 $\pm 0,0$	0,38 $\pm 0,1$	<u>2,21</u> $\pm 0,1***$	<u>0,90</u> $\pm 0,0***$

A peroxidáz enzim aktivitását érdemben 10 ml l⁻¹-es mosószer-koncentrációig lehetett összehasonlítani, ennél nagyobb töménységnél a növények jelentős része már elpusztult (3. ábra), csak a mosószappan oldataiban maradtak életben. Az A, B és C mosószerek és a mosószappanoldat 5 ml l⁻¹ koncentrációtól többnyire növelték a stresszenzimeként is számontartott peroxidáz aktivitását, míg a környezetbarát mosószer 10 ml l⁻¹-es koncentrációja sem okozott oxidatív stresszt. A mosószappan oldatai kevésbé növelték az enzimaktivitást, mint a szintetikus (A, B és C) mosószerek azonos koncentrációjú oldatai.

A mosószerek javasolt adagolási koncentrációi mellett mérhető növényi válaszok összehasonlítása jól mutatja a különböző mosószerek környezetkárosító hatásának mértékét (6. táblázat). Mind a három nem környezetbarát szintetikus mosószer (A, B, C) szignifikánsan csökkentette a nedves tömeget, illetve a hajtás-, és gyökérhosszt, az A és C mosószer a pigmenttartalmat is. A B mosószer erősen toxikus jellegét mutatja, hogy a pigmenttartalom és az F_v/F_m meghatározásához nem volt elegendő minta a többszörös ismétlések ellenére sem, viszont a peroxidáz-aktivitást erősen növelte. Összességében az A, B és C mosószerek adagolási koncentrációban erőteljes gátló hatást fejtettek ki a növényekre. Ezzel szemben a környezetbarát (E) mosószer és a mosószappanoldat ebben a koncentrációban nem csökkentette szignifikáns mértékben a vizsgált jellemzőket. A mosószappanoldat és a környezetbarát mosószer az adagolási koncentrációban kis mértékben, de szignifikánsan növelte a csíranövények hajtás- vagy gyökérhosszát, olyan módon, hogy a növények nedves tömegére emellett nem volt hatással.

Megvitatás

A növények növekedésére és életműködéseire kimutatható gátlást figyelhetünk meg az összes mosószernél a csírázás mértékében, a csíranövények friss tömegében, a hajtások és a gyökerek növekedésében, a levelek klorofill és karotinoid tartalmában, és károsító hatásra utal a peroxidáz-aktivitás megnövekedése is. A csírázást a szintetikus mosószerek 400 ml l⁻¹ koncentrációban teljesen meggátolták. A szintetikus A, B és E mosószerek 100 ml l⁻¹ koncentrációban szignifikánsan csökkentették a magok csírázását. A kereskedelmi forgalomban kapható mosószerek koncentrációjának növekedésével a csírázási mutatók romlanak, a por formájú mosószerek már 1%-os oldatban is szignifikáns mértékű gátlást okoznak a lencse (*Lens culinaris*) csírázására (CAI és OSTROUMOV 2020). A szintetikus háztartási tisztítószerek (mosószer, öblítő, folyékony szappan) 100 ml l⁻¹-es koncentrációja a mungóbab (*Vigna radiata*) csírázására termékenként változóan hat. Egyes termékek nem gátolják azt, mások teljes pusztulást okoznak (VANITHA et al. 2017). Az egyes mosószerek csírázásgátló hatása tehát termékenként és növényfajonként jelentős mértékben eltérhet, ezt tapasztaltuk kísérleteink során is. A csíranövények hajtás- és

gyökérhosszúsága együtt változott, azonban a gátlás erőteljesebben jelentkezett a gyökereknél, feltételezhetően azért, mert azok közvetlenül érintkeztek a mosószerooldatokkal, a hatás a koncentráció növekedésével intenzívebbé vált. Feltételezzük, hogy a szintetikus mosószeresek esetében a gátlás elsősorban a felületaktív anyagok hatása. SALVATORI et al. (2021) szerint már 100 mg l^{-1} SLES koncentráció is jelentős mértékben gátolja a gyökerek megnyúlását, zavarja a gyökerek víz-, és/vagy tápanyagfelvételét. A mosószappanoldat esetében a gátlást elsősorban a magasabb pH-nak tulajdonítjuk, koncentrációjának növekedésével a kémhatás intenzíven lúgosodik, 400 ml l^{-1} koncentrációnál a pH már 9,9, amit a növények nehezen toleráltak. Vízinövényeknél hasonló megfigyelést tettek ANSARI és KHAN (2014). A szintetikus mosószeresek esetében az oldat kémhatása még a vizsgált legterményebb koncentrációban sem haladta meg a 8,1-es pH értéket. A mosószappanoldat és a környezetbarát mosószer egyes alacsony adagolási koncentrációkban serkentő hatást gyakorolt a csíranövények növekedésére, ami leginkább a hajtáshossz esetében jelentkezett. A csíranövények hajtáshossza még a 10 ml l^{-1} -es mosószappan-koncentrációban is szignifikánsan nagyobb volt, mint a kontrollé. ANSARI és KHAN (2014) vízi szervezeteknél $10\text{--}50 \text{ mg l}^{-1}$ koncentrációtartományban hasonló jelenséget tapasztalt, a szintetikus mosószeresek oldataiban a békalencse szignifikánsan nagyobb száraz tömeget ért el a kontrollhoz képest.

A klorofill-a, klorofill-b és karotinoid tartalom a nem környezetbarát szintetikus mosószereknél már adagolási koncentrációnál is szignifikánsan csökkent a kontrollhoz képest (illetve a B mosószernél már ebben a koncentrációban sem volt elegendő életben maradt növény a mérés elvégzéséhez). Ilyen hatást anionos felületaktív vegyületek okozta terheléskor vízi és szárazföldi növényeknél is kimutattak (GADALLAH 1996, ZHOU et al. 2018). A kukorica összes pigmenttartalma esetében is dóziszfüggő csökkenést figyeltek meg 10 mg l^{-1} koncentrációtól (UZMA et al. 2018). SALVATORI et al. (2021) szerint már reális (360 mg kg^{-1}) SLES expozíció vagy tartósan ható alacsony koncentráció mellett is gátolt a fotoszintetikus teljesítmény. A fotoszintetikus pigmentek a mosószere okozta stresszre érzékenyek, ami a mosószerekből lévő felületaktív anyagok pigmentkárosító, valamint pigment bioszintézist gátló hatásának tulajdonítható a pigment-protein komplexek fehérjeszintézisének megzavarása révén (CHAWLA et al. 1989). A pigmenttartalom jó indikátora a növények érzékenységeinek.

A fotoszintetikus elektrontranszport hatékonyságát tükröző II. fotorendszer maximális kvantumhozama alacsony érzékenységű indikátornak bizonyult, csak kis mértékben változott a kezelések hatására.

A peroxidáz-aktivitás növekedése jól jellemezte a növények érzékenységét az egyes készítményekre még kis oldatkoncentrációk mellett is. A nem környezetbarát szintetikus mosószerekből 10 ml l^{-1} koncentrációig jelentősen nőtt a peroxidáz-aktivitás, a környezetbarát mosószereben ugyanakkor nem változott. A

felületaktív lineáris alkil-benzol-szulfonátok (LAS) fokozzák az oxidatív stresszt (ZHOU et al. 2018), ami a membrán lipidperoxidációjához és az antioxidáns rendszer (szuperoxid-dizmutáz, kataláz, peroxidáz) aktiválásához vezet (MISHRA et al. 2009). A peroxidáz-aktivitás növekedése kivédheti a mosószerek hatására bekövetkező oxidatív stresszt (ZHOU et al. 2018). Vízinövényeknél már alacsony koncentrációknál ($0,1\text{--}10\text{ mg l}^{-1}$) is növekvő peroxidáz-aktivitást figyeltek meg, ami magas szinten maradt a vizsgált 50 mg l^{-1} koncentrációtartományig is, ellenében a szuperoxid-dizmutáz- és katalázaktivitással (ZHOU et al. 2018). A környezetbarát mosószerben feltehetően a többi vizsgált szintetikus mosószerektől eltérő felületaktív anyagok okoztak kisebb mértékű oxidatív stresszt. A mosószappan is kiváltotta az antioxidáns enzim aktiválódását, azonban jelentősen magasabb, 400 ml l^{-1} mosószappan-koncentráció esetén is még biztosítani tudta a növény életben maradását, annak ellenére, hogy egyébként a vizsgált élettani változóknál a gátló hatások már mérhetőek voltak. A peroxidáz-aktivitás kísérleteink tapasztalata szerint jól jellemzi a mosószerek által kiváltott stressz mértékét.

A fiziológiai vizsgálatokba vont jellemzők már alacsony mosószer-koncentrációknál is negatív élettani hatást jeleztek. A vizsgált tulajdonságok értékelése alapján összehasonlítható a mosószerek ökotoxikus hatása.

A szintetikus B mosószer kis töménységben is erősen mérgező, a javasolt adagolási (4 ml l^{-1}) koncentrációban már 74,6%-os nedves tömeg, 91,1%-os hajtáshossz és 96,1%-os gyökérhossz csökkenést okozott. Mosószerekben található anyagok kis koncentrációkban is érvényesülő erős bioaktív hatására vonatkozóan PANDEY és GOPAL (2010) azt tapasztalták, hogy bár a nátrium-lauril-szulfát $2\text{--}15\text{ mg l}^{-1}$ koncentrációtartományban növelte az *Azolla pinnata* telepek és levelek méretét, 20 mg l^{-1} már gátló hatású volt a kontrollmintához viszonyítva. A nátrium-dodecil-benzol-szulfonát kezelés 10 mg l^{-1} koncentrációban még növelte, de $15\text{--}20\text{ mg l}^{-1}$ esetében már csökkentette a növények növekedését. Mindkét felületaktív anyag hatására csökkent a növények klorofilltartalma kis koncentrációk esetében is (annak ellenére, hogy a növények méretére ez a koncentrációtartomány még pozitív hatást gyakorolt), majd $15\text{--}20\text{ mg l}^{-1}$ -nél a növények megbarnultak. A B mosószer erőteljes gátló hatása feltehetően a benne található több különböző felületaktív anyag együttes hatásának következménye.

A valós ökotoxikus hatást mérsékelheti, hogy a mosás során a felületaktív molekulák egy része szennyeződésekhez kötődik, így aktivitásuk csökken, illetve a mosóvíz szennyvízhálózatba kerülésével jelentősen hígul is az oldat (pl. az öblítővízzel), ami az ökotoxikus hatást tovább enyhítheti. A felületaktív anyagok toxicitásának következménye azonban a vízi növényvilág biomasszájának, fehérjetartalmának és klorofilltartalmának csökkenése. A LAS fitotoxikus dózisa a békalencsék közé tartozó *Lemna minor* és *Spirodela polyrrhiza* esetében $81,5\text{ mg l}^{-1}$, de pl. az érzékenyebb *Salvinia molesta* vízipáfrány fajnál már $0,05\text{ mg l}^{-1}$ -es kon-

centráció is fitotoxikus hatású (CHAWLA et al. 1989). Igazolták, hogy a mosószerekben leggyakrabban előforduló LAS vegyületeket aerob körülmények között a folyóvizek természetes biótája 99%-ban képes lebontani (PERALES et al. 1999), ugyanakkor McEVOY és GIGER (1985) szerint a szennyvíztisztításban a koncentrációja anaerob kezelés előtt és után mérve nem mutatott számottevő változást, azaz a LAS vegyületek csak aerob körülmények között bonthatók le. A mosószerekből származó felületaktív anyagok maradványai a szennyvíztisztítás ellenére is kimutathatók az élővizekben, azok habzását, eutrofizációját és egyéb, életlen természetű folyamatok megváltozását okozzák, így például gátolják a vízinövények fotoszintetikus aktivitását és fehérjeszintézisét (MINARECI et al. 2009, AZIZULLAH et al. 2012). A fajok különböző érzékenysége az életközösségek fajösszetételének és diverzitásának megváltozásához vezethet.

A mosószappanoldat kevésbé hatott negatívan a növények csírázására, növekedésére és fiziológiai tulajdonságaira, mint a kereskedelmi forgalomban kapható szintetikus mosószerek, tehát azoknak környezetkímélő alternatívája lehet. A környezetbarát minősítésű mosógél koncentrátum szintén kevésbé toxikusnak bizonyult, mint a kísérletben vizsgált többi szintetikus mosószer: csak nagyobb koncentrációban (100 ml l^{-1}) csökkentette a búza csírázását, növekedését és fotoszintetikus tulajdonságait, és csak nagyon nagy (400 ml l^{-1}) töménységben akadályozta meg teljes mértékben a csírázást. A mosószappanoldattal és a környezetbarát mosószerrel történő mosás során keletkező szürkevíz feltételezéseink szerint nem fejt ki lényeges gátló hatást a búza növény csírázására és növekedésére.

Köszönetnyilvánítás

A munka a Kulturális és Innovációs Minisztérium EKÖP-24 Kódszámú Egyetemi Kiválósági Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- ANSARI A. A., KHAN F. A. 2014: Household detergents causing eutrophication in freshwater ecosystems. In: ANSARI A. A., GILL S. S. (eds) Eutrophication: causes, consequences and control. Springer, Dordrecht. Vol. 2, pp. 139–163. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7814-6_12
- AZIZULLAH A., RICHTER P., JAMIL M., HÄDER D.-P. 2012: Chronic toxicity of a laundry detergent to the freshwater flagellate *Euglena gracilis*. Ecotoxicology 21(7): 1957–1964. <https://doi.org/10.1007/s10646-012-0930-3>
- BIRCH R. R., GLEDHILL W. E., LARSON R. J., NIELSEN A. M. 1992: Role of anaerobic biodegradability in the environmental acceptability of detergent materials. Proceedings of the Third CESIO, London, International Surfactants Congress and Exhibition, Vol. 26, pp. 26–33.
- CAI X., OSTROUMOV S. A. 2020: Discovery of detergent toxicity using non-animal bioassay. In: ERMAKOV V. V., KAPITALCHUK M. V., KAPITALCHUK I. P., PERELOMOV L. V., SHEP-TITSKIY V. A., MELNICENCO E. D. (eds) Biogeochemical innovations under the conditions

- of the biosphere technogenesis corrections. Shevchenko State University, Tiraspol, Vol. 2, pp. 215–219.
- CHANCE B., MAEHLY A. C. 1955: Assay of catalases and peroxidases. *Methods in Enzymology* 2: 764–775. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(55\)02300-8](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(55)02300-8)
- CHAWLA G., MISRA V., VISWANATHAN P. N., DEVI S. 1989: Toxicity of linear alkyl benzene sulphonate on some aquatic plants. *Water, Air, and Soil Pollution* 43: 41–51. <https://doi.org/10.1007/BF00175581>
- CHIRANI M. R., KOWSARI E., TEYMOURIAN T., RAMAKRISHNA S. 2021: Environmental impact of increased soap consumption during COVID-19 pandemic: Biodegradable soap production and sustainable packaging. *Science of The Total Environment* 796: 149013. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149013>
- DA SILVA L. M. 2023: Impactos dos detergentes no meio ambiente: evidências de um estudo ecotoxicológico. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* 9(2): 1429–1441. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i2.8883>
- FEKETE SZ. 2008: Új nemesítésű balkonnövények klímaturése és peroxidáz aktivitása. Doktori (PhD) értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 141 pp.
- GADALLAH M. A. A. 1996: Phytotoxic effects of industrial and sewage waste waters on growth, chlorophyll content, transpiration rate and relative water content of potted sunflower plants. *Water, Air, and Soil Pollution* 89(1–2): 33–47. <https://doi.org/10.1007/BF00300420>
- JOVANIĆ B. R., BOJOVIĆ S., PANIĆ B., RADENKOVIĆ B., DESPOTOVIĆ M. 2010: The effect of detergent as polluting agent on the photosynthetic activity and chlorophyll content in bean leaves. *Health* 2(5): 395–399. <https://doi.org/10.4236/health.2010.25059>
- KOVÁTS N., HUBAI K., DIÓSI D., SAINNOKHOI T.-A., HOFFER A., TÓTH Á., TEKE G. 2021: Sensitivity of typical European roadside plants to atmospheric particulate matter. *Ecological Indicators* 124: 107428. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107428>
- LÁNG F. (szerk.) 1997: Növényélettan. A növényi anyagcsere 1. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 998 pp.
- MADSEN T., BUCHARDT BOYD H., NYLÉN D., RATHMANN PEDERSEN A., PETERSEN G. I., SIMONSEN F. 2001: Environmental and health assessment of substances in household detergents and cosmetic detergent products. Environmental Project No. 615, CETOX, Hørsholm, 201 pp. + 35 pp. Appendix
- MCEVOY J., GIGER W. 1985: Accumulation of linear alkylbenzenesulphonate surfactants in sewage sludges. *Naturwissenschaften* 72(8): 429–431. <https://doi.org/10.1007/BF00404885>
- MINARECI O., ÖZTÜRK M., EGEMEN Ö., MINARECI E. 2009: Detergent and phosphate pollution in Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology* 8(15): 3568–3575.
- MISHRA V., SRIVASTAVA G., PRASAD S. M. 2009: Antioxidant response of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) seedlings to interactive effect of dimethoate and UV-B irradiation. *Scientia Horticulturae* 120(3): 373–378. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.11.024>
- MURCHIE E. H., LAWSON T. 2013: Chlorophyll fluorescence analysis: a guide to good practice and understanding some new applications. *Journal of Experimental Botany* 64(13): 3983–3998. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert208>
- PANDEY P., GOPAL B. 2010: Effect of detergents on the growth of two aquatic plants: *Azolla pinata* and *Hydrilla verticillata*. *Environment & We – An International Journal of Science & Technology* 5: 107–114.
- PERALES J. A., MANZANO M. A., SALES D., QUIROGA J. A. 1999: Biodegradation kinetics of LAS in river water. *International Biodeterioration & Biodegradation* 43(4): 155–160. [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(99\)00044-X](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(99)00044-X)

- SALVATORI E., RAUSEO J., PATROLECCO L., BARRA CARACCIOLO A., SPATARO F., FUSARO L., MANES F. 2021: Germination, root elongation, and photosynthetic performance of plants exposed to sodium lauryl ether sulfate (SLES): an emerging contaminant. *Environmental Science and Pollution Research* 28: 27900–27913.
<https://doi.org/10.1007/s11356-021-12574-w>
- SAWADOGO B., SOU M., HIJIKATA N., SANGARE D., MAIGA A. H., FUNAMIZU N. 2014: Effect of detergents from greywater on irrigated plants: case of okra (*Abelmoschus esculentus*) and lettuce (*Lactuca sativa*). *Journal of Arid Land Studies* 24(1): 117–120.
- SCHÖBERL P., BOCK K. J., HUBER L. 1988: Ökologisch relevante Daten von Tensiden in Wasch- und Reinigungsmitteln: Sachstandsbericht der Arbeitsgruppen „Abbau/Elimination“ und „Bioteste“ im Hauptausschuß Detergentien unter der Leitung von Dr. K. J. Bock, Dr. L. Huber und Dr. P. Schöberl. *Tenside Surfactants Detergents* 25(2): 86–98.
<https://doi.org/10.1515/tsd-1988-250214>
- SCOTT M. J., JONES M. N. 2000: The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes* 1508(1–2): 235–251.
[https://doi.org/10.1016/S0304-4157\(00\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4157(00)00013-7)
- STEBER J., BERGER H. 1995: Biodegradability of anionic surfactants. In: KARSA D. R., PORTER M. R. (eds) *Biodegradability of surfactants*. Springer, Dordrecht, pp. 134–182.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-1348-9_5
- STRZAŁKA K., KOSTECKA-GUGAŁA A., LATOWSKI D. 2003: Carotenoids and environmental stress in plants: significance of carotenoid-mediated modulation of membrane physical properties. *Russian Journal of Plant Physiology* 50: 168–173. <https://doi.org/10.1023/A:1022960828050>
- UZMA S., KHAN S., MURAD W., TAIMUR N., AZIZULLAH A. 2018: Phytotoxic effects of two commonly used laundry detergents on germination, growth, and biochemical characteristics of maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Environmental Monitoring and Assessment* 190: 651.
<https://doi.org/10.1007/s10661-018-7031-6>
- VANITHA S., VIGHNESH L., SREEKAR V. 2017: A study on the effects of cleaning agents (household) on seed germination. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering* 6(spec. 1): 198–203.
- WITZENBERGER A., HACK H., VAN DER BOOM T. 1989: Erläuterungen zum BBCH-Dezimal-Code für die Entwicklungsstadien des Getreides – mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 41(11): 384–388.
- ZHOU J., WU Z., YU D., PANG Y., CAI H., LIU Y. 2018: Toxicity of linear alkylbenzene sulfonate to aquatic plant *Potamogeton perfoliatus* L. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 32303–32311. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3204-7>

Hivatkozott biztonsági adatlapok:

- CLEANECO Organikus Mosógél Koncentrátum Biztonsági adatlap. Termékazonosító: CLEANECO Organikus Univerzális Mosógél Koncentrátum. Felülvizsgálat utolsó dátuma: 2016.06.21., verzió: 1.0.
- Henkel biztonsági adatlap Persil GEL COLOR. Termékazonosító: Persil GEL COLOR. Felülvizsgálat utolsó dátuma: 2016.10.11., BA száma: 74289, verzió: 1.3.
- P&G Biztonsági adatlap: Ariel Mountain Spring. Termékazonosító: 90766657_RET_CLP_EUR_SAW. Felülvizsgálat utolsó dátuma: 2019.09.09. verzió: 1.0.
- Unilever Biztonsági adatlap: Coccolino Care mosógél színes ruhákhoz. Termékkód: 67674665. Felülvizsgálat utolsó dátuma: 2023.05.15/2019.05.30., verzió: 1.0.

Világháló hivatkozások

http1 – From nature with love – Saponification chart. <https://www.fromnaturewithlove.com/resources/sapon.asp> (Hozzáférés: 2024.08.15)

http2 – Zöldbolt – Mosószer házilag: takarékos és környezetkímélő megoldás mosószappanból. https://www.zoldbolt.hu/magazin/Mososzer_hazilag_takarekos_es_kornyezetkimelo?srsltid=AfmBOopfIwkgq2QbDkXPMgWiV3TvOUUX1ktwJI8XW4n6_bDAMZstYSpm (Hozzáférés: 2024.08.15)

Elektronikus melléklet

Electronic supplement

A vizsgálatban használt szintetikus mosószerek biztonsági adatlapjai
Safety data sheets of synthetic detergents used in the study

Effects of household synthetic detergents and environmentally friendly laundry soap on germination, growth and physiological properties of wheat

B. R. HORVÁTHNÉ DANI^{1*}, A. SKRIBANEK²

¹ELTE Eötvös Loránd University, Doctoral School of Environmental Sciences,
1053 Budapest, Egyetem tér 1–3, Hungary; danibrigiroxi@gmail.com

²ELTE Eötvös Loránd University, Berzsenyi Dániel Teacher Training Centre,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4, Hungary; skribanek.anna@sek.elte.hu

Accepted: 12 February 2025

Key words: ecotoxicity, maximum photochemical efficiency, peroxidase enzyme activity, photosynthetic pigments, *Triticum aestivum*.

The increasing and widespread use of cleaning substances is a major source of environmental pollution. The pursuit of environmentally responsible behaviour is getting increasingly important in households as well. One way to do this is to use environmentally friendly detergents. In this study, we compared the ecotoxicity of commercially available synthetic laundry detergents and a washing solution made from laundry soap on wheat (*Triticum aestivum* L.). Three not environmentally friendly (A, B and C) and one eco-friendly synthetic liquid laundry detergents were included in the tests and compared with the ef-

* Corresponding author

fect of a washing solution made from traditional laundry soap. The effects of detergents on wheat germination, seedling weight, shoot and root growth, leaf carotenoid and chlorophyll content, photosynthesis, and peroxidase enzyme activity were investigated in the manufacturer's recommended and higher concentrations. The laundry soap solution did not reduce germination even in the highest concentration (400 ml l^{-1}), while synthetic detergents inhibited it even in 100 ml l^{-1} solution, and completely prevented it in a concentration of 400 ml l^{-1} . The changes in the weight of seedlings due to the treatments showed a similar pattern of toxicity for the different detergents. The weight of individual seedlings decreased even at a low detergent concentration recommended by the manufacturers ($2.5\text{--}5 \text{ ml l}^{-1}$), except for the environmentally friendly detergent and the laundry soap solution. For the not environmentally friendly synthetic detergents, the concentration of 2.5 ml l^{-1} reduced the length of shoots by 33–53% and that of roots by 84–92%, while for the eco-friendly detergent, an intense inhibitory effect appeared from 100 ml l^{-1} . The laundry soap solution did not have such effect; even in a solution of $100\text{--}400 \text{ ml l}^{-1}$ concentration, the length of the shoots was reduced by only 34–38% and the length of the roots by 81–87%. For every detergent, growth inhibition was stronger in the roots than in the shoots. The concentration of photosynthetic pigments (chl-a, chl-b, carotenoids) decreased under the influence of synthetic detergents A, B and C even at low concentrations (2.5 ml l^{-1}), in the 5 ml l^{-1} treatment of detergent B there were no surviving plants suitable for measurement. For the eco-friendly synthetic detergent, photosynthetic pigment contents declined only at 100 ml l^{-1} concentration. The maximum quantum yield (F_v/F_m) of photosystem II proved to be a weak indicator in this study as it responded moderately to treatments. Increasing oxidative stress indicated by the increase in peroxidase activity was obvious for the not environmentally friendly synthetic detergents with increasing low detergent concentrations. For the eco-friendly detergent, peroxidase activity did not change, while for the solutions made from laundry soap, it gradually doubled as high ($100\text{--}400 \text{ ml l}^{-1}$) concentration was reached. Based on our results, seed germination, root growth, pigment content and peroxidase activity are the most appropriate plant traits for the detection of stress caused by detergents.

When used in the recommended dosage concentration, the laundry soap solution and the eco-friendly synthetic laundry detergent did not have significant inhibitory effects on wheat germination, growth and physiological properties while inhibition occurred with the not environmentally friendly synthetic detergents. Our study shows that the laundry soap solution and the tested eco-

friendly detergent – even though the latter also contains synthetic surfactants – may pose a low environmental risk if they get into greywater.

Citation: Horváthné Dani B. R., Skribanek A. 2025: Effects of household synthetic detergents and environmentally friendly laundry soap on germination, growth and physiological properties of wheat. Bot. Közlem. 112(1): 19–40. (in Hungarian with English abstract)
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.19>

Természetközeli sziki legelő diverzitásának és fajösszetételének változása különböző gyephasznosítási módok esetén

VARGA Krisztina^{1*}, CSÍZI István¹, BOJTÉ Csilla, KOVÁCS Györgyi², HALÁSZ András³, NAGY Dominik³, KISS Csaba⁴

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Nemzeti Éghajlat- és Tájkutatói Központ, 5300 Karcag, Kisújszállási út 166.; *varga.krisztina@uni-mate.hu

²Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet, Víz tudományi és Környezetinformatikai Tanszék, 4032 Debrecen, Böszörményi út 146/B.

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Állattenyésztés-technológiai és Állattjóléti Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

⁴Eszterházy Károly Katolikus Egyetem, Biológiai Intézet, Állattani Tanszék, 3300 Eger, Leányka u. 6.

Elfogadva: 2024. december 13.

Kulcsszavak: egyenletesség, fajgazdagság, fitocönológia, kaszálás, Shannon-diverzitás, túllegeltetés.

Összefoglalás: A Kárpát-medence számottevő részét borító eurázsiai erdőssztyep meghatározó, gyeptakarmánybázisra alapozott állattenyésztésnek adott otthont még pár évtizede is. A 21. században a folyamatosan csökkenő legeltetett állatlétszám és a természetvédelmi célú gyephasznosítás korlátozott támogatása eredményeként növekszik a gyepgazdálkodással hasznosított, mára felhagyott gyepek területe. Ugyanakkor a munkaerőhiány kezelésére létesített legelőterületekben a túllegeltetés kopárosodást okoz. Kutatásunkban egy külterjesen művelt, természetközeli gyeptársulás diverzitásának és fajösszetételének változását követtük nyomon különböző hasznosítási módok mellett. Alföldi cickafarkos-füves puszta és ecetpázsitos sziki rét közötti átmenti gyeptársulás legelőn 2009-ben elindított kísérletben az alkalmazott kezelések a következők voltak: zero hasznosítású gyeptársulás, kaszálás, réthasznosítás (kaszálás és sarjú legeltetés juhokkal), valamint túllegeltetés. A 11 évet felölelő kísérleti időszak utolsó 4 évében, 2017–2020 között folytattuk a vizsgálatokat. Évente egyszer fitocönológiai felmérést végeztünk, rögzítve a növényfajok borítását. Eredményeink szerint a Shannon-diverzitás a túllegeltetett és a réthasznosítású területen jelentősen magasabb volt, mint a zero hasznosítású vagy kaszált gyepekben, ami elsősorban a fajszámok különbségének tulajdonítható. A réthasznosítású terület volt a legfajgazdagabb 29 növényfajjal a vizsgálat 4 éve alatt, míg a legfajszegényebb a zero hasznosítású gyeptársulás volt, 2017-ben mindössze 6 fajjal. Az egyenletesség értékei kevésbé tértek el egymástól a különböző kezelésekben. A vizsgálat 4 éve alatt nem változott számottevően a Shannon-diverzitás értéke adott gyephasznosításon belül. A kaszáló és a zero hasznosítású területeken magasabb volt a fűvek részesedése a fajszámból és az összborításból, mint a réthasznosítású vagy a túllegeltetett kezelésekben. A kaszáló és a rét kezelésekben domináns szálfa *Alopecurus pratensis* borítása a túllegeltetett gyeptársulásban 10% alá csökkent. A legelés inten-

* Levelező szerző

zításának növekedésével az alfű *Festuca pseudovina* előretörése figyelhető meg. A zéró hasznosítás esetén a *Rosa canina* okoz cserjésedést. Az egyéves *Hordeum murinum* kizárólag a túllegeltetett kezelésnél jelent meg, és borítása 13,5%-ról 22,9%-ra nőtt 2017 és 2020 között, ami már jelentős juhegészségügyi kockázatot jelenthet. Kutatómunkánk eredményei alapján a vizsgált élőhelyhez hasonló éghajlati és talajadottságok mellett leginkább a réthasznosítási gyepegzaldálkodási gyakorlat képes megőrizni a természetközeli gyeppaszociációk eredeti fajdiverzitását.

Idézés: Varga K., Csízi I., Bojté Cs., Kovács Gy., Halász A., Nagy D., Kiss Cs. 2025: Természetközeli sziki legelő diverzitásának és fajösszetételének változása különböző gyeppaszociációs módok esetén. Bot. Közlem. 112(1): 41–60. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.41>

Bevezetés

A gyepek bolygónk legnagyobb fajgazdagsággal rendelkező ökoszisztémái közé tartoznak (WILSON et al. 2012, ZHOU et al. 2021), ugyanakkor a természetközeli gyepterületeket világszerte többfelé a fajdiverzitás csökkenésének veszélye fenyegeti (ZHANG et al. 2020). Ennek ellenére a gyepterületek természetvédelmi helyzete világszerte eltérő (TISCORNIA et al. 2019). Több kutatócsoport (WU et al. 2014, LU et al. 2017) felhívta a figyelmet arra, hogy a gyepek leromlása számos élőhelyen botanikai és gazdasági problémákhoz vezethet. A folyamat gyorsuló tendenciája nyomán becslések szerint akár 49%-ot is elérhet az emberiség által hasznosított gyepterületek valamilyen mértékben degradálódott hányada (GIBBS és SALMON 2015, LIU et al. 2019). A degradáció a gyepek minőségének, termelékenységének, gazdasági potenciáljának, ökoszisztéma szolgáltatási funkciójának, biológiai sokféleségének vagy komplexitásának csökkenését vonja maga után (LI et al. 2013, LIN et al. 2015). Az olyan emberi tevékenységek, mint a túllegeltetés és az infrastrukturális fejlesztések, jelentős mértékben befolyásolják a regionális ökoszisztéma-szolgáltatásokat (SETO et al. 2011). A gyepterületek pusztulása elsősorban ökológiai jellemzőik (pl. biológiai sokféleségük, termelékenységük, a talaj szervesanyag-tartalma) és más ökoszisztéma-szolgáltatások (pl. takarmányhozam, takarmányminőség) csökkenésében mutatkozik meg (ZHOU et al. 2023). Emellett a gyepek leromlása olyan környezeti problémákat is okozhat, mint a talajerózió, a szikesedés, az elsivatagosodás, valamint a spontán tüzek kialakulása (ZHANG et al. 2019, XIE et al. 2020).

Számtalan nehézséget okoz az olyan potenciális tényezők együttes hatása, mint a tájhasználat változása, például a túllegeltetés (HARRIS 2010, ALLEN et al. 2011), a kaszálás elmaradása és más helytelen gazdálkodási gyakorlatok (VELDMAN et al. 2015, WICK et al. 2016, ANDRADE et al. 2018), az éghajlatváltozás (GANG et al. 2014, ZHOU et al. 2014), az eutrofizáció, a földek használatának átalakítása vagy a termelésből kivonása (LARK et al. 2020, BARDGETT et al. 2021). Az emberek megélhetése szempontjából a túllegeltetés a világ minden tá-

ján jelentős probléma. Ezáltal ugyanis csökken az a takarmánybázis, amin a legeltetéses állattartás alapszik (TÖRÖK et al. 2018b). Egyes régiókban a legeltetés megszűnése jellemző, ezzel ellentétben Ausztrália, Afrika (SIYABULELA et al. 2020), Ázsia (KAMP et al. 2016, SHAHRIARY et al. 2021), Dél-Amerika (GAITÁN et al. 2018), valamint Európa egyes területein is jellemzővé vált a túllegeltetés (ABU HAMMAD és TUMEIZI 2012, VETTER és BOND 2012). A legelő állatok taposása és legelése befolyásolja a területek fajösszetételét (XIE és SHA 2012, KOVÁCSNÉ KONCZ et al. 2020, MOR-MUSSERY et al. 2020). A jelentős taposás csökkenti a biomasszát (BORER et al. 2014, WANG et al. 2017) és csupasz foltokat hoz létre, ahol a növények elfekvő magjai később kihajthatnak, így ezek a fedetlen foltok dinamikus mozaikszerkezetet eredményezhetnek (DEÁK et al. 2017). Az állatok által kedvelt, gyakran látogatott területeken, mint például a pihenőhelyeknél, illetve az itató környékén nagyobb kiterjedésű csupasz területek alakulnak ki (EVANS 1977). Ezen kívül az állatállomány hosszú távú taposása a talaj tápanyag- és szervesanyag-tartalmának csökkenését és a homokfrakció növekedését is okozhatja, ami fokozott talajeróziót eredményez, ez viszont meghatározó szerepet tölt be a gyepterületek leromlásában (LU et al. 2017). Túllegeltetés esetében az erős taposás csökkenti a talaj porozitását és a csapadék beszívargásának hatékonyságát, így összességében vízhiányt okoz (ZHAO et al. 2007). A túlzott terhelés mérsékli a gyp állattartó képességét is (JIANG et al. 2023).

Nemcsak a túllegeltetés okoz problémát, hanem a hasznosítás elmaradása is. A nem megfelelő kezelés hatására a területen az értékes gypalkotó fajok eltűnnek, és ezzel egy időben kompetitor fajok terjedése fenyegeti a természetes gyp fennmaradását (ISSELSTEIN et al. 2005). Hasznosítás nélkül a réteken megindul az elavarosodás, számos esetben elnádásodás is. PEREVOLOTSKY és SELIGMAN (1998) szerint a mediterrán és a száraz vidékeken az alulhasznosítás a „zöld sivatag” jelenséghez vezet, amikor a terület áthatolhatatlan bozótossá válik, csökken a terület fajgazdagsága, valamint vízhiány következtében megnő a bozotttűz kialakulásának veszélye. BAKKER és BERENDSE (1999) megállapította, hogy a hagyományos gypkezelés megszűnése következtében a nem hasznosított területeken jelentősen megnő a gyúlékony fűavar mennyisége. A területeken inváziós fásszárú növények rohamos térhódítása kezdődhet meg (BAJOR et al. 2016). A cserjésedéssel csökken a gyepek diverzitása ERDŐS et al. (2013) megállapítása szerint. SZENTES et al. (2012) szerint a gyepek cserjésedésével csökken a lágyszárúak borítása, ami a talaj túlzott felmelegedéséhez vezet, és ez kedvez a degradációs folyamatoknak. A degradálódott gyepterületen megnövekszik a mérgező fajok aránya, mivel a legelő állatok kikerülik azokat (MA et al. 2018). A növényi fajgazdagság csökkenésének (BARTHA et al. 2014) következménye az állatvilág elszegényesedése is (SAUER et al. 2013, WRIGHT és WIMBERLY 2013). A

degradálódott területeken eluralkodhatnak a nemkívánatos inváziós fajok, ami a természetközeli állapot megszűnését okozza (SANDERSON et al. 2013).

Magyarországon a legeltetéses állattartás, elsősorban a juhtartás fokozatos csökkenése jellemző: a rendszerváltáskori 3 millió egyed helyett 2023 első felében már csak 789 ezer juh volt (ANONYMUS 2024). Emellett a munkaerőhiány is a legelőkertes technológia terjedéséhez (VARGA és CSÍZI 2020) és szélsőséges gyeppaszórtási módok megjelenéséhez vezetett. FERNANDEZ-GIMENEZ és LE FEBRE (2006) szerint a gyepek leromlásának fő mozgatórugója a gyepek privatizációja miatt megváltozott legeltetési rendszer. A legelőkertes tartási mód ugyanis gyakran túllegeltetéshez vezet, míg a távolabbi legelőrészek fitomasszája hasznosítatlan marad (zéró hasznosítás). TASI et al. (2014) a Corine 50 felszínborítási adatok alapján arra következtettek, hogy magyarországi szinten a gyepek kb. 20%-a hasznosítatlan, sőt az észak-magyarországi régióban súlyosabb a helyzet, a hasznosítatlan gyepek aránya pl. 2005-ben 47,1% volt. Ez egy értékes forrás részleges kihasználását jelenti, hiszen, ha nincs legeltetési lehetőség, a gyepp növényzet főnövedékének produkciója kaszálás útján betakarítható lenne (kaszáló használat), míg legelő állat megléte esetén emellett a sarjűnövedék is hasznosításra kerül (réthasználat).

Kutatásunk célkitűzése a sérülékeny gyepp többrétű elemzése volt, melynek során értékeltük a kísérleti kezelésekre adott növényzeti választ a szociális magatartási típusok (VARGA és CSÍZI 2023b), a degradáció (VARGA et al. 2024b), a vízigény (VARGA és CSÍZI 2023c), valamint a nitrogénigény (VARGA és CSÍZI 2023a) szempontjából. A gyeppgazdálkodás ágazatát sújtó számos probléma miatt kísérletes vizsgálatunk célja volt degradálódott, szolonyec talajadottságú panon gyepterületen megérteni a növényzet változását. Jelen összehasonlító elemzésünkben a növényzet összetételének változását tárgyaljuk a különböző kezelésekkben. Vizsgáltuk a fajgazdagság, diverzitás és fajösszetétel összefüggéseit. A vizsgálat eredményei értékes ismeretekkel szolgálhatnak a hasonló területi adottságokkal rendelkező gyepeken gazdálkodók számára.

Anyag és módszer

A mintaterület jellemzése

Kísérletünket a Közép-Tisza-vidéki szikes talajú, meleg mérsékelt éghajlatú, szemiarid termőhelyi viszonyokat jól reprezentáló helyszínén (HORTOBÁGYI és SIMON 2000), a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Karcagi Kutatóintézet gyepterületén állítottuk be (helyrajzi szám: 01712/1, koordináták: 47° 17' 27.8" N 20° 55' 12.0" E). A kísérleti terület tengerszint feletti magassága 83 m. A MATE Karcagi Kutatóintézetben található OMSZ mérőállomás adatai alapján a 30 éves (1991–2020) csapadékatlag 539 mm, az éves középhőmérséklet 11,3 °C. A kísérlet területének talajtípusa közepes réti szolonyec talaj. A kísérlet beállításakor 0-10

cm-es mélységben vett talajminta általános talajtani jellemzői a következők: pH: 5,1; Arany-féle kötöttség: 53; humusz: 3,8 m/m%; nitrogéntartalom: 3 mg/kg; foszfor-pentoxid tartalom: 46 mg/kg; kálium-oxid tartalom: 253 mg/kg. A talajvizsgálatot intézetünk akkreditált laboratóriuma végezte el a vonatkozó magyar szabványoknak megfelelően (pH – MSZ-08-206: 1978 2.1 sz.; Arany-féle kötöttség – MSZ-08-205: 1978 5.1 sz.; humusztartalom – MSZ-08-210: 1977 2.2 sz.; nitrogén – LABTK 12a: 2004, foszfor-pentoxid – MSZ20135: 1999 5.4.2 sz. és kálium-oxid – MSZ 20135: 1999 5.3 sz.). A vizsgált kísérleti terület a Pannóniai flóratartományba, az Alföld flóraidékének a Tiszántúli flórajárásába tartozik (HORTOBÁGYI és SIMON 2000). A gypállomány az ecsetpázsitos sziki rét (*Agrostio stoloniferae-Alopecuretum pratensis* Soó 1933 corr. Borhidi 2003) és a cicakafarkos-füves szikes puszta (*Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae* Soó (1933) 1947 corr. Borhidi 1996) közötti átmeneti gyeptársulásba sorolható. A vizsgált termőhely a Natura 2000 hálózathoz tartozik (269/2007. (X. 18.) Korm. rendelet).

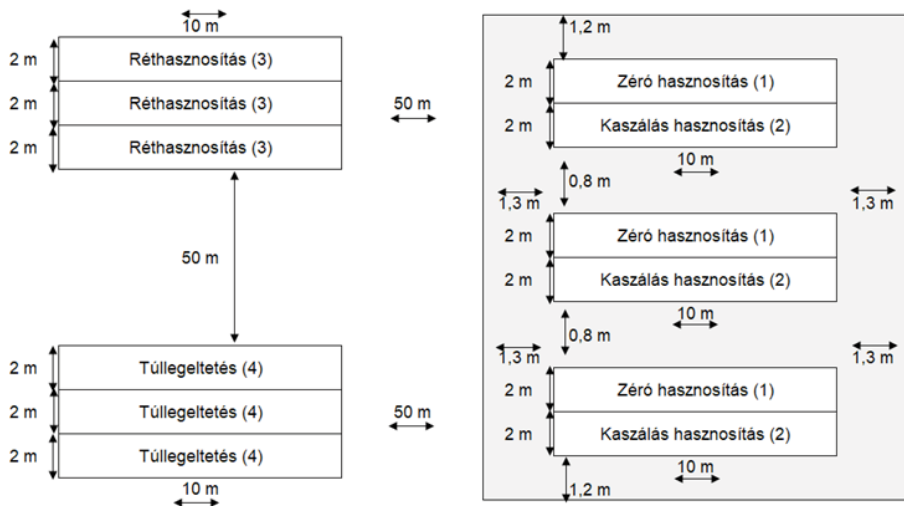
1987–2009 között, a kísérlet beállítását megelőzően, intézetünk kaszálónak használta a területet évi egyszeri kaszálással. Ezen időszak alatt a gyepterületen hozzáadás jellegű beavatkozás (pl. felülvetés, trágyázás, öntözés) nem történt. 1987 előtt egy helyi termelőszövetkezeté volt a gyepterület, a hasznosítás akkori módjáról nincs adat. A kísérlet kezdetekor, 2009-ben ebből az egységes gyepterületről, legalább 20 éve kaszálónak használt területből indultunk ki.

Kísérleti elrendezés

A terület réthasznosítású részén évi egyszeri kaszálás, majd sarjú legeltetés zajlik 500 egyedű számláló juhnyájjal ún. láb alóli pásztoroló legeltetési móddal, amit 2009 óta folytatnak (réthasználat kezelés). Az intézet gyepeiből 124 hektáron folyik réthasználat, az állatsűrűség így 4 juh/ha. A pásztoroló legeltetési módból adódóan, ahol a nyáj szétterülve legel, ott a sarjú gyepterületet rövidre legeli. A réthasználatú és a túllegeltetett kezelések parcellái egymás szomszédságában találhatók, csak egy kerítés választja el a többi kezeléstől (zéró hasznosítás és kaszálás hasznosítás, 1. ábra). A túllegeltetett területen a 25 juh/ha állatsűrűség jól reprezentálja az állattartó épület mellett közvetlenül létrehozott legelőkeretek munkaerőhiány miatti kényszerből adódó szélsőséges kihasználását.

A kísérlethez 3 ismétlésben négyféle kezelést állítottunk be 2009-ben, ahol a különböző kezelést kapó egységek mérete nettó 20 m² (10 m × 2 m) volt (1. ábra):

- Zéró hasznosítás: a területen sem kaszálás, sem legeltetés nem folyik;
- Kaszáló használat: minden évben május 3. dekádjában gépi kaszálás 5 cm-es tarlómagassággal és a széna lehordása a területre;
- Réthasználat: május 3. dekádjában gépi kaszálás 5 cm-es tarlómagassággal és a széna lehordása a területre, majd juhlegeltetés (4 juh/ha) augusztusban;
- Túllegeltetés: 25 juh/ha legeltetése április közepétől október végéig.



1. ábra. A gyepkezelési kísérlet területi elrendezése a természetközeli sziki legelőn. Jobb oldalon a szürke háttér a juhok elől kerítéssel elzárt területet jelzi.

Fig. 1. Layout of the field experiment in the studied seminatural alkaline pasture. The blocks with a grey background are fenced around to keep out sheep. (1) = Zero utilisation; (2) = Mowing; (3) = Meadow; (4) = Overgrazing.

A jelen tanulmányunkban közölt eredmények a 2017–2020 közötti időszakot ölelik fel.

Vizsgálatunkhoz a Karcagi Kutatóintézet Meteorológiai Mérőállomás hőmérsékleti és csapadékadatait használtuk fel 2016. január 1-től 2020. december 31-ig (E1. táblázat). Ebben az időszakban 2019 volt a legkevesbé csapadékos (505,1 mm) és az egyik legmelegebb év 12,5 °C évi középhőmérséklettel. 2020-ban hullott a legtöbb csapadék, a sokéves átlagot is jelentősen meghaladva (648,5 mm), és ebben az évben mértük a legcsapadékosabb hónapot is (július: 139,3 mm).

Vegetációs felmérés

A növényállomány fitocönológiai felvételezését a Balázs-féle kvadrát módszerrel végeztük (BALÁZS 1960), ahol az adott növényfaj által lefedett gyepterület nagyságát a Balázs-féle dominanciaérték (DB) jelzi. A DB értéket az egész egységre adtuk meg kezelésként (20 m²). A kezelések területeit felosztottuk 32 egységre, és a növények felvételezésekor meghatároztuk, hogy a terület hány 32-ed részét borítja az adott növényfaj. A nagyon alacsony borítási értéket elérő fajokat + jellel jelöltük (DB=0,5), ami 1,56% borításnak felel meg. A Balázs-féle dominanciaérték maximális összege 32 lehet ($DB_{max} = 32$, ha egyetlen növény-

faj a teljes területet beborítja; ez felel meg 100%-os borításnak). A borítási értékek számításához az alábbi képletet használtuk: $\text{borítás (\%)} = (\text{DB}/\text{DB}_{\text{max}}) \times 100$.

A fitocönológiai vizsgálatokat évente egyszer végeztük tavasszal, május végén, a kezeléseket (kaszálás, a széna lehordása a területről) közvetlenül megelőzően, az alábbi időpontokban: 2017. május 31., 2018. május 23., 2019. május 22. és 2020. május 21. A növények tudományos neveit KIRÁLY (2009) szerint használtuk. A növényfajok felvételezésekor rögzítettük a borítatlan területek nagyságát is, ezt az adatot használtuk fel az összborítás meghatározásához, 100%-ból kivonva a csupasz foltok méretét.

Statisztikai elemzés

A kísérletekben felvételezett adatokat a Microsoft Office Excel (LST Professional 2021) programban rögzítettük. A Shannon-diverzitás (H) értékeinek számításához a tömegesség adatokat a növényfajok borításának összesített százalékos értékei jelentették. Az egyes kezelések ismétléseiből számított Shannon-diverzitás értékekre és a kezelések típusaira (kategorikus változó) egytényezős varianciaanalízist (one-way ANOVA) futtattunk (CHAMBERS et al. 1992). Az egyes kezelések Shannon-diverzitás értékeit átlagoltuk, majd ezen kezeléspárokat Hutcheson t-próbával hasonlítottuk össze (HUTCHESON 1970, ZAR 2010). Egy kezeléstípuson belül az évek közötti összehasonlításokat külön végeztük el. Az adatok statisztikai elemzéséhez és grafikai ábrázolásához R statisztikai környezetet használtunk (RStudio 2021.09.0+351; RStudio Team 2021) a szükséges feladatspecifikus programcsomagok használatával: ggplot2 (WICKHAM 2016), cowplot (WILKE 2019), ecolTest (SALINAS és RAMIREZ-DELGADO 2021).

Eredmények

A vizsgált területen mindenhol 90% feletti volt az átlagos összborítás a kísérlet minden évében, kivéve a túllegeltetett kezelésben, ahol 2018-ban és 2019-ben 90% körülre csökkent: 89,6% volt 2018-ban és 90,6% 2019-ben. A vizsgálati időszak alatt az összborítás nem különbözött szignifikánsan a kezelések között: a zéró hasznosítású kezelésnél átlagosan 95,6%, a kaszálás esetében 97,4%, a réthasználatú kezelésnél 97,0%, a túllegeltetett kezelésnél pedig 93,0% volt. 2018-ban a kaszálás kezelés kivételével mindenütt nőtt a borítatlan terület. A legnagyobb csupasz felszíneket a túllegeltetett területen észleltük, ahol 2018-ban és 2019-ben ez az érték átlagosan 10,4 és 9,4% volt (E2. táblázat).

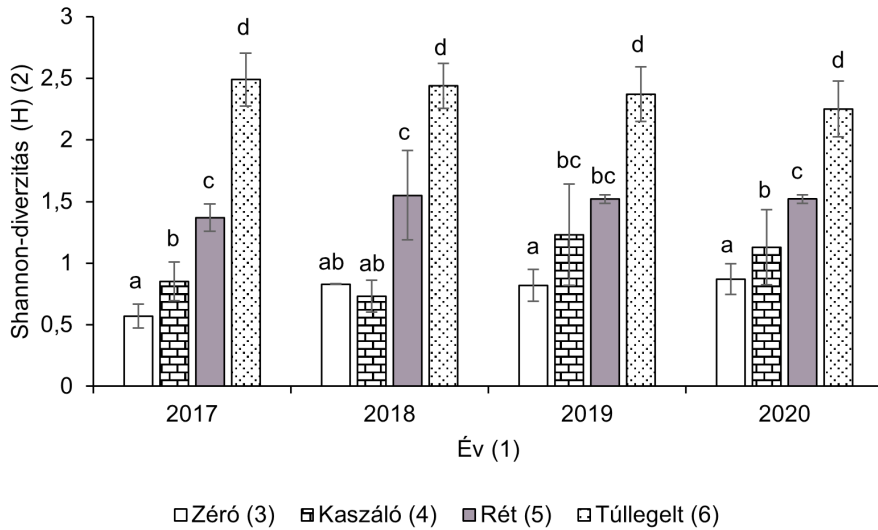
A fitocönológiai felvételezés során a terület egészére vonatkozóan összesen 50 fajt észleltünk. A réthasznosítás és a túllegeltetés esetében 2,8-4,1-szer magasabb volt a terület össz fajszáma, mint a zéró hasznosításnál és a kaszálásnál (E2.

táblázat). A legmagasabb a fajszám a réthasznosításnál és a túllegeltetésnél (31 faj 2017-ben), a legalacsonyabb a zéró hasznosításnál (6 faj 2017-ben) mutatkozott. A kísérlet utolsó évében, 2020-ban a zéró hasznosítású kezelésben 7, a kaszálás kezelésben 11, a réthasználatú kezelésben 29, míg a túllegeltetett kezelésben 24 növényfaj volt. Vizsgálatunk időtartama alatt – 2017 és 2020 között – a kaszálás kezelésben nőtt a fajszám (7-ről 11-re), míg a túllegeltetett területen csökkent (31-ről 24-re) (E2. táblázat).

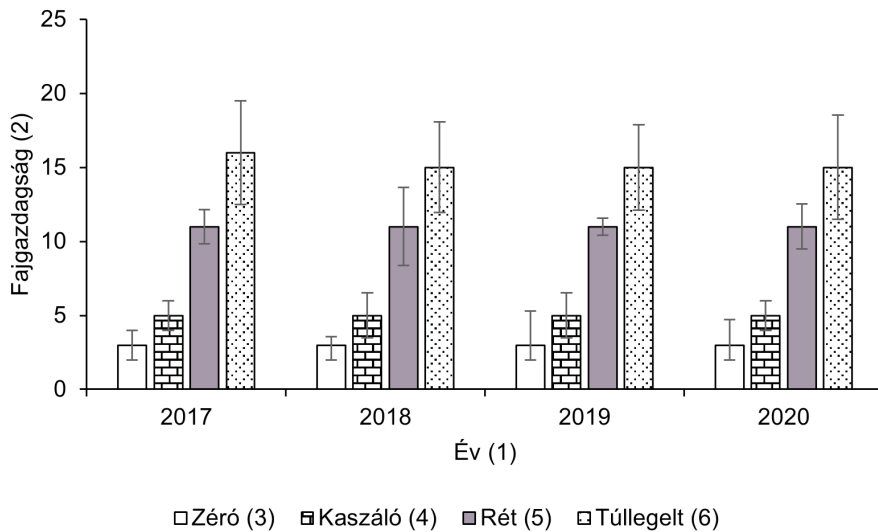
Két növényfajt találtunk, amelyik mindegyik kezelésben előfordult: az *Alopecurus pratensis*-t, ami az ecsetpázsitos szikes rét társulás domináns alkotója, valamint a *Poa pratensis*-t (E2. táblázat). A *Rosa canina* volt az egyetlen olyan faj, amit kizárólag a zéró használatú kezelésben észleltünk. Csak a kaszálás kezelésben jelent meg a *Crepis setosa* és a *Lolium perenne*. Kizárólag a réthasználatú kezelésben fordult elő 9 faj: *Achillea setacea*, *Euphorbia cyparissias*, *Lathyrus tuberosus*, *Lepidium perfoliatum*, *Plantago schwarzenbergiana*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus acris*, *Trifolium repens*, *T. striatum*. A túllegeltetett kezelésben észleltük a legtöbb, 12 fajt, ami kizárólag abban az egy kezelésben él: *Achillea collina*, *Capsella bursa-pastoris*, *Carduus acanthoides*, *C. nutans*, *Conium maculatum*, *Daucus carota*, *Erodium cicutarium*, *Hordeum murinum*, *Portulaca oleracea*, *Sonchus arvensis*, *Trifolium angulatum*, *Tripleurospermum perforatum* (E2. táblázat).

A különböző hasznosítású területek növényzetének diverzitását a Shannon-diverzitás (H), a fajgazdagság és az egyenletesség értékével jellemezhetjük. A varianciaanalízis (ANOVA) szerint az egyes kezelésekhöz tartozó Shannon-diverzitás értékek minden évben szignifikánsan különböztek a kezelések között; 2017: $F = 95,79$ $p < 0,001$; 2018: $F = 45,93$ $p < 0,001$; 2019: $F = 25,2$ $p < 0,001$; 2020: $F = 31,19$ $p < 0,001$. A túllegelt gyepek Shannon-diverzitása jelentősen felülmúlta a többi kezelés értékét, ezt a réthasználat követte, ami mindig meghaladta a zéró hasznosítás és legtöbbször a kaszáló hasznosítás H értékét is (2. ábra). A kezelések Shannon-diverzitásának különbsége elsősorban a kvadrátonkénti fajszám eltéréseinek tulajdonítható (ami a túllegelt területeken volt a legmagasabb, és a rét, kaszáló, zéró hasznosítás sorrendben csökkent, 3. ábra). Az egyenletesség tekintetében kevésbé tértek el a kezelések (4. ábra). A Hutcheson-féle t-teszt eredményei alapján az évek során a Shannon-diverzitás értéke nem változott lényegesen az egyes kezeléseken. 2017-ben és 2020-ban a kezelések összehasonlításakor az összes esetben szignifikáns eltérést kaptunk. 2018-ban a zéró és a kaszáló kezelések összehasonlításánál ($p = 0,18$), míg 2019-ben a kaszáló és a rét kezelések között ($p = 0,051$) nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget (2. ábra).

A kísérlet folyamán jellegzetes változások történtek a gyeppálmányok fajösszetételében. A zéró hasznosítású területen fordult elő az egyetlen cserjefaj. A *Rosa canina* ebben a kezelési típusban a megfigyelési időszakban már mindvégig jelen volt, borítása 2019–2020-ra 20,8%-ra növekedett. A réthasznosítá-

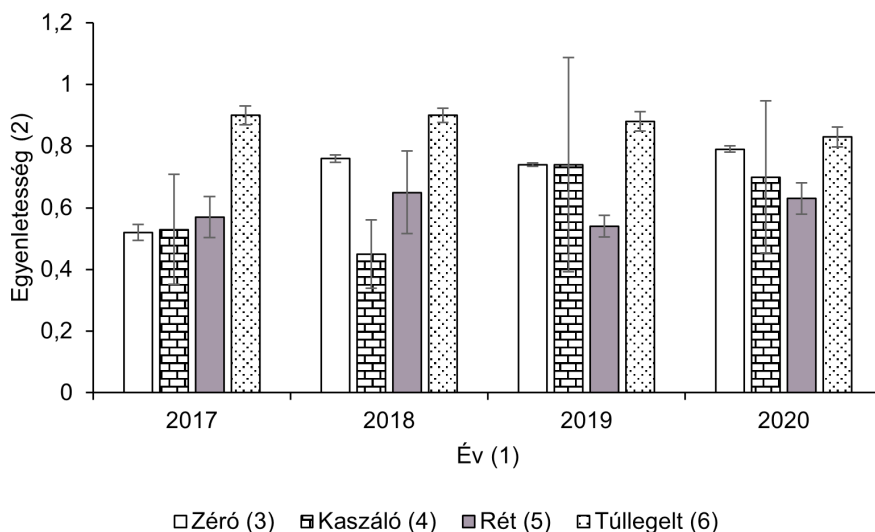


2. ábra. A Shannon-diverzitás értéke a különböző kezelésekben a vizsgált természetközeli sziki legelőn. Átlag $\pm$ szórás értékek. Az eltérő betűjelzéssel ellátott oszlopok szignifikánsan különböznek.
Fig. 2. Shannon diversity index in the studied treatments in a seminatural alkaline pasture. Mean $\pm$ SD values. Columns marked with different letter are significantly different. (1) Year; (2) Shannon diversity (H); (3) Zero utilisation; (4) Mowing; (5) Meadow; (6) Overgrazing.



3. ábra. Az egyes kezelésekben észlelt kvadrátonkénti fajszám a vizsgált természetközeli sziki legelőn. Átlag $\pm$ szórás értékek.

Fig. 3. Number of plant species per quadrat in the studied treatments in a seminatural alkaline pasture. Mean $\pm$ SD values. (1) Year; (2) Species richness; (3) Zero; (4) Mowing; (5) Meadow; (6) Overgrazing.



4. ábra. Az egyes kezelésekhez tartozó kvadrátonkénti egyenletesség értéke a vizsgált természetközeli sziki legelőn. Átlag $\pm$ szórás értékek.

Fig. 4. Evenness of species abundance in the studied treatments in a seminatural alkaline pasture. Mean $\pm$ SD values. (1) Year; (2) Evenness; (3) Zero utilisation; (4) Mowing; (5) Meadow; (6) Overgrazing.

sú kezelésben vezérnövény váltás történt 2018-ban: a réti ecsetpázsit (*Alopecurus pratensis*) helyett a sovány csenkesz (*Festuca pseudovina*) térnyerése figyelhető meg, és a későbbiekben a két fűfaj aránya folyamatosan a csenkesz javára változott. Az *Alopecurus pratensis* alulhasznosítás mellett fenn tudta tartani a dominanciáját: átlagos borítása a zero hasznosításúakban 50,8%, a kaszált parcellákban 51,2% volt, ugyanakkor a túllegeltetett területen már 2017-ben is csak 8,3%-ot ért el, ami 2020-ra megfeleződött. A túllegeltetett területen az egérárpa (*Hordeum murinum*) elterjedése volt jellemző, borítása 13,5%-ról 22,9%-ra növekedett 2017 és 2020 között.

A különböző kezeléseknél jellemző eltérések figyelhetők meg abban a tekintetben, hogy a füvek a fajkészletnek, illetőleg a növényzet borításának mekkora hányadát teszik ki. A teljes megfigyelési időszakra nézve, az össz fajszám 43,3%-a a füvekhez tartozik a zero hasznosítású területen, ez az arány 38,2% kaszálás, 24,2% réthasznosítás és 22,6% túllegeltetés mellett (E2. táblázat). Ha a füvek összborításból való részesedését nézzük, a fajszámokból számított aránynál magasabb értékeket kapunk, és a rangsorban az első két helyezett helyet cserél: első helyen ekkor a kaszáló áll (91,9%), ezt követi sorban a zero hasznosítású kezelési típus (78,5%), a rét (71,5%), majd a túllegeltetett terület (51,9%). Nem azonos fűfajok élnek a kísérleti területen a különféle kezelések mellett. A zero hasznosítású és a kaszált parcellák egymáshoz hasonló és szegényesebb fajkészletű-

ek a pázsitfűvekre nézve. Jóval több fűfajt találunk a kétféle legeltetett területen, melyek közös fajai a *Bromus hordeaceus*, *Festuca pseudovina* és *F. rupicola*; a rét-hasznosítású terület saját faja a *Bromus pannonicus*, a túllegeltetett területé pedig a *Hordeum murinum* (E2. táblázat).

Megvitatás

A legeltetett kérődzők állományának csökkenése miatt a kihasználatlan gyepterületek napjainkra állandó problémát jelentenek a hazai gyepgazdálkodásban. Az évről-évre változó mennyiségű, elvénült fitomassza folyamatosan gyarapítja a gypavar mennyiségét, ami természetvédelmi problémák potenciális forrása lehet (TÖRÖK et al. 2018a, VALKÓ et al. 2018). Paradox módon a pannonsztyepeken emellett a túllegeltetés is gondot okozhat, ugyanis a gazdálkodók a legeltetett állatállományukat, minőségi pásztor munkaerő híján, zárt legelőkertekben tartják, nap nap után ugyanott (VETTER és BOND 2012, LU et al. 2017).

A Tiszántúl jellegzetes szikespusztai legelőjén folytatott terepkísérletünkben azt tapasztaltuk, hogy a legeltetett területeken jelentősen magasabb a növényfajok száma és a Shannon-diverzitás értéke, mint a legeléstől elzárt területen. Sőt, a túllegeltetett gyepek Shannon-diverzitása jelentősen felülmúlta a többi kezelésnél kapott értékeket, míg egyenletesség tekintetében kevésbé tértek el a kezelések. Ez összecseng VICKERY et al. (2001) megállapításaival, miszerint a legeltetett gyepek nagyobb diverzitási értékkel bírnak, az alacsonyabb növényzetmagasság miatti kedvezőbb fényviszonyok, valamint a magpergés részleges lehetősége okán, mint a kaszált gyepek. KOVACSICS-VÁRI et al. (2024) szintén fajszám növekedést tapasztalt nyírségi homoki juhlegelőkön a legeltetési intenzitás fokozódásával, amit mi is észleltünk a túllegeltetett kezelésnél. A magasabb fajszámok a túllegeltetett gyepek degradációjából is adódhatnak: olyan, gyomnak tekinthető fajok terjedhetnek el a területen, melyeket az állatok nem szívesen fogyasztanak, így szabad lehetőség nyílik a szaporítóképleteik kifejlődésére (VARGA és CSÍZI 2023b).

A növényállomány összetételét tekintve, jelen kutatásban vizsgált gyepek zéró és kaszálás kezeléseknél a kísérlet 11. évében is a kezdeti állapot domináns fűfajai (*Alopecurus pratensis* és *Poa pratensis*) maradtak uralkodók. Az általános gyakorlati tapasztalat szerint az egyoldalú kaszáló hasznosítási mód a nagyobb növénymagasság miatt kedvez a szálfűveknek, a hasznosítatlan (zéró használatú) területen pedig a sűrű avarnemezt szinte kizárólag a tarackos szálfűvek tudják áttörni (*Alopecurus pratensis* és *Poa pratensis*), amit NAGY (2001) is megállapított. Szintén ez utóbbi kezelési típusnál figyelhető meg a felhagyott gyepek cserjésedése. Ezt a gyepek fennmaradása szempontjából országosan is problémát jelentő folyamatot általában több cserjefaj (pl. *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*) előretörése okozza, de a kísérleti területen egyetlen faj, a *Rosa canina* fokozatos térnyerése idézi elő.

Alapvetően figyelembe kell venni az eredményeink megítélésénél, hogy a kaszáló kezeléssű területeken csak a főnövedék volt hasznosítva, a réthasznosítású gyepeknél viszont kétszeri hasznosítás van egy évben: a főnövedék májusi kaszálása után augusztusban sarjú legeltetés történik juhnyájjal a területen. A legelő juhok miatt kialakuló alacsony tarlómagasság, valamint taposási és ürülékhatás miatt megnő az aljfüvek borítási részaránya, amit a kísérletünknek helyt adó szolonyec talajadottságú biotópon elsősorban a sovány csenkesz (*Festuca pseudovina*) térnyerése mutatott. Ugyanerre vezethető vissza az is, hogy a különféle kezelési típusok mellett eltérő fűfajok fordulnak elő. A szálfüvek és az aljfüvek csoportjaira a legeltetés és a kaszálás eltérő módon hat. A magasabb termetű szálfüvek, mint a kísérleti terület fajai közül az *Alopecurus pratensis* és *Elymus repens*, a kaszálást általában jól bírják, de a legelést nem. A kisebb magasságú aljfüvek, mint amilyenek a keskenylevelű *Festuca* fajok, a rágást, tiprást jól elviselik; elsősorban töleveleket fejlesztenek és évente több növedéket is hoznak (SZOMBATI és TASI 2007). A kísérleti területeink már huzamos ideje azonos kezelésnek vannak kitéve, de a réthasznosítású területen 2018-ban éppen egy szálfű-aljű dominanciaváltásnak lehettünk tanúi, amiből arra lehet következtetni, hogy az itt alkalmazott állatsűrűség (4 juh/ha) már meghaladja egyes szálfüvek legeléstűrését. A hasznosítási intenzitás és az időjárási körülmények együttesen hatnak a füvek hozamára (TÖRÖK et al. 2013), az optimális termelési eredmények és a gyepek megóvása érdekében egyaránt fontos az élőhely adottságaihoz igazítani az alkalmazott hasznosítási rendszert. A túllegeltetett területen a nagy állatlétszámból (25 juh/ha) adódó hatásokat az élőhelyen előforduló szálfüvek közül már csak a réti ecsetpázsit képes elviselni, az is csupán néhány százalékra csökkent borításértékkal.

A túllegeltetett területen egy, az állatjólétre különösen veszélyes gyomfaj, az egérárpa (*Hordeum murinum*) mennyiségének növekedését észleltük, míg a faj egyáltalán nem fordult elő semelyik másik gyephasznosítású területen. Ez a gyomnövény kifejezetten az erős túllegeltetés miatt kiritkult gyepeken jelenik meg tömegesen. Az egérárpa kalászkái megsérthetik legeléskor a juhok körmének pártaszegélyét, sántaságot idézve elő, illetve a szemgolyó mögé bepislogva, ha nem észlelik és kezelik hamar, vakságot okozhatnak (VARGA et al. 2024a). Az elfogadott megítélés szerint, ha az adott gyepterületen az egérárpa borítása 10% felett van, az már állategészségügyi kockázatot jelent. Az egérárpával fertőzött gyeptőnövedéket a területről eltávolítva vagy égetőüzembe lehet szállítani, vagy a vastagabb irharéteggel és a juhokénál sokkal durvább emésztőtraktussal rendelkező húsmarhák mélyalmos karámjába ajánlott hordani alomnak, ugyanis, ha ki is jut innen a szemtermése a szántóföldre, az ottani területkezelés nem enged utódnövényt kifejlődni (VARGA et al. 2024a).

A növényállomány jellegében, illetve az élő növényzettel nem fedett talajfelszín mennyiségében bekövetkezett változások azt mutatják, hogy a túlhasználat

nagyobb gondot okoz a vizsgált területen, mint az alulhasználat. Az eredmények egyértelműen jelzik, hogy a nagyfokú túllegeltetés miatt kopárosodott területeken egyidejűleg megjelentek a növényzet nélküli foltok és a gyomokból álló állományok. Ez olyan problémára hívja fel a figyelmet, ami az állattartó gazdaságok telephelyeivel közvetlenül érintkező gyepterületeken kialakított, állandó legelőterületeket várhatóan egyre súlyosabban érinti majd. A nem hasznosított gyepterületeken viszont az avar felhalmozódása csökkenti a fajgazdagságot, s emellett spontán tüzek potenciális forrása is. Kutatómunkánk eredményei alapján a vizsgált élőhelyhez hasonló éghajlati és talajadottságok mellett leginkább a réthasznosítási gyepegzalkodási gyakorlat képes megőrizni a természetközeli gyeppaszociációk eredeti, pótolhatatlan fajdiverzitását.

Irodalomjegyzék

- 269/2007. (X. 18.) Korm. rendelet a NATURA 2000 gyepterületek fenntartásának földhasználati szabályairól. <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0700269.kor>
- ABU HAMMAD A., TUMEIZI A. 2012: Land degradation: socioeconomic and environmental causes and consequences in the eastern Mediterranean. *Land Degradation & Development* 23(3): 216–226. <https://doi.org/10.1002/ldr.1069>
- ALLEN V. G., BATELLO C., BERRETTA E. J., HODGSON J., KOTHMANN M., LI X., MCIVOR J., MILNE J., MORRIS C., PEETERS A., SANDERSON M. 2011: An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science* 66(1): 2–28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
- ANDRADE B. O., MARCHESI E., BURKART S., SETUBAL R. B., LEZAMA F., PERELMAN S., SCHNEIDER A. A., TREVISAN R., OVERBECK G. E., BOLDRINI I. I. 2018: Vascular plant species richness and distribution in the Río de la Plata grasslands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 188(3): 250–256. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boy063>
- ANONYMUS 2024: Juhtenyészetek és kecsketenyészetek Magyarországon – tényleges adatok tükrében. 2024. szeptember. In: SÁFÁR L., LÉVAI A. (szerk.) *A Magyar Juhtenyésztők és Kecsketenyésztők Szövetsége kiadványa*. HVG Kiadó Zrt., Budapest. pp. 104–118.
- BAJOR Z., ZIMMERMANN Z., SZABÓ G., FEHÉR ZS., JÁRDI I., LAMPERT R., KERÉNYI-NAGY V., PENKSZA P., L. SZABÓ ZS., SZÉKELY ZS., WICHMANN B., PENKSZA K. 2016: Effect of conservation management practices on sand grassland vegetation in Budapest, Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research* 14(3): 233–247. https://doi.org/10.15666/aeer/1403_233247
- BAKKER J. P., BERENDSE F. 1999: Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology & Evolution* 14(2): 63–68. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01544-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01544-4)
- BALÁZS F. 1960: A gyepek botanikai és gazdasági értékelése. *A Keszthelyi Mezőgazdasági Akadémia Kiadványai* 8. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 28 pp.
- BARDGETT R. D., BULLOCK J. M., LAVOREL S., MANNING P., SCHAFFNER U., OSTLE N., CHOMEL M., DURIGAN G., FRY E. L., JOHNSON D., LAVALLEE J. M., LE PROVOST G., LUO S., PNG K., SANKARAN M., HOU X., ZHOU H., MA L., REN W., LI X., DING Y., LI Y., SHI H. 2021: Combatting global grassland degradation. *Nature Reviews Earth & Environment* 2: 720–735. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00207-2>

- BARTHA S., SZENTES SZ., HORVÁTH A., HÁZI J., ZIMMERMANN Z., MOLNÁR Cs., DANCZA I., MARGÓCZI K., PÁL R. W., PURGER D., SCHMIDT D., ÓVÁRI M., KOMOLY C., SUTYINSZKI Zs., 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.
<https://doi.org/10.1111/avsc.12066>
- BORER E. T., SEABLOOM E. W., GRUNER D. S., HARPOLE W. S., HILLEBRAND H., LIND E. M., ADLER P. B., ALBERTI J., ANDERSON T. M., BAKKER J. D., BIEDERMAN L., BLUMENTHAL D., BROWN C. S., BRUDVIG L. A., BUCKLEY Y. M., CADOTTE M., CHU C., CLELAND E. E., CRAWLEY M. J., DALEO P., DAMSCHEN E. I., DAVIES K. F., DECRAPEO N. M., DU G., FIRN J., HAUTIER Y., HECKMAN R. W., HECTOR A., HILLERISLAMBERS J., IRIBARNE O., KLEIN J. A., KNOPS J. M. H., LA PIERRE K. J., LEAKEY A. D. B., LI W., MACDOUGALL A. S., MCCULLEY R. L., MELBOURNE B. A., MITCHELL C. E., MOORE J. L., MORTENSEN B., O'HALLORAN L. R., ORROCK J. L., PASCUAL J., PROBER S. M., PYKE D. A., RISCH A. C., SCHUETZ M., SMITH M. D., STEVENS C. J., SULLIVAN L. L., WILLIAMS R. J., WRAGG P. D., WRIGHT J. P., YANG L. H. 2014: Herbivores and nutrients control grassland plant diversity via light limitation. *Nature* 508: 517–520. <https://doi.org/10.1038/nature13144>
- CHAMBERS J. M., FRENEY A. E., HEIBERGER R. M. 1992: Analysis of variance; designed experiments. In: CHAMBERS J. M., HASTIE T. J. (eds) *Statistical Models in S*. Routledge, New York, pp. 145–194.
- DEÁK B., TÖLGYESI Cs., KELEMEN A., BÁTORI Z., GALLÉ R., BRAGINA T. M., YERKIN A. I. A., VÁLKÓ O. 2017: The effects of micro-habitats and grazing intensity on the vegetation of burial mounds in the Kazakh steppes. *Plant Ecology & Diversity* 10(5–6): 509–520.
<https://doi.org/10.1080/17550874.2018.1430871>
- ERDŐS L., CSERHALMI D., BÁTORI Z., KISS T., MORSCHHAUSER T., BENYHE B., DÉNES A. 2013: Shrub encroachment in a wooded-steppe mosaic: combining GIS methods with landscape historical analysis. *Applied Ecology and Environmental Research* 11(3): 371–384.
- EVANS R. 1977: Overgrazing and soil erosion on hill pastures with particular reference to the Peak District. *Grass and Forage Science* 32(2): 65–76.
<http://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1977.tb01415.x>
- FERNANDEZ-GIMENEZ M. E., LE FEBRE S. 2006: Mobility in pastoral systems: Dynamic flux or downward trend? *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 13(5): 341–362. <http://doi.org/10.1080/13504500609469685>
- GAITÁN J. J., BRAN D. E., OLIVA G. E., AGUIAR M. R., BUONO G. G., FERRANTE D., NAKAMATSU V., CIARI G., SALOMONE J. M., MASSARA V., MARTÍNEZ G. G., MAESTRE F. T. 2018: Aridity and overgrazing have convergent effects on ecosystem structure and functioning in Patagonian rangelands. *Land Degradation & Development* 29(2): 210–218.
<https://doi.org/10.1002/ldr.2694>
- GANG C., ZHOU W., CHEN Y., WANG Z., SUN Z., LI J., QI J., ODEH I. 2014: Quantitative assessment of the contributions of climate change and human activities on global grassland degradation. *Environmental Earth Science* 72(11): 4273–4282.
<http://doi.org/10.1007/s12665-014-3322-6>
- GIBBS H. K., SALMON J. M. 2015: Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography* 57: 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>
- HARRIS R. B. 2010: Rangeland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: A review of the evidence of its magnitude and causes. *Journal of Arid Environments* 74(1): 1–12.
<http://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.06.014>
- HORTOBÁGYI T., SIMON T. 2000: *Növényföldrajz, társulástan és ökológia*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 538 pp.

- HUTCHESON K. 1970: A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29(1): 151–154. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(70\)90124-4](https://doi.org/10.1016/0022-5193(70)90124-4)
- ISSELSTEIN J., JEANGROS B., PAVLU V. 2005: Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – A review. *Agronomy Research* 3(2): 139–151.
- JIANG A., JING L.-H., MIPAM T.-D., TIAN L.-M. 2023: Progress in research on the effects of grazing on grassland litter decomposition. *Acta Prataculturae Sinica* 32(4): 208–220. <https://doi.org/10.11686/cyxb2022160>
- KAMP J., KOSHKIN M. A., BRAGINA T. M., KATZNER T. E., MILNER-GULLAND E. J., SCHREIBER D., SHELDON R., SHMALENKO A., SMELANSKY I., TERRAUBE J., URAZALIEV R. 2016: Persistent and novel threats to the biodiversity of Kazakhstan's steppes and semi-deserts. *Biodiversity and Conservation* 25: 2521–2541. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1083-0>
- KIRÁLY G. (szerk.) 2009: Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő, 616 pp.
- KOVACSICS-VÁRI G., SONKOLY J., TÓTH K., MCINTOSH-BUDAY A., DÍAZ CANDO P. E., TÖRÖ-SZIJGYÁRTÓ V., BALOGH N., GUALLICHICO SUNTAXI L. R., ESPINOZA AMI F. D., MATUS G., TÓTHMÉRÉSZ B., TÖRÖK P. 2024: High species richness of sheep-grazed sand pastures is driven by disturbance tolerant and weedy short-lived species. *Ecology and Evolution* 14(9): e70282. <https://doi.org/10.1002/ece3.70282>
- KOVÁCSNÉ KONCZ N., BÉRI B., DEÁK B., KELEMEN A., TÓTH K., KISS R., RADÓCZ SZ., MIGLÉCZ T., TÓTHMÉRÉSZ B., VALKÓ O. 2020: Meat production and maintaining biodiversity: Grazing by traditional breeds and crossbred beef cattle breeds in marshes and grasslands. *Applied Vegetation Science* 23(2): 139–148. <http://doi.org/10.1111/avsc.12475>
- LARK T. J., SPAWN S. A., BOUGIE M., GIBBS H. K. 2020: Cropland expansion in the United States produces marginal yields at high costs to wildlife. *Nature Communications* 11: 4295. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18045-z>
- LI X.-L., GAO J., BRIERLEY G., QIAO Y.-M., ZHANG J., YANG Y.-W. 2013: Rangeland degradation on the Qinghai-Tibet plateau: implications for rehabilitation. *Land Degradation & Development* 24(1): 72–80. <https://doi.org/10.1002/ldr.1108>
- LIN L., LI Y. K., XU X. L., ZHANG F. W., DU Y. G., LIU S. L., GUO X. W., CAO G. M. 2015: Predicting parameters of degradation succession processes of Tibetan *Kobresia* grasslands. *Solid Earth* 6(4): 1237–1246. <https://doi.org/10.5194/se-6-1237-2015>
- LIU M., DRIES L., HEIJMAN W., ZHU X., DENG X., HUANG J. 2019: Land tenure reform and grassland degradation in Inner Mongolia, China. *China Economic Review* 55: 181–198. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.04.006>
- LU X., KELSEY K. C., YAN Y., SUN J., WANG X., CHENG G., NEFF J. C. 2017: Effects of grazing on ecosystem structure and function of alpine grasslands in Qinghai–Tibetan Plateau: a synthesis. *Ecosphere* 8(1): e01656. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1656>
- MA L., YAO Z., ZHENG X., ZHANG H., WANG K., ZHU B., WANG R., ZHANG W., LIU C. 2018: Increasing grassland degradation stimulates the non-growing season CO₂ emissions from an alpine meadow on the Qinghai–Tibetan Plateau. *Environmental Science and Pollution Research* 25: 26576–26591. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2724-5>
- MOR-MUSSERY A., ABU-GLAION H., SHUKER S., ZAADY E. 2020: The influence of trampling by small ruminants on soil fertility in semi-arid rangelands. *Arid Land Research and Management* 35(2): 189–197. <https://doi.org/10.1080/15324982.2020.1827083>
- NAGY G. 2001: A gyephasználat és vidékfejlesztés összefüggései. In: NAGY G., PETŐ K., VINCZEFFY I. (szerk.) Gyepgazdálkodásunk helyzete és kilátásai: többirányú gyephasználat szaktanácsadási alapjai III. Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 17. Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, Debrecen. pp. 22–31.

- PEREVOLOTSKY A., SELIGMAN N. G. 1998: Role of grazing in Mediterranean rangeland ecosystems: Inversion of a paradigm. *BioScience* 48(12): 1007–1017. <https://doi.org/10.2307/1313457>
- SALINAS H., RAMIREZ-DELGADO D. 2021: *ecolTest*: community ecology tests. R package version 0.0.1 <https://cran.r-project.org/web/packages/ecolTest/index.html>
- SANDERSON M. A., ARCHER D., HENDRICKSON J., KRONBERG S., LIEBIG M., NICHOLS K., SCHMER M., TANAKA D., AGUILAR J. 2013: Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 28(2): 129–144. <https://doi.org/10.1017/S1742170512000312>
- SAUER J. R., LINK W. A., FALLON J. E., PARDIECK K. L., ZIOLKOWSKI JR. D. J. 2013: The North American breeding bird survey 1966–2011: summary analysis and species accounts. *North American Fauna* 79: 1–32.
- SETO K. C., FRAGKIAS M., GÜNERALP B., REILLY M. K. 2011: A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS One* 6(8): e23777. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0023777>
- SHAHRIARY E., LANGFORD R. P., GILL T. E., HUSSEIN M., HARGROVE W. L., GOLDING P. 2021: Partitioning variation in vegetation communities around Lajaneh Piosphere, Iran. *Arid Land Research and Management* 35(1): 32–54. <https://doi.org/10.1080/15324982.2020.1783025>
- SIYABULELA S., TEFERA S., WAKINDIKI I., KELETSO M. 2020: Comparison of grass and soil conditions around water points in different land use systems in semi-arid South African rangelands and implications for management and current rangeland paradigms. *Arid Land Research and Management* 34(2): 207–230. <https://doi.org/10.1080/15324982.2019.1670279>
- SZENTES SZ., SUTYINSZKI Zs., SZABÓ G., ZIMMERMANN Z., HÁZI J., WICHMANN B., HUFNÁGEL L., PENKSZA K., BARTHA S. 2012: Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C4 yellow bluestem. *Central European Journal of Biology* 7(6): 1055–1065. <https://doi.org/10.2478/s11535-012-0101-9>
- SZOMBATI D., TASI J. 2007: Különböző gyephasznosítási módok hatása a növényállomány összetételére a hortobágyi vizes élőhelyrekonstrukciós programban. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia* 3(1): 70–101.
- 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. <https://doi.org/10.55725/gygk/2014/12/1-2/9770>
- TISCORNIA G., JAURENA M., BAETHGEN W. 2019: Drivers, process, and consequences of native grassland degradation: insights from a literature review and a survey in Río de la Plata grasslands. *Agronomy* 9(5): 239. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050239>
- TÖRÖK G., BAJNOK M., BÉRES A., HARKÁNYINÉ SZÉKELY Zs., TASI J. 2013: Az időjárási tényezők és a hasznosítási rendszerek hatása a terméshozamra és a minőségre néhány pázsitfűfaj esetében. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 11(1–2): 43–56.
- TÖRÖK P., JANIŠOVÁ M., KUZEMKO A., RŪSIŇA S., STEVANOVIĆ Z. D. 2018a: Grasslands, their threats and management in Eastern Europe. In: SQUIRES V. R., DENGLE J., HUA L., FENG H. (eds) *Grasslands of the World: Diversity, Management and Conservation*. CRC Press, Florida, pp. 64–88.
- TÖRÖK P., PENKSZA K., TÓTH E., KELEMEN A., SONKOLY J., TÓTHMÉRÉSZ B. 2018b: Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing effects on grassland biodiversity. *Ecology and Evolution* 8(20): 10326–10335. <https://doi.org/10.1002/ece3.4508>
- VALKÓ O., VENN S., ŽMIHOSKI M., BIURRUN I., LABADESSA R., LOOS J. 2018: The challenge of abandonment for the sustainable management of Palaearctic natural and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 17(1): 5–16. <https://doi.org/10.1515/hacq-2017-0018>

- VARGA K., CSÍZI I. 2020: Túllegettetett természetközeli gyeptársulás rekultivációja legeltetés kizárással. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 18(1–2): 45–53.
- VARGA K., CSÍZI I. 2023a: A hasznosítási módok hatása az extenzív gyepterület növényállományának ökológiai szempontú nitrogénigény mutatóira. *Növénytermelés* 72(2): 127–143.
- VARGA K., CSÍZI I. 2023b: Degradációs fok alakulása különböző gyephasznosítási módok esetén. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 21(1): 35–44.
<https://doi.org/10.55725/gygk/2023/21/1/12275>
- VARGA K., CSÍZI I. 2023c: Különböző hasznosítási módú gyepterület növényállomány szerkezetének alakulása WB értékek szerint. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 21(2): 59–64.
<https://doi.org/10.55725/gygk/2023/21/2/13642>
- VARGA K., CSÍZI I., BOJTÉ Cs. E. 2024a: Egérárpa, egy igazi veszélyforrás a juhlegelőkön. *Magyar Juhászat és Kecskenyésztés: A Magyar Mezőgazdaság Melléklete* 33(6): 5.
- VARGA K., CSÍZI I., HALÁSZ A., MEZŐSZENTGYÖRGYI D., NAGY D. 2024b: Monitoring the degradation of semi-natural grassland associations under different land-use patterns. *Agronomy* 14(1): 35. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010035>
- VELDMAN J. W., BUISSON E., DURIGAN G., FERNANDES G. W., LE STRADIC S., MAHY G., NEGREIROS D., OVERBECK G. E., VELDMAN R. G., ZALOUMIS N. P., PUTZ F. E., BOND W. J. 2015: Toward an old-growth concept for grasslands, savannas, and woodlands. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(3): 154–162. <https://doi.org/10.1890/140270>
- VETTER S., BOND W. J. 2012: Changing predictors of spatial and temporal variability in stocking rates in a severely degraded communal rangeland. *Land Degradation & Development* 23(2): 190–199. <https://doi.org/10.1002/ldr.1076>
- VICKERY J. A., TALLOVIN J. R., FEBER R. E., ASTERAKI E. J., ATKINSON P. W., FULLER R. J., BROWN V. K. 2001: The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology* 38(3): 647–664. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00626.x>
- WANG Z., DENG X., SONG W., LI Z., CHEN J. 2017: What is the main cause of grassland degradation? A case study of grassland ecosystem service in the middle-south Inner Mongolia. *Catena* 150: 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.11.014>
- WICK A. F., GEAUMONT B. A., SEDIVEC K. K., HENDRICKSON J. R. 2016: Grassland degradation. In: SHRODER J. F., SIVANPILLAI R. (eds) *Biological and environmental hazards, risks and disasters*. Elsevier, New York, Volume 8, pp. 257–276.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394847-2.00016-4>
- WICKHAM H. 2016: *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Springer-Verlag, New York.
<https://ggplot2.tidyverse.org>
- WILKE C. O. 2019: *cowplot: streamlined plot theme and plot annotations for “ggplot2”*. R package version 1.1.2. CRAN: Contributed Packages. The R Foundation.
<https://doi.org/10.32614/cran.package.cowplot>
- WILSON J. B., PEET R. K., DENGLE J., PÄRTEL M. 2012: Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23(4): 796–802.
<https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01400.x>
- WRIGHT C. K., WIMBERLY M. C. 2013: Recent land use change in the Western Corn Belt threatens grasslands and wetlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110(10): 4134–4139. <https://doi.org/10.1073/pnas.1215404110>
- WU G.-L., REN G.-H., DONG Q.-M., SHI J.-J., WANG Y.-L. 2014: Above- and belowground response along degradation gradient in an alpine grassland of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Clean Soil Air Water* 42: 319–323. <http://doi.org/10.1002/clen.201200084>

- XIE H., ZHANG Y., WU Z., LV T. 2020: A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions. *Land* 9(1): 28. <https://doi.org/10.3390/land9010028>
- XIE Y., SHA Z. 2012: Quantitative analysis of driving factors of grassland degradation: a case study in Xilin River Basin, Inner Mongolia. *The Scientific World Journal* 2012: 169724.
- ZAR J. H. 2010: *Biostatistical Analysis*. 5th ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River. 944 pp.
- ZHANG W., XUE X., PENG F., YOU Q., HAO A. 2019: Meta-analysis of the effects of grassland degradation on plant and soil properties in the alpine meadows of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Global Ecology and Conservation* 20: e00774. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00774>
- ZHANG Y., GANJURJAV H., DONG S., GAO Q. 2020: Excessive plant compensatory growth: a potential endogenous driver of meadow degradation on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Ecosystem Health and Sustainability* 6(1): 1816500. <https://doi.org/10.1080/20964129.2020.1816500>
- ZHAO Y., PETH S., KRÜMMELBEIN J., HORN R., WANG Z., STEFFENS M., HOFFMANN C., PENG X. 2007: Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. *Ecological Modelling* 205(1–2): 241–254. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.02.019>
- ZHOU H., YANG X., ZHOU C., SHAO X., SHI Z., LI H., SU H., QIN R., CHANG T., HU X., YUAN F., LI S., ZHANG Z., MA L. 2023: Alpine grassland degradation and its restoration in the Qinghai-Tibet Plateau. *Grasses* 2(1): 31–46. <https://doi.org/10.3390/grasses2010004>
- ZHOU T., HOU G., SUN J., ZONG N., SHI P. 2021: Degradation shifts plant communities from S- to R-strategy in an alpine meadow, Tibetan Plateau. *Science of The Total Environment* 800: 149572. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149572>
- ZHOU W., GANG C., ZHOU L., CHEN Y., LI J., JU W., ODEH I. 2014: Dynamic of grassland vegetation degradation and its quantitative assessment in the northwest China. *Acta Oecologica* 55: 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2013.12.006>

Elektronikus melléklet Electronic supplement

E1. táblázat. A vizsgált időszak klimatikus adatai (2016–2020, MATE Karcagi Kutatóintézet meteorológiai mérőállomás)

Table E1. Climatic data for the period under study (2016–2020, meteorological station at MATE Research Institute of Karcag)

E2. táblázat. A különböző kezelésekben felvételezett növények listája és átlagos borítása (%) a vizsgált természetközeli szikes legelőn

Table E2. List and average cover (%) of plant species encountered in the different treatments during the field experiment in the seminatural alkaline pasture studied

Changes in the diversity and species composition of a seminatural saline pasture under different grassland management regimes

K. VARGA^{1*}, I. CSÍZI¹, Cs. BOJTÉ, Gy. KOVÁCS², A. HALÁSZ³, D. NAGY³,
Cs. KISS⁴

¹National Research Centre for Climate and Regional Land Management, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,

5300 Karcag, Kisújszállási út 166, Hungary; *varga.krisztina@uni-mate.hu

²Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Water and Environmental Management, Department of Water Science and Environmental Informatics, University of Debrecen,

4032 Debrecen, Böszörményi út 146/B, Hungary

³Institute of Animal Sciences, Department of Animal Husbandry and Animal Welfare, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,

2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1, Hungary

⁴Institute of Biology, Department of Zoology, Eszterházy Károly Catholic University, 3300 Eger, Leányka u. 6, Hungary

Accepted: 13 December 2024

Key words: cutting for hay, evenness, overgrazing, phytocoenology, Shannon diversity, species richness.

The Eurasian forest-steppe that covers a large part of the Carpathian Basin was home to a dominant grassland forage-based livestock production for several decades. In the 21st century, the area of grassland under grassland management, now abandoned, is increasing as a result of steadily declining grazing livestock numbers and limited support for grassland use for conservation purposes. At the same time, overgrazing in pasture gardens established to address labour shortages is causing depletion. In our study, we followed the changes in diversity and species composition of an externally managed semi-natural grassland under different management regimes. In an experiment launched in 2009 on the Hungarian Great Plain in a meadow with transitional grassland association between *Agrostio stoloniferae-Alopecuretum pratensis* and *Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae*, the treatments applied were zero-utilisation (neither grazed nor mowed), mowing, meadow grazing (mowing and sheep grazing) and overgrazing. Of the complete 11-year period of the experiment, the last 4 years (2017–2020) were stud-

* Corresponding author

ied. Once a year, a phytocoenological survey was carried out, recording the cover of each plant species. Our results showed that Shannon diversity was significantly higher in the overgrazed and meadow-grassland areas than in the zero utilisation or mowed grassland, mainly due to differences in species numbers. The meadow grassland was the most species-rich with 29 plant species over the 4 years of the study, while the most species-poor was the zero utilisation grassland with only 6 species in 2017. Evenness values differed little between treatments. The Shannon diversity value did not change significantly over the 4 years of the study within a given grassland utilisation. In the mowing and zero utilisation treatments, the proportion of grasses in species number and total cover was higher than in the meadow and overgrazed treatments. The cover of the tall grass *Alopecurus pratensis* dominant in the mowing and meadow treatments decreased to below 10% in the overgrazed grassland. With increasing grazing intensity, an advance of the short grass *Festuca pseudovina* was observed. At zero utilisation, *Rosa canina* causes shrub encroachment. The annual grass *Hordeum murinum* appeared only in the overgrazing treatment and its cover increased from 13.5% to 22.9% between 2017 and 2020, which may already represent a significant potential for animal health risk. The results of our research suggest that, under similar climatic and soil conditions to the habitat under study, meadow management practices are the most likely to maintain the original diversity of semi-natural grassland associations.

Citation: Varga K., Csízi I., Bojté Cs., Kovács Gy., Halász A., Nagy D., Kiss Cs. 2025: Changes in the diversity and species composition of a seminatural saline pasture under different grassland management regimes. Bot. Közlem. 112(1): 41–60. (in Hungarian with English abstract)
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.41>

SZEMLE

A szösös, a pannon és a takarmány bükköny (*Vicia villosa*, *V. pannonica*, *V. sativa*), valamint a bíbor- és az alexandriai here (*Trifolium incarnatum*, *T. alexandrinum*) termesztésbe vonásának története Magyarországon

LÓCSI Marcell, NÉMETH Attila G. L., PINKE Gyula^{1*}

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,
9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.; pinke.gyula@sze.hu

Elfogadva: 2024. november 25.

Kulcsszavak: alternatív növények, Fabaceae, pillangósok, takarmánynövények, vetőmagtermesztés, zöldtrágyanövények.

Összefoglalás: Szemlénkben öt, napjainkban főként zöldtrágyázási és vetőmag-előállítási célok-ból termesztett pillangós virágú növény szántóföldi honosításának, illetve termesztésük kibontakozásának történetét tekintjük át a 19. századtól a 20. század első feléig tartó időszakban. A közel-keleti származású, de nálunk régóta spontán meghonosodott *Vicia villosa* Roth magyarországi termesztése főként kedvező németországi tapasztalatok hatására kezdődött, zöldtakarmány nyerése céljából. Kedvezőtlen időjárási viszonyok és talajadottságok mellett is jó hozamokat produkált. A Kárpát-medencében feltehetően honos *Vicia pannonica* Crantz termesztésbe vonásához az USA-ból érkezett tudósítások is hozzájárultak. Jó magkötésén túlmenően nálunk is ízletes takarmányt szolgáltatott. A *Vicia sativa* L.-t már a neolitikumban, a bronz- és vaskorban is termesztették a Kárpát-medence népei. Később, a nyomásos földművelésről a váltógazdálkodásra való áttérés időszakában, külföldi fajtái révén újra meghonosították és takarmánynövényként az ugarba vetették. A mediterrán eredetű *Trifolium incarnatum* L.-t nálunk kezdetben leginkább tarlóveteményként vagy herepótló növényként hasznosították, de később fontos vetőmagexport-cikk lett. A *Trifolium alexandrinum* L. vetőmagok az első hazai honosítási kísérletekhez valószínűleg közvetlenül Afrikából érkeztek. Leginkább takarmánynövényként, öntözéses gazdálkodásban termesztették másodnövénnyként és a rizses vetésforgókban.

Idézés: Lócsi M., Németh A. G. L., Pinke Gy. 2025: A szösös, a pannon és a takarmány bükköny (*Vicia villosa*, *V. pannonica*, *V. sativa*), valamint a bíbor- és az alexandriai here (*Trifolium incarnatum*, *T. alexandrinum*) termesztésbe vonásának története Magyarországon. Bot. Közlem. 112(1): 61–86. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.61>

Bevezetés

Számos pillangós virágú kultúrnövény termesztésének jelentősége napjainkban különösen felértékelődött. Ezek a növények nem csupán kiváló zöld- és ab-

* Levelező szerző

raktakarmányok, hanem talajjavító és nitrogénmegkötő képességük révén nélkülözhetetlen zöldtrágya- és takarónövények (PÁL és ZSOMBIK 2022, KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK et al. 2023, LÓCSI 2023), így fontos szerepük van az agrár-környezetgazdálkodási és zöldítési programokban (KOVÁCS et al. 2017, SZTAHURA 2024). Az ökoszisztéma-szolgáltatásokban további kiemelkedő jelentőséggel bírnak (DITZLER et al. 2021), hasznos méhlegelők (HALMÁGYI és KERESZTESI 1991, BENKE és PECZE 2015) és kulcsfontosságú szerepet töltenek be a vadon élő beporzók táplálkozásában (COLE et al. 2022, HÄMMERLE et al. 2024). Következésképpen, a pillangósok vetésforgóbéli részesedésének növelése egyre nagyobb hangsúlyt kap az európai gazdálkodásban (NOTZ et al. 2023).

Kultúrtörténeti botanikai témájú cikksorozatunk (PINKE et al. 2021, 2023; DUNAI és PINKE 2023; NÉMETH et al. 2024) jelen epizódjának fókuszába öt olyan pillangós virágú kultúrnövényt állítottunk, melyek magyarországi termesztésének 20. század eleji fellendülését a II. világháború után többnyire jelentős visszaesés követte. Napjainkban e fajok hazai kultiválása a pillangós kultúrák kedvező hozadékainak újbóli előtérbe helyezésével és a vetőmagexport lehetőségek kiterjedésével ismét reneszánszát éli (MOLNÁR 2019, HOFFMANN 2021, KRUPPA et al. 2021). Tudománytörténeti áttekintésünk keretében azt az általában 19. századtól a 20. század első feléig tartó időszakot tanulmányozzuk a francia forradalom utáni modern kori magyar mezőgazdasági és botanikai szakirodalomban, mely a szóban forgó növények meghonosításától, illetve termesztésüknek kezdeti próbálkozásaitól a köztermesztésbe vonásukig tartott. A szösös és pannon bükköny hazánkban vadon és gyomként is előfordulnak, de szántóföldi honosításuk csak a 19. században kezdődött. A takarmány bükkönnyt már több ezer évvel ezelőtt termesztették a Kárpát-medencében, de úgy tűnik, időközben felhagytak hazai kultiválásával, és csak a 19. századtól kezdték újjahonosítását. A bíbor- és az alexandriai here már régen domesztikált kultúrnövények, de szintén csak a 19. században indult el magyarországi kultiválásuk.

Szösös bükköny (*Vicia villosa* Roth)

A 19. században szőrös babó (VRABÉLYI 1868, RODICZKY 1882) vagy szösös kaszanyüg (BORBÁS 1881) néven említették, de FÁBER (1894), valamint KERPELY (1895b) homoki bükkönynek, illetve borzas bükkönynek (KERPELY 1896b) is nevezték. Neilreich-re hivatkozva BORBÁS (1881) megjegyezte, hogy Magyarországon mindenfelé annyira közönséges, vadon előforduló növényként tartják számon, hogy termőhelyeit egyenként ismertetni fölösleges: „Hazánk kontinentális részeiből Nógrádmegye északi részeitől Orsováig, sőt az oláh Vaskapuig is számos helyet tudnék felsorolni, ahol a *V. villosa* nem ritkaság”. RODICZKY (1882) de Candolle munkáját idézve azt írta, hogy e növény hazá-

ját okkal tartják Magyarországnak és Németországnak, melyen belül a szösös bükköny Brandenburg tartományban, Lausitzban, Sziléziában, Pomerániában és a „porosz tartományban” nem ritka gyom. Mindazonáltal, a növény őshazája valószínűleg a Közel-Kelet térségére tehető (MIKIC 2016), ahonnan archeofiton bevándorlóként érkezett Közép-Európába (CSIKY et al. 2023).

RODICZKY (1882) úgy is tudósított a szösös bükkönyről, mint Skóciában és Franciaországban termesztett növényről. Korábbi cikkében Rodiczky vitába száll Kühn hallei egyetemi tanárral, aki a fajt új kultúrnövénynek állítja be és kis számú német tapasztalat alapján takarmányozási célú termesztését ajánlja (RODICZKY 1881). Tudomása szerint Magyarországon addig „még senkinek sem jutott eszébe azon előzetesen nem nagyon kecsegtető vállalkozás”, hogy „e gyapjas levelű-szárú babót culturnövényül” termessze. Mi több, Borbás Vince hitetlenkedve fogadta e nálunk gyakori gyomnövény termesztésbe vételének ötletét: „A német közleményen nincs mit csodálkozni, de a magyar gazdának csak szét kell tekinteni vetésében, kaszálóján, gazos helyeken stb., s a *Vicia villosát* látni könnyen meg is unja. A magyar ígás marhák töméntelen *villosát* elfogyasztottak már szénában és sarjban előbb, mint a takarmányfünek kínálgatása, a német kutforrások révén, a magyar gazdasági lapokban is megfészkelődött. [...] A mit tehát a buza közül irtani szoktunk, amitől a buzát rostálják, azt másfelől termesztésre ajánlják a gazdáknak” (BORBÁS 1881).

KÜHN (1881) munkájában egy német gazda termesztési tapasztalataira hivatkozott, aki homoktalajon szösös bükkönnyel kétszer akkora maghozamot tudott elérni, mint csillagfűrttel. DE GASPARIN (1848) jóval korábbi munkájában beszámolt már a növény sikeres termesztéséről Franciaországban – megjegyezve, hogy szárának magassága és gyengesége miatt nem képes erős támaszték nélkül magasra nőni és hajlamos az elfekvésre. RODICZKY (1882) utalt még Henry de Vilmorin munkájára, aki a növény vetését fehér somkóróval vagy rozssal ajánlotta, mivel a zab nem nyújtott számára elégséges támasztékot. Tapasztalatok alapján egyenlőtlenül érő magvait nehezen lehetett betakarítani, valamint a gyenge szárú növények nedvesebb időjárás mellett megdőltek és elrohadtak; emiatt Franciaországban felhagytak a szösös bükköny termesztésével (RODICZKY 1881).

Hazai termesztési kísérletről elsőként DOMOKOS (1882) számolt be A debreczeni m. kir. gazdasági tanintézet és az azzal összekapcsolt földmives iskola értesítőjében, miszerint az intézeti gazdaságukban található „kísérleti tér” takarmánynövényekre vonatkozó azévi kísérleti művelésében „honosítási célból” szerepelt a szösös bükköny. A Közgazdasági Értesítő későbbi számaiban közzétett információk (ANONYMUS 1885, 1888) sejtetik, hogy termesztésbe vonásának lehetősége továbbra is foglalkoztatta a hazai gazdálkodókat és vetőmag-kereskedőket. Az 1885. évi Budapesti Országos Általános Kiállításra elfogadott bejelentések szerint a svédországi (Strömsberg) Strokirch kiállító szösös bükkönnyt mu-

tatott be az érdeklődőknek. Ezen túlmenően, a Budapesti Magyar Királyi Állami Vetőmagvizsgáló Állomás 1887. évről szóló jelentése ismertetett bevizsgálásra beküldött *Vicia villosa* tételeket.

FÁBER és KERPELY (1894) így összegezték a növény potenciális takarmányozásbéli rendeltetését: „Jelentőséggel csakis mint zöldtakarmány birhatna, mert sajátyszerű laza, könnyű, szőrös voltánál fogva ezüstösen csillogó szénát szolgáltat, mely a zabosbükköny szénájával össze sem hasonlítható. Szőrösségénél fogva nehezebben szárad s levelei igen könnyen letöredeznek. Az állatok különben úgy zölden, mint szárazon jól eszik”. Cikkükben részletesen beszámoltak a rozssal keverten vetett növény takarmányozásban betöltött szerepéről. Mivel a szőszös bükköny a legkeményebb telet is kiállta és már a lucerna előtt fejlődésnek indult, kiváló lehetőséget láttak benne a takarmányínség enyhítésére. Különösen alkalmasnak vélték a rossz évjáratot követő év takarmányhiányának korai pótlására.

KERPELY (1895b) később is arról tudósított, hogy a szőszös bükköny termesztése akkoriban nagy lendületet vett Magyarországon, amelynek legfőbb célja a korai zöldtakarmány szolgáltatása volt. A növény előnyei közt kiemelte, hogy a tavaszi fagyot és a szárazságot sem sínylette meg, valamint a „laza és szegény” homoktalajon – szemben más őszi bükköny- és borsóféleséggel – igen jó termést szolgáltatott. Azt is hozzátette, hogy „téves lenne azt hinni, hogy kötöttebb földeken semmire sem megyünk vele, sőt ellenkezőleg a televényes vályog- s agyagtalajokon is, elsőrendű helyet foglal el”. Magtermesztésével kapcsolatban megjegyezte, hogy „rendesen nem igen sok magot köt (ezért olyan drága)”.

A következő évben közölt cikkeiben Kerpely két kedvező hozadékot is nyomatékosított a növényvel kapcsolatban: egyrészt méltatta a jó áron értékesíthető magját; másrészt az újabban felkarolt takarmánynövények között „igen jónak” minősítette (KERPELY 1896b). Következésképpen, termelésre ajánlotta a szőszös bükkönnyt, nemcsak homokon, hanem mindenféle talajtípuson (KERPELY 1896a). Egy esztendő múlva pedig már részletesen beszámolt az 1894-ben indult kísérleteinek eredményeiről, mely kapcsán a növény iránti lelkesedése az alábbiak szerint fokozódott: „A szőszös bükköny rozssal keverve nevezetes előnyökkel bir. A száraz téli fagytól nem szenved, a vastag hótakarót nem sínyli, a tavaszi kedvezőtlen időjárással szemben érzéketlen, ősszel vetve a tavaszi szárazságot bámulatosan tűri, az őszi borsót a bükkönnyt a kaszálhatás idejében 10-14 nappal megelőzi, nagyobb termést ad s a talaj tekintetében nem oly kényes. A szőszös bükkönynek felsorolt előnyeit, több éven keresztül kivétel nélkül tapasztaltam s a termesztését nyugodt lélekkel merem gazdatársaimnak ajánlani” (KERPELY 1897).

Fontos megemlítenünk a szőszös bükkönynek a sima bükköny (*Vicia villosa* var. *glabrescens* W. D. J. Koch) nevű változatát, melynek nemesítésével Kompolton Fleischmann Rudolf foglalkozott. Ennek a szőrtelen változatnak számos előnye volt az alapfajhoz viszonyítva, többek között édes íze és nagyobb maghozama ré-

vén számos gazda felkarolta termesztését (FLEISCHMANN 1939). A II. világháború alatt a takarmánytermesztésünk növelése és a gyomok féken tartása céljából kifejezetten propagálták kultiválását: „Konkoly, pipacs, ördögbocskor, katóka és más efajta gyom csak a sovány és kulturálatlan földön érzi magát jól, s díszlik kiválóan. Mennyivel más lenne a helyzet, ha ezeknek a káros növényeknek helyébe síma bükkönyt vághatna az arató kaszája széles e hazában” (BEÖKÖNYI 1942).

1951-ben minősítették Magyarországon a Kisvárdai szöszbükköny fajtát, melyet Teichmann Vilmos nemesített. A fajtanemesítés alapanyagául a Kisvárdai környékén fellelhető tájfajták szolgáltak. (A fajta Hungvillosa néven 1982-ben Németországban is fajtalistára került, biztosítva a vetőmagexport lehetőségét) (LAZÁNYI és KOVÁCS 1998).

Az 1960-as években méhészeti megfigyeléseket is végeztek a bükkönyökön. A szöszbükkönyt sokkal jobb mézelőnek találták a pannon bükkönyhöz képest, mert ez utóbbi faj nektárjához csak akkor jutnak hozzá a háziméhek, ha a virágot kirágták a poszméhek (HALMÁGYI és SUHAYDA 1963). Mindamellett már korábban is megfigyelték, hogy a szöszbükköny magkötése is főként a poszméhek tevékenységén múlik (GRÁBNER 1939), továbbá azt is feltárták, hogy a szöszbükköny virágait hazánkban gazdag vadméh fauna is látogatja (BENEDEK et al. 1971).

Pannon bükköny (*Vicia pannonica* Crantz)

Az elmúlt két évszázad szakirodalmában számos magyar néven felbukkant a növény. Ilyenek a dunamelléki babó (VRABÉLYI 1868), a dunamelléki bükköny (PALIK és BITTERA 1931), a pannoni babó (FREH 1876) és a magyar bükköny (LEIDENFROST 1924). Ez utóbb említett név valószínűleg már az angol elnevezés (Hungarian vetch) tükörfordításából származik, de ezt a megnevezést használta a növényre BITTERA (1930) is átfogó munkájában, amelyben a bükkönyt őszi keverékbe vetve kitűnő szálatakarmányként jellemezte. Egy 1898-ban megjelent cikk szerint a dunamelléki babó név helyett a növény tudományos elnevezése sokkal kifejezőbb, mivel az nemcsak a Duna mellékén terem, hanem megtalálható egész Pannóniában (ANONYMUS 1898). A növény egyébiránt szintén a Közel-Kelet térségéből származhat (MIKIĆ 2016), de az is elképzelhető, hogy valóban honos a Kárpát-medencében (CSIKY et al. 2023).

A ma használt pannon bükköny nevet valószínűleg Gyárfás József, a magyaróvári Országos Magyar Királyi Növénytermelési Kísérleti Állomás igazgatója írta le először ebben a formában, amikor új takarmánynövényként mutatta be az addig vadvirágként számontartott növényt (GYÁRFÁS 1924b). Gyárfás ekkor már több mint tíz éve foglalkozott a hazánkban köztermesztésben nem szereplő bükkönyökkel és vizsgálta esetleges alkalmasságukat a művelésbe vonásra. Az ál-

tala Magyaróvárott és Legány Ödön révén Nagyteleken (Hatvan) végzett kísérletek alapján jutott arra a meglátásra, hogy a pannon bükköny termesztését a hazai gyakorlat számára kipróbálásra ajánlja.

Gyárfást nézetében megerősítette MCKEE és SCHOTH (1923) publikációja, amelyben arról tudósítottak, hogy a növény termesztése akkortájt az Amerikai Egyesült Államokban sikeresen zajlott. A tanulmány szerint a hazánkban és környékén honos és gyakori növényt Európa egyes részein már korábban termesztésbe vonták, azonban sehol sem jutottak el széles körű termeléséig. A pannon bükköny hivatalosan elsőként 1905-ben kezdték el meghonosítani az USA-ban, főként a nyugati partvidék államaiban, ahol különösen jól adaptálódott, illetve a déli államokban is kifogástalanul teljesített. A takarmányozásban betöltött szerepe mellett kiemelték jó zöldtrágyanövény tulajdonságait és kedvező maghozamát is.

Hazánkban valószínűleg elsőként, Gyárfás cikkének megjelenése előtt egy hónappal, LEIDENFROST (1924) számolt be a pannon bükköny amerikai termelésének néhány tapasztalatáról a *The Country Gentleman* újságra hivatkozva; azonban ez a közlemény több pontatlanságot is tartalmazott. Egyrészt a növényt a szöszös bükköny egyik válfajaként írta le, és megnevezéseként a magyar bükköny nevet használta, másrészt arra utalt, hogy a magokat a magyar Földművelésügyi Minisztérium exportálta az USA-ba. MCKEE és SCHOTH (1923) tanulmányából azonban kiderült, hogy ez nem fedte a valóságot, mert valójában Németországból és Franciaországból származó vetőmagokat használtak. Leidenfrost cikke szerint 30 holdról 700 holdra nőtt a növény vetésterülete az USA-ban, népszerűsége pedig elsősorban fagyűrűsének, illetve a téli pangóvízes körülményekkel szembeni toleranciájának volt köszönhető. Továbbá, az elvégzett megfigyelések szerint a levéltetvek kártétele is kisebb volt a pannon bükköny állományokban, amelyek általában nagy pusztítást végeztek a helyi hüvelyesekben. LEIDENFROST (1924) azt is megemlíttette, miszerint zöldtakarmánynak történő hasznosítása mellett méhlegelőként és zöldtrágya-növényként is sikerrel alkalmazták. Méhlegelőnek való kiváló alkalmasságát Legány tapasztalataira hivatkozva GYÁRFÁS (1924b) is hangsúlyozta, miszerint „virágzása idején heteken át az egész környék méhei mennyire ellepték”.

GYÁRFÁS (1924b) szerint a pannon bükköny a magasabb hegyvidékeket kivéve egész Nagy-Magyarország területén vadon előfordul, „vagyis csonka hazánkban mindenütt megtalálja diszjlésének feltételeit”. Fellelhető szikes talajon és homokon is, de homoki takarmánynövénynek a szerző nem javasolta, mivel a talaj tekintetében a szöszös bükkölynél igényesebbnek tapasztalta. GRÁBNER (1935) átfogó munkájában szintén megerősítette ezt a megállapítást: a pannon bükköny jobb minőségű talajokon a szöszös bükköny helyett ajánlható termesztésre, mert szára húsosabb, alig molyhos és levéldúsabb. Azt is hozzáfűzte, hogy nem ad nagyobb takarmánytermést, mint a szöszös bükköny, de takarmánya ízletesebb és nagy előnye, hogy biztosabban és bőven köt magot.

GYÁRFÁS (1924b) beszámolója szerint a magyaróvári etetőpróbák biztató eredménnyel zárultak, emellett hivatkozott azon amerikai megállapításokra, miszerint a pannon bükköny beltartalmi értékét a takarmány bükkönyével egyenrangúnak tartották. Mi több, 1923-ban Magyarországon a M. Kir. Állatélettani és Takarmányozási Kísérleti Állomás Budapesten folytatott elemzéseket Nagytelekről küldött pannon bükköny szénával, amelyet a szösös bükkönyhöz hasonló értékes takarmánynak ítélt meg.

A pannon bükköny kultúrnövényként történő hasznosítását alátámasztja az a tulajdonsága is, hogy magja – eltérően a legtöbb vadon előforduló bükkönyétől (TAMÁS 2020) és hasonlóan a többi köztermesztésben szereplő bükkönyféléhez – jól és erélyesen csírázik. Következésképpen „keményhéju, azaz nehezen csírázó mag alig vagy éppenséggel nincs közte, ezért a pannon bükköny nem is gyomosít” (GYÁRFÁS 1924b).

GYÁRFÁS (1924b) hazai viszonyaink közepette a pannon bükkönt a szösös bükkönyhöz hasonlóan őszi takarmánynak ajánlotta; őszi rozssal vagy melegebb fekvésben – ahol a zöld rozs hamar elfásul – őszi búzával keverékben. Kora tavaszi, zabbal kevert vetését nem ajánlotta, mert kevesebbet terem a tavaszi takarmány bükkönynél. LEGÁNY (1930) a növény több kedvező tulajdonsága mellett kiemelte, hogy a „pannonbükköny az az őszi bükkönyfélése, amely még gyenge fejlődésében is teleinket igen jól kibírja”. VILLAX (1948) később negatív tapasztalataira hivatkozva megállapította, hogy habár a növény gyakorlatilag fagyűrőnek tekinthető, a fagyot mégsem bírja annyira, mint az őszi búza és a rozs. GYÁRFÁS (1924b) magyaróvári kísérleteire hagyatkozva kiemelte, hogy az ősszel vetett pannon bükköny május második felében „jött teljes virágjába”, átlagosan két héttel a szösös bükköny fő virágzása előtt, így valamivel korábbi takarmányt biztosított az állatok számára.

GYÁRFÁS (1924a) még részletesebben beszámolt eredményeiről a Kísérletügyi Közlemények hasábjain. Tapasztalatai szerint „zölden az állatok mohón ették. Szénáját is vonakodás nélkül szívesen fogyasztották”. Kutatásait az addigi kedvező fejlemények alapján tovább folytatta, és 1925 őszén 18 gazdaság bevonásával termesztési kísérleteket indított a Tiszajobbparti Mezőgazdasági Kamara segítségével. További eredményeiről terjedelmes tanulmányban számolt be 1927-ben, amelyet Legány Ödön két dunántúli gazdaságban 1925–26-ban végzett termelési kísérletének összegzésével egészített ki (GYÁRFÁS 1927). További tesztek indítását jelentette be 1928-ban az Alsódunántúli Mezőgazdasági Kamara is, amely több nagyobb uradalomban összehasonlító termelési kísérletekkel kívánta „a gazdák figyelmét a jelentőségteljes takarmánynövényre fordítani” (RAJCZY 1928). Az eredmények a növény korábban tapasztalt kedvező tulajdonságait igazolták, ezeket összegezve PALIK és BITTERA (1931) megállapította, hogy sok új, addig vadon termő bükköny termesztésbe vonásával kísérleteztek, amelyek közül a pannon bükköny vált be a legjobban, mint őszi takarmánynövény.

Hogy a növény termesztésére mi ösztönözte akkoriban a gazdákat, megtudhatjuk Martina Mihály polányi gazdálkodó írásából: „A pannonbüköny termesztésével 5 év óta foglalkozunk. Termesztésének bevezetésére az csábított, hogy a magja igen drága volt annak idején, takarmánynak vetve szivesebben eszi a jószág, könnyebben köt magot, mint a szösös, aratása nem kényes, pergési vesztesége nem sok” (MARTINA 1933). Gróf Teleki Mihály soraiból idézve: „Látván, hogy a szösösbüköny termelés elég rentábilis, ezelőtt két évvel kipróbáltam a pannonbükönnyt is [...] A pannonbüköny javára irandó még a nagyobb termés mellett az is, hogy tapasztalatom szerint, a gyökerein nagyobb nitrogényűjtő gumókat találai, mint a szösösbükönyön, tehát talajjavítás szempontjából is jobb” (TELEKI 1931).

GRÁBNER (1935) arról tudósított, hogy a pannon büköny nemesítését Legány Ödön vette át és Hatvanban végezte. Munkájának célja az volt, hogy fokozza a növény termőképességét az egyéb jó tulajdonságainak megtartása közepette. Ennek megfelelően a szösös büköny termésmennyiségét elérő, de annál jobb minőségű takarmányt termő növényt kívánt létrehozni (GYÁRFÁS 1924b). A hatvani pannon büköny kedvező tulajdonságairól, termesztéstechnológiájáról, felhasználásáról, valamint a nemesítés folyamatáról LEGÁNY (1930) közleményében részletesen beszámolt. A nemesített fajta takarmánytermése GRÁBNER (1935) szerint meghaladta a korábban elért hozamokat. Ekkortájt VILLAX (1938) megállapította, hogy a növény vetésterülete növekvőben van, azonban ez a szösös büköny vetésterületének negyedét sem tette ki.

A kedvező magyar tapasztalatok alapján Németországban is felkarolták a növény termesztését; mi több, német és osztrák szakfolyóiratokban magyar szerzők is publikáltak a témakörben (GYÁRFÁS 1926, FLEISCHMANN 1930). A Wiener Landwirtschaftliche Zeitung hasábjain FRUWIRTH (1928) profeszszor számolt be a Német Mezőgazdasági Társaság kiállításáról, ahol Töring gróf pörnbachi (Felső-Bajorország) uradalmainak főkormányzósága különféle magyar bükönymagokat mutatott be. Ezek közül FRUWIRTH (1928) kiemelte, hogy „figyelmet érdemel a magyar büköny, a *Vicia pannonica*”. Az osztrák udvari tanácsos, GREISENEGGER (1930) szintén e szaklapban, a télálló takarmánynövények és takarmánykeverékek között ismertette a pannon bükönnyt. LEGÁNY (1930) erre reflektálva, némi szarkazmussal megjegyezte, hogy „ott nem ismerek reá arra a pannonbükönyre, amelynek nemesítését én már 10 év óta folytatom”, annyival magasabbra nőtt, dúsabban elágazott és több virágot hozott a hatvani fajta az osztrák leírásban szereplőnél.

VILLAX (1948) könyvében megemlítette, hogy a későbbiekben a növény nemesítése Sedlmayr Kurt irányításával Sopronhorpácson történt. Az innen kikerült mag BETA pannon büköny néven került forgalomba. A fajta 1946-ban kapta meg az állami elismerést (MAGASSY 2000), a nemesítői munkáról és a fajtaról SEDLMAYR (1950) számolt be részletesebben. Érdekesség, hogy GRÁBNER (1922)

egy korábbi munkájában már tudósított a *V. pannonica* nemesítéséről; jelentőségét abban látta, hogy jobb magtermést szolgáltatott, mint a szösös bükköny, azonban kevesebb zöldtömeg mellett. Ezzel kapcsolatban GYÁRFÁS (1924b) megjegyezte, hogy a pannon bükköny termőképessége, ha talán nem is olyan nagy, mint a szösös bükkönyé, de hasonló hozzá, ráadásul erősebben bokrosodik és levelesebb is. Emellett cikkében részletesen leírta a növény magtermesztésének technológiáját. LEGÁNY (1930) tanulmányában szintén kitért a pannon bükköny magtermesztésére. A témáról KERPELY (1940) készített egy bővebb összefoglaló írást, amelyben összehasonlította a kevert és tiszta vetéseket, valamint a támasztónövény és mesterséges támaszték használatát is.

Takarmány bükköny (*Vicia sativa* L.)

A növényt a népnyelvben és a szakirodalomban több névvel is illették az elmúlt századok során. A teljesség igénye nélkül: RODICZKY (1882) abrakbabó elnevezéssel tárgyalta, de A Pallas Nagy Lexikona vetésbeli kaszanyüg (máshol vetett kaszanyüggént hivatkozott) szócikkében az abrakborsó, lóborsó, vetény-lóborsó népies neveket is ismertette (BORBÁS 1895). A későbbiekben CSERHÁTI (1901) közönséges bükkönyként, de a Mezőgazdasági Lexikon egyszerűen bükkönyként (BEZERÉDJ és SZILASSY 1906) hivatkozott rá. További népi nevei: vadlencse (CSAPODI 1907) és Erdélyben a bükkönyökre általánosságban használt vadborsó és borsófű (MOLNÁR és BABAI 2009). A bükköny (német eredetű) – lednek (szláv eredetű) szinonimák nyelvföldrajzi elterjedése azzal van kapcsolatban, hogy a takarmányként használt bükköny termesztése főként német és szláv kultúrhatásra terjedt el nálunk (BENKŐ 1972). Megjegyzendő, hogy némely régebbi, mezőgazdasági szakirodalmakban, a tudományos növénynevek közlésének hiánya miatt nehéz eldönteni, hogy a lednek név a *V. sativa*-ra vagy pedig a szögletes (szegletes) lednekre (*Lathyrus sativus* L.) vonatkozik. Mindazonáltal, az utóbbi növényt hajdanán főképpen a szegesborsó (helyenként lófogú-borsó, kukorica-borsó, szeges-bükköny, szegletes-bükköny, lapos-borsó, spanyol-lencse) nevekkkel jelölték (MÁNDY 1943, VEZEKÉNYI és PRISZTER 1967). A takarmány bükköny napjainkban használatos közismertebb „tavaszi bükköny” elnevezése a tavaszi vetésidőszakára utal (az őszi vetésű szösös és pannon bükkönytől való megkülönböztetesként).

A takarmány bükköny RODICZKY (1882) szerint vadon a Földközi-tenger mellékén és Ázsiában a Kaukázustól a Himalájáig fordul elő, a legrégebb óta termesztett takarmánynövények egyike. Valószínű, hogy egyéb pillangósokhoz hasonlóan, a zárva maradó hüvelytermésre, a nagyobb magméretre és a simább magfelületre irányuló tudatos szelekcióval már a neolitikumban házasították a Közel-Kelet térségében (MIKIC 2016). Fontos megjegyezni, hogy a hüvelytermés zárva maradása, valamint a domesztikáció szempontjából szintén releváns jel-

legzetesség, a magnyugalom megszűnése egyszerű genetikai szabályozás alatt állnak, így e tulajdonságokhoz kapcsolódó mutációk viszonylag hamar rögzülhetnek a populációkban (SONNANTE et al. 2009). Más források szerint a takarmány bükkönyt nem tudatosan, hanem akaratlanul házasították és a szekunder kultúrnövények kategóriájába sorolják (PINKE 2005). Ezen elmélet szerint magjai megtúrt gyomként a termesztett lencse (*Lens culinaris* Medik.) magjai közt vándoroltak a Termékeny Félhold térségéből a Közel-Keletre, majd a jelenlegi elterjedési területére. Következésképpen, a lencsét ért tudatos szelekciós eljárások közvetve a takarmány bükkönyt is érintették, mely folyamat során többek között csökkent a mag keményhéjúsága és dormanciája, lehetővé téve a gyomot a későbbi kultiválásra (ERSKINE et al. 1994).

A takarmány bükköny Európába délkelet felől érkezett, majd a Duna mentén haladt a kontinens belseje felé (MIKIC 2016). Archeobotanikai leletek azt sugallják, hogy a Kárpát-medence népei feltehetőleg már a késő neolitikumban, illetve a középső bronzkorban és a kései vaskorban is termesztették (GYULAI 2010). RODICZKY (1882) középkori szerzőktől (pl. Valerius Cordus német orvos, botanikus és gyógyszerész) idézett, akik már az ókori görögök (Theophraszosz és Dioszkoridész) írásaiban is azonosítani vélték a növényt. Megemlítette, hogy Galénosz görög származású római orvos a tavaszi bükkönyről nem csupán, mint gyógynövényről emlékezett meg, hanem hozzátette azt is, hogy „az egész növény hüvelyestül föltakarmányozható” (ld. még POWELL 2003).

RODICZKY (1882) könyvében római szakírókra is hivatkozott, akik kivétel nélkül beszámoltak a takarmány bükkönyről: CATO (166) ókori római író zöldségtrágyanövényként méltatta. Plinius római természettudós hangsúlyozta, hogy a növény a talajt javítja és gazdagítja. A Rodiczky által citált további szerzők alapján biztosan állítható, hogy a takarmány bükköny a középkori Európa számos országában köztermesztésben állt, illetve alkalmazták a zabbal történő vegyes vetését, használták a vetésforgóban és ismerték talajjavító tulajdonságát is.

A honfoglalás utáni időszakokban, egészen a 18. század végéig, mindössze két esetben került elő csekély darabszámú magyarországi maglelete (GYULAI 2010). Ez azt sugallja, hogy hazánkban ezekben a korszakokban a takarmány bükkönyt legfeljebb csak minimális mértékben termesztették, és az esetleges termesztés folytonossága többször megszakadhatott. A növény jelentősége éppen a középkorból ránk maradt termesztési rendszer átalakulásával kapcsolatban bukkan fel újra a 19. századi magyar nyelvű szakcikkekben. Ekkortájt a takarmány bükkönyt más takarmányfélésekkel egyetemben az ugarban kezdték el termesztetni, ami elindította a nyomásos gazdálkodásról való áttérést a vetésváltó földművelési rendszerre (SURÁNYI 2011). Ez a folyamat kezdetben inkább csak némely uradalmakra volt jellemző (SZÉLES 1970, DEMETER 1996), de később a „jobbágyi földeken is megjelent a bükköny” (T. MÉREY 1962). A növény a jobbágyfelszaba-

dítással és a nyomáskényszer megszűnésével párhuzamban fokozatosan fellendülő takarmánytermesztésben sarkalatos szerepet kapott (GAÁL 1971).

Elsők között Keszthelyen kezdték kultiválni: a Georgikon 1800. évi első tízes vetésforgójában már szerepel a bükköny; majd a keszthelyi gazdaság 1801. évi jelentésében olvashatjuk, miszerint „a 8-ik szakasz bévettetett zabosárpás bükkönnyel...” (GAÁL 1971). A takarmány bükkönnyt Pethe Ferenc ajánlotta a „tanult gazdák” figyelmébe: „A’ lednek (*vicia sativa*), melyet magyarul a’ német nevétől bükkönnek is neveznek, de az igaz neve vad borsó volna [...] egy igen hasznos [...] takarmány, mellyel a’ pallérozott mezei gazdák a’ termésváltoztatáson is nagy haszonnal segítenek” (PETHE 1805). A továbbiakban nagyon sokoldalú abrak-, széna- és zöldtakarmány-növényként, a gabona kiváló előveteményként jellemezte, sőt elsőrangú zöldtrágya tulajdonságára is utalt. A növény hazai meghonosítójának és terjesztőjének szintén Pethe Ferencet tartják, aki 1818-ban angliai vetőmagot hozatott, melyet szigorúan csak vetőmagtermesztés céljára osztogatott (RÁCZ 2010).

Nagyváthy János szintén javallotta a takarmány bükköny termesztését: „Megérdemli, hogy termesszük; mert a’ Lednek szalma, egy nyomon jár a Lóherével: Télben teletethetjük vele a ménest nagy haszonnal”. Azt is megjegyezte, hogy a „serényebb gazdák” a növényt borsóval, zabbal és árpával együtt vetik az ugarba, majd zölden lekaszálják: „Tapasztalásom szerint a’ szarvas Marhának, nints ennél táplálóbba zöld széna neme” (NAGYVÁTHY 1821).

A későbbiekben gróf Benyovszky Zsigmond ekképpen buzdította a parasztságot arra, hogy az ugart ne legeltetésre használják, hanem bükkönnyel vessék be: aki „ugarját és tarlóját részint bükkönnyel, részint répamaggal beveti, már első esztendőben kétannyi marhát tarthat az istállóban, ez által ismét kétannyinál is több trágyát készíthet, több földet mivelhet ’s több marhát tarthat!” (BENYOVSZKY 1831). A 19. század közepe táján, a Magyar Gazda folyóirat hasábjain, így módon hangsúlyozták a növény szerepét a belterjes állattartásra áttért gazdaságokban: „E’ növénynek haszna, ha csupán szeme vétetik tekintetbe, csekélynek látszik; mint zöld takarmány azonban nagy fontossággal bír, mert semmiféle más növény által nem pótolható oly alkalmasan a’ lóher, ha ez téli fagyok által tönkre jutott; illy baleset e’ pótló takarmányszer nélkül a’ legnagyobb zavarba hozná azon gazdaságokat, mellyek az oly jeles istállózási rendszert elfogadták” (TÖRÖK 1845). Csakhamar nem csupán az ugar- és herepótló szerepét méltányolták, hanem dicsérték gyors növekedését, a termés kiváló minőségét és mennyiségét, jó gyomelnyomó képességét és a vetésforgóba való könnyű beilleszthetőségét is (Gazdasági Lapok szerkesztősége 1855).

RODICZKY (1882) a növény 10 különféle fajtáját ismertette könyvében. Figyelemre méltó, hogy a fajták mindegyike külföldi származású volt, melyek többek közt Kanadából, az USA-ból, Skóciából, Franciaországból és Szardíniáról

származtak. (Mindez támogatja azt a feltételezést, hogy nem volt folytonos hazai takarmány bükköny termesztés az ezt megelőző időszakokban).

GAÁL (1971) arra is rámutatott, hogy „a takarmánytermesztés fejlődését a nyomásos gazdálkodás mellett nagymértékben fékezte, hogy nehéz volt a vetőmag beszerzése”. Az 1830-as években némely uradalmi intézők arról panaszkodtak, hogy a bükkönymagot kénytelenek voltak Bécsből hozatni (GAÁL 1971). Évtizedekkel később aztán hazánkban is elindult a növény vetőmag-előállítása. A Magyaróvári Vetőmagvizsgáló Állomás Közgazdasági Értesítőben publikált, 1882. évi jelentéséből (ANONYMUS 1882) tudjuk, hogy a bükkönnyfélék közül „jelenleg a közönséges *Vicia sativa* termeltetik, mint őszi és tavaszi, s tény az, hogy midőn nálunk őszi vetése felkaroltatott, őszi borsóval keverten fordult elő; így például az óvári uradalomban 1876-ban szorgalmas rostálás által különítették el. [...] Egyébkint őszi abrakbabó Budapesten a magkereskedésekben kapható, a mennyiben több ízben lett ide ilyen beküldve. De kapható lesz a szent miklósi uradalomban is (posta: Lébény-Szent-Miklós) hol nagyban termelik, szintugy Gróf Henckel Hugó uradalmában Oroszvároton”.

A 19. század végén a növényt zabbal társítva már általánosan termesztették. A társítás észszerűségét így magyarázták: „A zabos bükköny vagy lednek nem egyéb mint a közönséges takarmánybükköny (*Vicia sativa*) keveréke zabbal, e vegyítést tesszük először is takarmányszerzés céljából, másodsor, mert a bükköny maga nagyon ki van téve a megdőlés veszélyének, a keményszáru zab tehát támaszul szolgál neki, e mellett a zöld zab is meglehetősen jó takarmány” (ROVARA 1894). Akkoriban a zabos bükkönt a „legjobb ugarpótló növény”-ként tartották számon, de Rovara Frigyes ezen túlmenően még számos előnyét ismertette: „nagyon értékes takarmányt szolgáltat úgy zöld, mint száraz állapotban, a mely továbbá mint nitrogénygyűjtő nem zsarolja a talajt, mely iránt nem is követelő, a mely az őszi gabonának és repcének kiváló előveteménye és a mely mint zöldtrágya növény is nagy szerepet játszik” (ROVARA 1894).

CSERHÁTI (1901) könyvében a zabos bükkönyről szóló fejezetben megállapította, hogy „a közönséges bükköny (*Vicia sativa* L.) a zabbal keverten hazánkban az általánosabban termelt takarmányfélék közé tartozik, melynek számos előnye magyarázza, hogy oly előszeretettel termelik”. Használatát zölden és szárítva ajánlotta, amely így a legjobb takarmányok közé tartozott és olyan talajokon is megtermett, ahol a lóhere vagy a lucerna nem.

Már akkoriban kimutatták, hogy a takarmány bükköny magja háromszor több fehérjét tartalmaz a kukoricához viszonyítva, és kiváló takarmánya a fejősteheneknek. Szaporítja a tej mennyiségét a zsírtartalom növelése nélkül, és a hiedelmek ellenére nem rontja el a tej és a vaj ízét (CSELKÓ 1900, 1903).

GRÁBNER (1922) írta, hogy a bükköny számos fajtái és változatai közül hazánkban a szöszös bükköny mellett a közönséges bükköny tavaszi (*V. sativa*

vulgaris) és őszi (*V. sativa* hiberna) változatát termesztették nagyobb arányokban. A magyar bükkönynemesítéssel kapcsolatban közölte, hogy Zalaszentgróton és Tolnaozorán a közönséges tavaszi bükkönnyt formasztékválasztással nemesítették. A takarmánytermés fokozása érdekében „erős, felfelé törekvő, hosszuszárú és dus levélzettel bíró féleségek” előállítására törekedtek, továbbá arra, „hogyminden levél hónaljából kettős virág fejlődjék és az megtermékenyülve okvetlenül kettős hüvelyt hozzon” (FALB 1924).

BITTERA (1930) könyvében a növény a keveréktakarmányok között kapott helyet, ahol „igen jó, de drága takarmány”-ként jellemezték. GRÁBNER (1935) grandiózus művében már önálló fejezetben ismertette a tavaszi bükköny termesztését, külön bemutatva az akkoriban még termesztett őszi változatát is, illetve részletesen ismertette magtermesztésük technológiáját. Utalt jó zöldtrágyanövény tulajdonságára, valamint konstatálta, hogy a talajt jó erőben hagyja vissza. VILLAX (1938) leírásában arra a következtetésre jutott, hogy hazánkban értékénél nagyobb arányokban termesztették a növényt, de csaknem kizárólag tavaszi változatát (zabosbükköny), melyet akkortájt 250 000 katasztrális holdon vetettek. Első államilag minősített hazai fajtáit Sedlmayr Kurt nemesítette Sopronhórpácson: a BETA 11-et 1949-ben, a BETA 14-et 1957-ben ismerték el (MAGASSY 1990, 2000). A BETA-11 fajtafenntartása 1977-ben átkerült Mosonmagyaróvárra, a helyi egyetemi karon Makai Sándor foglalkozott megőrzésével és nemesítésével (KAJDI et al. 2013).

Bíborhere (*Trifolium incarnatum* L.)

A bíborhere Algéria és az Ibériai-félsziget csapadékos vidékein honos (HOFFMANN 2021). Termesztett változata valószínűleg a faj egyik vadon élő változatából (*T. incarnatum* L. var. *molinerii* (Hornem.) DC.) a mediterrán térségben domesztikáció útján létrejött kultúrnövény (*T. incarnatum* L. var. *sativum* Ducommun). Termesztése a 18. század végén kezdett Franciaországon keresztül tért hódítani (HORN 1959, 1960). A 19. században került a Monarchia egyes osztrák tartományába, ahol „Notklee”-nek, szükségherének használták; majd néhány évtizeden belül Magyarországon is megjelent (DEUTSCH 1958). Ezt támasztják alá a korabeli könyvek leírásai, miszerint hazánkban „csak ritkán mivelik” (BALÁS 1876), illetve „hazánkban is itt-ott termesztett növény” (RODICZKY 1882). Akkoriban bíborszínű lóher és hússzínű lóhere nevekkell is illették (BALÁS 1876, RODICZKY 1882, SZABÓ 2002). Az 1870-es években a Magyaróvári Akadémia kísérleti telkein már szintén kultiválták (RODICZKY 1882). RODICZKY (1882) szerint e „rövid tengéletű növénynek a jelentősége abban áll, hogy nem főnövényül, hanem pusztán tarlóveteményül, kipusztult herék pótlékául vagy nyári közegvetésül vehető fel a fordába”.

A növény népszerűsítésének érdekében Cserhádi Sándor, a Magyaróvári Magyar Királyi Növénytermelési Kísérleti Állomás vezetője 1894-ben a Köztelek folyóirat hasábjain az alábbi felhívással fordult a gazdákhöz: „Ezen takarmányfélélt hazánkban nagyon szórványosan termelik, holott számos jó tulajdonsága miatt nagyon is megérdemelné, hogy az eddiginél nagyobb figyelemben részesítsék. Piros lóherével vagy a luczernával ugyan sem a termés minőségére, sem a mennyiségére nem vetelkedhetik [...]. Azonban nem igen válogatós a talajban, korán kerül le s így abban az évben még egy második termést is nyerhetünk arról a talajról, a mely biborherét termelt [...]. A biborhere azonban nemcsak mint takarmány, hanem mint zöldtrágya is jelentőséggel bír a mi viszonyaink között. Az ugartartó gazdaságokban az ugarnak azon részét, a mely trágyát nem kap, a biborhere segítségével megfelelő zöldtrágyázásban részesíthetjük [...] ezért kívánatos, hogy az minél több helyütt természetessék, a m.-óvári m. kir. növénytermelési kísérleti állomás az idén nagyobb szabású kísérletet óhajt ezen növénynyel véghezvinni. A növénytermelési kísérleti állomás (Magyar-Óvár) felkéri ezért mindazon gazdákat, a kik a kísérletben részt akarnak venni, hogy ezen szándékukat az állomással legkésőbb július hó végéig közöljék; az állomás egy-egy kísérlettevőnek 20 kg magot bocsájt díjmentesen rendelkezésére” (CSERHÁTI 1894). Ezek a magok többek között az erdélyi Mezőségre is eljutottak, ahol Csontos Miklós gazdálkodó kötelességének tartotta, hogy a termelés körül szerzett tapasztalatairól gazdátársainak is beszámoljon: „A tavaszi szántással még nem lévén készen, szénám elfogyott, nagyon kapóra jött a biborhere, melyet lekasálva, a padlásra felhányt izékkel össze-rázva, kifáradt ökreimnek adtam, melyek nagyon jól fogyasztották. Mondhatom 48 db jármos ökrömnek a legnagyobb takarmányinségben 5 napi eledelét képezte” (CSONTOS 1895). A gazdátársak kifejezett kérésére Kerpely Kálmán 1895-ben adott részletesebb felvilágosítást e „jó takarmányujdonság” termesztésének módszeréről, az alábbi tanulság levonásával: „Lehet ugyan a biborherét szénává száritani vagy zsombolyázni, de főjelentőségét korai zöldtakarmány nyelésében kell keresnünk s értékét is csak ezen szempontból lehet és szabad bírálat alá venni” (KERPELY 1895a). GRÜN WALD (1898) Cserhádi Sándor kiáltványa után négy esztendővel megjelent közleménye azt sugallja, hogy a felhívás kapcsán országszerte több gazdaság is bekapcsolódott a kísérletbe. A biborherére és a szösös bükkönyre utalva írja, hogy „a növénytermelési kísérleti állomás működése folytán mind a kettő már az ország legkülönbözőbb vidékén évek óta kipróbáltott, akárhány gazdaságban már meg lett honosítva”.

Hazai kultiválásának kezdeti időszakából DEUTSCH (1958) is részletes adatokat közölt. Eszerint, 1895-ben a Gazdasági Egyesület küldött vetőmagot egy a Vas vármegyei Kemenesalja térségében tevékenykedő gazdálkodónak, ahol aztán hazánkban elsőként a „falu határa gyönyörű bíborszínben díszlett”. Ezután rokoni és baráti körökben adták-vették tovább a magokat, megteremtve a ké-

sőbb, 1952-ben tájfajtanak minősített „Kemenesaljai (Pápóci) bíborhere” kialakulásának bölcsőjét.

A termesztésbe vonás első éveiben erjesztve is eredményesen tartósították: „a bíborhere minden egyéb bevermelt takarmánynak felette áll, minthogy a jószág szívesen eszi, a besavanyítása pedig semmi különös nehézséggel nem jár” (ODERSZKY 1902). Jó tejelő takarmánynak tartották, amely nem okozott felfúvódást (CSERDY 1910). Annak idején próbálkoztak árpás bíborherekeverék tavaszi vetésével is, de sem a takarmány-, sem a magtermesztés szempontjából nem érte meg a költségeket és a fáradságot (KERPELY 1908).

Érdekes fejlemény, hogy a bíborhere termesztésének terjedésével Kárpát-medence-szerte csakhamar megjelentek a növény kivadulásáról szóló első híradások is, főleg vasúti töltéseken és útszéleken bukkant fel (PRODÁN 1910, 1913; BOROS 1924).

Az 1918-ban, a Köztelek folyóirat hasábjain közzétett szerkesztői felhívás sejteti, hogy tulajdonképpen az I. világháború gazdasági viszonyai lendítették fel a növény hazai termesztését: „A háború folyamán már ismételten felhívtuk olvasóinkat arra, hogy bíborherét termesszenek. Hogy e felhívásunk nem volt hiábavaló és hogy a bíborhere, különösen a mostani háborús viszonyok közepette milyen áldásos növénynek bizonyult hazánknak nem túlságosan száraz vidékein, azt bizonyítja az a körülmény is, hogy míg a háború kitörésekor bíborherét aránylag csak nagyon kevés gazdaságban elvételeztek, addig a háború folyamán a bíborhere termesztése egyrészt az egyéb heremagvakban való hiány, másrészt pedig a termesztésével járó nagy előnyök miatt hazánkban csakhamar oly általánossá vált, hogy már az utóbbi években magjával is bővebben, sőt főlegesen voltunk és az utóbbira az idén is kilátás van” (SZILASSY 1918).

A 20. század elején többen is próbálkoztak tavaszi vetésével, de a terméseredmények általában jóval elmaradtak az őszi vetések hozamától (GYÁRFÁS 1918). Ekkor ismerték fel és különösen nagyra értékelték zöldtrágyázási jelentőségét. Ezt érzékeltetik Beyer Károly uradalmi intéző jegyzetei: a Szenicei járás homoki szántóin „főképpen zöldtrágyaként burgonya alá beszántják és azonnal burgonyát ültetnek, mindig a legszebb eredménnyel. [...] Az Alföldön egy nagyobb uradalom kezelését vettem át, ahol az igen nehéz talajú földek tulságos mély gözeke szántás által terméketlenek voltak és istállótrágya nagyon kevés állott rendelkezésemre. Itt csak bíborhere-zöldtrágyázással tudtam segíteni, de bámulatos eredménnyel. Egy bíborhere után ezek a mesterségesen elrontott vad földek teljes termőképességbe jöttek, beérett állapotba, úgy, hogy cukorrépát, korai tengerit, sőt kendert is tudtam a zöldtrágyázás után nyomban vetni. A bíborhere, mint minden sikerült here után, a földek a gyomtól is kitisztulnak. Legmelegebben ajánlom tehát a bíborherét nemcsak mint takarmányt, hanem mint zöldtrágyát is minél nagyobb mértékben felhasználni” (BEYER 1923). Ősszel helyenként marhá-

val legeltették, mely serkentette a bokrosodását (TÓTH 1923). A magtermesztése során melléktermékként hátramaradt szalmáját vermekben fermentálták, „melyet jármos állataink és növendékmarháink jól fogyasztanak” (SZABÓ 1923). Virágzó állományait a vándorméhészek figyelmébe ajánlották (CSATÓ 1934). Gyomszabályozására az alábbiakat javallották: „legjobb lesz kora tavasszal a nagyobb gaznövényeket az acatoláshoz hasonlóan kiböködtetni s ami még ezen felül is marad, felmagzás előtt kaszával lecsapkodni” (FOLTÁNYI 1934).

A két világháború között önállóan, rozssal, helyenként zabbal, árpával, moharral vagy különféle takarmánykeverékekben bükkönyökkel karöltve (GYÁRFÁS 1932) már három változatát is termesztették: a leginkább bevált bíborvöröst, a korai, de nem elég fagyálló húsvöröst és a gyengébben fejlődő fehérét (GAÁL 1980). A növény akkoriban továbbra is felfelé ívelő karrierjét jól példázzák Farkas János uradalmi intéző sorai: „A növénytermesztési szakkönyvek a biborherét többnyire csak mint takarmánynövényt tárgyalják és herepótló növénynek ajánlják. Az utóbbi években azonban a biborheremag a legkeresettebb kereskedelmi cikk lett, a terménytőzsde jelenlegi forgalmának is valósággal primadonnája és a legnagyobb cégektől kezdve a legkisebb gabonaügynökig mindenki azon van, hogy biborherében üzletet köthessen. A kereskedelem részéről megnyilvánuló eme nagy érdeklődésnek megfelelően a mezőgazdaság részéről is fokozottabb figyelemben kell részesíteni a biborherét, mint elsőrendű, értékes kereskedelmi növényt, amelynek nyers pénzhozadéka az egyéb kereskedelmi növényekét nemcsak eléri, hanem sok esetben túl is szárnyalja. Időszerű lett tehát a biborheretermesztés kérdése” (FARKAS 1934). Az 1930-as években nemcsak Nyugat-Európába, hanem az USA-ba is jelentős mennyiségű bíborheremagot exportáltunk (GRÁBNER 1942, HORN 1960). Hazai vetésterülete ekkor meghaladta az 50 ezer ha-t (HOFFMANN 2021). Bár a II. világháború után visszaesett magjának kivitele, a növény jelentősége a szocialista típusú nagyüzemekben is megmaradt (HORN 1960). Akkoriban HORN (1959) az alábbi három pontban részletezte a növény szerepét: „a) takarmánynövénynek kiterjedten termesztik; b) mint talajjavító növény: jó elővetemény, de zöldtrágyanövénynek is figyelemre méltó; c) magja keresett exportcikk”. Takarmányozási jelentőségét még inkább fokozta, hogy a nagy gazdaságokban a zöld futószalag hízagpótló növényeként etették (tavasszal a zöld rozs és a vöröshere/lucerna etetési szezonja közé ékelve). Termesztése leginkább a sekély termőrétegű, savanyú homoktalajokon, néhány főbb körzetre koncentráldott: a Nyugat-Dunántúlra, a Bakony erodált vidékeire, továbbá az Északi-középhegység nógrádi lankáira (HORN 1959, 1960). A Fajtaaminósító Tanács 1953-ban Horn Miklós nemesítő munkájának eredményeképpen, a Lovászpatonai fajtát feltételes állami elismerésben részesítette (HORN 1959).

Az 1950-es években a kistermelő paraszti gazdaságokban is nagy népszerűségnek örvendett, ahol HORN (1956) érdekes alávetési módjait jegyezte fel a nö-

vénynek. A tarlószántásba vetett köles vagy csalamádé alá bíborherét is vetettek, majd e termények lekasználása után az ősszel megerősödött bíborherét takarmánynak vagy zöldtrágyának használták. Némely vidékeken a második kukoricakapálás előtt elszórták magjait a kukoricasorok között, majd bekapálták. A kukoricatörés idejére szépen kifejlődött bíborhere állományát zöldtrágya gyanánt hasznosították. Ekkortájt HORN (1956) a növény méhészeti jelentőségére is felhívta a figyelmet: annak ellenére, hogy a bíborhere beporzását jobbára a poszméhek végzik, gyenge akácvirágzás esetén gyakorta előfordult, hogy ezek a vetések mentették meg a méhcsaládokat. Később a fajt a méhlegelők javítására is ajánlották, kimondottan az elfagyott akácvirágok pótlására. DÓKA (1968) ezzel kapcsolatban reményét fejezte ki, miszerint a „bíborhere »fölfedezett«-je és megmentője lesz a magyar méhészeknek”.

Alexandriai here (*Trifolium alexandrinum* L.)

Az alexandriai here (korábbi társnevein egyiptomi here, illetve barsim/bersim) RODICZKY (1882) leírása szerint Közép-Ázsia magasabb hegyvidékeiről származik, onnét vitték Egyiptomba, ahol jelentős kultúrnövénné lépett elő. Később került át Franciaországba, Németországba és Ausztráliába. Más források szerint a 6. évszázadban hurcolták át a Balkánról Egyiptomba, ahol jelentősege a 14. századtól kezdve egyre növekedett (GRUBER 1960). Az újabb kutatások azt sugallják, hogy a növény közvetlen ősei az egymással spontán kereszteződő *T. salmoneum* Mouterde és *T. berytheum* Boiss. & C.I.Blanche fajok voltak, melyekből mesterséges szelekcióval domesztikálták Szíriában. Ezt követően az első kultúrváltozatokat Palesztina és Egyiptom öntözéses gazdálkodásában kezdték termesztetni. Később a növény génállományának tökéletesítése Egyiptomban zajlott, és az itt nemesített változatok terjedtek szét a világban (BADR et al. 2008).

A növény Magyarországra kerülésének egyik első lehetséges alkalmáról számolt be MORÓCZ (1862) az Országos Magyar Gazdasági Egyesület 1862. április 23-án tartott igazgatósági választmányi ülésének jegyzőkönyvében: „Az elnökség örömmel értesít az igazg. választmányt, hogy termesztési kísérlettel végett több érdekes küldeményt kapott az Egyesület, nevezetesen: [...] Mélt. Ürményi József urtól Afrikából, magával hozott *Trifolium alexandrinum*-ot”.

RODICZKY (1882) a faj megnevezésére használt még egy másik kifejezést is: „fehérviratu here”. Közlése szerint tenyésziideje a bíborheréénél rövidebb és annál érzékenyebb is: télállósága gyenge, így csak tavasszal, a fagyok elmúltával vethető egészen július végéig. Ezután egyszer kasálható vagy legeltethető. Levelei simák, a bíborhere leveleihez képest kevésbé molyhosak, így az állatok szívesebben fogyasztják. Takarmánytermése csekély, de maghozama jelentősebb. Gyors kelés jellemzi, így vetés után hat héttel már legeltethető. Végso megállapítása szerint „előnyei nem oly tetemesek, hogy nagyobb mérvű mivelésére kilátás lehetne”.

25 évvel később, SZILASSY és GRÁBNER (1907) hasonlóképpen mindössze annyit jegyeztek meg az alexandriai heréről, hogy „féhérvirágú, egyéves, szára nem szőrös, az állatok szívesen eszik, de nem ér annyit, mint a biborhere”. A korszakban megjelent jelentősebb összefoglaló növénytermesztési szakmunkákban nem találjuk ismertetését (CSERHÁTI 1901, BITTERA 1930, GRÁBNER 1935, VILLAX 1938).

Elsőként SURÁNYI (1916) számolt be az alexandriai herével végzett, honosítást és helyi alkalmazást célzó termelési kísérletről. A tanulmány szerint a magyaróvári Országos M. Kir. Növénytermelési Kísérleti Állomás „különféle helyekről megnyilvánult érdeklődésre az utóbbi években termelési kísérleteket végzett” több, „idegen világrészekből származó, részint vadon előforduló, részint mezőgazdasági kulturnövényekkel”. Ezek közül egyedül a *T. alexandrinum* esetében jutottak bizakodó következtetésre, miszerint az „olyan tulajdonságokat mutatott, amelyek határozottan több és kimerítőbb kísérleti adat megszerzését teszik szükségessé avégből, hogy gazdasági értékét nálunk megállapítottak tekinthessük”.

1955-ben adventív növény és florisztikai érdekesség gyanánt tudósítottak spontán budapesti felbukkanásáról, megjegyezve, hogy Európában sokféle kísérlelték meg termesztését, néhol el is vadult. Egyetlen terebélyes példánya nőtt a Ferencvárosi pályaudvaron (BODNÁR 1955).

Surányi János tanulmányának megjelenése után újra eltelt közel fél évszázad, mikor is Jánossy Andor első honosító kísérleteit végezte Tápiószelén és Táplánszentkereszten, melyekről 1955-ben és 1960-ban is beszámolt (JÁNOSSY 1961, 1968). A Szarvasi Kísérleti Intézetben is különösen bizakodók voltak, a „lucernával szinte egyenértékűnek” tartották, mint írták: „rendkívüli tulajdonságával egészen új és nagyszerű távlatokat nyit meg az öntözött területeken, mint másodnövény” (ANONYMUS 1956). Nagy Zoltán, a növény kutatója az alexandriai here várható gazdasági hasznáról ekképpen fogalmazott: „másodterményként való alkalmazásával kat. holdanként egy tehénnel többet tarthatunk [...]. A közeljövőben pedig, amikor a Minisztertanács határozata a rizses forgók kialakításáról érvényre jut, e gazdasági eredmény igen nagy mértékben fokozódik” (ANONYMUS 1956).

SCHANDL (1956) vitabevezető előadásának egyik hozzászólásában a Magyar Tudományos Akadémián is napirendre került az alexandriai here kérdése. A hozzászóló Horváth László hivatkozott Nagy Zoltán kísérleteinek eredményeire, amelyek alapján ígéretes jövőt jósolt a növénynek. SCHANDL (1959) írásában rámutatott, miszerint az 1950-es évek végén 237 állami gazdaságban termesztették a növényt, bár ez akkoriban csupán a mezőgazdasági üzemek 1%-át tette ki. Az alexandriai herét akkortájt főleg rizstelepeken termesztették, ahol váltónövényként betöltött kedvező szerepét MIHÁLYFALVY (1961, 1966) hangsúlyozta.

Gruber Ferenc szintén felhívta a figyelmet arra, hogy a növény öntözött másodterményként is bőséges széna- és magtermést szolgáltat (GRUBER 1960). A későbbiekben Nagy Zoltán közölte az általa nemesített, 1965-ben előzetesen el-

ismert Szarvasi 1 fajta leírását és termesztési kísérleteinek eredményeit (NAGY 1965). Ezt az eredményét az utókor is nagyra értékelte, hiszen Jánossy Andor mellett őt tekintik az alexandriai here hazai meghonosítójának (VARGA 1988). Nagy Zoltán a növénytermelési kutatásokon túlmenően takarmányozási vizsgálatokat is végzett, melynek keretében összehasonlították az alexandriai heréből és a lucernából készült szénaliszt fehérjetartalmát. Arra a következtetésre jutottak, hogy az alexandriai here fehérjének számottevően értékesebb az aminosavösszetétele és a biológiai értéke, továbbá az alexandriai hereszéna tejtermelést fokozó hatása is jelentősebb (NAGY és BAKÓ 1968).

Az 1960-as években Mosonmagyaróváron sikerrel társították szudáni fűvel, amelynek előnye az volt, hogy az erjesztéses tartósítás nem igényelt kémiai tartósítószeret. A szerző szerint az alexandriai here jelentőségét rendkívül intenzív növekedése és fejlődése adta (KÉSMÁRKI 1996). E két kultúrnövény társításának lehetőségét a Tiszántúlon is tesztelték; együttesen nagy tömegű, fehérjében gazdag keveréktakarmányt adtak, amely különösen a szarvasmarhák tejtermelésére volt kedvező hatással (MAGYAR 1969).

JÁNOSY (1968) az 1960-as évek végén úgy jellemezte a növényt, mint Egyiptom legfontosabb takarmány- és zöldtrágyanövénye, amely vadon ekkor sehol sem fordult elő, csak termesztett alakjai voltak ismeretesek. Egyiptomon kívül ebben az időszakban termesztették Spanyolországban, Portugáliában, Olaszországban és a Német Szövetségi Köztársaságban, valamint Ausztriában (itt termőterülete ekkor 2-4 ezer ha között mozgott). JÁNOSY (1968) Magyarországi termőterületét pár száz holdra becsülte, amely véleménye szerint lényegesen kisebb, mint amit jelentősége indokolna. Hozzátette, hogy magtermesztése azért is előnyös lenne, mert a hazai szükségleten kívül, a tőlünk nyugatra fekvő országokba – melyek klimatikus viszonyai a magtermesztésre nem kedvezőek (ilyen volt pl. Ausztria is) – bizonyos mennyiségű vetőmagot Magyarország mindig exportálhatna. Előzetesen elismert, hazai nemesített fajtája ebben az időszakban a már fentebb említett Szarvasi 1 volt, melyet 1969-ben államilag elismert fajtává minősítettek (SZERAFIN 1969).

Köszönetnyilvánítás

A 2024-1.1.1-KKV_FÓKUSZ-2024-00046 számú projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium által, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal útján a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból meghirdetett „KKV Fókuszterületi Innovációs Program” című, 2024-1.1.1-KKV_FÓKUSZ kódszámú pályázati Felhívás keretében valósul meg.

Irodalomjegyzék

- ANONYMUS 1882: Az őszi bükköny és évelő bükköny ismertető jelei. Közgazdasági Értesítő 1(51): 9.
ANONYMUS 1885: Az 1885. évi budapesti országos általános kiállításra elfogadott bejelentések. Mezőgazdasági és mezőgazdasági szakoktatás. Közgazdasági Értesítő 4(9): 275–276.

- ANONYMUS 1888: A földmivelés-, ipar- és kereskedelemügyi m. kir. ministerium közegeinek és intézeteinek az 1887. évben kifejtett működésükről szóló jelentése. Közgazdasági Értesítő 7(41): 2411–2436.
- ANONYMUS 1898: Egy virágzó család életéből. II. Csicseri borsó. Székely Nemzet 16(186): 2.
- ANONYMUS 1956: Négy hónap alatt 50 mázsa szénatermést ad az alexandriai here. Magyar Mezőgazdaság 11(14): 12.
- BADR A., EL-SHAZLY H. H., WATSON L. E. 2008: Origin and ancestry of Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.) As revealed by AFLP markers. Genetic Resources and Crop Evolution 55: 21–31. <https://doi.org/10.1007/s10722-007-9210-0>
- BALÁS Á. 1876: Általános és különleges mezőgazdasági növénytermelés alapvonalai. Gyakorló és tanuló gazdák használatára. Tettey Nándor és Társa Bizománya, Budapest, 472 pp.
- BENEDEK P., BUGLOS J., MANNINGER S. 1971: Megfigyelés őszi bükkönyöket látogató vadméheken. Növénytermelés 20(4): 337–346.
- BENKE SZ., PECZE R. 2015: Rovarlegelők telepítése a házimehek és a vad beporzók számára. Méhészet 63(3): 28–29.
- BENKŐ L. 1972: A társadalom anyagi és szellemi műveltsége a szókincs történeti vizsgálatának tükrében. In: TELEGDI Zs., SZÉPE Gy. (szerk.) Általános nyelvészeti tanulmányok VIII. Nyelv és társadalom. MTA Nyelvtudományi Intézet, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 11–27.
- BENYOVSZKY Zs. 1831: Az ugar és tarló földeken és lekaszált réteken való közös legeltetésről, s helységlegelőkről. In: THAISZ A. (szerk.) Sas. Vegyes tárgyú iratok az olvasni és tudni méltó minden ágaiból. VII. kötet. Könyvtáros Wigand Otto sajátja, Pest, pp. 107–127.
- BEÖKÖNYI I. 1942: A síma bükköny. Köztelek 52(38): 856–857.
- BEYER K. 1923: A biborhere termelése. Köztelek 33(73): 870.
- BEZERÉDJ A., SZILASSY Z. 1906: Mezőgazdasági Lexikon I. kötet. Grill Károly Könyvkiadó Vállalata, Budapest, 506 pp.
- BITTERA M. 1930: Növénytermesztés II. rész. Különleges növénytermesztés. Második, bővített kiadás. Országos Magyar Gazdasági Egyesület Könyvkiadó-Vállalata, Budapest, 312 pp.
- BODNÁR B. 1955: Adventív növények Budapest flórájában. Botanikai Közlemények 46(1–2): 307–308.
- BORBÁS V. 1881: Még egyszer a szöszös kaszanyüg, az „uj takarmánynövényről”. Földmívelési Érdekeink 9(27): 276–277.
- BORBÁS V. 1895: Kaszanyüg. In: A Pallas Nagy Lexikona X. kötet. A Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, p. 245.
- BOROS Á. 1924: Ungarische Moorstudien. II. Grundzüge der Flora der linken Drauebene mit besonderer Berücksichtigung der Moore. (Magyar láptanulmányok. II. A drávabalparti sikság Flórájának alapvonásai, különös tekintettel a lápokra). Magyar Botanikai Lapok 23(1–12): 1–56.
- CATO M. P. 1966: De Agri Cultura (A földművelésről). Akadémiai Kiadó, Budapest, 321 pp.
- COLE L. J., BADDELEY J. A., ROBERTSON D., TOPP C. F. E., WALKER R. L., WATSON C. A. 2022: Supporting wild pollinators in agricultural landscapes through targeted legume mixtures. Agriculture, Ecosystems & Environment 323: 107648. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107648>
- CSAPODI I. 1907: Diószegi mint nyelvész. Növénytani Közlemények 6(3): 96–99.
- CSATÓ F. 1934: A biborhere. Köztelek 44(65–66): 624.
- CSELKÓ I. 1900: A bükkönymag, mint tejtakarmány. Köztelek 10(58): 1143–1144.
- CSELKÓ I. 1903: Bükkönymag-etetés. Köztelek 13(32): 623–624.
- CSERDY J. 1910: Biborhere termesztése. Köztelek 20(55): 1718.
- CSERHÁTI S. 1894: A biborhere termelése. Köztelek 4(47): 801–802.

- CSERHÁTI S. 1901: Általános és különleges növénytermelés (második kötet). Cserhádi Sándor kiadása, Magyar-Óvár, 527 pp.
- CSIKY J., BALOGH L., DANCZA I., GYULAI F., JAKAB G., KIRÁLY G., LEHOCZKY É., MESTERHÁZY A., PÓSA P., WIRTH T. 2023: Checklist of alien vascular plants of Hungary and their invasion biological characteristics. Acta Botanica Hungarica 65(1–2): 53–72.
<https://doi.org/10.1556/034.65.2023.1-2.3>
- CSONTOS M. 1895: A biborhere termeléséről. Köztelek 5(62): 1243.
- DEMETER Zs. 1996: Herceg Batthyány Fülöp enyingi uradalmának szántóművelése (1806–1870). Agrártörténeti Szemle 38(1–4): 186–250.
- DEUTSCH M. 1958: Aprómagtermelés Vas megyében. Vasi Szemle 12(1–2): 68–74.
- DITZLER L., VAN APELDOORN D. F., PELLEGRINI F., ANTICHI D., BÀRBERI P., ROSSING W. A. H. 2021: Current research on the ecosystem service potential of legume inclusive cropping systems in Europe. A review. Agronomy for Sustainable Development 41: 26.
<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00678-z>
- DOMOKOS K. 1882: A debreczeni m. kir. gazdasági tanintézet és az azzal összekapcsolt földmives iskola értesítője az 1881/82-dik tanév végén. Nyomatott a város könyvnyomdájában, Debrecen, 68 pp.
- DÓKA L. 1968: A méhlegelő javításáról. Méhészet 16(9): 169.
- DUNAI É., PINKE Gy. 2023: A közönséges mézontófü (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) termesztésének magyar vonatkozású történeti áttekintése. Botanikai Közlemények 110(1): 43–60.
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2023.110.1.43>
- ERSKINE W., SMARTT J., MUEHLBAUER F. J. 1994: Mimicry of lentil and the domestication of common vetch and grass pea. Economic Botany 48: 326–332.
<https://doi.org/10.1007/BF02862334>
- FALB L. 1924: Zalaszentgróti nemesített tavaszi búkkönyök. Köztelek 34(18): 226.
- FARKAS J. 1934: A biborhere. Köztelek 44(59–60): 579.
- FÁBER T., KERPELY K. 1894: A homoki búkköny termesztése. Köztelek 4(77): 1308–1309.
- FLEISCHMANN R. 1930: Grundlagen des Futterbaues in Trockengebieten. Wiener Landwirtschaftliche Zeitung, 80(3): 18–19.
- FLEISCHMANN R. 1939: A szösös és a síma búkköny. Köztelek 49(36): 715.
- FOLTÁNYI F. 1934: A biborhere. Köztelek 44(79–80): 726.
- FREH A. 1876: Kőszeg viránya. In: Értesítő a kőszegi Szent Benedek r. kisgymnaziumról 1875/76. Kőszeg, pp. 3–33.
- FRUWIRTH C. 1928: Pflanzenbauliches von der DLG.-Ausstellung. Wiener Landwirtschaftliche Zeitung 78(25): 223.
- GAÁL L. 1971: A magyar takarmánynövény-termesztés múltja (második közlemény). Takarmánybázis 11(1): 85–118.
- GAÁL L. 1980: A takarmányozás Magyarországon (1920–1945). Agrártörténeti Szemle 22(1–2): 97–140.
- DE GASPARIN A. 1848: Cours d'agriculture IV. Imprimerie d'E. Duverger, Paris, 787 pp.
- Gazdasági Lapok szerkesztősége 1855: Takarmánytermesztés. In: CSENGERY A., KEMÉNY Zs. (szerk.) A magyar nép könyve 2. Kiadó: Számvald Gyula, Emich Gusztáv Bizománya, Pest, pp. 284–290.
- GRÁBNER E. 1922: A gazdasági növények nemesítése. Országos Magyar Gazdasági Egyesület Könyvkiadó-Vállalata, Budapest, 327 pp.
- GRÁBNER E. 1935: Szántóföldi növénytermesztés. „Pátria” Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 859 pp.
- GRÁBNER E. 1939: A bíborhere és a szösös búkköny magtermesztése. Köztelek 49(21): 436.

- GRÁBNER E. 1942: A bíborhere magtermesztésének jelentősége. Köztelek 52(34): 785.
- GREISENEGGER I. 1930: Winterhärte Futterpflanzen und Futtergemenge. Wiener Landwirtschaftliche Zeitung 80(19): 160–161.
- GRUBER F. 1960: Rét és legelő. Második, bővített és átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 511 pp.
- GRÜNWALD J. 1898: Biborhere- és szösös bükköny rozskeverék termelési kísérlet. Kísérletügyi Közlemények 1(5): 277–279.
- GYÁRFÁS J. 1918: A bíborhere tavaszi vethetősége. Köztelek 28(5): 142–144.
- GYÁRFÁS J. 1924a: A pannon bükköny mint takarmánynövény (*Vicia pannonica* Crantz.). Kísérletügyi Közlemények 27(1–2): 32–49.
- GYÁRFÁS J. 1924b: Új takarmánynövény: a pannon bükköny. Köztelek 47(30–32): 394–395.
- GYÁRFÁS J. 1926: Die pannonische Wicke (*Vicia pannonica* Cr.) als Futterpflanze. Deutsche Landwirtschaftliche Presse 53(40): 501–502.
- GYÁRFÁS J. 1927: Az 1925/26. évi pannonbükköny-kísérletek eredménye. Köztelek 37(45): 876–878.
- GYÁRFÁS J. 1932: Különleges bíborhere-termesztő módok. Köztelek 42(65–66): 583–584.
- GYULAI F. 2010: Archaeobotany in Hungary: seed, fruit, food and beverage remains in the Carpathian Basin from the Neolithic to the Late Middle Ages. Archaeolingua, Budapest, 480 pp.
- HALMÁGYI L., KERESZTESI B. 1991: A méhlegelő. 2. kiadás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 308 pp.
- HALMÁGYI L., SUHAYDA J. 1963: A szösös és a pannon bükköny nektárja. Méhészet 11(9): 168–170.
- HÄMMERLE L., HLAVKA D., KIEHN M., PANY P., LAMPERT P. 2024: Interacting with legumes – Teaching about pollination and adaptations using functional flower models of Fabaceae. The American Biology Teacher 86(4): 205–212. <https://doi.org/10.1525/abt.2024.86.4.205>
- HOFFMANN S. 2021: Bíborhere. In: IZSÁKI Z., KRUPPA J. (szerk.) Szántóföldi növények vetőmagtermesztése 3. MATE, Gödöllő, pp. 102–107.
- HORN M. 1956: A bíborhere termesztése a Dunántúlon. Magyar Mezőgazdaság 11(15–16): 14–15.
- HORN M. 1959: Bíborhere monográfia. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Osztályának Közleményei 15(4): 422–425.
- HORN M. 1960: A bíborhere és termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 126 pp.
- JÁNOSSY A. 1961: Milyen takarmányokat termesszünk másodnővényként? Magyar Mezőgazdaság 16(3): 9–10.
- JÁNOSSY A. (szerk.) 1968: Pillangósvirágú szálastakarmányok magtermesztése. Magyar Mezőgazdaság Szakkönyvtára. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 361 pp.
- KAJDI F., KISS J., MAKAI S., KALMÁR S., SKRIBANEK A., FRANK N. 2013: Nemesítési és fajta-előállítási kutatások a Nyugat-magyarországi Egyetemen. In: HOFFMANN B., KOLLARICSNÉ HORVÁTH M. (szerk.) XIX. Növény-nemesítési Tudományos Nap. Összefoglalók. Az MTA Agrártudományok Osztálya Növény-nemesítési Tudományos Bizottsága és a Magyar Növény-nemesítők Egyesülete, 2013. március 07., Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely, p. 16.
- KERPELY A. 1940: Kísérletek pannonbükköny magtermesztésével. Köztelek 50(34): 671–673.
- KERPELY K. 1895a: A bíborhere termeléséről. Köztelek 5(62): 1243–1244.
- KERPELY K. 1895b: A homoki vagy szösösbükköny mint korai zöldtakarmány. Köztelek 5(66): 1317–1318.
- KERPELY K. 1896a: Az újabb takarmánynövényekről. Köztelek 6(28): 525–526.
- KERPELY K. 1896b: Takarmánytermelés. Köztelek 6(3): 38.
- KERPELY K. 1897: A korai zöld takarmányfélések termesztése. Köztelek 7(65): 1131–1132.
- KERPELY K. 1908: Növénytermesztési tapasztalatok 11. Az árpás-bíborhere tavaszi vetése. Köztelek 18(4): 71.
- KÉSMÁRKI I. 1996: Alexandriai here. In: KÉSMÁRKI I., RUZSÁNYI L. (szerk.) Szántóföldi növénytermesztés. 3., változatlan kiadás. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 800–801.

- KOSZTYUNÉ KRAJNYÁK E., SZABÓ B., CSABAI J., TÓTH CS., IRINYINÉ OLÁH K., VÁGVÖLGYI S., PÉPÓ P. 2023: A szösösbükköny (*Vicia villosa* Roth.) és a tritikálé (X *Triticosecale* Wittmack) jelentősége a fenntartható biológiai talajvédelemben a Nyírségben. *Növénytermelés* 72(1): 33–51.
- KOVÁCS M., KRÁNITZ L., MADARÁSZ I., PALAKOVICS SZ., PETHŐ J., REZNEKI R., SZABÓ E., SZERLETICS Á., SZTAHURA E., TENGÉRDİ G., ZALKA-MAGYARI R., ZSEMLE V. 2017: Zöldítés. Gazdálkodói kézikönyv. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 66 pp. + 2 p. táblázat.
- KRUPPA J., TÓTH S., TÓTH E., SZÜCS L. 2021: Bükkönyfélék. In: IZSÁKI Z., KRUPPA J. (szerk.) Szántóföldi növények vetőmagtermesztése 2. MATE, Gödöllő, pp. 214–222.
- KÜHN J. 1881: Die Sandwicke eine neue Culturpflanze. *Wiener Landwirtschaftliche Zeitung* 31(17): 121–122.
- LAZÁNYI J., KOVÁCS I.-NÉ 1998: 100 éve született Teichmann Vilmos. *Növénytermelés* 47(3): 353–354.
- LEGÁNY Ö. 1930: A hatvani nemesített pannonbükköny. *Köztelek* 40(65–66): 1253–1254.
- LEIDENFROST K. 1924: Szösösbükköny. *Köztelek* 34(22): 283.
- LÓCSI M. 2023: Zöldítés és talajtakarás okosan! *Mezőhír* 27(12): 10.
- MAGASSY L. 1990: 25 éve hunyt el Sedlmayr Kurt 1960–1965. *Növénytermelés* 39(5): 469–471.
- MAGASSY L. 2000: Száz éve született Sedlmayr Kurt. *Növénytermelés* 49(3): 334–335.
- MAGYAR G. 1969: A szudánifüves alexandriai here termesztése. *Magyar Mezőgazdaság* 24(10): 14.
- MARTINA M. 1933: Tíz év gyakorlati tapasztalatai az őszi bükköny és borsófélék termesztése terén. *Köztelek* 43(77–78): 669–670.
- MÁNDY GY. 1943: A szegesborsó. *Köztelek* 53(48): 1008–1009.
- McKEE R., SCHOTH H. A. 1923: Hungarian vetch. United States Department of Agriculture. Department Bulletin, No. 1174: 1–11.
- MIHÁLYFALVY I. 1961: A rizses vetésforgók szántóföldi növényei. *Növénytermelés* 10(4): 289–302.
- MIHÁLYFALVY I. 1966: Különböző rizses vetésforgók értékelése 15 év eredménye alapján. *Növénytermelés* 15(3): 197–216.
- MIKIĆ A. 2016: Presence of vetches (*Vicia* spp.) in agricultural and wild floras of ancient Europe. *Genetic Resources and Crop Evolution* 63: 745–754.
<https://doi.org/10.1007/s10722-016-0382-3>
- MOLNÁR T. 2019: A hónap takarónövénye: alexandriai here. *Agro Napló* 23(8): 37.
- MOLNÁR Zs., BABAI D. 2009: Népi növényzetismeret Gyimesben I.: növénynevek, népi taxonómia, az egyéni és közösségi növényismeret. *Botanikai Közlemények* 96(1–2): 117–143.
- MORÓCZ I. 1862: Az orsz. Magyar Gazdasági Egyesület f. é. április 23-kán tartott igazg. választmányi ülésének jegyzőkönyve. *Gazdasági Lapok* 14(19): 324–327.
- NAGY Z. 1965: A szarvasi alexandriai here fajtaleírása és termesztési kísérletek eredményei. *Öntözéses gazdálkodás* 3(2): 157–173.
- NAGY Z., BAKÓ J. 1968: Etetési kísérlet alexandriai here szénával. *Öntözéses gazdálkodás* 6(1): 93–102.
- NAGYVÁTHY J. 1821: Magyar practicus termesztő. Ns Trattner János Tamás betűivel, 's költségével, Pesten, 295 pp.
- NÉMETH A. G. L., HORVÁTH B., PINKE GY. 2024: A csemege baraboly (*Chaerophyllum bulbosum*) etnobotanikai és kultúrtörténeti jelentősége a Kárpát-medencében. *Kitaibelia* 29(2): 141–159. <https://doi.org/10.17542/10.17542/kit.29.056>
- NOTZ I., TOPP C. F. E., SCHULER J., ALVES S., GALLARDO L. A., DAUBER J., HAASE T., HARGREAVES P. R., HENNESSY M., IANTCHEVA A., JEANNERET P., KAY S., RECKNAGEL J., RITTLER L., VASILJEVIĆ M., WATSON C. A., RECKLING M. 2023: Transition to legume-supported farming in Europe through redesigning cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* 43: 12. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00861-w>

- ODERSZKY L. 1902: Biborhere (*Trifolium incarnatum*). Köztelek 12(55): 1086–1087.
- PALIK P., BITTERA M. 1931: Bükköny (*Vicia* L.). In: Gutenberg Nagy Lexikon 7. kötet. A Nagy Lexikon Kiadóhivatala, Budapest, pp. 186–187.
- PÁL V., ZSOMBIK L. 2022: Evaluation of the role of common vetch (*Vicia sativa* L.) green manure in crop rotations. Acta Agraria Debreceniensis 2022(1): 161–171.
<https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/10364>
- PETHE F. 1805: Pallérozott mezei gazdaság, melyet a magyar mezei gazdaság tökéletesebbítésére a haza természetéhez s a nemzet állapotjához szabva theoretice és practice kidolgozott Kisszántói Pethe Ferentz. Első darab. Szisz Antal József' nyomtatószerével, Sopron, 776 pp.
- PINKE GY. 2005: Domesztikáció és a gyomnövények, különös tekintettel a kultúrnövény-utánozó gyomokra. Botanikai Közlemények 92(1–2): 27–42.
- PINKE GY., DUNAI É., CZÚCZ B. 2021: Rise and fall of *Stachys annua* (L.) L. in the Carpathian Basin: a historical review and prospects for its revival. Genetic Resources and Crop Evolution 68: 3039–3053. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01219-z>
- PINKE GY., KAPCSÁNDI V., CZÚCZ B. 2023. Iconic arable weeds: The significance of corn poppy (*Papaver rhoeas*), cornflower (*Centaurea cyanus*), and field larkspur (*Delphinium consolida*) in Hungarian ethnobotanical and cultural heritage. Plants 12(1): 84.
<https://doi.org/10.3390/plants12010084>
- POWELL O. 2003: Galen – On the properties of foodstuffs (De alimentorum facultatibus). Introduction, translation and commentary by Owen Powell. Cambridge University Press, Cambridge, 206 pp.
- PRODÁN GY. 1910: Nehány adat Bácska Flórájához. Magyar Botanikai Lapok 9(10–12): 375–377.
- PRODÁN GY. 1913: Adatok Magyarország flórájához. Magyar Botanikai Lapok 12(1–5): 124–126.
- RAJCZY G. 1928: Monor és Hatvan. Somogyi Gazda. 1928. július 8., pp. 9–10.
- RÁCZ J. 2010: Növénynevek enciklopédiája. Az elnevezések eredete, a növények kultúrtörténete és élettani hatása. Tinta Könyvkiadó, Budapest, 816 pp.
- RODICZKY J. 1881: A szőrös babó (*Vicia villosa* Roth) mint „állítólag uj” miveleti növény. Földmívelési Érdekeink 9(19): 178–179.
- RODICZKY J. 1882: A takarmánytermesztés kézikönyve tekintettel a főbb takarmánynövények történetére, élettanára, betegségeik és ellenségeikre, valamint a takarmányozásra. Az Athenaeum R. Társulat kiadása, Budapest, 376 pp.
- ROVARA F. 1894: A zabos bükköny termelése. Köztelek 4(16): 262–264.
- SCHANDL J. 1956: A szarvasmarha takarmánybázisának kiszélesítése. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Közleményei 9(4): 421–452.
- SCHANDL J. 1959: Takarmánytermesztésünk az állattenyésztés szemszögéből. A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Közleményei 15: 149–157.
- SEDLMAYR K. 1950: A pannonbükköny nemesítése. Magyar Mezőgazdaság 5(7): 8.
- SONNANTE G., HAMMER K., PIGNONE D. 2009: From the cradle of agriculture a handful of lentils: History of domestication. Rendiconti Lincei 20: 21–37.
<https://doi.org/10.1007/s12210-009-0002-7>
- SURÁNYI B. 2011: A takarmánynövények szántóföldi termesztésének hazai történetéből. Agrártörténeti Szemle 52(1–4) 89–115.
- SURÁNYI J. 1916: Idegen kultúrnövényekkel végzett termelési kísérletek. Kísérletügyi Közlemények 19(1): 23–41.
- SZABÓ I. 2002: A tapolcai polgári iskola herbáriuma Redl Gusztávtól. Botanikai Közlemények 89(1–2): 203–218.
- SZABÓ L. 1923: Biborhere termelése. Köztelek 33(62): 735–736.
- SZERAFIN J. 1969: Új növényfajták állami minősítése I. Magyar Mezőgazdaság 24(25): 8–9.

- SZÉLES GY. 1970: A mezőgazdasági termelés története a Hegyháton 1895–1960. Vasi Szemle 24(1–4): 178–209.
- SZILASSY Z. 1918: Termesszünk biborherét! Köztelek 28(28): 1164.
- SZILASSY Z., GRÁBNER E. 1907: Szálas takarmánynövények termesztése. Pátria Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 318 pp.
- SZTAHURA E. (szerk.) 2024: Agrár-környezetgazdálkodás kézikönyv a támogatási kérelem benyújtásához. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara, Budapest, 125 pp. + 2 p. táblázat
- T. MÉREY K. 1962: A földművelési rendszer alakulása Somogy megyében (1720–1848). Agrártörténeti Szemle 4(1–2): 193–200.
- TAMÁS J. 2020: Magyarországon vadon előforduló lednek (*Lathyrus*) és bükköny (*Vicia*) fajok keményhájúságának és csírázókéességének vizsgálata. Botanikai Közlemények 107(2): 163–176. <https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2020.107.2.163>
- TELEKI M. 1931: Őszi bükkönyök közöttes magtermesztése. Köztelek 41(67–68): 945.
- TÓTH A. 1923: A biborhere termelése. Köztelek 33(41): 482–483.
- TÖRÖK J. (szerk.) 1845: Okszerű gazdák naplója. Február, mártius. Magyar Gazda 5(9): 137–160.
- VARGA J. 1988: Nekrológ: Nagy Zoltán (1921–1987). Növénytermelés 37(3): 267–270.
- VEZEKÉNYI E., PRISZTER SZ. 1967: A szegletes lednek neve. In: KÁRPÁTI I., VEZEKÉNYI E. (szerk.) A szegletes lednek – *Lathyrus sativus* L. Magyarország kultúrflórája 28., III/16, Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 5–7.
- VILLAX Ö. 1938: Növénytermesztés. II. bővített kiadás, Magyaróvár. Győregyházmegyei Alap Nyomdája, pp. 156–157.
- VILLAX Ö. 1948: Növénytermesztés. IV. bővített kiadás, Budapest. „Pátria” Irodalmi Vállalat és Nyomdai Részvénytársaság, 319 pp.
- VRABÉLYI M. 1868: Adatok Hevesmegye virány-isméjéhez. In: MONTEDEGOI A. F. (szerk.) Heves és Külső Szolnok törvényesen egyesült vármegyéknek leírása. II. rész. Hevesmegye föld-, növény- és állattani leírása, pp. 142–164.

REVIEW

Bringing *Vicia villosa*, *V. pannonica*, *V. sativa*, *Trifolium incarnatum* and *T. alexandrinum* into cultivation in Hungary: a historical review

M. LÓCSI, A. G. L. NÉMETH, GY. PINKE^{1*}

Faculty of Kázmér Albert Mosonmagyaróvár, Széchenyi István University, 9200
Mosonmagyaróvár, Vár tér 2., Hungary; ¹pinke.gyula@sze.hu

Accepted: 25 November 2024

Key words: alternative crops, Fabaceae, legumes, forage crops, green manure crops, seed production.

* Corresponding author

We review the history of arable naturalization and initial cropping of five legume species in Hungary in the period between the 19th and the first half of the 20th century. Nowadays, these species have an increasing importance as green manure and seed production. The cultivation of *Vicia villosa* Roth, an old established plant in the Carpathian Basin of Near Eastern origin, was started for green forage, mainly owing to encouraging experiences in Germany. It produced good yields even among unfavourable weather and edaphic conditions. Although *Vicia pannonica* Crantz is likely native to Hungary, it was brought into cultivation due to reports of satisfactory farming experiences from the USA. It had a good seed production capacity and also provided tasty forage in Hungary as well. *Vicia sativa* L. was probably cultivated already in the Neolithic, Bronze and Iron Ages in the Carpathian Basin. Later, in the transitional period between the three-field system and crop rotation, its foreign cultivars were re-naturalised and sowed into the fallow as a forage crop. *Trifolium incarnatum* L., a plant of Mediterranean origin, was first cultivated in Hungary as a stubble-sowed crop, or for clover replacement, but later it became a relevant seed-export item. The seeds of *Trifolium alexandrinum* L. for its first Hungarian field experiments probably came directly from Africa. Mostly, it was cropped as a secondary sowed forage in irrigated fields and as a shift crop in rice growing areas.

Citation: Lócsi M., Németh A. G. L., Pinke Gy. 2025: Bringing *Vicia villosa*, *V. pannonica*, *V. sativa*, *Trifolium incarnatum* and *T. alexandrinum* into cultivation in Hungary: a historical review. Bot. Közlem. 112(1): 61–86. (in Hungarian with English abstract)
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.61>

SHORT COMMUNICATION

Terricolous and saxicolous occurrence of *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) in Hungary

J. CSIKY^{1*}, A. SIPOS

University of Pécs, Faculty of Sciences, Department of Ecology,
7624 Pécs, Ifjúság u. 6., Hungary; ¹moon@ttk.pte.hu

Accepted: 7 January 2025

Key words: Bryophyta, colony size, detection, hydrochory, sandstone, substrate preference.

Abstract: On 14 May 2024, a new population of *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. was found at the base of a large *Fagus sylvatica* tree on the steep northern bank of Hideg-völgy Creek, in the outskirts of Pécs (Southern Hungary). The discovery is unique for three reasons: i) the site is located at the southern limit of the species' European range, ii) it is the largest (2900 cm²) colony recorded in Hungary, and iii) instead of a knothole, the moss lives on the soil surface between the topmost root branches in the root flare and on the rock surface below. In this paper we briefly discuss the conditions under which the species occurs and possible explanations and consequences of this rare phenomenon.

Citation: Csiky J., Sipos A. 2025: Terricolous and saxicolous occurrence of *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) in Hungary. Bot. Közlem. 112(1): 87–95.
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.87>

The North American and West Eurasian *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. is known worldwide as a knothole specialist, but its colonies have also been found on wet stumps, fissures in tree bark, at the base of trees, exceptionally on polypores, and once on rock (SANDRON and HUGONNOT 2012, NÉMETH and ERZBERGER 2015, OCHYRA et al. 2023). It occurs mainly in the (sub)montane region, in dendrotelmata of *Fagus sylvatica*, but is not common anywhere, and is a Near Threatened (NT) species in Europe (SCHRÖCK et al. 2019). The estimated extent of occurrence (EOO_{est}), which is three orders of magnitude larger than the estimated area of occupancy (AOO_{est}), indicates a highly dispersed distribution (VAN ZUIJLEN et al. 2023). Due to its rarity, isolated populations and the difficulty of detecting gametophytic colonies, the dynamics of the species in Europe are uncertain (SCHRÖCK et al. 2019). Previously

* Corresponding author

(ECCB 1995), the species was assessed as rare in Europe and thus was listed as Endangered (EN). However, the extent and significance of this underestimation has been questioned by some authors (OCHYRA et al. 2023). It is a legally protected and Endangered (EN) moss in Hungary (PAPP et al. 2010), mainly found on the edges of water-filled hollows of *Quercus cerris* in the colline-submontane region (NÉMETH and ERZBERGER 2015, SZŰCS et al. 2015, NÉMETH et al. 2023). The sudden, remarkable increase in the number of occurrences of *A. splachnoides* in Hungary must be due to a more intensive and targeted research of the species over the past decade (NÉMETH and ERZBERGER 2015, SZŰCS et al. 2015, ERZBERGER et al. 2023, NÉMETH et al. 2023).

The site was discovered in 2024 during an extensive research project on pteridophytes and mosses in the Mecsek Mts (Southern Hungary). The mosses and vascular plants collected or encountered in the field were identified according to ERZBERGER (2021) and KIRÁLY (2009). The identified specimens (confirmed by Peter Erzberger) were deposited in the herbarium of the University of Pécs (JPU). The bedrocks were identified based on the works of NAGY and HÁMOR (1964) and BABINSZKI et al. (2023). The new observation of *A. splachnoides* is on the north-facing, steep bank of Hideg-völgy Creek, on acidic substrate covered by beech forest, on the outskirts of the city Pécs. The site is located at an elevation of approximately 10 m above the valley floor of the intermittent creek. The area is in the more humid and temperate western part of the Mecsek Mts (SIMOR and KÉRI 1974, MOLNÁR et al. 2018). The discovered *A. splachnoides* colony consist of two distinct parts (Fig. 1). The upper part is made of two adjacent small subcolonies: a more robust ~750 cm² of light green, dense carpet, and a weaker ~150 cm² of darker loose mat. Both grow on shallow soil rich in organic debris between the roots of a beech tree and partially cover the root and its thinner overhanging branches (Fig. 2). The lower part is a larger (~2000 cm²), but discontinuous, mostly yellowish to tree-green mat, covered with occasional rock fragments, occurs on the yellowish fine-grained sandstone of the Upper Triassic-Lower Jurassic Mecsek Coal Formation and the dark grey clayey rock below (NAGY and HÁMOR 1964, BABINSZKI et al. 2023). About 1200 cm² of it grows directly on the rock surface, while ~800 cm² on parent material (shallow soil with some organic debris). On the surface, both rocks are highly fragmented and friable (larger surfaces last only in the shelter of the beech root system). In our test, these rocks did not react with HCl, thus are free of CaCO₃. The terricolous colonies between the roots are rich in sporophytes, with ~1100 capsules, whereas only ~100 capsules were found in the rocky part of the stand, scattered in small groups. This is well above the average of 28 and maximum of 300 sporophytes per colony in France (SANDRON and HUGONNOT 2012).



Fig. 1. The *Anacamptodon splachnoides* colony discovered in the Hideg-völgy (Mecsek Mts): saxicolous (red polygon) and terricolous (yellow polygons) colonies. Photo by J. Csiky, 28.08.2024.

1. ábra. A mecseki Hideg-völgyben felfedezett *Anacamptodon splachnoides* előfordulás: sziklalakó (piros poligon) és talajlakó teleprészek (sárga poligonok). Fotó: Csiky J., 2024.08.28.

Based on publications and experience with this species in Hungary and France, the terricolous and saxicolous mats in Hideg-völgy are the largest contiguous *A. splachnoides* mats in Hungary and probably in Europe. For comparison, NÉMETH et al. (2023) found colonies of the species on a total of 20 trees in two Hungarian forests, with a total area of 1010 cm². This suggests an average of 50 cm² of “palm-sized” individual colonies. A few years earlier, NÉMETH and ERZBERGER (2015) had estimated the total cover of *A. splachnoides* found in the 32 flora-mapping quadrats to be 4208 cm². As a consequence of targeted research conducted subsequently, the aforementioned estimate has become obsolete, with the largest individual colony size currently estimated to be 500–600 cm² (Csaba Németh in litt.). SANDRON and HUGONNOT (2012) observed similar mat sizes in a 30-ha beech forest in Southern France, where *A. splachnoides* was encountered in 29 tree holes with a total area of 1694 cm², in colonies of minimum 5, average 58 and maximum 200 cm². These values are far below the colony sizes of 750 and 2000 cm² in the newly discovered Hungarian stand.



Fig. 2. Terricolous/ epiphytic colony with many sporophytes on an overhanging root branch (A), and saxicolous thallus with few sporophytes (B). Photos by J. Csiky, 03.07.2024.

2. ábra. Talajlakó és lelógó gyökéren (A), valamint sziklán (B) fejlődő sporofitonos telepészletek.

Fotók: Csiky J., 2024.07.03.

In Hideg-völgy, the moss lives at the edge of an acidic beech forest in the valley. The species composition of the phytosociological relevé of the stand is as follows:

Sample size: 2 m²; date: 3 July 2024; location: Pécs (Lámpásvölgy) Hideg-völgy (Hungary); latitude: 46.10690° N; longitude: 18.22819° E; exposition: 334° (N-NW); slope: 54°; elevation: 289 m; relevé made by: J. Csiky and A. Sipos; total cover: 100%; E3 total: 100%; height E3: 25 m; E2 total: 0.5%; height E2: 50 cm; E1 total: 2%, height E1: 54 cm; E0 total: 50%, height E0: 5 cm; canopy layer (E3): *Fagus sylvatica* 100%; shrub layer (E2): *Fagus sylvatica* 0.5%; herb layer (E1): *Fagus sylvatica* 1%, *Hieracium murorum* 1%; moss layer (E0): *Anacamptodon splachnoides* 15%, *Ptychostomum moravicum* 15%, *Hypnum cupressiforme* 6%, *Polytrichum formosum* 6%, lichen sp. 2% (primary thallus alone), *Plagiothecium curvifolium* 2%, *Cephalozia bicuspidata* 1%, *Dicranella heteromalla* 1%, *Atrichum undulatum* 0.5%, *Brachythecium salebrosum* 0.5%, *Leucobryum glaucum* 0.5%.

Although *A. splachnoides* occurs in tree holes close to rootstocks elsewhere in the country (NÉMETH and ERZBERGER 2015, SZŰCS et al. 2015, BARINA et al. 2015), it has not yet been reported from soil or bare rock surfaces. Similar occurrences have only been documented by SHARP and ANDERSON (1981) from the Great Smoky Mts of Tennessee (USA), where several colonies (with sporophytes) were observed on damp rock faces of metamorphic conglomerate, in a hemlock-mixed hardwood forest. While at the latter site the species was found on shady rock outcrops, the Mecsek Mts population is found in a more open, semi-shaded forest patch, in a large natural canopy gap created by a landslide. This last situation agrees with the observations of SANDRON and HUGONNOT (2012) in France, where the species prefers the knotholes at the edges of forest gaps to the dendrotelmata in closed forests. This is supported by the Ellenberg's light requirement value of 4 for this species in Europe (VAN ZUIJLEN et al. 2023).

The size and habitat of the sporophyte-rich population in the Hideg-völgy appear to be inconsistent with the hypothesis that the sticky spores of *A. splachnoides* are primarily spread by flies that reproduce in dendrotelmata (WYATT et al. 2022). However, the limited number of cases and the lack of research on Diptera species visiting sporophytes in Hungarian or American saxicolous colonies do not provide sufficient evidence to disprove the entomophily hypothesis. Conversely, birds foraging on trees for invertebrates may play a significant role in the spontaneous dispersal of epiphytic cryptogams, even in the absence of the assumption of entomophily (mutualistic interactions and coevolution). For example, a study in Finland showed that woodpeckers mainly spread mosses this way (i.e. epizoochory via commensalism), most often on their tail feathers used as support (JOHANSSON et al. 2021). It can be assumed that not only woodpeckers, but also other birds and even mammals that use dendrotelmata as a water source ([http1](http://)) may be involved in the dispersal of either the gametophyte fragments or the spores.

It is interesting that several dendrotelmata have been encountered in similar situations in Hideg-völgy, but no *A. splachnoides* was found in any of them. Similarly, the above-mentioned bedrocks can be found in several places on the northern slopes of the valley in similar situations (under acidic beech forest with beech on the edges), but in all cases without this moss. It is noteworthy that, despite recent intensive and extensive research, only one previous record of *A. splachnoides* is known from the whole of South Transdanubia (14 169 km², Hungary), and one recent record, discovered in 2023 (CSIKY et al. 2023). Both the latter (in Éger-völgy) and the new, terricolous and saxicolous (in Hideg-völgy) colonies are found in the Western Mecsek, in acidic beech forests, on *Fagus sylvatica* or at its base. In both cases, the tree's stem flow may play an important role in supplying water to the moisture-demanding *A. splachnoides* (VAN ZUIJLEN et al. 2023) by providing a large amount of run-off rainwater that drains into the base of the tree. The moss's association with forest edges (SANDRON and HUGONNOT 2012) can also be advantageous in this regard, as the canopy of a tree can be more extensive on the edges, thereby enabling it to collect and drain a greater volume of water down the trunk than a tree individual in a closed stand. Conversely, although the canopy of solitary trees is larger than those living on the edge or within the interior of the forest, the greater exposure of the trunk to solar radiation and winds makes dendrotelmata more likely to dry out. For the saxicolous stand, stem flow might also have been the vector for the moss (i.e. hydrochory). Both sites in the Mecsek Mts (i.e. Éger-völgy and Hideg-völgy) are quite rich in sporophytes. The stand in Éger-völgy in a dendrotelma supported ~800 sporophytes per 100 cm² in 2024. Both beech and Turkey oak are widespread in the mountains, and dendrotelmata are common in massive, homogeneous and mixed stands. The 700–800 mm yearly precipitation is above the national average and its annual course is relatively even (SIMOR and KÉRI 1974, MOLNÁR et al. 2018), hence providing a stable water supply for dendrotelmata. In the above circumstances, the local rarity of *A. splachnoides* on the southern edge of its range is surprising and needs explanation.

From this perspective, FRAHM's (2013) hypothesis that *A. splachnoides* would have been originally a North American species that only migrated to Europe during the Holocene is also worthy of note. Frahm based this hypothesis on the species' peculiar recent range in Europe (absent from N and S, although its American range is distributed from Nova Scotia to Florida and Texas). This may be the reason for its scarcity in the South Transdanubia (including the Mecsek Mts) in comparison to the northern submontane area of the Pannonian Basin (NÉMETH and ERZBERGER 2015, ERZBERGER et al. 2023). In any case, the high number of sporophytes in the Mecsek Mts suggests that *A. splachnoides* is undergoing further expansion in the region.

On the other hand, as the saxicolous colony in the Mecsek Mts is poor in sporophytes (and thus more difficult to detect), it is possible that the species occupies similar habitats elsewhere, but due to its previously observed habitat preference, its populations have not yet been spotted. Similarly, as evidenced by the case of *Buxbaumia viridis* (see VAJDA 1953, DEME et al. 2020), our adherence to established norms and the assumptions derived from existing literature (specifically, that *A. splachnoides* is a “knothole epiphyte”) may have previously prevented us from discovering some unusual (e.g. saxicolous) occurrences of this species.

Acknowledgements

We are grateful to Krisztina Sebe for identifying the rock samples and sharing her geological knowledge. We would also like to thank our reviewers and editors for their thorough work in making our manuscript clearer and more complete. Attila Sipos's work was supported by the University Research Fellowship Programme (EKÖP-24-2-I-PTE-320) of the National Research, Development and Innovation Fund provided by the Ministry of Culture and Innovation of Hungary.

References

- BABINSZKI E., PIROS O., BUDAI T., GYALOG L., HALÁSZ A., KIRÁLY E., KOROKNAI B., LUKÁCS R., M. TÓTH T. (szerk.) 2023: Magyarország litosztratigráfiai egységeinek leírása I. Prekainozoos képződmények. Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága, Budapest, 273 pp. https://sztfh.hu/downloads/foldtan/prekainozoos_online.pdf
- BARINA Z., BENEDEK L., BOROS L., DIMA B., FOLCZ Á., KIRÁLY G., KOSZKA A., MALATINSZKY Á., PAPP D., PIFKÓ D., PAPP V. 2015: Taxonomical and chorological notes 1 (1–19). *Studia botanica hungarica* 46(2): 205–221. <https://doi.org/10.17110/StudBot.2015.46.2.205>
- CSIKY J., DEME J., ERZBERGER P., KOVÁCS D., NÉMETH Cs., SIPOS A. 2023: *Multiclavula mucida* (Basidiomycota) a Pannon régióban és más adatok a magyarországi lopvanösző flórához. *Kitaibelia* 28(2): 173–184. <https://doi.org/10.17542/kit.28.040>
- DEME J., ERZBERGER P., KOVÁCS D., TÓTH I. Zs., CSIKY J. 2020: *Buxbaumia viridis* (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl. in Hungary predominantly terricolous and found in managed forests. *Cryptogamie, Bryologie* 41(8): 89–103. <https://doi.org/10.5252/cryptogamie-bryologie2020v41a8>
- ECCB 1995: Red data book of European bryophytes. European Committee for Conservation of Bryophytes, Trondheim, 291 pp.
- ERZBERGER P. 2021: Keys for the identification of Bryophytes occurring in Hungary. *Acta Biologica Plantarum Agriensis* 9(2): 3–260. <https://doi.org/10.21406/abpa.2021.9.2.3>
- ERZBERGER P., CSIKY J., BARÁTH K., BERÁNEK Á., DEME J., FINTHA G., JAKAB G., MATUS G., MESTEHÁZY A., NAGY J., NAGY Z., NÉMETH Cs., PÓCS T., SCHMIDT D., SCHMOTZER A., SZÜCS P., WOLF M., PAPP B. 2023: Preliminary data on frequency and distribution of Hungarian bryophytes based on ‘recent’ (1974–2022) records. *Journal of Bryology* 45(2): 121–148. <https://doi.org/10.1080/03736687.2023.2225966>
- FRAHM J.-P. 2013: Nordamerikanische Moosarten in Europa. *Archive for Bryology* 160: 1–10.

- JOHANSSON N. R., KAASALAINEN U., RIKKINEN J. 2021: Woodpeckers can act as dispersal vectors for fungi, plants, and microorganisms. *Ecology and Evolution* 11(12): 7154–7163. <https://doi.org/10.1002/ece3.7648>
- KIRÁLY G. (szerk.) 2009: Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő, 616 pp.
- MOLNÁR Zs., KIRÁLY G., FEKETE G., ASZALÓS R., BARINA Z., BARTHA D., BIRÓ M., BORHIDI A., BÖLÖNI J., CZÚCZ B., CSIKY J., DANCZA I., DOBOR L., FARKAS E., FARKAS S., HORVÁTH F., KEVEY B., LÖKÖS L., MAGYARI E., MOLNÁR V. A., NÉMETH Cs., PAPP B., PINKE Gy., SCHMIDT D., SCHMOTZER A., SOLT A., SÜMEGI P., SZMORAD F., SZURDOKI E., TIBORCZ V., VARGA Z., VOJTKÓ A. 2018: Vegetation. In: KOC SIS K. (ed. in chief) National Atlas of Hungary – Natural Environment. Budapest, MTA CSFK Geographical Institute. pp. 94–103. https://www.nemzetiatlasz.hu/MNA/National-Atlas-of-Hungary_Vol2_Ch8.pdf
- NAGY E., HÁMOR G. 1964: Magyarország földtani térképe, 10000-es sorozat, Pécsbányatelep. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- NÉMETH Cs., ERZBERGER P. 2015: *Anacamptodon splachnoides* (Amblystegiaceae): Hungarian populations of a moss species with a peculiar habitat. *Studia botanica hungarica* 46(1): 61–75. <https://doi.org/10.17110/StudBot.2015.46.1.61>
- NÉMETH Cs., VERES K., ASZALÓS R., KOVÁCS B. 2023: Habitat preferences of the threatened knothole mosses *Codonoblaepharon forsteri* and *Anacamptodon splachnoides* in abandoned coppice oak forests. *Acta Biologica Plantarum Agriensis* 11(2): 17. <https://doi.org/10.21406/abpa.2023.11.2.17>
- OCHYRA R., BEDNAREK-OCHYRA H., PLÁŠEK V. 2023: Early taxonomic history of the moss genus *Anacamptodon* and a lectotype for *A. splachnoides* (Amblystegiaceae). *Acta Biologica Plantarum Agriensis* 11(1): 417–440. <https://doi.org/10.21406/abpa.2023.11.1.417>
- PAPP B., ERZBERGER P., ÓDOR P., HOCK Zs., SZÖVÉNYI P., SZURDOKI E., TÓTH Z. 2010: Updated checklist and red list of Hungarian bryophytes. *Studia botanica hungarica* 41: 31–59.
- SANDRON L., HUGONNOT V. 2012: The habitat of knothole moss *Anacamptodon splachnoides* in the Prats-De-Mollo-La Preste Protected Area (Pyrenées-Orientales, France). *Polish Botanical Journal* 57(2): 317–326.
- SCHRÖCK C., BISANG I., CASPARI S., HEDENÄS L., HODGETTS N., KIEBACHER T., KUČERA J., ŠTEFÁNUŠ S., VAŇA J. 2019: *Anacamptodon splachnoides* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T84375767A85354616. (Accessed on 23.08.2024.)
- SHARP A. J., ANDERSON L. E. 1981: An unusual substrate for knothole moss, *Anacamptodon splachnoides*. *The Bryologist* 84(4): 539–542. <https://doi.org/10.2307/3242564>
- SIMOR F., KÉRI M. 1974: A Mecsek hegység éghajlata. Az MTA Dunántúli Tudományos Intézetének Közleményei 18., Pécs. 57 pp. + 39 tables and 11 figures. https://real-j.mtak.hu/6884/1/MTA_DunantuliTudIntKozlemenyek_18.pdf
- SZÜCS P., JÓZSEF J., PAPP V. G., KUTSZEGI G. 2015: A veszélyeztetett *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. új adata a Bükk-hegységből. *Kitaibelia* 20(2): 202–205. <https://doi.org/10.17542/kit.20.202>
- VAJDA L. 1953: Neuere Beiträge und bryogeographische Beobachtungen zur Moosflora Ungarns. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici* 4: 23–33. http://publication.nhmu.hu/pdf/annHNHM/Annals_HNHM_1953_Vol_45_23.pdf
- VAN ZUIJLEN K., NOBIS M. P., HEDENÄS L., HODGETTS N., CALLEJA ALARCÓN J. A., ALBERTOS B., BERNHARDT-RÖRMERMANN M., GABRIEL R., GARILETTI R., LARA F., PRESTON C. D., SIMMEL J., URMI E., BISANG I., BERGAMINI A. 2023: Bryophytes of Europe Traits (BET) dataset. *EnvDat*. <https://www.doi.org/10.16904/envdat.348> (Accessed on 27.07.2024.)

WYATT R., STONEBURNER A., WYATT G. E. 2022: Evidence for entomophily in “Knothole Moss” (*Anacamptodon splachnoides*). The Bryologist 125(4): 558–570.
<https://doi.org/10.1639/0007-2745-125.4.558>

Online reference:

http1 – A dendrotelma látogatói. Bükki Nemzeti Park Igazgatóság. <https://erdeiprogramok.hu/2021/12/06/igy-oltjak-szomjukat-az-allatok-a-bukki-erdo-tunderkutjanal-video/> (accessed on 27.07.2024.)

RÖVID KÖZLEMÉNY

Talaj- és sziklalakó *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) előfordulás Magyarországon

CSIKY János^{1*}, SIPOS Attila

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Biológiai Intézet, Ökológiai
Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság u. 6.; ¹moon@ttk.pte.hu
Elfogadva: 2025. január 7.

Kulcsszavak: Bryophyta, észlelés, homokkő, hydrochoria, telepméret.

Összefoglalás: 2024. május 14-én, Pécs város szélén, a Hideg-völgy északi partoldalában, egy természetes *Fagus sylvatica* tövében előkerült az *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. újabb mecseki állománya. A felfedezés különlegessége három dologból fakad: i) a lelőhely a faj elterjedésének D-i határán található, ii) az eddig regisztrált legnagyobb (2900 cm²) kiterjedésű magyarországi telepről van szó, valamint iii) a megszokottól eltérően nem dendrotelmában, hanem a gyökérfőnél talajon, valamint az alatta található sziklakibúváson él a moha. A dolgozatban röviden tárgyaljuk a faj előfordulási körülményeit, illetve kitérünk a ritka jelenség lehetséges magyarázataira és következményeire.

Idézés: Csiky J., Sipos A. 2025: Talaj- és sziklalakó *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) előfordulás Magyarországon. Bot. Közlem. 112(1): 87–96.
<https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2025.112.1.87>

* Levelező szerző

NÖVÉNYTANI SZAKÜLÉSEK

Összeállították: S.-FALUSI Eszter és TAMÁS Júlia

A MAGYAR BIOLÓGIAI TÁRSASÁG BOTANIKAI SZAKOSZTÁLYÁNAK ÜLÉSEI

(2024. október–november)

Elnök: Szerdahelyi Tibor; alelnök: Csontos Péter; titkár: Bódis Judit;

jegyzők: S.-Falusi Eszter és Tamás Júlia

1516. szakülés, 2024. október 14.

NÉBIH Könyvtár, Budapest, II. ker., Kis Rókus u. 15/a

A kihelyezett szakülésen a hajdani Magyar Királyi Vetőmagvizsgáló Állomás épületébe látogattunk el, ahol jelenleg is működik (a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal intézethálózat részeként) a Degen Árpád igazgatósága idején alapított könyvtár és a Központi Vetőmagvizsgálati Laboratórium.

1. BARÁTH Kornél, CSIKY János: A *Cuscuta epithymum* (L.) L. taxonómiai heterogenitása és élőhelyi preferenciája. Hozzászolt: –

A kis aranka (*Cuscuta epithymum*) az egyik legváltozatosabb megjelenésű taxon az arankák nemzetségében. A jelentős morfológiai heterogenitása miatt számos eurázsiai flóraműben is több, általában három–négy különálló fajként tárgyalják. A kis aranka alakkörbe tartozó taxonok elkülönítése alapvetően a virágrészek méretei és arányai alapján történik, bár többen a gazdanövényekre gyakorolt hatások alapján is különbségeket vélnek felfedezni közöttük. Jelen vizsgálatban a Magyarországon előforduló *Cuscuta epithymum* taxonok körében végeztünk morфомetriai méréseket és az egyedek élőhelyeire vonatkozó adatgyűjtést 2002–2017 között. Az eredmények alapján elmondható, hogy a hazánkban herefojtó arankaként ismert *Cuscuta epithymum* subsp. *epithymum* (korábban *C. trifolii* Bab.) és a kakukkfűfojtó arankaként ismert *C. epithymum* subsp. *kotschy* (Des Moul.) Arcang. (korábban *Cuscuta epithymum* (L.) L.) tipikus példányai mind morfológiailag, mind élőhelyükben különböznek egymástól. A herefojtó aranka élőhelyei rendszerint a *Molinio-Arrhenatheretea*, míg a kakukkfűfojtó aranka esetében a *Festuco-Brometea* társulások karakterfajai az uralkodók. A magyarországi flóraművekben alfajként tárgyalt taxonok legbiztosabb elválasztó bélyege a csészelevél hosszának és a pártacsó hosszának az aránya, amely közel egyenlő a kakukkfűfojtó arankánál, míg a herefojtó aranka csészelevele megközelítőleg a pártacsó feléig ér. A *C. epithymum* var. *scabrella* (Engelm.) Yunck. és a *C. epithymum* var. *alba* (J.Presl & C.Presl) Trab. élőhelyei nem különülnek el a *C. epithymum* subsp. *kotschy* élőhelyétől. Jóllehet a kisebb virágokkal és virágzattal rendelkező, fehér virágú *C. epithymum* var. *alba* jelenlétét a szomszédos országokból is jelezték már, a szárán és a virágán is papillás *C. epithymum* var. *scabrella* felbukkanása meglepő, hiszen Olaszországon kívül csak a dél-balkáni országokból ismert.

2. TÓTHNÉ CSÁKI Katalin: Az aranka máshogy ugrik: Náday Lajos véletlen felfedezése a Vetőmagvizsgáló Állomáson. Hozzászolt: Szerdahelyi Tibor, Dancsházy Zsuzsanna.

Az aranka (*Cuscuta*) több népi elnevezésével (pl. aranyka, paplanfű, fonálfű, fecskefonál, pippany) szerepelt a régi magyar szakirodalomban. A Pallas Nagy Lexikona 1893-as kötetének szó-

cikkét Borbás Vince, a korszak kiemelkedő botanikusa írta, aki az arankát „különböző gazdasági növények hatalmas ellensége”-ként említette, és felsorolta a hozzá kapcsolódó jelentősebb irodalmi forrásokat is, melyek jelentős része megtalálható a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Degen-gyűjteményében is.

Az első magyar vetőmagvizsgáló állomás 1878-ban alakult Magyaróváron. Már az alakulás évében hozott első alapszabályában külön figyelmet fordítottak az arankavizsgálatokra is, mely szabályokat és díjszabásokat az 1881-ben alapított budapesti vetőmagvizsgáló állomás is átvett. Még ugyanebben az évben, 1881-ben, a földművelési miniszter körlevelében számolt be arról, hogy különböző helyekről származó lucernahulladékokat vizsgáltatott meg az egyik állomáson. (A sok lucernamagot tartalmazó, olcsón kapható terméket sok gazda vetőmagként használta.) A mai szóval élve próbavásárlás útján begyűjtött tételekből a legszennyezettebb mintában kilogrammonként 115 960 arankamagot találtak, ami a lucerna csírázókéességének drasztikus, 11,5%-ra csökkenéséhez vezetett. A földművelésügyi miniszter figyelmeztette a gazdákat a szennyezett magtételek veszélyeire, és javasolta a vetőmagvizsgáló állomások szolgáltatásainak igénybevételét. Annak érdekében, hogy minél többen élni tudjanak a lehetőséggel, a következő évtől csökkentették a díjtételeket.

Fontos mérföldkő volt a vetőmagvizsgáló állomások szervezése ügyében az 1884. január 17–20. között Budapesten tartott négynapos szakmai értekezlet, melyen a legfontosabb szakemberek vettek részt: Czakó Kálmán (Budapest), Deininger Imre (Magyaróvár), Szaniszló Albert (Koloszmonostor), Sissovics Károly (Kassa), Török Gábor (Debrecen) és Hensch Árpád (Keszthely). Az esemény célja a különböző állomások működésének egységesítése volt. Ennek érdekében közös alapszabályokat, vizsgálati eljárásokat és felszereléseket határoztak meg, figyelembe véve a magyaróvári tapasztalatokat. Komoly vitát váltott ki a tanácskozás résztvevői között a vizsgálatok díjazása is. A szakértők egy része (Czakó, Szaniszló és Török) a díjfizetést támogatta, mert attól tartottak, hogy a díjmentesség túlterhelné az állomásokat és megnehezítené a vizsgálatok gyors elvégzését. Ezzel szemben egy másik csoportjuk (Deininger, Sissovics és Hensch) a díjmentesség mellett érvelt, mivel úgy vélték, hogy az segítené a vizsgálatok elterjedését és a gazdák megnyerését. Végül kompromisszum született: a mezőgazdasági vetőmagok vizsgálata díjmentessé vált, míg a kerti és erdészeti magvak ellenőrzése továbbra is díjköteles maradt.

Az arankamagok vetőmagból történő eltávolítása nagyon régóta foglalkoztatta a gazdákat és a szakembereket egyaránt. Degen Árpád, a hazai botanikai kutatások és vetőmagvizsgálatok kiemelkedő alakja több nemzetközi konferencián is felszólalt az arankakérdéssel kapcsolatban. 1906-ban, Hamburgban, az I. Nemzetközi Vetőmagvizsgálói Kongresszuson az aranka földön való irtása mellett érvelt. 1921. júniusában, a III. kongresszuson, Koppenhágában ismertette a budapesti állomás arankára vonatkozó tanulmányait. Az állomás azzal foglalkozott, hogy mily módon lehetne az arankamagot legbiztosabban és legcsekélyebb magveszteséggel a vetőmagból eltávolítani. Eleinte egy megfelelő rosta méretének megállapításán dolgoztak, méréseket végeztek. A kísérletezés közben az intézet egyik alkalmazottja, egy fiatal gyakornok, Náday Lajos olyan jelenségre figyelt fel, ami a tisztítási eljárások kutatásának egészen más, új irányt adott. Felfedezte azt a tényt, hogy a herfélék magja, ha bizonyos magasságból kemény felületre esik, másképpen pattan vissza, mint az arankamag, vagyis más a rugalmassága. Ezt a különbséget kihasználva dolgozott ki egy módszert, egyfajta gépet, melyet 1912-ben szabadalmaztatott is. A további kísérleteket azok költséges volta, valamint a háború kitörése félbeszakította.

Az arankatisztítással kapcsolatban egy új elven működő gépet fedeztek fel Angliában, mely háttérbe szorította az addig használt gyakorlatot. Degen Árpád 1924-ben a IV. Nemzetközi Vetőmagvizsgálói Kongresszuson megfigyelhette Miss Bedell találmányát, egy fejlett mágneses tisztítógépet, amely vasporral kezelt arankamagok eltávolítására szolgált. Bár a gép hatékony volt, ugyanakkor rendkívül költséges is, ezért ismét előtérbe kerültek a már korábban alkalmazott módszerek, így Náday Lajos felfedezése is. Schönviszner Kálmán 1926-ban továbbfejlesztette ezt

a módszert, egy új szabadalmat nyújtott be, az ugratást triőrökkel (gyommagvak kiszűrésére használt henger alakú rostákkal) kombinálva egy olcsóbb és hatékonyabb megoldást kínált az aranka-mag eltávolítására. Az, hogy ez az ígéretes felfedezés miért nem terjedt el, további kutatást igényel.

A Központi Vetőmagvizsgáló Laboratórium munkájának, valamint az intézet könyvtárának bemutatása:

TIMÁR Eszter: Vetőmagtétel gyommagvakkal fertőzöttségének vizsgálata a Központi Vetőmagvizsgáló Laboratóriumban. Hozzászolt: –

TÖRÖK Gergő: Aranka magok kinyerése vetőmagtételből a Központi Vetőmagvizsgáló Laboratóriumban, valamint az egykori Vetőmagvizsgáló Állomás maggyűjteményének bemutatása. Hozzászolt: Kalapos Tibor, Károlyi Gyula, Tamás Júlia, Dancsházy Zsuzsanna, Timár Eszter, Baráth Kornél, Dancza István, Sándorné Kovács Judit

TÓTHNÉ CSÁKI Katalin: A NÉBIH könyvtára és benne a Degen Árpád-könyvgyűjtemény bemutatása. Hozzászolt: –

1517. szakülés, 2024. október 28.

ELTE Fűvészkert, Budapest, Illés u. 25.

1. MÁTHÉ Imre: Megemlékezés a 120 éve alapított Kolozsvári Gyógynövénykísérleti Intézetről. Hozzászolt: Höhn Mária, Böhm Éva Irén, id. Papp László.

Kolozsváron 1904-ben Péter Béla javaslatára az Erdélyi Gazdasági Egylet támogatásával alapított Magyar Királyi Gyógynövénykísérleti Intézet a világon az első olyan intézmény, mely a gyógynövényekkel kapcsolatos különböző tudományos és hasznosítás célú tevékenységeket egy fedél alatt folytatta. Fennállásának 40 éve alatt olyan eredményeket ért el, melyek napjainkig is figyelemre méltóak. Kopp Elemér, az Intézet utolsó igazgatója A Kolozsvári Gyógynövénykísérleti Intézet története, negyven év 1904–1944 című, 31 oldalas kiadványban vázolta az intézmény viszontagságos történetét. A mű az Intézet működését a következő időszakok szerinti felosztásban tárgyalja: I. Az Intézet gyermekkor (1904–1908), II. Az Intézet fénykora (1909–1918), III. Az Intézet története a román megszállás alatt (1919–1940), majd a IV. Átmeneti idők (1940. szept. – 1941. szept.) és az V. Az Intézet második megalapítása (1941 ősztől - máig), azaz a kiadvány 1944-es megjelenéséig.

Péter Béla, az alapító és első igazgató megfogalmazásában „az intézménynek az a célja, hogy a gyógynövények termesztésének és értékelésének ügyét szolgálja. Célját akként véli elérni, hogy a különböző orvosi növényekkel termesztési kísérleteket tesz, azok tenyésztését tanulmányozza, a szedést és a szárítást kitapasztalja, az értékesítés körülményeit figyelemmel kíséri, végül pedig kutatása tárgyává teszi a termesztett gyógynövények tartalmát, hatóanyagát, hogy ebből azok valódi értékére következtethessen. [...] Telepünk további célja, hogy a gazdaközönséget tájékoztassa, maggal, palántával ellássa. [...] A termesztés kapcsán műtrágyázási kísérleteket végzünk, s a műtrágyázás hatását a kémiai laboratóriumban vizsgáljuk.” Az Intézet a kolozsvári Gazdasági Akadémia keretében tevékenykedett.

Az I. periódusban 23 nemzetség 75 növényfajának megfigyelésére került sor, melyek közül az *Acorus calamus*, *Conium maculatum*, *Marrubium vulgare*, *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Althaea rosea* var. *nigra*, *Melissa officinalis*, *Datura stramonium*, *Hyssopus officinalis*, *Ruta graveolens*, *Cnicus benedictus*, *Origanum majorana*, *Calendula officinalis*, *Mentha piperita*, *M. crispa*, *Angelica archangelica*, *Valeriana officinalis*, *Levisticum officinale*, *Saponaria officinalis*, *Gypsophila paniculata*, *Althaea officinalis*, *Verbascum thapsiforme*, *V. phlomoides*, *Pimpinella anisum* részletesebb termesztési kísérlete folyt.

A II. periódusban, az Intézet fénykorában nagyobb arányú termesztési kísérletek zajlottak, ill. folytatódtak a *Cnicus benedictus*, *Gypsophila paniculata*, *Althaea rosea* var. *nigra*, *Althaea officinalis*, *Angelica archangelica*, *Verbascum phlomoides*, *Mentha piperita*, *M. crispa*, *Hydrastis canadensis*, *Hyoscyamus niger*, *Melissa officinalis*, *Atropa bella-donna*, *Digitalis purpurea*, *Carum carvi*, *Ricinus communis*, *Claviceps purpurea*, *Datura stramonium* esetén. Irk Károly vegyész irányításával 1909-től kémiai laboratóriummal is kiegészült az Intézet. Főleg, de nem kizárólagosan, az illóolajos növények kémiai tanulmányozását végezték, így pl. 8 menta, 14 rózsa faj részletesebb vizsgálatára került sor. Gombás növényfertőzések hatását is vizsgálták.

A III. periódusban Kopp Elemér szerint Páter Béla, aki a román éra alatt is igazgató maradt, bár szerényebb lehetőségek mellett, nyugdíjba vonulásáig a korábbi szellemben működött az Intézetet. Kisebb mértékben részben a már említett fajoknak a termesztési kísérletei folytak. Ezek bővültek a *Lysimachia nummularia*, *Pastinaca sativa*, *Cucurbita pepo*, *Nepeta cataria*, *Leonurus cardiaca*, *Eryngium planum*, *Galeopsis ochroleuca* és *Senecio* fajokkal. Illóolaj-vizsgálatok folytak a *Nepeta cataria*, *N. pannonica*, *Origanum vulgare*, *Salvia officinalis*, *S. sclarea*, *Thymus vulgaris*, *Mentha piperita*, *Melissa officinalis*, valamint a *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum*, *Carum carvi*, *Angelica archangelica*, *Bifora radians*, *Galium verum*, *Hypericum perforatum*, *Ruta graveolens* esetén.

A korszak második felében, 1931-től, már mint a Növénynemesítő Intézet alosztálya, kevésbé folytathatott kutatásokat. Az Intézet Románia-szerte a gyógynövény-ügy felvirágzásához, s a figyelemre méltó gyógynövényexport eléréshez jelentős mértékben járult hozzá szakmai útmutatásával. 1933–36 között a 4 legnagyobb erdélyi exportáló cég 10–200 t mennyiségben székfű-, hársfa-, körömvirág, borsmenta-, maszlág-, nadragulyalevél, tavaszi hérics, ezerjófű, édeskömény, kőkénybogyó, erdei páfrány, nadragulyagyökér és 45 egyéb drog, összesen 595,3 t mennyiségét exportálta. 1940-ben nagyobb mennyiségben *Mentha piperita*, *Ricinus communis*, *Carum carvi*, *Sinapis alba*, kisebb területeken *Pimpinella anisum*, *Althaea rosea* var. *nigra*, *Digitalis purpurea*, *Brassica nigra*, *Salvia* fajok termesztése folyt.

A IV., átmeneti időszak után 1941 augusztusában a Magyar Királyi Gyógynövénykísérleti Intézetet újra felállították, s az Erdélyre kiterjedő gyógynövény-felügyelettel bízták meg, amihez jelentős támogatást kapott. Az V. periódusban vegyész, botanikus, gyógyszerész, közgazdász és egyéb kategóriába sorolt szakemberek alkalmazása jelzi a megnövekedett és sokoldalú gyakorlatorientáltságú tevékenységet. Az Intézet 1942–43 évi munkáját, ill. az elvégzendő feladatokat 10 pontban vázolta Kopp Elemér, a kinevezett igazgató. Ezek közül az első a gyógynövény-beváltói és termesztői tanfolyamok tartása volt. Ennek sikerességét a 16 alkalommal megrendezett, 6 napos, 24 előadásból és 10 óra gyakorlatból álló tanfolyamot követően az 506 sikeres vizsgázó is jelezte. A további feladatok között a tudományos gyűjtemények (herbárium, mag, drog stb. gyűjtemények) bővítése, termesztési kísérletek végzése, a ritka gyógynövények felkutatása, a gyógynövény-nemesítés, a termékellenőrzési, botanikai, kémiai jellegű tudományos feladatok ellátása stb. szerepeltek. A program végrehajtása, a háborúra és az Intézet megszűnéséig rendelkezésre álló idő rövidségére tekintettel, inkább szándéknak bizonyult.

A jelentős fejlesztéssel újraindult Intézetet a háborút követően a román kormány 1945-ben megszüntette. Szellemisége azonban tovább élt, elsősorban a marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyászerésztudományi Egyetem keretében Kopp Elemér, Rácz Gábor, Rácz-Kotilla Erzsébet, Csédő Károly professzorok munkássága nyomán. A jelenlegi román intézmény, a kolozsvári Agrártudományi és Állatorvosi Egyetem tanárai, az Erdélyi Múzeum Egyesület és Agrártudományi Egyesülete képviselői Páter Bélára mint a Gazdasági Akadémia professzorára, első rektorára (1910–18), ill. társrektorára (1919–20) megbecsüléssel tekintenek, s hagyatékát gondolják. Az alapító emlékét az Egyetemen egy emlékszoba, a fennmaradt gyűjteményeinek gondozása, emléktábla, olajfestmény, valamint az Egyetem botanikus kertje is őrzi. Az utókor emlékülések tartásával is tiszteleg az Intézet

és alapító első igazgatója emléke előtt, így a „Gyógynövénykutatás Vácrátóton. Emlékezés a hazai gyógynövénykutatások 100 évére” (Vácrátót, 2004. augusztus 6.) alkalmával 3 előadás, az Erdélyi Múzeum Egyesület „Páter Béla emlékezete. Megemlékezés halálának 70. évfordulóján” (Kolozsvár, 2005. jún. 20–22.) rendezvényén 8 előadás hangzott el. Mindkét előadóülésen Szabó T. Attila és a marosvásárhelyi Csedő Károly professzorok is szerepeltek a jelen beszámoló szerzőjével.

Az Intézet a hazai és a romániai kutatóhelyek mindegyikére hatással volt. Úttörő voltát jelzi, hogy a WHO 2005-ös beszámolója szerint már közel 60 országban állítottak fel nemzeti gyógy-növénykutató intézetet.

2. PÖDÖRNÉ GÁRDONYI Zita, HÖHN Mária: A Soroksári Botanikus Kert homokbucka-növényzetének állapotfelmérése egy későbbi természetvédelmi rekonstrukcióhoz. Hozzászolt: Máthé Imre, Böhm Éva Irén, id. Papp László, Kerényi-Nagy Viktor, Szerdahelyi Tibor.

A Soroksári Botanikus Kert Budapest határában, a Dél-pesti síkon található. A kert mintegy 60 hektáros területén a 112 m magas Csonthalom eredeti, a Duna-Tisza közére jellemző homokbucka képződmény, melyet a helyi lakosok korábban szőlőművelésre használtak. A mezőgazdasági tevékenységek abbamaradása után, gyakran kényszerfásítást végeztek a homokdombon, nem ritkán az inváziós fehér akáccal telepítették be. 1977 óta a kert teljes területe helyi védettségű. A botanikus kert 1963-ban történő megalakulását követően az eredeti homokbucka-vegetáció rekonstrukcióját kezdeményezték, és a több éves felújítás során a nyílt és zárt homokpusztagyep növényfajait telepítették be. Az évtizedek alatt a növényzet azonban fokozatos átalakuláson ment át, és a vegetációdinamikai folyamatok eredményeképpen a buckán zárt homokpusztagyep alakult ki. A nyílt homoki gyepek fajai idővel fokozatosan visszaszorultak, ezért a jelenlegi növénytakaró az Á-NÉR szerinti G1 típus 1.2 változatával azonosítható leginkább: előregedett, évelőkben szegény zárt gyep, *Stipa borysthénica*-val.

Munkánk célja a Soroksári Botanikus Kert homokbuckáján található növényzet tanulmányozása volt abból a célból, hogy felmérjük a jelenlegi természetvédelmi értékét és javaslatot tegyünk egy újabb szükségessé vált rekonstrukcióra. A homokdomb flórájának vizsgálatát és növényfajainak számbavételét legutóbb Udvardy László 2005-ben végezte el, ezért lehetőségünk volt az általunk elkészült fajlistát összehasonlítani a 2005-ös listával is, és így a változásokat dokumentálni. Első lépésként 2022-ben, egy teljes vegetációs időszakon keresztül összeírtuk a homokbucka növényfajait. Megállapítottuk, hogy az aktuális fajlistában a növényfajok száma 158, míg az Udvardy listában 166 volt. A közös fajok száma mindösszesen 94 faj volt. A Jaccard-féle hasonlósági index 0,41. Ahogyan feltételeztük, a nyílt homoki gyepek fajai szinte teljesen eltűntek vagy visszaszorultak a területen.

Braun-Blanquet módszerrel összesen hat, 10 m × 10 m-es kvadrátot vettünk fel. A kvadrátokat a pontos GPS koordinátákkal Google Earth térképen rögzítettük. A kvadrátokból kapott eredményekből összesített A-D értéket, frekvenciát számoltunk, és meghatároztuk a fajok Borhidi-féle értékszámaikat. A hat kvadrátban összesen 57 növényfajt számoltunk össze, az átlagos fajsám 19 volt kvadrátonként. Kevés magas frekvenciájú fajt (8 faj, Fr. IV, V), és sok accidentális fajt találtunk (28 faj, Fr. I). Domináns fajok voltak a *Stipa borysthénica*, *Gypsophila paniculata*, *Melica transsilvanica* (Fr. V), *Artemisia campestris*, *Centaurea arenaria* (Fr. IV), *Echinops ruthenicus*, *Achillea ochroleuca* (Fr. III). Összesen 16 védett növényfaj él a területen. Legnagyobb számban a generalisták (G) és a természetes élőhelyek zavarástűrő fajai (DT) fordulnak elő a Borhidi-féle szociális magatartástípusok szerinti elemzés alapján. A terület legnagyobb problémája az inváziós colorádói medvetalpaktusz (*Opuntia phaeacantha*) állományainak terjedése. Bár a kaktuszokat több alkalommal is eltávolítottuk egyetemi hallgatók bevonásával, terjedésüket nem tudtuk megállítani. A kiásott kaktusztelepek helyén létrejött nyílt felszínek betelepítésére homoki magkeveréket és külön homoki fajokat vetettünk. Ezek fennmaradása a 2022 és 2023-as évek rendkívül száraz időjárása miatt sajnos nem

volt sikeres. A jövőben további erőfeszítések szükségesek az inváziós fajok, elsősorban a fehér akác és a medvetalp kaktusz visszaszorítására és ex situ körülmények között felnevelt pannon homoki gyepi fajok kiültetésére.

3. KERÉNYI-NAGY Viktor, ÁSZTAI Gergő: Rózsa és galagonya adatok a visegrádi Spartacus-ösvényen. Hozzászóló: Höhn Mária, id. Papp László, Máthé Imre.

A Spartacus-ösvény közkedvelt mind a szakemberek, mind a kirándulni vágyók között. A Pilisszentlászló és az Apátkúti Vadászház közötti, Lepence-patak felőli, nyugati szakasza gazdag rózsá és galagonya taxonokban, egyes szakaszain pedig tömeges az *Asplenium adiantum-nigrum* L. Az útvonalat 2024. szeptember 21-én jártuk be. A települést elhagyva, a délies kitérűségű legelők és a xerotherm tölgyesek szegélyében kiterjedt *Rosa gallica* L. állományokkal találkozhatunk, de az erdő belsejében is megtalálhatók vegetatív sarjtelepei, melyek az egykori legelőkről maradtak vissza, és a felcseperedett erdőkben ideig-óráig még megélnek, azonban virágozni és termést érlelni már nem tudnak. Az erdőbe beérve, egy lékben egy ritkább rózsafaj, a *Rosa agrestis* Savi s. str. példánya került elő. A tölgyes, gyertyános-tölgyes erdőben tovább haladva, a völgybe leérve és az erdős szurdokokban közönséges a két csontárú *Crataegus laevigata* (Poir. in Lam.) DC., az északi kitérűségű bükkösökben azonban már megjelenik a "berkenyeszerű" levelű, öt hegyes karéjú, sűrűn és élesen fűrészes levélszélű, egyszemű és kis koronaként felálló csészelevelű *Crataegus lindmanii* Hrabětová-Uhr. néhány fácskája is, melynek populációi hazánkban eddig a Bükkből, Börzsönyből, Vértesből és a Visegrádi-hegységből (Visegrád mellől) ismertek. A Lindman-galagonya láthatóan itt még csak a minimális életfeltételeit találja meg, a csapadék és a légnedvesség még éppen elégséges számára, azonban gazdag virágzása ellenére kevés termést tud csak kötni, ezért példányai védelemre érdemesek, főleg a nagyvadállománytól óvandók. A szuboptimális életfeltételek és a kétbibés galagonya nagy egyedszámú előfordulása hatására a Lindman-galagonya primer hibridje, a kerekded levélkaréjú, fel-le hajló csészelevelű *Crataegus × walokochiana* (Hrabětová-Uhr.) P.A. Schmidt viszonylag nagy egyedszámban él a Lindman-galagonya szülők közelében. Ez az elsődleges hibrid megtalálható hazánkban a Bükkben, a Börzsönyben, a Budai-hegységben és a Somlón. Szintén a Spartacus-ösvény bükköseitől került elő az eredetileg Lindman- és kétbibés galagonya keveredéséből származó, állandósult fajvegyülék, a kétmagvú, de csak felálló csészes *Crataegus palmstruchii* Lindm., melynek hazai állományai alig ismertek. Kiérve a sziklagyepekre, nemcsak a tájban és a kék Duna csillogó szalagjában gyönyörködhetünk, hanem a *Crataegus × macrocarpa* Hegetschw. nothosubsp. *baranecii* Ker.-Nagy természetesebb fáiban is. Állományai Szlovákiából (Nyitra–Zobor), a Budai-hegységből (János-hegy, Normafa) és a Visegrádi-hegységből (Dobogókő–Feketekő–Kétbükkfanyereg), valamint az erdélyi Királyhágóról ismertek. A sziklagyepeket elhagyva, a kőtorony közelében egy *Rosa zalana* Wiesb. példánya került elő, a fajt a Kárpát-medencén kívül megtalálták már Horvátországban, Ausztriában, Lengyelországban, Fehéroroszországban és Kalinyingrádban is, így nemzetközileg is elfogadták az önállóságát. Az Apátkúti Vadászházat elhagyva, az útvonal nem kedvez a rhodológia és kratológia kutatásának, helyette az *Epipactis helleborine* (L.) Crantz néhány egyedében gyönyörködhetünk, az Apátkúti-völgyben vezető útvonal mellett pedig tömeges és határozásra méltó páfrányelőfordulások vannak.

4. BÖHM Éva Irén: Ártéri ligeterdők a Dunakanyarban I. Hozzászóló: Máthé Imre.

A magyarországi folyamok és kisebb folyók természetes ártéri dinamikája a 19–20. századi szabályozásoknak esett áldozatul. Talán a legsérültebbek a Tisza „kiegyenesített” ártéri ligeterdei, de csaknem ugyanilyen mértékben magán viseli a Duna is az ezredévekben mérhető múltra visszatekintő tájhasználat nyomait. Történtek itt többméteres mederkotrások, 45 kisebb szigetből alkottak húsz nagyobbat, az óbudai partot teljesen átépítették, eltüntették a Fürdő-szigetet, illetve a Szentendrei-szigeten a Fővárosi Vízművek kútjainak kialakítása végett a partot is részben átala-

kították. Az 1870-es évekig nem hagytak ártéri erdőt sehol, mert az úgynevezett bőgös hajókat a partról lovakkal vontatták. De ne feledkezzünk meg a gemenci Duna-szakaszról sem, ahol községek a szabályozások következtében a Duna ellenkező oldalára kerültek, vagy a vízierőmű tervekről, a Bős–Nagyymaroshoz kapcsolódó átalakításokról, árvízvédelmi építkezésekről sem.

Két példán szeretném megmutatni, hogyan alakult a hajók vontatása után az ártéri ligeterdők helyzete a Szentendrei-Duna-ág mellett. Az egyik a leányfalui ártér, ahol ez a növényzeti típus a filoxéravész után, az 1880-as években alakult ki, amikor a gőzhajózás egyre gyakoribbá vált. A fővárosi írók, színészek, az elit nyaralóhelyévé váltak az elhanyagolt szőlők helyén épített villák. Ezen az ártéren a természetes módon kifejlődő növényzet mellett egy *Quercus robur* fasort is ültettek, amely ma már 120 éves. A szintek jól felismerhetők, a legalacsonyabb fekvésű helyeken található az iszaptársulás, az ártéri gyomnövényzet (ez a kettő csak áradástól mentes időszakban alakul ki), majd a csigolya-bokorfűzes, a fehér fűzes, a fekete- és fehérynárliget. Ezek azonban csak a háborítatlan partokon fejlődtek ki, vagy ahol a hegyoldal leér a Dunáig és löszös talaja megcsúszott. A nagyrészt víztűrőzásra, kompok közlekedésére és ritkán hajók áthaladására használt Duna-ág mentén a helyi lakosok, nem törődve a Natura 2000 védelemmel, „gondozásukba vették” a partot. Ez az antropogén hatás egy bizonyos szakaszon nagyon erős, és ezzel együtt tömegessé váltak egyes özöngyomok, mint pl. az *Acer negundo*, *Parthenocissus* fajok, *Amorpha fruticosa*, *Aster* fajok, *Morus alba*, *Solidago gigantea* vagy a *Vitis riparia*. A kellemetlen jelleget fokozta májustól az őshonos *Urtica dioica* mérhetetlen mennyisége és az ártérre kidobott zöldhulladék. Ezen csak az utóbbi elszállítása segíthetett.

A másik ártéri ligeterdő Kisorosziban, a kishajó kikötőtől északra, a nyugati oldalon helyezkedik el. Itt csak a fehér fűzes található meg, felette a homokdombokon már a település foglal helyet. Ebben a partmenti ártéri ligeterdőben is nagy területen az *Urtica dioica* az uralkodó faj, benne *Echinocystis lobata*, *Solidago gigantea*, *Aster* spp., de őshonos fajok, pl. *Stachys palustris*, *Lythrum salicaria*, *Calystegia sepium* stb. is előfordulnak. Nagy területen uralkodik a *Rubus armeniacus*, a *Parthenocissus quinquefolia*, helyenként a *Rubus caesius* terjed. Ösvényeket vágtak a csalánosban, de a zöldhulladék itt is az ártéren gyűlik össze.

5. DÉRI Helga, HOREL Judit, KISS Tünde, RÓZSÉNÉ BÜKI Etelka, FLÓRIÁN Márton, LERNERT Lídia, SZONDA Tiborné, SIPOS Tamás, BÁRCZI Gábor, DONKÓ Kata Sára, SZABÓ Gréta: A krajnai méhek pollenhordása tavasztól őszig 4 méhészeti szezon folyamán. Hozzászolt: id. Papp László, Máthé Imre, Kerényi-Nagy Viktor.

Az Európában honos nyugati mézelő méh (*Apis mellifera* L.) ma már az egész világon elterjedt, ezért beporzó jelentősége sem elhanyagolható. Munkánkban a Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ Haszonállat-génmegőrzési Intézet Méhészeti és Méhbiológiai Osztály krajnai méh (*Apis mellifera* subsp. *carnica* Pollmann) családjaiknak pollengyűjtését tanulmányoztuk Gödöllőn, 2019–2022 között.

A vizsgálatokhoz minden évben 4–4 méhcsaládot választottunk ki a méhészeti szezon kezdetén. Április és szeptember között 8 alkalommal (8 periódus), 3–5 napon keresztül gyűjtöttünk pollencsomó mintákat a kaptárok kijárójára felszerelt külső virágporszedők segítségével. A 2019–2020 folyamán használt virágporgyűjtőket 2021–2022-ben újabb típusúakra cseréltük. A virágporcso-mók tömegét még a gyűjtés napján családokként megmértük. A növényfajok azonosításához a begyűjtött pollenből szín, forma és méret alapján részmintákat válogattunk ki, melyeket glicerín-zselatinba ágyaztunk be és bázikus fukszinnal festettünk meg. A növényfajok azonosítása Leica DM 2000 LED fénymikroszkóppal 400-szoros nagyításon történt.

Az egy-egy méhcsalád által különböző hordási napokon gyűjtött pollencsomók tömege a 4 év során nagy változatosságot mutatott. A 2019–2020 és a 2021–2022 években begyűjtött pollenössztömege között is nagy különbség adódott, amit a kétfajta pollengyűjtő használata magyarázhat.

Minden évben két hordási csúcst figyelünk meg: tavasz végén, illetve a nyár második felében. Májusban a felmelegedés hatására egyre bőségebb és változatosabb pollenforrás állt a méhek rendelkezésére, segítve a fiasítás felnevelését, ezáltal a méhcsaládok megerősödését. A nyár második felében a második pollengyűjtési csúcs idején a tartósan meleg és száraz időjárás kedvezett a portokfelnyílásnak és ezáltal a nagyobb mennyiségű pollen gyűjtésének. A betelelés előtti időszakban gyűjtött virágpor mint fő aminosav- és fehérjeforrás télen fontos a méhek egészségének megőrzéséhez.

A 2019 és 2022 közötti időszakban összesen 260 növényfajt vagy -nemzetséget azonosítottunk a pollencsomókban. Ezek közül 115 vezérfaj volt, melyek a méhek fő fehérjeforrásai a vizsgált hordási területen. Április és május a repce-, illetve az akácméz hordásának ideje, amelyek mellett a fűz- és juhar fajok, valamint a rózsaféle gyümölcsök pollenje is fontos táplálék. A nektármentes növényfajok közül a kőris- és tölgyfajok emelendők ki. Nyáron a gyalogakác, a napraforgó és a kukorica pollenjét mind a 4 évben begyűjtötték a méhek. A méhészeti szezon utolsó szakasza a késő nyári-kora őszi időszak, melynek legjellemzőbb hordásnövénye a borostyán (*Hedera* sp.). Emellett az őszirózsafélék pollenjét, valamint rozsdagomba fajok spóráit is mind a 4 vizsgált évben megtaláltuk a pollencsomó mintákban. 2019–2020 folyamán nemcsak a begyűjtött minták tömege, hanem a beazonosított növényfajok száma is jelentősen kisebb volt, mint 2021–2022-ben, a második pollenszedő alkalmazásakor. Ennek ellenére 29 taxon pollenjét legalább 3 évben vezérpollenként azonosítottuk. Nektárt is adó taxonok voltak: *Acer* spp., *Aesculus hippocastanum*, *Agrimonia eupatoria*, *Amorpha fruticosa*, *Carduus* spp., *Cichorium intybus*, *Gleditsia triacanthos*, *Hedera* sp., *Helianthus annuus*, *Lamium purpureum*, *Lonicera* spp., *Malus* spp. és *Pyrus pyraeaster*, *Parthenocissus* spp., *Prunus* spp., *Rubus* spp., *Salix* spp., *Solidago* spp., *Taraxacum officinale*, *Tetradium daniellii*, *Tilia* spp., *Tragopogon* spp., *Verbascum* spp.; nektármentes taxonok: *Ambrosia artemisiifolia*, *Chelidonium majus*, *Chenopodium album*, *Fagus sylvatica*, *Papaver rhoeas*, *Plantago* spp., *Zea mays*. Ezek a növények a hordási terület minden évben rendelkezésre álló pollenforrásai voltak.

Vizsgálataink a génmegőrzési intézmények és kiemelt programjaik támogatásáról szóló stratégia (2019–2023) támogatásával valósultak meg.

6. KERÉNYI-NAGY Viktor: Páfrány és kúszó zeller (*Apium repens*) adatok Budapest flórájához. Hozzászól: –

Különleges és egyben a legveszélyeztetettebb, atropogén élőhelyek az omladozó, málló vako-latú épületek, amelyeken csapadékvíz elvezető ejtőcsővének szivárgása hoz létre jobb vízellátottságú zugokat. Jelentőségük abban áll, hogy a belvárosi élőhelysivatagok biodiverzitását növelik, számos ritka fajnak menedékhelyül vagy "ugrási" pontként szolgálnak. Ezen élőhelyek fennmaradása az épületfelújítások ütemétől függ. A felújítás során gyakran nem cserélik ki az ejtőcsővek legalsó, burkolaton átmenő vagy pincébe torkolló elemét, ami biztosítja az ott megtelepedő fajok további fennmaradását. Legoptimálisabb élőhelyet az eternitsővek biztosítanak, mivel porózus anyaguk és repedéseik egyenletes vízellátást adnak, gyakran eldugulnak az ereszebe hulló és lemosódó avarral, ezért a páfrányfajok egész vegetációs időszakban tenyésznek, és általában minden évben fejlesztnek spórákat. Ezzel szemben a különböző műanyag vagy bádóg (ritkán vas) ejtőcsővek vízhozama és szivárgása szélsőséges, alkalmi jellegű, így a páfrányfajok a nyári, aszályos időszakban ezeknél kiszáradnak, kényszernyugalomba vonulnak, majd az őszi csapadék megérkezésekor újra kihajtanak. A vegetációs időszak megszakadása miatt sokszor ezen egyedek nem képesek már spórát fejleszteni, így generatíván se szaporodnak, terjednek.

2024 nyarán a Szent István Kórház parkjában *Pteris multifida* Poir. egyedekre lettem figyelmes. Tamás Júlia, Vida Gábor és Csontos Péter már jelezték a fajt 2017-ben a kórház R épületének faláról, amely azóta tovább terjedt: újabb 7 egyedet találtam a szomszéd épület közelében, az út menti közműalagút lejárataiban. Ugyanott *Asplenium adiantum-nigrum* L. is él; a fekete fodor-kát korábban nem jelezték a kórház területéről. További páfrányadatok az intézmény területéről:

Asplenium scolopendrium L. a C épületen a korábban jelzett 5 egyed helyett mintegy 25 fejlődött, *Asplenium ruta-muraria* L. kiterjedt foltjainak a társaságában, a gímnyelv páfrányok harmada igen fiatal, ami a faj jelentős reprodukciós képességére vall. *Pteris multifida* él üvegházban a közelben működő ELTE Füvészkert területén, lehetséges, hogy azok a példányok szolgáltak spóráforrásként.

Tamás és munkatársai 2017. évi közleménye alapján felkerestem a Szent János Kórház páfrányait is, ahol megerősítem a *Pteris cretica* L., *Adiantum capillus-veneris* L., *Asplenium adiantum-nigrum*, *A. ruta-muraria*, *A. scolopendrium*, *A. trichomanes* L. adatait. A kórház területén működő kertészet üvegházat is fenntart, elképzelhető, hogy ez szolgált spóráforrásként az idegenhonos páfrányok esetében.

Asplenium trichomanes 2 egyede a II. ker. Bimbó út és Tüske utca sarkán álló garázsor falán tenyészik.

A Szent Lukács Gyógyfürdő és Kórház épületein is kerestem páfrányfajokat, de itt nagy felújítások miatt az összes ejtőcsövet kicserélték, csupán a Germanus Gyula park felőli oldalon, a termáلتónál lévő ejtőcsőnél volt páfrány, ott is csupán a *Dryopteris filix-mas* (L.) Scott.

Cyrtomium falcatum (L. f.) C. Presl: Budapest, IV. ker. Görgey Artúr út 12. pincelépcső repedésében. Mintegy 25 éve cserépben nevelt példányról spórával spontán költözött át a pincelejáróba, azóta nem terjedt tovább. A faj eddig ismert lelőhelyei: a IX. ker. Szent István Kórház H épülete (Tamás és munkatársai publikálták 2017-ben) és a XXI. ker. Vegyipari Gyár utca (ezt Rigó Attila, Malatinszky Ákos és Barina Zoltán közölte 2023-ban). Utóbbi lelőhelyet 2025. március 12-én felkerestem, és továbbra is megtalálható a faj *Asplenium ruta-muraria* és *A. scolopendrium* társaságában.

Gymnocarpium robertianum (Hoffm.) Newman: V. ker. Bajcsy-Zsilinszky út 74., *Dryopteris filix-mas* és *Betula pendula* Roth társaságában. XIV. Ajtői Dürer sor, Dürer kert (mára lebontott) épületén.

Apium repens (Jacq.) Lag.: II. ker. Bimbó út 151. kertjében, szivárogtató öntözés miatt a gyepten nagy területen előfordul, virágzik és terjed.

1518. szakülés, 2024. november 11.

ELTE Füvészkert, Budapest, Illés u. 25.

A szakülés tudományos programja előtt Korsós Zoltán, az MBT elnöke ünnepélyesen bejelentette: a Társaság tiszteletbeli tagjává választotta Surányi Dezsőt és Vida Gábort. A jelen lévő Vida Gábornak az oklevél átadására is sor került, aki elmondta, hogy 1950 óta botanizál, és elsőként a Bakony természeti értékeiről adott elő a Botanikai Szakosztályban.

Ez alkalommal vitaűlést tartottunk: az egyórás vitaindító előadást követően kérdésekre és hozzászólásokra volt lehetőség. A téma több tudományágat érintő jellege miatt tágabb körben került meghirdetésre a program, többek között az Állattani Szakosztály tagjai is meghívást kaptak.

1. PODANI János: Linnéi osztályozás versus kladisztika: problémák és megoldások. Hozzászolt: Vida Gábor, Páll-Gergely Barna, Sramkó Gábor, Korsós Zoltán, Standovár Tibor, Magyar Imre, Bálint Zsolt, Bozó Csaba, Szerdahelyi Tibor.

A rendszerezés alapelvei, a rangok hierarchiája és a kettős nevek Linné 1753-ban megjelent munkája óta lényegileg nem változtak. Ez ugyan stabilitást jelenthet sokak számára, ugyanakkor a biológia fejlődése már régen meghaladta a linnéi elveket. A rangokkal nem csak az a gond, hogy önkényesek – amire Lamarck már 1809-ben felhívta a figyelmet. A rangok használata nem egyeztethető össze az evolúciós gondolattal: két azonos rangon kezelt rokon taxon morfológiai eltérései az időben visszamenve eltűnnek, következésképpen az ősök már nem illeszthetők be logikusan a linnéi hierarchiába. A biológiában ma már általánosan elfogadott a Darwinnak és Hennignek betudható monofiletikusság elve, amit azonban gond nélkül legfeljebb csak a jelenben megfigyel-

hető szervezetekre alkalmazhatunk. Az ősök és leszármazottak együttes osztályozása csak kládok egymásba ágyazott rendszerével oldható meg. További nehézség, hogy a nemzetség (génusz) szinten az osztályozás és a nomenklatúra nem független egymástól: ha egy faj másik nemzetségbe kerül át, akkor a neve is megváltozik. Mivel a kettős nevek erősen beépültek a gondolkodásunkba, a génusz rangja gyakorlatilag megváltoztathatatlan – és a kisebb-nagyobb káosz elkerülhetetlen. A génusz azonban nem lehet egyben klád is (azaz monofiletikus), mert akkor minden ős ugyanabba a génuszba kell tartozzon, mint a leszármazottjai, ami az egész élővilágra természetesen nem teljesíthető. A linnéi és a kladisztikai hierarchia közötti különbség konvencionálisan, fában gondolkodva nem mutatható meg eléggé hatékonyan. A fa metaforájától és a tudományos fa-definíciótól is el kell szakadnunk, és át kellene váltani a változásokat jobban érzékeltető korall diagramokra – melyek eszmei hátterét ugyancsak Darwinnak köszönhetjük.

1519. szakülés, 2024. november 25.

ELTE Füvészkert, Budapest, Illés u. 25.

1. SRAMKÓ Gábor: Beszámoló a 2024-es madridi IBC-ről, azaz a XX. Nemzetközi Botanikai Kongresszusról. Hozzászól: Szerdahelyi Tibor, Schmidt Dávid, Kalapos Tibor, Malatinszky Ákos.

Az IBC a botanikus szakma minden tudományterületre kiterjedő legnagyobb nemzetközi konferenciája, amit 1900-tól rendszerint hatévente rendeznek meg – „a botanikus szakma Olimpiája”. A 2017-es sencseni (kínai) rendezésű IBC után 2023-ban Rio de Janeiro (Brazília) lett volna a kiválasztott helyszín, de – részben a COVID világjárvány miatt – a helyszínt megváltoztatták és az időpontot elhalasztották: 2024. július 21. és 27. között zajlott le Madridban (Spanyolország). Az esemény egyik fő megbízója a Nemzetközi Növénytaxonómiai Társaság (IAPT), amely a Botanikai Kód felülvizsgálatát is megszervezte a konferencia előtti Nomenklatúrai Szekcióban. A konferenciára Madrid egyik hatalmas alapterületű kiállítási rendezvényhelyszínén, az IFEMA Madrid épületkomplexumában került sor. A nagy helyre szükség is volt, mert 3011 résztvevő, 95 országból vett részt a kongresszuson, ahol 267 szimpóziumon, 1512 előadás hangzott el és 1640 posztert mutattak be. Az előadások legnagyobb hányada növénytaxonómiai témájú volt (39 szimpóziumon), de természetvédelem témában is sok előadás hangzott el (36 szimpóziumon). Ezek mellett a konferencia hangsúlyosan foglalkozott a klímaváltozással kapcsolatos kutatások bemutatásával, de ökológiai, fiziológiai, fejlődésbőlógiai és közösségökológiai előadások is elhangoztak. Kétségtől fontos szerepet kaptak a genetikai, azon belül is a genom kutatások, amelyek uralták a szisztematikai jellegű előadásokat. A kongresszus számos kiemelkedő botanikus kitüntetésével és egy kiáltvány elfogadásával zárult, amely utóbbi a botanika tudományának szerepét hangsúlyozza az emberiség előtt álló kihívások leküzdésében.

2. TÓTHNÉ CSÁKI Katalin: Értékes növényteni könyvritkaságok: Degen Árpád könyvgyűjteménye Szegeden. Hozzászól: Szerdahelyi Tibor, Schmidt Dávid.

2024 májusában „A tudás titkos kertje” címmel időszakos kiállítás nyílt a SZTE Klebelsberg Könyvtár és a SZTE Növénybiológiai Tanszék együttműködésében. Az esemény keretében számos különleges botanikai könyvritkaságot tártak a nagyközönség elé abból a mintegy 250 értékes műből álló gyűjteményből, amely 2023 tavaszán került az Egyetemi Könyvtár Régi Könyvek Tára és Kézirattárba a tanszéki állományból. Az intézet és a tanszék történeti jelentőségét is méltatva, az újonnan gondozásba vett gyűjtemény a Növényteni Intézet Gyűjtemény nevet kapta, a kutatók, valamint az érdeklődők számára egyaránt elérhetővé vált. A kiállítást előkészítő folyamatok személynél kutatással kezdődtek: 2023 tavaszán egy tudományos munka kapcsán indult nyomozásom

egy 17. századi orvosbotanikai könyv után, amely végül nemcsak a keresett mű megtalálásához, hanem számos további régi, értékes botanikai dokumentum felfedezéséhez is vezetett.

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Degen-gyűjteményének egyik legértékesebb darabja Tabernaemontanus New vollkommenlich Kräuterbuch című műve, amely 1664-ben jelent meg német nyelven. Ennek a kötetnek egy azonos kiadású példánya a Szegedi Tudományegyetem Növénytani Tanszékén is megtalálható, amelyre Simoncsics Pál egy 1987-es, konferenciakötetben megjelent, Gorka-díjas tanulmányában hivatkozott. E szakirodalmi utalás adta a kiindulópontját 2023 tavaszán indított személyes kutatásomnak, amelynek célja a nálunk található példány szegedi „ikertestvérének” felkutatása volt. A Szegedi Egyetemi Könyvtár Régi Könyvek Tárának közreműködésével sikerült átkérni a kötetet a Növénybiológiai Tanszékről, amely több muzeális dokumentumot is őriz. A könyv vizsgálata során örömmel fedeztem fel egy tulajdonosi bélyegző alapján, hogy a kötet Degen Árpád magánkönyvtárából származott, ezzel új irányt adva kutatásomnak.

A tanszék botanikai gyűjteményének alapítója Györffy István, a Növénytani Intézet professzora volt, aki 1939-ben számolt be arról, hogy Degen Árpád özvegye férje magánkönyvtárából 18 folyóméternyi könyvet adományozott az intézetnek. Ez az egyetlen ismert dokumentum az adomány tartalmáról, mivel korabeli leltárkönyvek ezidáig nem kerültek elő. A gyűjtemény legrégebbi darabja idősebb Plinius Naturalis Historia című művének 1483-as velencei kiadása, amely az egyetem 18 ösnyomtatványának egyike, restaurálása pályázati forrásból valósult meg. További kiemelkedő példány Kitaibel Pál Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae című munkája. Az előadás a budapesti és szegedi gyűjteményeket bemutató fotókon keresztül tárta a közönség elé a kiállításon szereplő dokumentumok muzeális értékeit. Bár a könyvek fizikailag nem alkotnak egy összefüggő egységet a könyvtár polcain, a mindenre kiterjedő feldolgozásnak köszönhetően az elektronikus katalógus lehetővé teszi a Növénytani Intézet Gyűjtemény dokumentumainak szűrését, így külön lekérdezhetőek azok a kötetek is, amelyeket Degen Árpád özvegye adományozott férje magánkönyvtárából az egyetem számára.

3. SCHMIDT Dávid: Az *Erigeron sumatrensis* inváziója a Dunántúl karácsonyfa-ültetvényeiben. Hozzászóló: Sramkó Gábor, Dancza István.

A dél-amerikai eredetű *Erigeron sumatrensis* Retz. első magyarországi előfordulásait 2019-ben fedezték fel Baranya megye több pontján. Kezdetben szőlőhegyek mezsgyéiről, kertészetek területéről jelentették, gyorsan szaporodó adatai később különböző gyomtársulásokban, árokpartokon, sőt, nedves réteken való megjelenését bizonyítják. Ezek az előfordulások a legtöbb esetben (még) néhány egyedet jelentettek, ugyanakkor 2023-ban Budapesten már nagyobb, lokálisan meghonosodott állományokat is találtak.

2023 szeptemberében a faj számos új előfordulására bukkantam a Délnyugat-Dunántúlon (Közép-Dráva-völgy nyugati és a Zalaapáti-hát déli részén). Huszonhat település összesen 41 karácsonyfa-telepén találtam a fajt, ahol az esetek túlnyomó részében tömeges előfordulását tapasztaltam. Az egyedek a sorba ültetett fenyőcsemeték közötti, erősen bolygatott, gyomos sávban és a telepek szélein, kerítések mentén jelentek meg a legnagyobb számban. Egyes nagyobb előfordulási gócpontjaiban az egyedszám becslés szerint több tízezer példányra tehető (főleg homok alapkőzeten, pl. Berzence, Csurgó, Surd, Zákány), ezeken az élőhelyein néhol az *Erigeron canadensis*-t helyettesítő, más egyéves gyomfajokat (*Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp.) is kiszorító özönfajként viselkedett. Az előfordulási körülmények a fenyőcsemetékkel történő behurcolás lehetőségét vetik fel, amit azonban egyelőre nem sikerült bizonyítani.

Az új tapasztalatok alapján az *Erigeron sumatrensis* a magyarországi adventív flóra meghonosodott, lokálisan inváziós fajának tekinthető.

4. SZÉKELY E. Árnika, SÁNDORNÉ KOVÁCS Judit: Igazságügyi botanikai vizsgálatok a Nemzeti Szakértői és Kutató Központban. Hozzászolt: Dancza István, Sramkó Gábor, S.-Falusi Eszter, ifj. Papp László, Sándorné Kovács Judit, Schmidt Dávid.

A Nemzeti Szakértői és Kutató Központ Fizikai és Kémiai Szakértői Intézetében 2013-ban alakult meg az Ásvány-Kőzettani és Botanikai Laboratórium (2024 decemberétől Biológiai Osztály). A Laboratórium elsődleges feladata a nyomozó hatóságok, valamint a bíróságok munkájának segítése. A kirendelő hatóságok által vizsgálatra küldött bűnjelek lehetnek növények, növényi részletek, illetve gombák. A laboratóriumban vizsgálatra kerülő bűnjelek jellemzően kábítószerekkel kapcsolatos, valamint erőszakos (pl. öngyilkosság, lopás) bűncselekményekből származnak, esetenként természetkárosításhoz kötődnek. Az igazságügyi botanikai vizsgálat során a növényi anyagok, anyagmaradványok azonosítása, összehasonlító vizsgálata történik. A vizsgálatra kerülő növények, valamint növényi részletek lehetnek teljes növények, kábítószerültetvények, hajtásdarabok, termések, magok, virágok, pollenek, valamint feldolgozott növényi eredetű anyagok (pl. fűszerek, gyógynövények keverékei). A gomba eredetű bűnjelek esetében száraz vagy nedves állapotú termőtestek, szkleróciumok, gombatermesztő dobozok, spórák, spóralenyomatok azonosítása zajlik. A különböző bűnjelek eltérő vizsgálati módszerek alkalmazását igénylik, melyek kidolgozása, fejlesztése, újragondolása az igazságügyi botanikus mindennapi tevékenységéhez hozzátartozik. Az előadásban ezen vizsgálati módszerek kerültek bemutatásra a hozzájuk kapcsolódó bűnjeleken és esettanulmányokon keresztül.

5. BÁTORI Gábor, SZENTGYÖRGYI Péter, KOVÁCS Szilvia: Florisztikai változások a Putnoki-dombság flórájában. Hozzászolt: Tamás Júlia, Malatinszky Ákos, Sramkó Gábor, Dancza István, Schmidt Dávid.

A Putnoki-dombság földrajzi kistáj határai észak felől az Aggteleki-karszt és a Rudabányai-hegység, keletről az Alsó-Bódva-völgy és a Szendrői-rögvidék, nyugatról Szlovákia államhatára, délről pedig a Sajó-völgy választja el a Bükk hegységtől. Növényföldrajzilag az Északi-középhegységi flóraidék (Matricum) Tornai-karszt flórajárásába (Tornense) tartozik. A dombság legjelentősebb kisvízfolyása a Szuha-patak, melynek vízgyűjtő területe képezi kutatásaink központi részét. A vizsgálatok több mint 30 éve folynak, ami lehetőséget nyújt arra, hogy bizonyos változásokat felismerhessünk. Ezek közül olyanokat választottunk ki, amelyek rövid- és középtávon, természetvédelmi szempontból pozitív és negatív példákat jelentenek, illetve ismertetjük a legújabb florisztikai eredményeinket.

A 20. század elejétől fátlan felsőnyárádi Nagy-erdő dűlő a közelmúltig két jól elkülönülő területre oszlott, egy szántó- és egy legelőterületre. A legelő egy jó állapotú irtásrét, ahol az agárkosbornak (*Orchis morio*) erős populációja található, és nem ritka a kétlevelű sarkvirág (*Platanthera bifolia*) sem. A szántó 2007-ben még művelés alatt állt, amit kb. 2015-ig folytathattak, utána felhagyták, s a terület visszagyepesedett, ma pedig kaszálóként, illetve legelőként hasznosítják. Ezen a területen 2023-ban már ezres nagyságrendben találtuk az agárkosbort, vagyis a faj kolonizációja kb. 10 éven belül megtörténhetett, köszönhetően a közeli forráspopulációnak.

A felsőnyárádi Kelecsényi-úton-aluli-dűlőn 2009-ben került elő két virágzó töve a pompás kosbornak (*Orchis elegans*). A terület sokáig legelő, majd kb. az 1990-es évek első felében néhány évig szántóterület volt. A megtalálás óta eltelt évek alatt nyolc alkalommal vizsgáltuk a faj itteni populációját, 2014-ben 29, 2018-ban 43 virágzó tövet számláltunk, részleges felmérést végeztünk 2015-ben (1 tö) és 2019-ben (3 tö). 2021-ben, 2022-ben és 2024-ben nem találtuk, 2023-ban összesen 3 virágzó példány került elő. Bár a hazai orchideafajoknál gyakori a vegetatív dormancia jelensége, az utóbbi évek eredményei azt mutatják, hogy ez az állomány a közeljövőben eltűnhet, annak ellenére, hogy nem tapasztaltunk szembeötlő változást a terület kezelésében vagy a vízellátottságában.

A Putnoki-dombságból 2003-ban mutatták ki először a selyemkórót (*Asclepias syriaca*) Jákfalva és Zubogy területéről. Az új lelőhelyek száma azóta gyorsuló ütemben gyarapodik, 2019-ben 5, 2020-ban 8, 2021-ben 8, 2023-ban 9 és 2024-ben 11 dűlőről került elő, így saját adataink alapján 2009-től összesen 52 dűlőről ismerjük a fajt. Az utóbbi években arra figyeltünk föl, hogy az orvosi kecskeruta (*Galega officinalis*) egyes nedves réteken természetvédelmi gyomként viselkedik. Értékes gyomflóra alakult ki Kurityán település külterületén a Malom-mezőn. Egy 2022 júniusára felszántott gyepterület helyén létrejött parlagon 2023 júniusára nagy egyedszámban találtunk általában csak néhány fő által képviselt gyomfajokat, mint például *Ajuga chamaepitys*, *Thymelaea passerina*, *Nigella arvensis*. Bár nem végeztünk cönológiai felmérést, de a létrejött társulás három faj kivételével a domináns fajok tekintetében közel áll a *Stachyo annuae-Setarietum pumilae* asszociációhoz.

A florisztikai eredmények közül kiemelendők a Tornense flórajárásra (*Bolboschoenus laticarpus*, *Dipsacus* × *fallax*, *Filago vulgaris*, *Mespilus germanica*), valamint a Putnoki-dombságra újként előkerült taxonok (*Androsace elongata*, *Euphorbia exigua*, *Crepis pulchra*, *Diplotaxis muralis*, *Lathyrus palustris*, *Lonicera caprifolium*, *Valerianella dentata*). (Molnár Csaba tőlünk függetlenül szintén kimutatta a dombságból az *Androsace elongata*, az *Euphorbia exigua* és a *Valerianella dentata* fajokat, de mivel a publikáció csak 2024. december 3-án jelent meg a Kitaibelia 29(2) számában, az elhangzott előadásban értelemszerűen ezt nem tudtuk figyelembe venni.) Ezek mellett számos védett, ritka vagy adathiányos fajt sikerült kimutatni az adott dűlőre vagy KEF-kvadrátra újként, mint például a védett *Hesperis sylvestris*, *Lathyrus nissolia*, *Orchis tridentata*, *Scorzonera purpurea*; a ritka *Euphorbia falcata*, *Geranium divaricatum*, *Medicago minima*, *Melica picta*, *Ranunculus arvensis*, *Salsola kali*, *Sherardia arvensis*, *Silene dichotoma*; illetve a gyakori, de adathiányos *Arabis glabra*, *Holosteum umbellatum*, *Vicia pannonica* fajokat.

Az **Irodalomjegyzék** a szövegek közötti hivatkozásokat foglalja magába (sem többet, sem kevesebbet).

Az **Angol nyelvű összefoglaló** tartalmát tekintve a magyar nyelvű Összefoglalásnál írottak az irányadók.

Szemlék esetében az Összefoglalás, Bevezetés, Irodalomjegyzék és Angol nyelvű összefoglaló fejezetek elvártak, a tartalmi rész kifejtését a mondanivalónak megfelelően kell címmel ellátott fejezetekre tagolni. A cikk címe, a kulcsszavak, az összefoglaló, valamint az ábrák és a táblázatok aláírásai a szemléknél is kétfelvűek.

A **rövid közlemény** típusú kéziratok terjedelme jellemzően 6000 karakternél kevesebb lehet (helyközök nélkül, nem számítva a szerzők munkahely adatait és az irodalomjegyzéket), és legfeljebb két illusztrációt (ábrát vagy táblázatot) tartalmazhat. Előírt fejezetek az Összefoglalás, a Kulcsszavak, a közlemény tartalmi része (cím és alfejezetekre tagolás nélkül), a Köszönetnyilvánítás (ha van) és az Irodalomjegyzék. A közlemény tartalmi részének tömören ki kell térnie a célkitűzésekre, a módszerek rövid ismertetésére, az eredmények bemutatására és értelmezésére. A cikk címe, a kulcsszavak, az összefoglaló, valamint az ábrák és a táblázatok aláírásai a rövid közleményeknél is kétfelvűek.

Formai előírások

A számítógépes szövegszerkesztéssel készített kézirat terjedelme az ábrákkal, táblázatokkal és az irodalomjegyzékkel együtt nem haladhatja meg a 30 oldalt (Times New Roman, 12 pontos betű, 1,5-es sorköz, 2,5 cm-es margók). Az angol nyelvű összefoglaló terjedelme 30–50 sor. A szövegben a sorokat kérjük folyamatos számozással ellátni. Az egyes fejezetcímek fölött kettő, alattuk egy sorkihagyás legyen. A bekezdések első sora 1,25 cm-rel beljebb kezdődjék. Tabulátorjel vagy „helyköz” karakterek bekezdésként NEM használhatók. A tizedes számoknál tizedesvessző írandó. A kéziratban az idézett szerzőnevek kiskapitálissal, a fajnevek dőlt betűvel írandók. Másféle tipizálást NE alkalmazzanak. A nyelvhelyesség tekintetében a magyar helyesírás szabályai (12. kiadás, Akadémiai Kiadó, 2015), a szakmai kifejezések, idegen szavak helyesírását illetően a Magyar Nagylexikon (Akadémiai Kiadó/Magyar Nagylexikon Kiadó, 1993–2004) az irányadó. A magyar növényneveket Király G. (szerk.): Új magyar fűvészkönyv c. munkája (Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, 2009) szerint kell említeni. A mértékegységek az SI-rendszer szerint használandók.

A szöveg közben az irodalmi hivatkozások a következőképpen szerepeljenek: egy szerző esetén: (JÁVORKA 1964); két szerző esetén: (MÁTHÉ és PRÉCSÉNYI 1973); több szerző esetén: (ZÓLYOMI et al. 1967). Több szerző egy-egy munkájára történő hivatkozásnál a szerzőket vesszővel (UDVARDY 1998, CZIMBER 2006), egy szerző több munkáját a következő szerzőtől pontosvesszővel (SOÓ 1964, 1980; KOVÁCS és PRISZTER 1977) kell elkülöníteni. A felsorolást a szerzők legkorábbi idézett munkái szerint időrendben kérjük megadni (a név szerinti ábécésorrend csak azonos publikálási év esetén vendő figyelembe). Ha a szerzők egy mondat alanyaiként szerepelnek – ami csak akkor indokolt, ha a szerzők személye a fontos, és nem az általuk vizsgált jelenség vagy az általuk tett megállapítás – akkor a szerző(k) nevének említése után szerepeljen az évszám zárójelben: JUHÁSZ-NAGY (1986) szerint stb. A hivatkozásokban a társszerzők nevei közé kötőjelet NE illesszünk.

Az **Irodalomjegyzékben** szereplő hivatkozásokat szoros ábécésorrendben, azon belül időrendben kell feltüntetni. Az Irodalomjegyzék tételeinek formázásához az előírásainkat és mintákat a Botanikai Közlemények honlapján elérhető Szerzői útmutatóban találunk.

Ábrák, táblázatok, illusztrációk

Az ábrákon a feliratok Arial betűtípusban készíthetők el. A kép formátumú ábrákat 600 dpi felbontású képfájl (JPEG, TIF), a diagramokat EMF vagy PNG formájában is készítsék el, külön fájlokban, de ezeket csak a kézirat elfogadása esetén kérjük majd elküldeni a szerkesztőknek. Kérjük, hogy színes ábrákat, grafikonokat csak indokolt esetben használjanak, és azok jelkészletét lehetőleg úgy válasszák meg, hogy fekete-fehér nyomtatásban is jól értelmezhetőek legyenek. Az ábrák publikálásra alkalmas állapotban, kiváló minőségben készíthetők el. Méretük olyan legyen, hogy a tükörméretre (12,5 × 19,5 cm) történő kicsinyítéssel egyetlen részlet se vesszen el. Az ábrákon szereplő feliratok, beírások betűméretének megválasztásakor figyelembe kell venni a kényelmes olvashatóság szempontját. A kézirat szövegének belsejébe se az ábrákat, se a táblázatokat NE illesszék be, azok az Angol nyelvű összefoglaló utáni oldalakon helyezendők el. A kézirat szövegében a táblázat(ok)ra és az ábrá(k)ra számozásuk sorrendjében, legalább egy alkalommal, a megfelelő helyeken hivatkozni kell.

Az ábrák aláírásainál és a táblázatok beírásainál az oszlopok, sorok elnevezése után/alatt zárójelbe tett számmal jelezzék, hogy az adott szöveg, szó az angol nyelvű fordításban milyen számmal szerepel, pl. hajtáshossz (1). A számmal jelzett szövegrészek fordításait az adott ábra vagy táblázat angol nyelvű címe alatt, új sorban, a számokat előírva – (1) shoot length – kell felsorolni. Ebben a tekintetben (és minden további, itt nem részletezett kérdésben) a Botanikai Közlemények legutóbbi kötetei nyújtanak támpontot.

A szerkesztőség csak a fentieknek megfelelően elkészített kéziratot fogad el és bocsát lektorálásra. A szerkesztőség a kézirat szövegének angol nyelvre fordítását, az ábrák és/vagy táblázatok elkészítését, az előírásoknak megfelelővé alakítását NEM végzi el.

A kéziratok elbírálását anonim lektorok végzik. Elfogadásukról a szerkesztők döntenek. A lektorok javaslatai alapján a kéziratok módosítását, véglegesítését a szerzők végzik. A szerzők feladata a korrektúrázás is, és ők felelnek kéziratuk tartalmáért. A közlemény megjelenésekor az elfogadás időpontja feltüntetésre kerül.

TARTALOMJEGYZÉK

VAS I.: A Tolnai-hegyhát két Natura 2000 erdőterületének összehasonlító növényföldrajzi vizsgálata	1
HORVÁTHNÉ DANI B. R., SKRIBANEK A.: Háztartási szintetikus mosószeres és a környezetkímélő mosószappan hatása a búza csírázására, növekedésére és fiziológiai tulajdonságaira [elektronikus melléklettel]	19
VARGA K., CSÍZI I., BOJTÉ CS., KOVÁCS GY., HALÁSZ A., NAGY D., KISS CS.: Természetközeli sziki legelő diverzitásának és fajösszetételének változása különböző gyephasznosítási módok esetén [elektronikus melléklettel]	41
LÓCSI M., NÉMETH A. G. L., PINKE GY.: A szösös, a pannon és a takarmány bükköny (<i>Vicia villosa</i> , <i>V. pannonica</i> , <i>V. sativa</i>), valamint a bíbor- és az alexandriai here (<i>Trifolium incarnatum</i> , <i>T. alexandrinum</i>) termesztésbe vonásának története Magyarországon.....	61
CSIKY J., SIPOS A.: Terricolous and saxicolous occurrence of <i>Anacamptodon splachnoides</i> (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) in Hungary (Talaj- és sziklalakó <i>Anacamptodon splachnoides</i> (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) előfordulás Magyarországon)	87
Növényntani szakülések (S.-FALUSI E., TAMÁS J.)	97

CONTENTS

VAS I.: Phytogeographical comparison of forest associations in two Natura 2000 sites in the Tolnai-hegyhát, Hungary	1
HORVÁTHNÉ DANI B. R., SKRIBANEK A.: Effects of household synthetic detergents and environmentally friendly laundry soap on germination, growth and physiological properties of wheat [with electronic supplement]	19
VARGA K., CSÍZI I., BOJTÉ CS., KOVÁCS GY., HALÁSZ A., NAGY D., KISS CS.: Changes in the diversity and species composition of a seminatural saline pasture under different grassland management regimes [with electronic supplement]	41
LÓCSI M., NÉMETH A. G. L., PINKE GY.: Bringing <i>Vicia villosa</i> , <i>V. pannonica</i> , <i>V. sativa</i> , <i>Trifolium incarnatum</i> and <i>T. alexandrinum</i> into cultivation in Hungary: a historical review	61
CSIKY J., SIPOS A.: Terricolous and saxicolous occurrence of <i>Anacamptodon splachnoides</i> (Froel. ex Brid.) Brid. (Amblystegiaceae) in Hungary	87
Activity of the Botanical Section of the Hungarian Biological Society (S.-FALUSI E., TAMÁS J.) ..	97