



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

**Gyepek természetességének funkcionális ökológiai indikátorai
száraz gyepekben és parlagokon**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

ZIMMERMANN ZITA

Gödöllő

2023

A doktori iskola

megnevezése: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Környezettudományi Doktori Iskola

tudományága: környezettudomány

vezetője: Csákiné Dr. Michéli Erika
egyetemi tanár
MATE, Környezettudományi Intézet
Talajtani Tanszék

Témavezetők: Prof. Penksza Károly
egyetemi tanár
MATE, Növénytermesztés-tudományok Intézet,
Növényteni Tanszék

Dr. Bartha Sándor
tudományos tanácsadó
Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

1. A munka előzményei, célkitűzések

A biológiai sokféleség és az ökológiai rendszerek működésének a kapcsolata az ökológia egyik legizgalmasabb kérdése. Kísérletekben kimutatták, hogy a biológiai sokféleség növekedésével az ökológiai rendszerek működése hatékonyabb és stabilabb lesz (Naeem és Li 1997, Hooper et al. 2005). A diverzitás a közösségi mintázat egy állapotjellemzője (Juhász-Nagy 1980, 1986), amelynek változása az adott ökológiai rendszerben zajló folyamatok és funkciók megváltozásával jár együtt (Tilman 1999). Az ökológiai rendszerek diverzitásának folyamatos csökkenése mára globális jelenséggé vált, egyre több vizsgálatok számol be az ökológiai rendszerek funkcionális zavarairól, valamely ökológiai szolgáltatás sérüléseiről (Daily 1997, Worm et al. 2006, Cardinale et al. 2012). A diverzitáscsökkenés funkcionális következményeinek a kutatása az elmúlt évek legforrongóbb és leggyorsabban fejlődő területe (Loreau et al. 2001). Kutatásomban ennek a kérdéskörnek egy speciális problémájával, az ökológiai rendszerek megbízhatóságával foglalkozom.

A talajlégzés a globális szénkörforgás fontos eleme, egyes források szerint a legnagyobb (Lu et al. 2021), mások szerint a második legnagyobb fluxusa (Luo és Zhou 2010). Nagyságának köszönhetően a globális talajlégzés kismértékű megváltozása is jelentősen befolyásolhatja az légköri széndioxid koncentrációt (Zhou et al. 2014), így a globális klímaváltozással összefüggésben is fontos kutatási kérdés a talajlégzés vizsgálata. Jelen dolgozatban a fenti két témakört kapcsolom össze, azt vizsgálva, hogy a vegetáció szerkezete és diverzitása hogyan hat a talajlégzésre és annak variációjára.

Az ökológiai rendszerek (jelen esetben különböző típusú gyepek) működését jellemző, funkcionális tulajdonságok térbeli mintázatait vizsgáltam különböző természetes és természetközeli száraz gyepekben és parlagokon a társulások diverzitásával és szerkezeti jellemzőivel együtt. A működést jellemző szokásos változókon (pl. zöld növényi tömeg vagy NDVI) kívül a talajlégzést is mértem. A talajlégzés egy rendkívül változékony funkcionális jellemző, ezáltal különlegesen érzékeny indikációra ad lehetőséget. Ezeknek a jellemzőknek a térbeli és időbeli változékonysága, változatossága jelzi a rendszer megbízhatóságát. Dolgozatomban részletesen a térbeli variációt vizsgálom, azonban a vegetációkutatásban hagyományosan alkalmazott gyakorlat szerint a térbeli variációból lehet következtetni időbeli variációra, ezáltal a stabilitásra.

Az ökofiziológiai mérések kivitelezésére Fóti Szilvia dolgozott ki egy mintavételi módszertant (Fóti 2008), melynek segítségével nagyszámú mintavételi egységgel gyűjthetünk adatok a talajlégzés térbeli mintázatainak vizsgálata érdekében. A vegetáció szerkezetének az ökofiziológiai mérésekhez léptékéhez illeszkedő vizsgálatára mikrocönológiai módszereket alkalmazunk, amelyek lehetővé teszik a növényzet szerveződési mintázatainak és komplexitásának vizsgálatát. Dolgozatomban a két módszer összekapcsolására teszek kísérletet.

Célom, hogy az eredmények alapján jellemezzem az egyes gyepek állapotát, szervezettségét és funkcionális természetességét. A cönológiai jellemzők alapján definiált természetesség eltérhet a funkcionális szempontú természetességtől: elképzelhető, hogy egy társulás a növényzet állapot alapján természetesnek

tekinthető, azonban funkcionális szempontból már kevésbé működik jól. A természetes állományok hosszú evolúciós történetük során úgy tudtak fennmaradni, hogy folyamatosan alkalmazkodtak a változó környezeti viszonyokhoz. Ezért feltételezzük, hogy a hosszú távú alkalmazkodás során a felhalmozódott evolúciós tapasztalat lehetővé teszi, hogy stabilan fennmaradjon a társulás fajkészlete és a működése. Ebből következően egy társulás funkcionális szempontból akkor tekinthető természetesnek, ha működése megbízható és hosszú távon stabil, és az állapotjelző paraméterei kismértékű variációt mutatnak. A változatosságot információelméleti eszközökkel írom le. Hipotézisem szerint a legnagyobb megbízhatóság a térben jól szervezett és finom térléptékben nagy szerkezeti komplexitást mutató társulásokban várható.

Vizsgálatom fő kérdései a következők voltak:

1. Hogyan alakul a talajlégzés variabilitásának tér- és időbeli dinamikája különböző élőhelytípusokban?
2. Klasszikus cönológiai módszerekkel vizsgálható-e az összefüggés a gyepek fajkompozíciója és működése (a talajlégzés variációja) között?
3. Hogyan kapcsolhatók össze a szerkezetet és a működést vizsgáló módszerek?
4. Van-e összefüggés a finomléptékű szerkezeti komplexitás és a funkcionális indikátorként használt talajlégzés variabilitása között?

2. Anyag és módszer

Vizsgált területek

Vizsgálataimat 2014 és 2018 között az ország különböző pontjain, összesen 12 mintaterületen (Battonya, Bugac, Esztergom, Fülöpháza, Gönyű, Kunpeszér, Magyarszombatfa, Mórahalom, Nagyrákos, Szalafő, Tece, Tiszaalpár) végeztem, lefedve ezzel több vegetációtípust (homokpusztagyepek, homoki sztyepprétek, löszgyepek, mocsárrétek), annak érdekében, hogy az eredmények minél inkább általánosíthatók legyenek (az egyes mintaterületek éghajlati- és talajviszonyait az 1. táblázatban foglaltam össze).

A méréseket gyepekben végeztem, emellett Battonya, Fülöpháza, Kunpeszér, Mórahalom és Tiszaalpár mintaterületeken parlagokon is készültek felvételek és mérések. Összesen 190 db transzszekt került felvételezésre, ebből 144 db készült gyepekben, 42 db parlagokon, ezen felül Battonyán 1 db transzszektet vettem fel és mértem szántón, illetve 3 db-ot vetett gyepon. A méréseket kiterjesztettem a teljes vegetációs periódusra (márciustól novemberig), hogy képet kapjak a talajlégzés éven belüli változásairól. A mérések 2014-2019 között folytak, így az évek közötti variációt is vizsgálni lehet.

Mikrocönológiai mintavétel

A mintavételezés 15 m hosszú, 4,77 m átmérőjű cirkuláris transzszektek mentén történt. A megfelelő reprezentálhatóság érdekében minden egyes mintaterületeken egy lehetőség szerint leginkább homogén foltba helyeztük le a transzszektet, hogy a vegetáció heterogenitása ne okozzon felesleges variációt.

A transzszektekben két léptékben kerültek felvételezésre az ott gyökerező edényes növényfajok, valamint feljegyzésre került a mohák és zuzmók, valamint az avar jelenléte is, utóbbi abban az esetben, ha a borítása az adott mikrokvadrátban meghaladta az 50%-ot. Az egyik térlépték az 5x5 cm-es mikrokvadatok léptéke volt (300 db mikrokvadrát), a másik pedig a 10x10-es (150 db mikrokvadrát). Utóbbihoz két szomszédos mikrokvadrátot együtt vizsgáltunk (5x10 cm), majd ezt kiegészítettük 10x10 cm-re és az eredeti két mikrokvadrátban talált fajoktól eltérő, új fajokat jegyeztük fel.

Ökofiziológiai mérések

Az ökofiziológiai méréseket a Fóti Szilvia által kidolgozott módszertan segítségével végeztem (Fóti 2008), amelynek segítségével transzszektek mentén, nagy ismétlésszámú mintavétellel gyűjthetünk adatokat a talajlégzés térbeli mintázatainak vizsgálata érdekében.

A talajlégzés és a kiegészítő paraméterek (SWC, Ts) mérését 75 pozícióban végeztük a cirkuláris transzszekt mentén. A cirkuláris transzszekt használatával azonos mintaelemszámot állíthassuk elő a mintavétel egyes térsorozati lépéseire, illetve nagyobb mintaelemszám mellett is a vizsgált állományfoltban tudunk maradni (Fóti 2008). A transzszekt kezdőpontja adta az első pozíciót, ettől számítva 20 cm-enként helyezkedtek el a mérési pontok. Ez az elrendezés lehetővé teszi nagyszámú mérés elvégzését a térbeli variáció vizsgálata érdekében, a lehető leghatékonyabb és legkevesebb zavarással járó módon (Fóti et al. 2016). A mérést igyekeztünk kb. 1,5 óra alatt elvégezni, elkerülve a hőmérséklet nagymértékű változását és egy esetleges csapadékesemény hatásait.

A mikrocönológiai felvételezés elvégzése után minden pozícióban egy 15 cm átmérőjű körben levágtuk a föld feletti biomasszát. A levágott biomasszát 80 °C-on 48 órán keresztül szárítószekrényben szárítottuk, majd századgrammnyi pontossággal mértük le a tömegét.

A vágás után 1,5 órával kezdtük meg a mérést, annak érdekében, hogy eltűnjön a direkt zavarás hatása. A talajlégzés méréséhez zárt kamrás műszert használtunk (EGM4, PPSsystems, Amesbury, USA). A mérés során nem alkalmaztunk gyűrűt, a talaj és a vegetáció zavarásának minimalizálása érdekében (Davidson et al. 2002), és állandó mintavételi helyeket sem alakítottunk ki, hasonló okokból. A talaj hőmérsékletét 0-10 cm-es mélységben mértük. A talajnedvesség mérését FieldScout TDR300 műszer segítségével (Spectrum Technologies, IL-USA) végeztük, 7,6 cm-es szenzor használatával.

Adatelemzés

Az adatok elemzését R statisztikai programcsomag segítségével végeztem (R Core Team 2020).

A DOY (day of the year) kiszámításához a „lubridate” programcsomagot használtam (Grolemund és Wickham 2011).

A transzszektek cönológiai elemzéséhez a Borhidi-féle szociális magatartás-típusokat (SBT) használtam fel (Borhidi 1995). Annak érdekében, hogy az egyes cönológiai

felvételek, illetve a lineák egymással összehasonlíthatóak legyenek, az egyes felvételek összborítását 100%-ra számoltam át, ennek érdekében a felvételben lévő fajok borítását megszoroztam 100-zal és elosztottam a kvadrát összborításával. Így a fajok között mért dominanciaviszonyok változatlanok maradtak. A fajok borításából átlagot számoltam a 75 kiskörből és hozzárendeltem az átlaghoz az SBT értékeket, majd összegeztem az adott SBT kategóriához tartozó átlagolt borításokat.

A florális diverzitás elemzését a Juhász-Nagy Pál-féle modellek alkalmazására kifejlesztett programcsomag, a „comspat” használatával végeztem (Tsakalos et al. 2022). A florális diverzitás értékek kiszámítása növekvő kvadrátméretek mellett történt, több mikrokvadrát összevonásával, az alábbi 16 lépésben: 1,2,3,4,5,6,8,12,20,26,34,70,140 és 299 mikrokvadrát. A florális diverzitás kiszámításához optimális fajszám megállapítása érdekében több frekvencia-küszöbérték mellett vizsgáltam a diverzitás értékeit: az összes fajjal; az 1%-nál nagyobb frekvenciával rendelkező fajokkal (a 300 db mikrokvadrát 1%-a 3 db, így a 3 és az ennél nagyobb frekvenciával rendelkező fajokkal számoltam); a 2%-nál nagyobb (≥ 6 db előfordulás) frekvenciával rendelkező fajokkal; a 3%-nál nagyobb frekvenciával (≥ 9 db előfordulás) rendelkező fajokkal; valamint az 5% nál nagyobb frekvenciával (≥ 15 db előfordulás) rendelkező fajokkal. Az ezen fajok által alkotott fajkombinációkból került kiszámításra a florális diverzitás.

A különböző fajszámokkal számolt florális diverzitás és a talajlégzés cv%-ának összefüggését lineáris regresszió segítségével vizsgáltam az alábbi térléptékekben: 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, 40 cm és 50 cm. Az illeszkedés jóságának meghatározását az R^2 értékek összehasonlításával végeztem.

3. Eredmények és megbeszélésük

A különböző társulástípusokban felvett transzszekteket a Borhidi-féle szociális magatartás-típusok szerint elemeztem, minden transzszektre meghatározva a legjellemzőbb kategóriákat, amelyeknek mennyiségéből következtetni lehet a gyepterület állapotára, zavartaságára, természetességére, amely tényezők kihatnak az ökofiziológiai paraméterek mintázatára is.

Minden transzszektre kiszámoltam a florális diverzitás (FD) értékét és a maximumléptéket, amely paraméterek alapján képet kaphatunk a gyepterület zajló finomléptékű vegetációdinamikai folyamatokról, a gyepek állapotáról.

A mikrocönológiai mintavétel esetében általában 52 m transzszektek használatosak, azonban ebben a vizsgálatban rövidebb lineákat kell alkalmazni annak érdekében,

hogy együtt tudjuk vizsgálni a szerkezetet és a talajlégzés mintázatát. Ennek érdekében a transzszekt méretét redukálni kellett 15 m-re. Felmerült azonban a kérdés, hogy az állományok megfelelő értékeléséhez elegendő ez a méret. Ennek vizsgálatára korábban felvett 52 m-es lineákból kivágtam 3 db 15 m-es darabot (2m 30cm-es közőket hagyva a lineák között), és az így kapott rövidebb lineákból számolt FD értékek relációt hasonlítottam össze az 52 m-es lineából számolt értékekkel. Különböző gyeptípusokban adatokat összevetve megállapítottam, hogy a rövidebb transzszektékből származó adatok is jól reprezentálják mind az állományok közötti, mind pedig az állományon belüli diverzitás-mintázatokat.

Megvizsgáltam a maximumléptékek alakulását is az egyes gyeptípusokban. A magasabb diverzitású, fajgazdagabb gyepekkel jellemezhető mintaterületeken (Battonya, Bugac, Kunpeszér, Mórahalom, Őrség, Tiszaalpár) a maximumértékek kis léptékeknél jelentkeznek, a leggyakoribb lépték a 10 cm és a 20 cm volt. A kevésbé szervezett, nyílt gyepekben (Fülöpháza, Gönyű, Tece) a maximumlépték eltolódik a nagyobb értékek felé (25 cm és annál nagyobb léptékek).

A talajlégzés térbeli variációját a variációs koefficiens (cv%) segítségével vizsgáltam az egyes mintaterületeken és élőhelytípusokban. A homokpusztagyeppek esetében a variáció viszonylag nagynak bizonyult, és a gyepek esetében megfigyelhető egy csökkenő tendencia a talajlégzés átlagértékének növekedésével: minél nagyobb a talajlégzés értéke, annál kisebb a variáció. A löszgyeppek esetében a battonyai területen a gyepek (két kivételtől eltekintve) viszonylag magas talajlégzés értékekkel és relatíve alacsony variációval jellemezhetők, azonban nem fedezhető fel egyértelmű trend a két változó között. A tiszalparti lineák esetében a gyepekben nincs kifejezett trend, a variáció egyenletesen alacsony. A parlagok esetén azonban látszik egy csökkenő trend, a talajlégzés értékének növekedésével csökken a variáció.

Két mintaterületen is megvizsgáltam azt a kérdést is, hogy a térben kialakult talajlégzés mintázat mennyire állandó időben. Általánosságban elmondható, hogy az idő előrehaladtával a talajlégzés-csúcsok értéke fokozatosan csökken, de a términtázat elég jól megmaradt a több nap elteltével is.

Vizsgálatom legfontosabb eredménye a cönológiai és ökofiziológiai mintázatok összekapcsolása. A 8 db térléptéknél vizsgált diverzitásértékekre illesztett regressziós modellek eredményei alapján a legjobb illeszkedést az 1%-os frekvenciaküszöbnél vett fajszámmal számolt diverzitásértékekkel kaptam.

A lépték tekintetében az illeszkedés folyamatosan javuló értékeket mutatott a lépték növekedésével. Ugyan a legjobb illeszkedést az 50 cm-es lépték adta, azonban az ökofiziológiai mérések 20 cm-es léptékben történtek, így a két mintázat összekapcsolása szempontjából ez tűnik a legmegfelelőbb választásnak. Ezt támasztja alá a florális diverzitás maximumléptékeit vizsgáló analízis eredmény is: a gyepek esetében a florális diverzitás értékének maximuma legtöbbször a 20 cm-es léptékben jelentkezett.

Ennek eredményeképpen, ha együtt vizsgáljuk a talajlégzés variációját a florális diverzitás értékeivel, látható, hogy szignifikáns összefüggés mutatkozik a két változó között. A florális diverzitás értékének növekedésével a talajlégzés variációja csökken, vagyis minél komplexebb szerkezetű és fajgazdagabb egy társulás, annál

kevésbé variál a működést reprezentáló változó, tehát annál megbízhatóbbnak tekinthető a társulás működése.

4. Következtetések és javaslatok

A vegetáció finomléptékű szerkezetének vizsgálatára alkalmazott, egymással érintkező mikrokvadrátókból álló transzszekteken alapuló mintavételi módszer korábbi vizsgálatokban is alkalmasnak bizonyult jól értékelhető vegetációs adatok gyűjtésére (Koncz et al. 2020, Bartha et al. 2022), és utólagos számítógépes mintavétellel, valamint a kapcsolódó információelméleti modellek (Juhász-Nagy és Podani, 1983; Juhász-Nagy, 1993) használatával lehetőség nyílik különböző léptékű és felbontású minták és reprezentatív adatok gyűjtésére az állományok belső fajkompozíciós variabilitásáról (Virágh et al. 2008). Eredményeim alapján ez nem csak hosszú (26-52 m) transzszektek, hanem rövidebb, akár 15 m-es lineák segítségével is megvalósítható.

Megvizsgáltam a maximumléptékek alakulását is az egyes gyeptípusokban. A magasabb diverzitású, fajgazdagabb gyepekkel jellemezhető mintaterületeken (Battonya, Bugac, Kunpeszér, Mórahalom, Őrség, Tiszaalpár) a maximumértékek kis léptékeknél jelentkeznek, a leggyakoribb lépték a 10 cm és a 20 cm volt. A kevésbé szervezett, nyílt gyepekben (Fülöpháza, Gönyű, Tece) a maximumlépték eltolódik a nagyobb értékek felé (25 cm és annál nagyobb léptékek). A kisebb FD-hez tartozó nagyobb térszála durvább léptékű foltosságot, nagyobb heterogenitást jelent a vegetáció szempontjából. Amikor ehhez nagyobb R_s CV% tartozik, az megnövekedett funkcionális heterogenitást jelent, amely jellemző a felnyíló, degradálódó, kevésbé szervezett állományokra.

A talajlégzés térbeli variációját a variációs koefficiens (CV%) segítségével vizsgáltam az egyes mintaterületeken és élőhelytípusokban. A homokpusztagyeppek esetében a variáció viszonylag nagynak bizonyult, és a gyepek esetében megfigyelhető egy csökkenő tendencia a talajlégzés átlagértékének növekedésével: minél nagyobb a talajlégzés értéke, annál kisebb a variáció. A löszgyeppek esetében a battonyai területen a gyepek (két kivételtől eltekintve) viszonylag magas talajlégzés értékekkel és relatíve alacsony variációval jellemezhetők, ugyanakkor nem fedezhető fel egyértelmű összefüggés a két változó között. A parlagok esetén van összefüggés, a talajlégzés értékének növekedésével csökken a variáció. Ez összhangban áll Fóti et al. (2016) Bugacon végzett vizsgálatának eredményeivel, amely magas talajlégzést és alacsonyabb a variációt mutatott ki. Jelen dolgozatban több társulásban és több mintaterületen is megvizsgáltam ezt a kérdést és eredményeim alapján kijelenthető, hogy a talajlégzés térbeli variációja alkalmas indikátor a gyeptársulások sokféle típusában. Bármennyire változékonny, érzékeny is az R_s variabilitása, a sokféle típusú, nagyon különböző társulást a működési optimumában hasonlítottuk össze, amikor várhatóan a rájuk jellemző CV% a legalacsonyabb volt. Mivel mindegyik a minimum CV%-át mutatta, ezáltal a nagyon különböző társulások variabilitása (ill. megbízhatósága) összehasonlíthatóvá vált.

A klasszikus cönológiai módszerek (SBT értékek) segítségével sikerült szignifikáns összefüggést kimutatni az egyes jellemző csoportok (ruderalis kompetitorok és

kompetítorok) és a talajlégzés variációja között. A CV% a ruderalis kompetítorok mennyiségének növekedésével nőtt, a kompetítorok arányának emelkedésével viszont csökkent.

A talajlégzés és a gyepek finomléptékű szerkezete közötti összefüggés vizsgálata újszerű, még kevésbé kutatott téma. A cönoszisztematikai szempontból társulásalkotónak tekinthető fajok tömegességükön, árnyalásukon, illetve avarképzésükön keresztül befolyásolják a gyepekben kialakuló mikroélőhelyek mikroklimatikus viszonyait, így a további fajok csírázásának segítségével vagy gátlásával befolyásolják a gyeper növényzetének diverzitását, térbeli struktúráit. Ezen folyamatokon keresztül potenciálisan hatással lehetnek az állomány ökofiziológiai jellemzőire, a teljes gyepi ökoszisztéma működésére és stabilitására. A domináns fajok hatása kimutatható a gázcsereben is (Wohlfahrt et al. 2001). Fóti (2008) is kimutatta, hogy a domináns növényfajok által kialakított társulásszerkezet felel az állományfoltok szabályozott gázcséréjéért. Jelen vizsgálatban az 1%-nál nagyobb frekvenciájú fajok által kialakított fajkombinációk és ezek diverzitása összefüggést mutat a talajlégzés térbeli variációjával.

A térbeli mintázatok tehát eredményeim alapján felhasználhatók indikációra, az egyes állományok értékelésére. Ahhoz azonban, hogy még pontosabban tudjuk jellemezni az ökoszisztémák működésének jellemző mintázatait, nem csak térben, hanem időben is szükséges vizsgálni a megfelelő változókat. Abból a feltevésből indulunk ki, hogy térbeli mintázatból tudunk következtetni az időbelire. Ezt Virágh et al. (2008) kimutatta a vegetáció szerkezeti adatai esetében. Az ökofiziológiai adatokra vonatkozóan ez még csak feltevés, amit a jövőben téridő mérésekkel tesztelni kell. Ehhez az első lépést jelentik azok az eredmények, amelyeket dolgozatomban bemutatam.

5. Új tudományos eredmények

1. A dolgozat alapját képező terepi mintavételek során a talajlégzés térbeli mintázatait vizsgáltam 12 helyszínen, 5 vegetációtípusban, összesen 190 ökofiziológiai transzszektfelvételével (Fóti 2008 módszere alapján). Az alkalmazott mintavételi módszer újszerűségéből és speciális szenzorigényéből kifolyólag ezidáig viszonylag korlátozott számban és élőhelytípusban történtek mintavételek. A munkaigényes terepi mintavétel következtében az elkészült ökofiziológiai transzszektek adatsorai kiemelten értékes adatsornak számítanak, ezek felhasználásával jobban megismerhetővé válnak a finom térléptékben mért ökofiziológiai paraméterekben tetten érhető mintázatok, a mintázatok átlagos jellemzői, valamint az ezektől eltérő esetek. A 15 m hosszúságú transzszektfelvétel végzett 75 talajlégzés mérés a talajlégzés értékét befolyásoló egyéb ökofiziológiai paraméterek változásának napszakos ritmusa miatt a maximálisan kivitelezhető ismétlésszám közelében van. A 75 mérésből származó adatok kiértékelésével lehetőség nyílik az állományok belső variabilitásának vizsgálatára, a talajból kiáramló szén-dioxid fluxusok variabilitásának elemzésére. 74 db transzszektfelvétel esetén mikrocönológiai mintavétel is készült, a társulások szerkezetének és szünfiziológiai folyamatainak együttes vizsgálata céljából.

2. Megvizsgáltam, hogy csökkenthető-e a korábban alkalmazott 52 m-es standard mikrocönológiai mintavételi transzszektek a hossza. Kontrasztosan különböző gyeptípusok és hosszú távú monitorozási adatsorok segítségével megállapítottam, hogy a 15 m hosszú transzszektek is jól alkalmazhatók a mikrocönológiai diverzitásmintázatok detektálására. Ezáltal lehetővé vált, hogy a korábban kialakított 15m hosszú kör alakú transzszekteken alapuló ökofiziológiai mintavételi elrendezést kombináljam a mikrocönológiai mintavétellel.

3. Nagy számú felvétel (74 kiskör) segítségével összehangoltam és optimalizáltam a mikrocönológiai elemzések paramétereit az ökofiziológiai vizsgálatokkal. Megállapítottam, hogy az 1%-nál ritkább fajok elhagyása után finom térleptékben (20 cm körül) illeszthetők legjobban a talajlégzés CV% és a florális diverzitás becslései.

4. Klasszikus cönológiai módszerekkel, az egyes fajok borítási értékeit felhasználva a Borhidi-féle szociális magatartás-típusok szerint elemeztem a vegetáció összetételét. Ezzel a megközelítéssel képet kaphattam az egyes transzszektek által reprezentált állományfoltok cönológiai viszonyairól, degradáltságának és az állományok zavartságának mértékéről. A hagyományos, leíró jellegű megközelítésen túl az állományok természetességét legjobban reprezentáló kategóriák (kompetítorok és ruderalis kompetítorok) transzszektenkénti átlagos borítási értékeit összevettem a társulás működését jellemző talajlégzés variabilitásával. Nagy értékkülönbségek fennállása esetén (jól szervezett ösgyep és a hozzá kapcsolódó, azonos termőhelyen levő, szukcesszió korai fázisát reprezentáló parlag) mutatott szignifikáns összefüggést a két változó, azonban az összes területet együtt vizsgálva csak gyenge lineáris összefüggés mutatkozott a változók között.

5. A különböző térleptékekben vizsgált florális diverzitás értékek és a talajlégzés variációjának együttes vizsgálatával szignifikáns összefüggést sikerült kimutatnom a két változó között: a szerkezetet reprezentáló florális diverzitás értékének növekedésével a talajlégzés értékének variációja csökken, azaz minél magasabb egy adott állomány szerkezeti komplexitása, annál stabilabb, kisebb variációval jellemezhető a működése.

6. Tudományos publikációk listája

Tudományos folyóiratokban megjelent (közlésre elfogadott), lektorált, teljes szövegű tudományos közlemény

Idegen nyelvű, impakt faktoros folyóiratban (WEB OF SCIENCE szerint):

1. Zita Zimmermann, Gábor Szabó, András István Csathó, Judit Sallainé Kapocsi, Szilárd Szentés, Melinda Juhász, Judit Házi, Cecília Komoly, Klára Virágh,

Zsuzsanna Harkányiné Székely, Zsuzsanna Sutyinszki, Sándor Bartha: The impact of the lesser blind mole rat [*Nannospalax* (superspecies *leucodon*)] on the species composition and diversity of a loess steppe in Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research*, 12(2):591-602. (IF=0.456)

2. Bartha, S., Szabó, G., Csete, S., Purger, D., Házi, J., Csathó, A. I., Campetella Giandiego, Canullo Roberto, Chelli Stefano, Tsakalos James Lee, Ónodi Gábor, Kröel-Dulay György & Zimmermann, Z. (2022). High-Resolution Transect Sampling and Multiple Scale Diversity Analyses for Evaluating Grassland Resilience to Climatic Extremes. *Land*, 11(3), 378. (IF=3.905)

3. Szilvia Fóti, János Balogh, Marianna Papp, Péter Koncz, Dóra Hidy, Zsolt Csintalan, Péter Kertész, Sándor Bartha, Zita Zimmermann, Marianna Biró, László Horváth, Erik Molnár, Albert Szaniszló, Krisztina Kristóf, Györgyi Kampfl, Zoltán Nagy: Temporal variability of CO₂ and N₂O flux spatial patterns at a mowed and a grazed grassland. *Ecosystems*, <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0138-8>. IF (2016/2017): 4.198 (D1)

4. Szilvia Fóti, János Balogh, Michael Herbst, Marianna Papp, Péter Koncz, Sándor Bartha, Zita Zimmermann, Cecília Komoly, Gábor Szabó, Katalin Margóczy, Manuel Acosta, Zoltán Nagy: Meta-analysis of field scale spatial variability of grassland soil CO₂ efflux: interaction of biotic and abiotic drivers. *Catena* 143:78-89. IF(2015): 2.612 (Q1)

5. Backhaus, L., Albert, G., Cuchietti, A., Jaimes Nino, L. M., Fahs, N., Lisner, A., Kolář Vojtěch, Kermavnar Janez, Widmer Stefan, Zimmermann Zita, Rofrics Nora, de Bello Francesco, Lepš Jan & García Medina, N. (2021). Shift from trait convergence to divergence along old-field succession. *Journal of Vegetation Science*, 32(2), e12986. (IF=3.389)

6. Terziyska, Tsvetelina S.; Tsakalos, James L.; Bartha, Sándor; Apostolova, Iva; Sopotlieva, Desislava; Zimmermann, Zita; Szabó, Gábor; Wellstein, Camilla: Species and functional differences between subalpine grasslands with and without dwarf shrub encroachment. *PLANT BIOSYSTEMS: AN INTERNATIONAL JOURNAL DEALING WITH ALL ASPECTS OF PLANT BIOLOGY: OFFICIAL JOURNAL OF THE SOCIETA BOTANICA ITALIANA IN PRESS* Paper: & , 11 p. (2020) (IF=2.838)

7. Behlül Güler, Anke Jentsch, Iva Apostolova, Sándor Bartha, Juliette M.G. Bloor, Giandiego Campetella, Roberto Canullo, Judit Házi, Jürgen Kreyling, Julien Pottier, Gábor Szabó, Tsvetelina Terziyska, Emin Ugurlu, Camilla Wellstein, Zita Zimmermann, Jürgen Dengler: How plot shape and spatial arrangement affect plant species richness counts: implications for sampling design and rarefaction analyses. *Journal of Vegetation Science*, 27(4):692–703. IF(2015): 3.151 (Q1)

8. Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Andrea Catorci, Péter Csontos, Barnabás Wichmann, Szilárd Szentes, Attila Barczy, Károly Penksza (2017): Comparative study on grasslands dominated by *Festuca vaginata* and *F. pseudovaginata* in the Carpathian Basin. *Tuexenia* 37: pp. 415-429. IF(2016/2017): 1.325 (Q3)
9. Zachar, Z., Pápay, G., Csontos, P., Szabó, G., Zimmermann, Z., Saláta, D., Szentes Sz., Pajor F., Fuchs M., & Penksza, K. (2022). The Effects of Different Management Methods on Restored Grasslands in Potential Temperate Forest Zones. *Diversity*, 14(7), 551.
10. Pápay Gergely, Kiss Orsolya, Fehér Ádám, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Hufnágel Levente, S.-Falusi Eszter, Járdi Ildikó, Saláta Dénes, Szemethy László, Penksza Károly, Katona Krisztián: Impact of shrub cover and wild ungulate browsing on the vegetation of restored mountain hay meadows. *Tuexenia* : 40 pp. 445-457., 13 p. (2020)
11. Zoltán Bajor, Zita Zimmermann, Gábor Szabó, Zsófia Fehér, Ildikó Járdi, Rita Lampert, Viktor Kerényi-Nagy, Péter Penksza, Zsuzsanna L. Szabó, Zsuzsanna Székely, Barnabás Wichmann, Károly Penksza: Effect of conservation management practices on sand grassland vegetation in Budapest, Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research* 14(3):233-247. IF(2015): 0.500

Idegen nyelvű, nem impakt faktoros folyóiratban

1. Čarni, A., Zimmermann, Z., Juvan, N., Paušič, A., Szabó, G., & Bartha, S. (2020). An example of fast old field succession in a traditionally managed rural landscape on the Slovenian Karst. *Hacquetia*.
2. Szegleti, Z., Czóbel, S., Zimmermann, Z., & Horváth, F. (2020). How do Central European forest stands respond to climate change-Review. *COLUMELLA: JOURNAL OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES*, 7(1), 35-46.
3. Penksza, K.; Szabó, G.; Zimmermann, Z.; Lisztes-Szabó, Zs.; Pápay, G.; Járdi, I; Fűrész, A.; S.-Falusi, Eszter: The taxonomic problems of the *Festuca vaginata* agg. and their coenosystematic aspects: A *Festuca vaginata* alakkör taxonómiai problematikája és ennek cönoszisztematikai vonatkozásai. *GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTIDISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES* 23: 3 pp. 63-76., 14 p. (2019)

Magyar nyelvű, nem impakt faktoros hazai folyóiratban

1. Zimmermann Zita, Pápay Gergely, Szendrei Ferenc Bence: Szarvasmarha legelőként és kaszálóként hasznosított Tura melletti üde gyepek összehasonlító cönológiai elemzése. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2018/16(1): 49-63.

2. Szabó Gábor, Zimmermann Zita: Balaton-felvidék (Badacsonytördemic, Balatoncsicsó) szarvasmarha-legelőinek természetvédelmi és a fajok relatív ökológiai szerinti értékelése. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2016/14 (1): 43-48.
3. Bartha Sándor, Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Szentes Szilárd, Virágh Klára, Csathó András István: A magyar földikutya (*Nannospalax hungaricus*) növényzetre gyakorolt hatásának mikrocönológiai monitorozása a Tompapusztai löszgyepben (2011–2014). Crisicum 9.: 21-35. (2016)
4. Péter, N., Bajor, Z., Saláta, D., Pápay, G., Lisztes-Szabó, Z., Stilling, F. T., Zimmermann Zita & Penksza, K. (2022). Sandy grasslands regeneration results of the conservation management on the Homoktövis Conservation Area in Budapest (2009–2021). *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 19(2), 33-35.
5. Hajnóczki Sándor, Illyés Eszter, Donkó Ádám, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Penksza Károly: Magas biológiai értékű tömegtakarmányt biztosító gyepek kialakítása az ökológiai gazdálkodás keretei között: előzetes eredmények. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2014 (1-2), 11-16. (2016).
6. Hajnóczki Sándor, Stilling Ferenc Tamás, Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Póti Péter, Házi Judit, Szentes Szilárd, Sutyinszki Zsuzsanna, Kerényi-Nagy Viktor, Wichmann Barnabás, Penksza Károly: Kecskelegelők botanikai és természetvédelmi vizsgálatai és értékelése. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2014 (1-2), 17-28. (2016).
7. Szegleti Zsófia, Csicsek Gábor, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Bölöni János, Horváth Ferenc: Erdőtermészetesség szempontú értékelési módszer a Pannon életföldrajzi régió Natura 2000 erdei élőhelytípusainak szerkezet és funkció monitorozása alapján. Természetvédelmi Közlemények 23, pp. 100–117, 2017.
8. Horváth Ferenc, Molnár Csaba, Ortmann-né Ajkai Adrienne, Csicsek Gábor, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Lukács Mórió, Bölöni János: Natura 2000 erdei élőhelytípusok szerkezet és funkció monitorozási módszere a Pannon életföldrajzi régióban. Természetvédelmi Közlemények 23, pp. 24–49, 2017.
9. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Csontos Péter, Wichmann Barnabás, Szentes Szilárd, Barcsi Attila, Pápay Gergely, Járdi Ildikó, Penksza Károly: Nyílt homoki gyepek cönológiai és talajtani vizsgálata a Duna-Tisza közén. Gyepgazdálkodási Közlemények, 2017/15 (2) (2018).
10. Pápay, Gergely; Szabó, Gábor; Szőke, Péter; Zimmermann, Zita; Fűrész, Attila; Péter, Norbert; Penksza, Károly: Természetes és telepített homoki gyepek vegetációja és biotermészeti vizsgálatai kisalföldi mintaterületeken. GYEPGAZDÁLKODÁSI KÖZLEMÉNYEK 17: 1 pp. 35-42., 8 p. (2019)

Lektorált könyv/jegyzet (részlet) (nyomtatott formában v. elektronikus adathordozón), népszerűsítő könyv

Jegyzetírás, egyetem, főiskolai jegyzet (magyar nyelvű)

1. Járđi Ildikó, Pápay Gergely, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, S-Falusi Eszter, Penksza Károly: Növénytan II.: Növényrendszertan és társulástan (fajok jellemzése). Gödöllő, Magyarország : Szent István Egyetemi Kiadó (2018), 63 p.

2. Járđi, Ildikó; Pápay, Gergely; Szabó, Gábor; Zimmermann, Zita; Penksza, Károly: Növényismeret - a növényrendszertan és társulástan tantárgy fajainak jellemzése. Gödöllő, Magyarország: Szent István Egyetemi Kiadó (2018), 62 p.

Kongresszusi kiadványokban megjelent közlemények (nyomtatott formában v. elektronikus adathordozón – kizárólag az ISBN, ISSN vagy más, hitelesített kiadványaira vonatkozóan)

Megtartott előadás vagy bemutatott poszter alapján készített egy oldalas idegen vagy magyar nyelvű összefoglaló, szerkesztett tudományos folyóiratban, vagy annak különszámában

1. Zita Zimmermann, Gábor Szabó, András István Csathó, Szilárd Szentes, Judit Házi, Sándor Bartha: A magyar földikutya (Nannospalax hungaricus) tőrásainak hatása battonya-tompapusztai löszgyep vegetációjára / Effect of the lesser blind mole rat (Nannospalax hungaricus) on the vegetation of a loess steppe meadow in Battonya-Tompapuszta. In: Zimmermann, Z., Szabó, G. (szerk.): NATURA 2000 területek természetvédelmi vizsgálatai, élőhelykezelési, fenntartási tapasztalatai a "Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében III." című konferenciasorozat keretében – absztraktkötet / Nature conservation investigations in NATURA 2000 sites, in „Sustainable development in the Carpathian basin III” conference – Book of abstracts (ISBN 978-963-269-526-6), p. 77. (poszter)

2. Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Fóti Szilvia, Andraz Carni, Csathó András, Házi Judit, Margóczy Katalin, Bartha Sándor: Szünfiziológiai és mikrocönológiai mintázatok összefüggései gyepekben. BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEK 103:(2) pp. 264. (2016), előadás az MBT Botanikai Szakosztályának 1472. szakülésén, Budapest, 2016. március 21. (előadás)

3. Zita Zimmermann, Gábor Szabó, Szilvia Fóti, János Balogh, Andraž Čarni, András István Csathó, Katalin Margóczy, Sándor Bartha: Spatial variation of soil respiration, as a potential indicator of functional reliability in grasslands. In: Guarino, R., Bazan, G., Barbera, G. (eds.): The 60th IAVS Annual Symposium (Vegetation patterns in natural and cultural landscapes) – Abstract Book, p. 373., ISBN: 978-88-99934-43-9

4. Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Fóti Szilvia, Balogh János, Andraž Čarni,

Csathó András István, Margóczy Katalin, Bartha Sándor: A talajlégzés térbeli variációja, mint a működés megbízhatóságának egy lehetséges indikátora. In: Hajdu T. et al. (szerk.): XXX. Vándorgyűlés – Program és összefoglalók, p. 33. ISBN 978-963-87343-8-9

5. Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Bartha Sándor: Földalatti ökoszisztéma-mérnök fajok szerepe a gyepek fenntartásában. In: Hajdu T. et al. (szerk.): XXX. Vándorgyűlés – Program és összefoglalók, p. 107. ISBN 978-963-87343-8-9

6. Zimmermann, Z.; Penksza, K.; Szabó, G.; Micheli, E.; Pápay, G.; Járdi, I.; S.-Falusi, E.; Fuchs, M.: Botanical and soil studies in sandy vegetation of Tece pasture (Vácrátót, Hungary). In: Pintér, Gábor; Zsiborács, Henrik; Csányi, Szilvia (szerk.) Arcsall vagy háttal a jövőnek?: LX. Georgikon Napok: 60 éves a Georgikon Napok Konferencia [60th Georgikon Scientific Conference]: Abstract volume . Keszthely, Magyarország: Pannon Egyetem Georgikon Kar (2018) 165 p. p. 160. ISBN: 9789639639911

7. Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Hajnóczki Sándor, Stilling Ferenc Tamás, Póti Péter, Pajor Ferenc, Kerényi-Nagy Viktor, Wichmann Barnabás, Penksza Károly: Kecskélegelők cönológiai és természetvédelmi vizsgálatai és értékelésük. In: Molnár V. A., Sonkoly J., Takács A. (szerk.) (2018): Program és összefoglalók. XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia. Debreceni Egyetem TTK Növénytani Tanszék, Debrecen, p. 100. ISBN 978-963-473-926-5

8. Zimmermann, Zita; Szabó, Gábor; Bartha, Sándor: Gyepek monitorozásához használt mintavételi módszerek összehasonlítása. In: Hajdu, Tamás; Korsós, Zoltán; Málnási, Csizmadia Gábor; Mecsnober, Melinda (szerk.) A Magyar Biológiai Társaság XXXII. Vándorgyűlése: Program és összefoglalók, 2021. november 25–26. Tápiószéle, Magyarország: Magyar Biológiai Társaság (2021) 39 p. p. 35. ISBN: 9786158098670

9. Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Judit Házi, Sándor Bartha: Variation of biomass as a potential indicator of organization and naturalness of the plant communities / A biomassa variációja, mint a növénytársulások szervezetségének és természetességének lehetséges indikátora. In: Zimmermann, Z. Szabó, G. (szerk.): NATURA 2000 területek természetvédelmi vizsgálatai, élőhelykezelési, fenntartási tapasztalatai a "Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében III." című konferenciasorozat keretében – absztraktkötet / Nature conservation investigations in NATURA 2000 sites, in „Sustainable development in the Carpathian basin III” conference – Book of abstracts (ISBN 978-963-269-526-6), p. 73. (poszter)

10. Sándor Bartha, Zita Zimmermann, Sándor Csete, Judit Házi, Mátyás Szépligeti, Cecília Komoly, Róbert Kun, András István Csathó, Gábor Szabó: Szerkezeti megbízhatóság – egy új index gyepek természetességének mérésére / Structural reliability – a new index for measuring naturalness of grasslands. In: Zimmermann,

Z., Szabó, G. (szerk.): NATURA 2000 területek természetvédelmi vizsgálatai, élőhelykezelési, fenntartási tapasztalatai a "Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében III." című konferenciasorozat keretében – absztraktkötet / Nature conservation investigations in NATURA 2000 sites, in „Sustainable development in the Carpathian basin III” conference – Book of abstracts (ISBN 978-963-269-526-6), p. 35. (poszter)

11. Sándor Hajnáczi, Éva Csavajda, Eszter Illyés, Ádám Donkó, Károly Penksza, Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Dóra Drexler: Magas biológiai értékű tömegtakarmányt biztosító gyepek kialakítása az ökológiai gazdálkodás keretei között / Establishing grasslands provide biologically valuable forage in conditions of organic farming. In: Zimmermann, Z., Szabó, G. (szerk.): NATURA 2000 területek természetvédelmi vizsgálatai, élőhelykezelési, fenntartási tapasztalatai a "Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében III." című konferenciasorozat keretében – absztraktkötet / Nature conservation investigations in NATURA 2000 sites, in „Sustainable development in the Carpathian basin III” conference – Book of abstracts (ISBN 978-963-269-526-6), p. 44. (poszter)

12. Bartha Sándor, Szabó Gábor, Csathó András István, Csete Sándor, Házi Judit, Kálmán Nikolett, Kun Róbert, Komoly Cecília, Mojzes Andrea, Szentes Szilárd, Szépligeti Mátyás, Zimmermann Zita: Növénytakaságok szerveződésének mikrocönológiai léptékű térbeli és időbeli variációja. BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEK 103:(2) pp. 266-267. (2016), előadás az MBT Botanikai Szakosztályának 1474. előadóján, Budapest, 2016. április 25. (előadás)

13. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Andraz Carni, Csathó András István, Házi Judit, Kálmán Nikolett, Komoly Cecília, Kun Róbert, Margóczi Katalin, Mojzes Andrea, Szépligeti Mátyás, Bartha Sándor: Biomassza-termelés térbeli variációja különböző gyeptípusokban. BOTANIKAI KÖZLEMÉNYEK 103:(2) pp. 263-264. (2016), Előadás az MBT Botanikai Szakosztályának 1472. székülésén, 2016 március 21. Budapest (előadás)

14. Bartha Sándor, Zimmermann Zita, Szépligeti Mátyás, Kun Róbert, Csete Sándor, Komoly Cecília, Házi Judit, Szentes Szilárd, Vadász-Besnyői Vera, Bódis Judit, Ruprecht Eszter, Szabó Anna, Virágh Klára, Kun András, Csathó András István, Penksza Károly, Szabó Gábor: Szimmetriák a növénytakaságok szerkezetében. Botanikai Közlemények 104(2): 251–252 (2017), MBT Botanikai Szakosztály 1480. székülés, 2017.03.20., ISSN 0006-8144

15. Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Andraž Čarni, András István Csathó, Judit Házi, Nikolett Kálmán, Cecília Komoly, Róbert Kun, Katalin Margóczi, Andrea Mojzes, Mátyás Szépligeti, Sándor Bartha: Diversity and reliability of biomass production in different grassland types in Hungary. In: Guarino, R., Bazan, G., Barbera, G. (eds.): The 60th IAVS Annual Symposium (Vegetation patterns in natural and cultural landscapes) – Abstract Book, p. 323. ISBN: 978-88-99934-43-9

16. Andraž Čarni, Nina Juvan, Andrej Paušič, Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Sándor Bartha: Quantifying biotic filter effects in old field succession. In: 1st International Conference on Community Ecology – Book of Abstracts, pp. 105-106. ISBN 978-963-454-170-7

17. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Andraž Čarni, Csathó András István, Házi Judit, Kálmán Nikolett, Komoly Cecília, Kun Róbert, Margóczi Katalin, Mojzes Andrea, Szépligeti Mátyás, Bartha Sándor: Diverzitás és biomassza-produkció megbízhatóságának vizsgálata hazai gyeptársulásokban. In: Hajdu T. et al. (szerk.): XXX. Vándorgyűlés – Program és összefoglalók, p. 34. ISBN 978-963-87343-8-9

18. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Csete Sándor, Kun Róbert, Szentes Szilárd, Virágh Klára, Csathó András István, Házi Judit, Bartha Sándor: Hogyan járul hozzá a magyar földikutya egy fokozottan védett gyepterzáródásának a fennmaradásához? - A bolygatási rezsim téridőbeli mintázatának hosszú távú vizsgálata. In: Hajdu T. et al. (szerk.): XXX. Vándorgyűlés – Program és összefoglalók, p. 103. ISBN 978-963-87343-8-9

19. Héjja Péter, Herczeg Edina, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Tasi Julianna, Halász András, Bajnok Márta, Nagy Anita, Wichmann Barnabás, Penksza Károly: Természetvédelmi kezelések hatása a dél-tiszántúli szikes gyepek vegetációjára. In: Hajdu T. et al. (szerk.): XXX. Vándorgyűlés – Program és összefoglalók, p. 93. ISBN 978-963-87343-8-9

20. Hajnóczki Sándor, Illyés Eszter, Donkó Ádám, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Penksza Károly: Magas biológiai értékű tömegtakarmányt biztosító gyepterzáródás kialakítása bakonycsernye ökológiai gazdálkodás keretei között: előzetes eredmények. In: Hajdu T. et al. (szerk.): XXX. Vándorgyűlés – Program és összefoglalók, p. 92. ISBN 978-963-87343-8-9

21. Penksza Károly, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Csontos Péter, Wichmann Barnabás, Szentes Szilárd, Barczy Attila, Michéli Erika, Fuchs Márta, Pápay Gergely, Járdi Ildikó, S-Falusi Eszter: Nyílt homoki gyepek cönológiai és talajtani vizsgálata. Egyeduralakódó faj-e a *Festuca vaginata* a Duna–Tisza közti nyílt homoki gyepekben? In: Molnár V. A., Sonkoly J., Takács A. (szerk.) (2018): Program és összefoglalók. XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia. Debreceni Egyetem TTK Növényzeti Tanszék, Debrecen, p. 29. ISBN 978-963-473-926-5

22. Járdi Ildikó, Penksza Károly, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Héjja Péter, Pápay Gergely, S-Falusi Eszter: Marhalegelők összehasonlító cönológiai vizsgálata az Ipoly menti homoki gyepekben. In: Molnár V. A., Sonkoly J., Takács A. (szerk.) (2018): Program és összefoglalók. XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia. Debreceni Egyetem TTK Növényzeti Tanszék, Debrecen, p. 70. ISBN 978-963-473-926-5

23. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Nagy Anita, Szentes Szilárd, Wichmann Barnabás, Hufnagel Levente, Penksza Károly: Hosszútávú változások a Tihanyi-félsziget magyar szürke szarvasmarha legelőjén. In: Molnár V. A., Sonkoly J., Takács A. (szerk.) (2018): Program és összefoglalók. XII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia. Debreceni Egyetem TTK Növénytani Tanszék, Debrecen, p. 90. ISBN 978-963-473-926-5
24. Penksza Károly, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, S.-Falusi Eszter: Egy új nyílt homokpusztai társulás. Botanikai Közlemények 105(2): 290. ISSN 0006-8144
25. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Andrea Catorci, Csontos Péter, Wichmann Barnabás, Szentes Szilárd, Szegleti Zsófia, Penksza Károly: Cönológiai vizsgálatok nyílt homoki gyepekben. Botanikai Közlemények 105:1, p. 164-165. ISSN 0006-8144
26. Bartha, S; Csete, S; Campetella, G; Canullo, R; Chelli, S; Mojzes, A; Kun, A; Kun, R; Molnár, Zs; Szabó, G; Szentes Sz, Terziyska T, Wellstein C, Zimmermann Z: Scrutinizing functional patterns and assembly rules estimated from transect data. In: s.n. - 2nd International Conference on Community Ecology Book of Abstract, Budapest, Magyarország : Akadémiai Kiadó, (2019) pp. 87-88. , 2 p. ISBN 978-963-454-370-1
27. Bartha, S; Csete, S; Campetella, G; Canullo, R; Čarni, A; Chelli, S; I., Csathó A; Házi, J; Kun, A ; Kun, R; Molnár Zs, Purger D, Ruprecht E, Szabó A, Szabó G, Szentes Sz, Virágh K, Wellstein C, Zimmermann Z: Are there invariant and specific characteristic spatial scales of diversity patterns in grasslands? In: s.n. - 2nd International Conference on Community Ecology Book of Abstract, Budapest, Magyarország : Akadémiai Kiadó, (2019) pp. 12-13. , 2 p. ISBN 978-963-454-370-1
28. Pápay, G; Szabó, G; Zimmermann, Z; Fűrész, A; S.-Falusi, E; Penksza, K: Phytocoenological studies in open sandy grasslands in the Hungarian Northern Great Plain (Festuca species and species composition of plant communities). In: Rosario, G. Gavilán; Alba, Guitérrez-Girón 28th EVS Meeting: Abstracts & Programme: Vegetation Diversity and Global Change Madrid, Spanyolország: Universidad Complutense de Madrid, (2019) p. 147. ISBN: 978-840-913-738-1
29. Szabó, Gábor; Szegleti, Zsófia; Zimmermann, Zita; Penksza, Károly: Botanikai, természetvédelmi és gyepegzeldálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelőkön. In: Pápay, Gergely (szerk.) "IV. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében" konferencia. Gödöllő, Magyarország : Szent István Egyetem, Egyetemi Nyomda, (2019) p. 79. ISBN: 978-963-269-879-3
30. Szegleti, Zsófia; Szabó, Gábor; Zimmermann, Zita; Penksza, Károly: A természetvédelmi kezelés hatásai a dinnyési-fertő szikes gyepeire. In: Pápay, Gergely (szerk.) "IV. Fenntartható fejlődés a Kárpát-medencében" konferencia.

Gödöllő, Magyarország : Szent István Egyetem, Egyetemi Nyomda, (2019) p. 79.
ISBN: 978-963-269-879-3

31. Bartha, Sándor; Házi, Judit; Purger, Dragica; Csete, Sándor; Szabó, Gábor; Csathó, András István; Csathó, András János; Molnár, Csaba; Zimmermann, Zita: A természetes gyepnövényzet spontán regenerációja intenzív szántóföldi művelésből kivont területen. In: Hajdu, Tamás; Korsós, Zoltán; Málnási, Csizmadia Gábor; Mecsnóber, Melinda (szerk.) A Magyar Biológiai Társaság XXXII. Vándorgyűlése: Program és összefoglalók, 2021. november 25–26. Tápiószele, Magyarország: Magyar Biológiai Társaság (2021) 39 p. p. 27, 1 p. ISBN: 9786158098670

32. Bartha, Sándor; Házi, Judit; Purger, Dragica; Csete, Sándor; Szabó, Gábor; Csathó, András István; Zimmermann, Zita: The potential role of ungulate browsing in maintaining restored mountain meadows. In: Hajdu, Tamás; Korsós, Zoltán; Málnási, Csizmadia Gábor; Mecsnóber, Melinda (szerk.) A Magyar Biológiai Társaság XXXII. Vándorgyűlése: Program és összefoglalók, 2021. november 25–26. Tápiószele, Magyarország: Magyar Biológiai Társaság (2021) 39 p. p. 10, 1 p. ISBN: 9786158098670

33. Bartha, Sándor; Szabó, Gábor; Házi, Judit; Purger, Dragica; Csete, Sándor; Csathó, András István; Zimmermann, Zita: A vegetáció hosszú távú monitorozása – az időjárási fluktuációk hatása nyílt és zárt gyepekben. In: Takács, Attila; Sonkoly, Judit (szerk.) XIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: Program és összefoglalók. 13th "Advances in Research on the Flora and Vegetation of the Carpatho-Pannonian Region" International Conference: Programme and Abstracts. Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Természettudományi Kar (2021) p. 78 . ISBN: 9789634903420

34. Csathó, András István; Kun, Róbert; Guller, Zsófia Eszter; Csathó, András János; Purger, Dragica; Házi, Judit; Szabó, Gábor; Zimmermann, Zita; Bartha, Sándor; Molnár, Csaba: Ősi löszpusztagyep-állomány fajkészletének hosszú távú dinamikája In: Takács, Attila; Sonkoly, Judit (szerk.) XIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: Program és összefoglalók. 13th "Advances in Research on the Flora and Vegetation of the Carpatho-Pannonian Region" International Conference: Programme and Abstracts. Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Természettudományi Kar (2021) p. 56. ISBN: 9789634903420

35. Guller, Zsófia Eszter; Házi, Judit; Bartha, Sándor; Molnár, Csaba; Purger, Dragica; Szabó, Gábor; Zimmermann, Zita; Csathó, András István: A domináns pázsitfűfaj felülvetésén alapuló módszer hatékonyságának vizsgálata löszparlagon. In: Takács, Attila; Sonkoly, Judit (szerk.) XIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: Program és összefoglalók. 13th "Advances in Research on the Flora and Vegetation of the Carpatho-Pannonian Region" International Conference: Programme and Abstracts. Debrecen,

Magyarország: Debreceni Egyetem Természettudományi Kar (2021) p. 93. ISBN: 9789634903420

36. Szabó, Gábor; Zimmermann, Zita; Házi, Judit; Bartha, Sándor: A biomassza-produkció állományon belüli változatosságának becslése különböző gyéptípusokban. In: Hajdu, Tamás; Korsós, Zoltán; Málnási, Csizmadia Gábor; Mecsner, Melinda (szerk.) A Magyar Biológiai Társaság XXXII. Vándorgyűlése: Program és összefoglalók, 2021. november 25–26. Tápiószéle, Magyarország: Magyar Biológiai Társaság (2021) 39 p. p. 32. ISBN: 9786158098670

37. Szegleti, Zsófia; Ortmann-Ajkai, Adrienne; Zimmermann, Zita; Szabó, Gábor; Víg, Ákos; Horváth, Ferenc: Mintafák élettörténetének követése a Vár-hegy Erdőrezervátum felhagyott öregerdő állományaiban. In: Takács, Attila; Sonkoly, Judit (szerk.) XIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében nemzetközi konferencia: Program és összefoglalók. 13th "Advances in Research on the Flora and Vegetation of the Carpatho-Pannonian Region" International Conference: Programme and Abstracts. Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Természettudományi Kar (2021) p. 113. ISBN: 9789634903420

38. Bartha, Sándor; Szabó, Gábor; Házi, Judit; Purger, Dragica; Csete, Sándor; Csathó, András István; Zimmermann, Zita: Constraints and freedom in vegetation dynamics – spatial pattern analyses with temporal extension. In: 3rd International Conference on Community Ecology ComEc3 - Book of Abstracts - Virtual Conference. Budapest, Magyarország: Akadémiai Kiadó (2021) pp. 5-6., 2 p. ISBN: 9789634547563

39. Attila, Fűrész; Ferenc, Pajor; Ferenc, Stilling; Szilárd, Szentes; Gábor, Szabó; Dániel, Balogh; Zita, Zimmermann; Gergely, Pápay; Eszter, S.-Falusi; Tímea, Kiss et al.: Biomass analysis of sandy grasslands along the Danube from the Pannonian region to the Romanian plain. In: Dusan, Kovacevic; Sinisa, Berjan; Milan, Jugovic; Noureddin, Driouech; Rosanna, Quagliariello (szerk.) XIII International Scientific Agriculture Symposium „AGROSYM 2022“ Book of Abstracts. Banja Luka, Bosznia-Hercegovina: Народна и универзитетска библиотека (2022) p. 138. ISBN: 9789997698728

40. Gergely, Pápay; Orsolya, Kiss; Ádám, Fehér; Gábor, Szabó; Zita, Zimmermann; Levente, Hufnagel; Eszter, S.-Falusi; Ildikó, Turcsányi-Járdi; Dénes, Saláta; László, Szemethy et al.: The potential role of ungulate browsing in maintaining restored mountain meadows. In: Dusan, Kovacevic; Sinisa, Berjan; Milan, Jugovic; Noureddin, Driouech; Rosanna, Quagliariello (szerk.) XIII International Scientific Agriculture Symposium „AGROSYM 2022“ Book of Abstracts . Banja Luka, Bosznia-Hercegovina: Народна и универзитетска библиотека (2022) p. 461. ISBN: 9789997698728

Kongresszusi kiadványokban megjelent közlemények (nyomtatott formában v. elektronikus adathordozón – nem hitelesített kiadványokra vonatkozóan)

Egy oldalas idegen vagy magyar nyelvű összefoglaló

1. Zita Zimmermann, Gábor Szabó, Szilvia Fóti, János Balogh, Čarni Andraž, András István Csathó, Katalin Margóczy, Sándor Bartha: Relationship between fine-scale functional and coenological patterns in grasslands in Hungary. In: 13th Eurasian Grassland Conference, Sighișoara, Romania – Book of Abstracts, p. 76. (poszter)
2. Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Csathó András István, Szentes Szilárd, Virágh Klára, Házi Judit, Bartha Sándor: A magyar földikutya (*Nannospalax hungaricus*) túrásainak a gyepek finomléptékű mintázatára és diverzitásra gyakorolt hatásának vizsgálata. In: Csorba Gábor, Kovács-Hostyánszki Anikó, Németh Attila, Szepesváry Csaba, Vili Nóra (szerk.): X. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia absztraktkötete, pp. 71-72. (poszter)
3. Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Szentes Szilárd, Penksza Károly, Bartha Sándor: Balaton-felvidéki szarvasmarha-legelők finomléptékű szerkezetének összehasonlító vizsgálata. In: Csorba Gábor, Kovács-Hostyánszki Anikó, Németh Attila, Szepesváry Csaba, Vili Nóra (szerk.): X. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia absztraktkötete, p. 72. (poszter)
4. Zita Zimmermann, Gábor Szabó, Sándor Bartha, Giandiego Campetella, Behlül Güler, Anke Jentsch, Jürgen Kreyling, Camilla Wellstein, Jürgen Dengler: Effects of rooted and shoot sampling schemes on species richness and species-area curves. In: Milan Chytrý, David Zelený, Eva Hettenbergerová (eds.): 58th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science - Understanding broad-scale vegetation patterns: Abstracts, p. 421. (poszter)
5. Zimmermann, Z; Szabó, G; Bartha, S; Campetella, G; Güler, B; Jentsch, A; Ugurlu, E; Wellstein, C; Kreyling, J; Dengler, J: How sampling method affects species richness and species-area curves at different spatial scales in grasslands? In: 62nd IAVS Annual Symposium: Abstracts (2019) p. 280
6. Tsvetelina Terziyska, Desislava Sopotlieva, Camilla Wellstein, Zita Zimmermann, Gábor Szabó, James Tsakalos, Iva Apostolova, Sándor Bartha: Species diversity and community structure of mountain pastures – a case study from Balkan Range. In: Emiliano Agrillo, Fabio Attorre, Francesco Spada, Laura Casella (eds.): 25th Meeting of the European Vegetation Survey – Book of Abstracts, p. 67. (előadás)
7. Tsvetelina Terziyska, Iva Apostolova, Desislava Sopotlieva, James Tsakalos, Zita Zimmermann, Gábor Szabó, Sándor Bartha, Camilla Wellstein: Functional diversity of high mountain pasture communities: a trait based comparative study. In: 13th Eurasian Grassland Conference, Sighișoara, Romania – Book of Abstracts, p. 63. (előadás)

8. Judit Házi, Dragica Purger, Zita Zimmermann, Gábor Szabó, Gergely Pápay, Barnabás Wichmann, Eszter Saláta-Falusi, Károly Penksza: Effects of management on changes in semi-natural dry grasslands of Natura 2000 network in Hungary. In: Emiliano Agrillo, Fabio Attorre, Francesco Spada, Laura Casella (eds.): 25th Meeting of the European Vegetation Survey – Book of Abstracts, p. 52. (poszter)
9. Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Sándor Bartha: Assessing spatial heterogeneity of biomass production in Hungarian grasslands. In: 13th Eurasian Grassland Conference, Sighişoara, Romania – Book of Abstracts, p. 61. (poszter)
10. Bartha Sándor, Szabó Gábor, Zimmermann Zita: A kisemlősök szerepe a füves ökoszisztémák szerveződésében és dinamikájában. In: Csorba Gábor, Kovács-Hostyánszki Anikó, Németh Attila, Szepesváry Csaba, Vili Nóra (szerk.): X. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia absztraktkötete, p. 22. (előadás)
11. Bartha Sándor, Virágh Klára, Szabó Anna, Kun András, Zimmermann Zita, Szabó Gábor, Ruprecht Eszter: Miről ismerhető fel egy gyeptársulás leromlásának legkorábbi stádiuma? - Egy különlegesen fajgazdag gyeptársulás szerkezetének változásai egy legeltetési gradiens mentén. In: Csorba Gábor, Kovács-Hostyánszki Anikó, Németh Attila, Szepesváry Csaba, Vili Nóra (szerk.): X. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia absztraktkötete, pp. 54-55. (poszter)
12. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Szentes Szilárd, Virágh Klára, Csathó András István, Házi Judit, Bartha Sándor: A magyar földikutya (*Nannospalax hungaricus*) növényzetre gyakorolt hatásának mikrocönológiai monitorozása a battonyatómpapusztai löszgyepben (2011–2015). In: Csorba Gábor, Kovács-Hostyánszki Anikó, Németh Attila, Szepesváry Csaba, Vili Nóra (szerk.): X. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia absztraktkötete, pp. 67-68. (poszter)
13. Camilla Wellstein, Anke Jentsch, Stefano Chelli, Giandiego Campetella, Roberto Canullo, Iva Apostolova, Juliette Bloor, Kevin Cianfaglione, Jürgen Dengler, Philipp von Gillhaußen, Behlül Güler, Judit Házi, Cecília Komoly, Jürgen Kreyling, Julien Pottier, Desislava Sopotlieva, Gábor Szabó, Tsvetelina Terziiska, Emin Uğurlu, Zita Zimmermann, Sándor Bartha: Trait-based assembly rules across climatic gradients of European grasslands are affected little by extreme drought. In: Milan Chytrý, David Zelený, Eva Hetta Bergerová (eds.): 58th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science - Understanding broad-scale vegetation patterns: Abstracts, p. 406. (előadás)
14. Gábor Szabó, Zita Zimmermann, Judit Házi, András István Csathó, Sándor Bartha: Fine-scale spatial variability of biomass in grasslands as a potential indicator of naturalness and management. In: Milan Chytrý, David Zelený, Eva Hetta Bergerová (eds.): 58th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science - Understanding broad-scale vegetation patterns: Abstracts, p. 365. (poszter)

15. Sándor Bartha, Sándor Csete, Ladislav Mucina, Eszter Ruprecht, Klára Virágh, András Horváth, Anna Szabó, Judit Házi, Zita Zimmermann, Gábor Szabó, András Kun, Zsolt Molnár: Relationship between diversity components in dry grasslands. In: Milan Chytrý, David Zelený, Eva Hettenbergerová (eds.): 58Th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science - Understanding broad-scale vegetation patterns: Abstracts, p. 36. (poszter)

16. Fóti Szilvia, Balogh János, Michael Herbst, Papp Marianna, Koncz Péter, Bartha Sándor, Zimmermann Zita, Komoly, Cecília, Szabó Gábor, Margóczy Katalin, Manuel Acosta, Nagy Zoltán: Metaanalízis gyepek talajlégzésének térbeli mintázatairól. In: Padisák Judit, Liker András, Stenger-Kovács Csilla (szerk.): A X. Magyar Ökológus Kongresszus absztraktkötete, p. 55. (poszter)

17. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Andrea Catorci, Csontos Péter, Wichmann Barnabás, Szentes Szilárd, Szegleti Zsófia, Penksza Károly: Cönológiai vizsgálatok nyílt homoki gyepekben. MBT Botanikai Szakosztály 1485. szakülés, 2017.11.20.

18. Bartha Sándor, Csete Sándor, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Virágh Klára, Házi Judit, Kun András, Csathó András István, Komoly Cecília, Molnár Zsolt: Stabilizálják-e a társulásokat a finom térléptékű szomszédsági relációk? - néhány hosszútávú (7-20 éves) vizsgálat tapasztalatai. In: Mizsei Edvárd, Szepessy Csaba (szerk.): XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia - "Sikerek és tanulságok a természetvédelemben" - Absztrakt kötet, p. 42.

19. Penksza Károly, S.-Falusi Eszter, Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Pápay Gergely, Wichmann Barnabás, Fazekas Szibilla, Bajor Zoltán: Budapesti homokterületek (Újpesti Homoktövis Természetvédelmi Terület) természetvédelmi kezelésének hatása a homokgyepi vegetációra. In: Mizsei Edvárd, Szepessy Csaba (szerk.): XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia - "Sikerek és tanulságok a természetvédelemben" - Absztrakt kötet, pp. 107-108.

20. Szabó Gábor, Zimmermann Zita, Andraž Čarni, Csathó András István, Házi Judit, Komoly Cecília, Kun Róbert, Margóczy Katalin, Szépligeti Mátyás, Bartha Sándor: A diverzitás és a biomassza-produkció megbízhatóságának vizsgálata különböző gyeptípusokban. In: Mizsei Edvárd, Szepessy Csaba (szerk.): XI. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia - "Sikerek és tanulságok a természetvédelemben" - Absztrakt kötet, p. 120.

21. Bartha, S; Csete, S; Szabó, G; Zimmermann, Z; Házi, J; Mojzes, A; Purger, D; Csathó, A I; Komoly, C; Ónodi, G.; Kröel-Dulay Gy.: Stabilizálja - e a társulásokat a finom léptékű béta - diverzitás? Nyílt homokpusztagyeppek extrém aszályra adott válaszainak hosszútávú (5 - 23 éves) monitorozási tapasztalatai. p. 83. In: 11. Magyar Ökológus Kongresszus. Absztraktkötet Nyíregyháza, Magyarország : Magyar Ökológusok Tudományos Egyesülete, (2018) p. 112.

22. Bartha, S; Csete, S; Purger, D; Szabó, G; Zimmermann, Z: Interaction of stochastic and deterministic factors driving diversity of semiarid grasslands -insight from a long-term study. In: 62nd IAVS Annual Symposium: Abstracts (2019) pp. 22-22., 1 p.
23. Fűrész, A.; Pápay, G.; S.-Falusi, E.; Zimmermann, Z.; Szabó, G.; Penksza, K.: Phytocoenological studies in open sandy grasslands in the Hungarian Northern Great Plain (Festuca species and species composition of plant communities). In: 62nd IAVS Annual Symposium: Abstracts (2019), p. 84.
24. Gergely, Pápay; Ádám, Fehér; Gábor, Szabó; Zita, Zimmermann; Levente, Hufnagel; Eszter, S.-Falusi; Ildikó, Járdi; Dénes, Saláta; László, Szemethy Péter, Csontos; Károly, Penksza; Krisztián, Katona: Impact of wild ungulate browsing on the vegetation of restored mountain hay meadows. In: 62nd IAVS Annual Symposium: Abstracts (2019), p. 183.
25. Bartha, Sándor; Szabó, Gábor; Házi, Judit; Purger, Dragica; Csete, Sándor; Csathó, András István; Kröel-Dulay, György; Zimmermann, Zita: Testing stochastic community models with long-term spatiotemporal data in grasslands. In: Eva, Debinski; Martin, Diekmann; Javier, Loidi; Susan, Wiser; David, Zelený (szerk.) Book of Abstracts - 63rd IAVS Virtual Symposium
26. Bartha, Sándor; Szabó, Gábor; Házi, Judit; Purger, Dragica; Csete, Sándor; Csathó, András István; Kröel-Dulay, György; Zimmermann, Zita: Sztochasztikus társulásszerveződési modellek vizsgálata hosszú-távú téridő adatokkal. In: Tinya, Flóra (szerk.) 12. Magyar Ökológus Kongresszus: Előadások és poszterek összefoglalói. Vácrátót, Magyarország: MTA Ökológiai Kutatóközpont Ökológiai és Botanikai Intézet (2021) pp. 139-140., 2 p.

7. Irodalomjegyzék

- Bartha, S., Szabó, G., Csete, S., Purger, D., Házi, J., Csathó, A. I., Campetella, G., Canullo, R., Chelli, S., Tsakalos, J. L., Ónodi, G., Kröel-Dulay, Gy. & Zimmermann, Z. (2022). High-Resolution Transect Sampling and Multiple Scale Diversity Analyses for Evaluating Grassland Resilience to Climatic Extremes. *Land*, 11(3), 378.
- Borhidi A. (1995): Social behavior types, the naturalness and relative ecological indicator values of the highre plants in the Hungarian Flora. *Acta bot. hung.*, 39(1-2): 97-181.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., ... & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-67.

Daily, G. (Ed.). (1997): Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press.

Davidson, E.A., Savage, K., Verchot, L., Navarro, R., (2002): Minimizing artifacts and biases in chamber-based measurements of soil respiration. *Agric. For. Meteorol.* 113, 21–37.

Fóti, Sz. (2008): Gyepek CO₂ -gázcserejének finomléptékű térbeli változékonysága és mintázata. PhD Értekezés, Gödöllő.

Szilvia Fóti, János Balogh, Michael Herbst, Marianna Papp, Péter Koncz, Sándor Bartha, Zita Zimmermann, Cecília Komoly, Gábor Szabó, Katalin Margóczy, Manuel Acosta, Zoltán Nagy (2016): Meta-analysis of field scale spatial variability of grassland soil CO₂ efflux: interaction of biotic and abiotic drivers. *Catena* 143:78-89

Grolemund, G., Wickham, H. (2011). Dates and Times Made Easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, 40(3), 1-25. URL <https://www.jstatsoft.org/v40/i03/>.

Hooper, D. U., Chapin Iii, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., ... & Wardle, D. A. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75(1), 3-35.

Juhász-Nagy, P. (1980): A cönológia koegzisztenciális szerkezeteinek modellezése. MTA Doktori Értekezés, Budapest

Juhász-Nagy, P. (1986): Egy operatív ökológia hiánya, szükséglete és feladatai. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Juhász-Nagy P. (1993). Notes on compositional diversity. *Hydrobiologia* 249: 173-182.

Juhász-Nagy, P., Podani, J. (1983): Information theory methods for the study of spatial processes and succession. *Vegetatio* 51: 129–140.

Koncz, P., Vadász-Besnyői, V., Csathó, A. I., Nagy, J., Szerdahelyi, T., Tóth, Z., ... & Bartha, S. (2020). Carbon uptake changed but vegetation composition remained stable during transition from grazing to mowing grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 304, 107161.

Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J. P., Hector, A., ... & Wardle, D. A. (2001): Biodiversity and ecosystem functioning: current knowledge and future challenges. *Science*, 294(5543), 804-808.

Luo, Y., & Zhou, X. (2010). *Soil respiration and the environment*. Elsevier.

Lu, H., Li, S., Ma, M., Bastrikov, V., Chen, X., Ciais, P., Dai, Y., Ito, A., Ju, W., Lienert, S., Lombardozzi, D., Lu, X., Maignan, F., Nakhavali, M., Quime, T., Schindlbacher, A., Wang, J., Wang, Y., Wårlind, D., Zhang, S. & Yuan, W. (2021): Comparing machine learning-derived global estimates of soil respiration and its components with those from terrestrial ecosystem models. *Environmental Research Letters*, 16(5), 054048.

Naeem, S., Li, S. (1997): Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature*, 390(6659), 507-509.

R Core Team (2020): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>

Tilman, D. (1999): The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80:1455-1474.

Tsakalos, J. L. et al. (2022): comspat: an R package to analyze within-community spatial organization using species combinations. – *Ecography* 2022: 1–8 (ver. 1.0).

Virág, K., Horváth, A., Barth, S., Somodi, I. (2008): A multiscale methodological approach for monitoring the effectiveness of grassland management. *Community Ecology* 9: 237-246.

Wohlfahrt G., Bahn M., Tappeiner U., Cernusca A. (2001): A multi-component, multi-species model of vegetation-atmosphere CO₂ and energy exchange for mountain grasslands. *Agricultural and Forest Meteorology*, 106 261-287. p.

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., ... & Watson, R. (2006): Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *science*, 314(5800), 787-790.

Zhou L, Zhou X, Zhang B, Lu M, Luo Y, Liu L & Li B (2014): Different responses of soil respiration and its components to nitrogen addition among biomes: a meta-analysis. *Glob. Change Biol.* 20 2332–43.