



Szent István Egyetem

**Egyed- és állományszintű ökofiziológiai vizsgálatok a
kiszáradástolerancia különböző szintjein érintett szárazföldi
ökoszisztémákban**

Doktori értekezés tézisei

PÉLI EVELIN RAMÓNA

Gödöllő

2011.

A doktori iskola

- megnevezése:** Biológiai tudományi Doktori Iskola
- tudományága:** Biológiai tudomány
- vezetője:** PROF. DR. BAKONYI GÁBOR
Intézetvezető egyetemi tanár, az MTA doktora
SZIE, Mezőgazdaság és Környezettudományi
Kar
Állattani Alapok Intézet
- Témavezető:** DR. CSINTALAN ZSOLT PHD
Egyetemi docens
SZIE, Mezőgazdaság és Környezettudományi
Kar
Növénytani és Ökofiziológiai Intézet
- Társtémavezető:** PROF. DR. TUBA ZOLTÁN†
Intézetvezető egyetemi tanár, az MTA doktora
SZIE, Mezőgazdaság és Környezettudományi
Kar
Növénytani és Ökofiziológiai Intézet

.....
Az iskolavezető
jóváhagyása

.....
A témavezető
jóváhagyása

A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Az antropogén hatások eredményeként kialakuló globális klímaváltozás, a természeti folyamatok nagymértékű átrendeződését eredményezi környezetünkben. Ezen folyamatok ökológiai, ökonómiai és szociális kríziseket is magukban hordoznak. Az üvegházhatás várható fokozódása és a földi átlaghőmérséklet megemelkedése globális változásokhoz vezetnek. Az utóbbi évtizedekben a füves területek és vizes ökoszisztémák globális szénforgalomban betöltött szerepének tanulmányozása fokozottan előtérbe került. Ezek a „kulcsterületekként” működő természetes rendszerek a legdinamikusabbak és külső hatásoknak leginkább kitétek. Ilyen ökoszisztémák például klimatikus és topográfiai zónákat jelölhetnek ki, ahol az időjárás-klimatikus állapotváltozásainak hatásai kifejezettebben érvényesülnek. Ezen ökoszisztémák sérülékenyek, részben egyszerű szerkezetükből adódóan, részben azért, mert számos élőlény él e területeken túlélési korlátaihoz közel. E jellegzetességek alapján feltételezhető, hogy az arktikus területek fajai érzékenyebben és gyorsabban fognak reagálni a globális klímaváltozásra, vagyis növényfajai különösen érzékenyek a globális felmelegedésre. A kutatók között egyetértés van abban, hogy a globális felmelegedés hatással lesz a növényi rendszerek ökofiziológiai folyamataira, melyek komplex ökológiai kölcsönhatásokhoz vezetnek, amiket részletesen tanulmányozni kell. A fajok vagy társulások elterjedésének változásait legkönnyebben az ökoton határoknál lehet detektálni. Kutatómunkánk keretében a környezeti adaptációk tekintetében szélsőségeket képviselő ökoszisztémák funkcionális működésének tanulmányozása különböző vegetációtípusokban a globális és regionális változások várható prognózisát segítheti elő. Jelenlegi ismereteink és az előrejelzések alapján a klímaváltozásban a hőmérsékletemelkedés, a várható csapadék mennyiségének csökkenése és egyenlőtlenebb eloszlása várható, amelyek a kiszáradástűrési mechanizmusának feltárását valamennyi biológiai szinten előtérbe fogják hozni. A földi ökoszisztémák előbbi változásokra való érzékenysége, alkalmazkodó képessége ezáltal a globális klímarendszerben betöltött szerepe eltérő. Éppen ezért az egyes ökoszisztémák földi szén ciklusban, így a légköri CO₂ forgalomból kivett részaránya ezen folyamatok hátterének feltárása szempontjából meghatározó. Az éghajlat és a légköri CO₂ koncentráció változása közötti visszacsatolási folyamatok eredményeként a fokozódó szárazodás a növényzet szén-dioxid megkötő képességét csökkenteni fogja a limitált csapadék ellátottságú területeken, míg azt növeli (emelkedő hőmérséklet miatt) a hidegebb éghajlatokon.

Kutatásainkban a klímaváltozást meghatározó összetett tényezők és rendszerek közül a kiszáradást eltérő mértékben, ugyanakkor szélsőséges formában toleráló életközösségek és egyedeik vizsgálatára fókuszáltunk. Eredményeink a kiszáradást különböző fokú adaptációs képességekkel elviselő illetve kivédő természetes ökoszisztémák és fajaik ökofiziológiai módszerekkel való vizsgálatát tükrözik. A kiszáradástűrő növények illetve a kiszáradást jól toleráló, elviselő fajok (tőzegmohák) által uralt vegetációk struktúrájának, funkciójának, legfontosabb jellemvonásainak kutatása integratív szemlélettel valósulhatott meg. Munkánk mérés technikai, módszertani, természet- és környezetvédelmi, valamint a globális klímaváltozás szempontjából is aktuális és nagy jelentőséggel bíró eredményeket tárgyal.

A kutatás célkitűzései

A dolgozat témája két fő célkitűzés köré rendezhető: (1) különböző edafikus növénytársulások (tőzegmohalápok) produktív-destruktív folyamatainak, interakcióinak vizsgálatára és összevetésére irányuló eltérő időjárási-klimatikus állapotok mellett, (2) extrém száraz élőhelyekhez speciálisan alkalmazkodott növénytársulások ökofiziológiai vizsgálatát jelenti.

(1)

- Milyen különbség van a domináns állományalkotó fajokban megegyező, de eltérő klimatikus helyszíneken élő tőzegmohás állományok szénmérlegében az aktív vegetációs periódus alatt? Ismert fajösszetételű állományon belül milyen összefüggés mutatható ki az állomány heterogenitása, egy adott faj jelenléte és a nettó ökoszisztéma gázcsere között?
- A globális klímaváltozás hazai hatásainak figyelembevételével, a magyarországi tőzegmohalápok tolerancia viszonyai alapján tudjuk-e prognosztizálni a merőben más éghajlati viszonyok között előforduló, hasonló vegetációs borítású vizsgálati területek szénmérlegének, produktívitásának alakulását, ill. azok szerepét?
- Milyen környezeti tényezők és milyen mértékben befolyásolják a vizsgált társulások működésének napi menetét, illetve szénmérlegét?
- Az *in situ* terepi mérések napi menet vizsgálati révén felmérhető-e, hogyan változik a szénmérleg a kiszáradás és az újranedvesedés természetes ciklusa során?

(2)

- Miként képesek tolerálni a hosszú idejű, tartós vegetatív kiszáradást bizonyos szárazföldi életközösségek, amellet, hogy e képesség viszonylag ritka a virágos növények különösen a kétszikű fajok között?
- Mi a poikilohidrikus kiszáradástűrő növények és alacsonyabbrendű közösségek által uralt vegetációk struktúrájának és funkciójának kulcsjellemvonása?
- Hasonló ökológiai adottságú inselberg felszínekről származó kriptobiotikus kérgék illetve magasabbrendű kiszáradástűrő növények hogyan és milyen mértékben képesek regenerálódni különböző időtartamú kiszáradt állapotot követően?
- A kiszáradástoleráns növények milyen fiziológiai és ökológiai adaptációkkal válaszolnak a globális klímaváltozásra? Ennek során azoknak a releváns ökofiziológiai folyamatoknak és jellemzőiknek (a fotoszintézis újranedvesedés alatti helyreállításának) a leírását tűztük ki célul, amelyek képessé teszik ezeket a növényeket a kiszáradástűrésre. Célunk a kiszáradást alapvetően különböző stratégiákkal (PDT, HDT) “megoldó” magasabbrendű növények fotoszintetikus válaszainak összehasonlító vizsgálata, a PSII komplex szerkezeti és működésbeli tulajdonságai közötti korreláció megállapítása illetve a kiszáradást hosszú ideig túlélő képesség hátterének megismerése.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálati területek és objektumok

Beregi-sík „Csarodai lápjai”: az észak-alföldi tőzegmohás lápok közül két lápon a Báb-taván és a Nyíres-tó területén végeztünk évszakos ökofiziológiai méréseket.

Nyugat-Szibéria tőzegmohalápjai: méréseink a Khanty – Mansysk – Tobolsk – Tomszk – Novoszibirszk útvonal (kb. 1200 km) mentén különböző típusú sík- és dagadólápokon történtek.

Norvégia (Finse) hegyvidéki tundra vagy fjell vegetáció: kutatásainkat az 1222 m-en fekvő Finse-től 1.5 km-re lévő „Alpine Research Center” közelében végeztük.

Mérsékeltövi és trópusi kiszáradástűrő növényfajok: bulgáriai *Haberlea rhodopensis* Friv.; Tanzánia, Madagaszkár, Brazília, Francia Guiana, területekről származó kiszáradástűrő, cianobaktériumos kriptobiotikus kéreg, valamint edényes növényfajok úgymint: *Xerophyta*, *Vellozia*, *Afrotrolepis*, *Trilepis*, *Myrothamnus*, *Selaginella*, mint kiszáradástűrő PDT és HDT növények.

Mérőműszerek, eszközök

A terepi mérések CO₂-gázcsere méréseinél hordozható IRGA felszereléshez saját fejlesztésű, különböző méretű adaptációs kamrákat használtunk. Az állomány CO₂-gázcsere mérésekhez alkalmazott infravörös gázanalizátorokat (CIRAS-2; PP Systems, Hitchin, UK és ADC LCA-2; Hoddesdon, U.K) nyílt rendszerben használtuk.

A terepi, állományszintű vizsgálatok során mikrometeorológiai adatok folyamatosan rögzítésre kerültek HOBO-típusú mikrometeorológiai állomás (MicroStation, Onset, Massachusetts, USA) segítségével, mely beállítástól függően rögzítette a talajnedvesség-tartalom (m m⁻³), léghőmérséklet (°C), növényállomány hőmérséklete (°C) és a fotoszintetikus aktív radiáció (PAR) értékeit a vizsgálatok helyszínén.

A levélszintű CO₂ gázcsere méréseket zárt rendszerű CIRAS-2 infravörös gázanalizátor (PP Systems, Hitchin, UK), valamint Li-6400 infravörös gázanalizátor (Li-cor, Lincoln, NE, USA) segítségével végeztük el, amelyekkel a levélszintű nettó CO₂ asszimilációt, intercelluláris CO₂ koncentrációt, a sztómakonduktanciát, és a sötétlégzést határoztuk meg. A levélszintű és kriptobiotikus kéreg mérésekhez a CIRAS-2 infravörös

gázanalizátort zárt rendszerben használtunk. A gyökérlégzés mérése szintén a Li-6400 infravörös gázanalizátorral történt, a műszer talajlégzés mérőkamrájának felhasználásával.

Az *in vivo* klorofill-*a* fluoreszcencia méréseket egyrészt a hordozható PEA (Plant Efficiency Analyser, Hansatech Ltd., UK), valamint FluorPen FP 100 (Photon Systems Instruments Ltd., Csehország) típusú klorofill fluorométerekkel végeztük el.

A fotoszintetikus pigmentek (klorofill-*a*, klorofill-*b*, valamint a karotinoidok) meghatározása LICHTENTHALER módszere alapján történt.

A növények víztartalmát közvetlen termogravimetriás módszerrel határoztuk meg, a friss növényi minta (FW) és a szárítószekrényben tömegállandóságig szárított minta (DW) tömegének a különbsége alapján.

Az állományszintű terepi mérésekkel párhuzamosan a gázcseremérő kamrák alatti vegetációfoltokról a cönológiai mintavételezés az úgynevezett Braun-Blanquet módszertan felhasználásával történt, a mért foltok összborítás értékeit a fajok százalékos borítási értékeinek becslése alapján határoztuk meg.

A norvégiai Finse közelében található kutatóállomáson végzett kutatásaink során a vizsgált állományok biomassa meghatározása egy 10×10-es kvadrát kijelölésével indult. A kijelölt kvadrátot ADC Dycam kamerával lefényképeztük az NDVI értékek meghatározásához.

A növényzet működésének, produktivitásának, fotoszintetikus teljesítőképességnek reflektancia mérésen alapuló módszere a vegetációs indexek megadása. Az általunk használt NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) értéket egyrészt ADC-2 (Dycam) digitális kamerával, a képek feldolgozását pedig Vegan-32 szoftverrel végeztük.

Szén és nitrogén meghatározás módszere: a Dumas-féle száraz égetésen alapuló elemtartalom meghatározást alkalmaztuk.

Statisztikai módszerek, értékelés: Statisztikai összehasonlító vizsgálatokat F-próba, Student-féle t-teszt, egy- valamint kétutas varianciaanalízis felhasználásával végeztünk. A változók közti interakciót, illetve különbségek kimutatására variancia-analízist (ANOVA) használtunk. Ha szignifikáns különbség mutatkozott, akkor a Tukey-féle teszt (HSD post hoc tesztel) felhasználásával elvégeztük a többszörös összehasonlítást. A varianciaanalízis feltételei teljesültek adatainkra. A számításokat Microsoft Excel 2003 és SigmaPlot 8.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA) és Statistica 5.0 (StatSoft Inc., USA) szoftverekkel végeztük.

EREDMÉNYEK

Metodikai és módszertani eredmények

A cianobaktériumos kriptogám sziklafelszínék újrantedvesítéséhez a természetes körülményeket leginkább megközelítő, folyamatos vízátfolyást biztosító kamrát építettünk. A kamra alján vízbe helyezett pumpa biztosította a folyamatos vízáramot, mely a minta felszínén kisebb folyásokban (szökőkút szerűen) átfolyva szimulálta az eredeti környezeti körülmények között fennálló feltételeket. A felül nyitott kamrába helyezett minták megvilágítását külső fényforrás alkalmazásával biztosítottuk.

A kiszáradástűrő edényes növények kiszáradás-újrantedvesedés vizsgálataihoz, szintén saját fejlesztésű, a kiszáradási folyamatot kontrolláltan követő szárító kamrát, valamint újrantedvesítő kamrákat állítottunk össze.

A kiszáradáshoz használt kamra működési elve egy zárt rendszerben működtetett légpumpa által hajtott, vízmegkötésen alapuló légáramoltatás. A kamrából kiáramló levegő a kamra külső falához szerelt szilikagél tartalmú tartályon halad át, majd az innen kijutó száraz levegő áramlik vissza újra a kamra belsejébe. A páratartalom egy, a kamra belsejében elhelyezett RH (%) szenzor segítségével követhető nyomon. Az újrantedvesítés egy exszikkátor átalakításával történt; az exszikkátor aljába vizet raktunk, a felette lévő szintre helyeztük a kiszáradt növényegyedeket, majd egy vízpumpa segítségével a növényeket felülről szökőkútszerű áztatással nedvesítettük újra. A módszer technikai kialakításának szükségességét az indokolta, hogy egész növényes vizsgálatok esetén a kiszáradás és az újrantedvesedés alatti növényi válaszok kevésbé követhetők nyomon kontrolláltan, mint leszedett levelek esetében. Az egyes növényegyedek egészben történő kiszárása és újrantedvesítése csökkenti a különböző levelek kiszáradásának/újrantedvesedésének egymáshoz viszonyított eltéréseit (egy-egy növényegyed különböző korú, állapotú leveleket tartalmazhat). Az egész növényes mérések ugyanakkor komplexebb ismereteket nyújtanak a növény állapotváltozásairól a levélszintű mérésekhez képest.

A különböző *Xerophyta* fajok esetében a levélszintű újrantedvesítésekhez kialakított kamra a 14. ábrán látható. Egy vízpumpa által keringetett, kétszálú, apró lyukakkal ellátott műanyagcső, apró lyukain keresztül szóródik a víz a levelek felületére, majd folyik vissza az alsó tartályba.

A tőzegmohalápok ökofiziológiai vizsgálatának eredményei

Három, különböző éghajlati, ill. növényzeti zónába (kontinentális, tajga, hegyvidéki tundra) tartozó vegetációtípus társulásaiban végeztünk állomány- és egyedszintű ökofiziológiai vizsgálatokat. Kutatásaink középpontjában elsődlegesen a nettó ökoszisztéma gázcsere szezonális (Beregi lápok), illetve a vegetáció fő növekedési periódusát jelentő időszakában (Szibériai tajga, Norvégiai hegyvidéki tundra) történő felvétele állt. Mindhárom vizsgálati helyszínen az alacsonyabbrendű növényfajok dominálta állományok voltak a meghatározóak, melyek közül a tőzegmohák funkcionális dinamikája, napi ritmusuk környezeti faktorok változásaira, valamint adott társuláson belüli interakcióikra (genusok közötti és más csoportokkal) terjedt ki. A tőzegmohalápok nagy jelentőségű ökoszisztémák, melyek az atmoszférikus CO₂-ot jelentős mennyiségű tárolt organikus szén (C) formává alakítják és tárolják. Ugyanakkor, ezen folyamatok mértékét nagymértékben meghatározzák a regionális tényezők, úgymint a klíma, a területi adottságok, és a hidrológiai állapotok. Ezen ökoszisztémák két legfontosabb biológiai és fizikokémiai folyamatait meghatározó tényezők: a víz állapotok (beleértve annak mennyiségét, kémiaiáját, fluktuációját, áramlási viszonyait) és a fajösszetétele (elsősorban a tőzegmohák) arányok. A mohafajok dominálta felszínalatti rétegek kritikus szerepet játszanak a tőzeglápok szénmérlegében és a felszíni felületek kiszáradásának megakadályozásában. A tőzeglápok nettó primer termelését jelentősen meghatározza a víz elérhetősége és az ismétlődő kiszáradás-újranedvesedés ciklikussága, feltehető, hogy széntároló szerepük veszélybe kerülhet a felszíni felületek vízelérhetőségének csökkenésével. Az általunk vizsgált területek veszélyeztetettségének, jelenlegi szerepének megváltozását nagymértékben lokális környezeti változások befolyásolják: Beregi lápok esetében a lápok körülvéő vegetáció megőrzése, valamint az optimális vízszint biztosítása a cél; Szibériai lápok esetében a globális felmelegedés a permafrost olvadását okozhatja, melynek eredménye a dagadólápok észak felé irányuló migrációja lehet; a tundrai vegetációban a klímaváltozás hatásai csökkentik a fajok és ökotípusok diverzitását, a populációk változatosságát. A regionális prioritások eltérései ellenére a hasonló szerkezeti szerveződés, funkcionalitás és az őket érintő globális változások alapján, ezen érzékeny ökoszisztémák ökofiziológiai megközelítése és összehasonlítása komplexebb rálátást tesz lehetővé.

Kiszáradástűró szervezetek összehasonlító ökofiziológiai vizsgálatai

A cianobaktériumos kriptobiotikus kérgek mindkét vizsgált minta esetén relatíve magas fotoszintetikus rátával fiziológiailag aktív működést mutatott az újranedvesítést követően. Funkcionális aktivitásukat valamennyi alkalmazott fényintenzitáson megtartották elégséges vízellátottság mellett, bár a fotoszintetikus apparátus helyreállítódásának mértéke (időben és arányaiban) a két mintánál különbözőképpen zajlott. Feltehetően a főként cianobaktériumok alkotta kriptobiotikus kérgek teljes szénmérlegét a csapadék gyakorisága és időtartama jelentősen befolyásolja: a hosszú idejű száraz periódusok a kérgek nettó szénvesztését eredményezik csakúgy, mint a hosszú idejű, folyamatos csapadék ellátottság. Kiszáradástűrési képességük az időszakos hidratált/dehidratált ciklusokhoz való akklimatizáción alapul. A kriptobiotikus kéreggel borított trópusi/szubtrópusi sziget-hegyek globális léptékben is jelentős előfordulása, valamint a fent említett szén asszimilációs kapacitása alapján valószínűsíthető, hogy ezen típusú kéregfelszínek jelentős szénraktárakkal bírnak, és így nagy mértékben hozzájárulnak a Föld teljes szénforgalmához. Három különböző földrajzi, két eltérő éghajlati környezetből származó és két különböző adaptációs stratégiát folytató kiszáradástűrő növény fiziológiai válaszreakcióit vizsgáltuk. A braziliai és afrikai fajok saját élőhelyükön hasonló funkciót és teret töltenek be, hiszen az éghajlati adottságoknak köszönhetően hasonló körülményekhez kellett adaptálódnuk. Azonban, még az egy genusba tartozó, egymáshoz relatíve közeli élőhelyeket (Tanzánia, Madagaszkár) benépesítő *Xerophyta* fajok esetében is különbségeket kaptunk az extrém hosszú idejű kiszáradt állapotban eltöltött száraz időszakot követően a regeneráció tekintetében. A legalacsonyabb regenerációs képességet a *X. dasyliroides* esetében kaptuk annak ellenére, hogy ez a faj rendelkezett látszólag a legfejlettebb morfológiai adaptációs tulajdonsággal, a sűrűn szőrözött levél felszínnel. A nyugat-afrikai *Afrotrilepis pilosa* esetében szintén a mikroklimatikus adaptációs képesség nagyfokú megjelenéséről beszélhetünk. A szavannai ökotípus magasabb fotoszintetikus teljesítménye nem jelent nagyobb C felhalmozódást, mivel a magasabb transzspiráció és sztómakonduktancia a vízhasznosítás csökkenését eredményezi. A *Vellozia sp.* faj ökológiai tekintetben az afrikai *Xerophyta* fajok braziliai megfelelője, újranedvesítése során életképességét gyorsabban visszanyerte, mint az afrikai PDT fajok, ami a rövidebb idejű kiszáradt állapotban eltöltött időszaknak is köszönhető. A mérsékeltövi *Haberlea rhodopensis* nagyfokú kiszáradástoleranciája nemcsak levél, hanem gyökér szinten is tapasztalható, bár ennek mértéke eltérő adaptációt tükröz a két szerv esetében dehidratáció és rehidratáció során.

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- Különböző vegetációjú állományok, valamint eltérő földrajzi környezetből származó alacsonyabb- és magasabbrendű növények számára, fotoszintetikus teljesítményük méréséhez egyedi fejlesztésű kamrákat építettünk.
- Magyarországi és szibériai tőzegmohalápok területén, nyílt rendszerű, állományszintű kamrás technikával végzett nettó ökoszisztéma gázcsere mérés alkalmas a hasonló szerveződésű, de különböző klimatikus körülmények között élő társulások összehasonlítására.
- A három különböző éghajlati zónába tartozó vegetációban a kapott nettó ökoszisztéma gázcsere értékei az adott társulás domináns állományalkotó fajainak produktivitásával összeegyeztethetők.
- Az eltérő klimatikus körülményektől függetlenül a hazai vizsgált lápokra is tavasi és őszi időszakok a legmeghatározóbbak a pozitív szénmérleg (nyelő) tekintetében. Ugyanakkor, a dekompozíciós rátát a klíma alapvetően befolyásolta, hazai lápok esetében magasabb arányokat kaptunk, mint amilyeneket az északabbra eső területeken mértek.
- A különböző tőzegmohafajok diverzitás viszonyai társulás és mikrogeográfiai léptékben is nagymértékben mikroklima függőek, mely egyben meghatározza produktivitásuk mértékét, ezáltal szénmérlegben betöltött szerepüket.
- A vizsgált tőzegmohatársulások produktivitását, napi gázcsere menetét, optimális vízállapotok mellett leginkább a fényintenzitás határozza meg.
- A zártabb tőzegmohás erdei állományok jelentős CO₂ kibocsátók (források), míg a nyílt dagadólápok CO₂ elnyelők a fő vegetációs időszakban.
- A ridge-hollow complex formációk (RHC) szerveződésén belül a két egység működésben is eltér: a gerinc (ridge) alkotó fajok magasabb CO₂ megkötési rátát mutattak, mint a medence (hollow) domináns tőzegmohafajai.
- A hegyvidéki tundrai társulások alacsonyabb- és magasabbrendű növényfajainak eltérő produktivitási-biomassza összefüggését írtuk le. A hosszú, fiziológiai működés szempontjából kedvezőtlen időszakokhoz adaptálódott alacsonyabbrendű zuzmófajok, gyors és dinamikus reaktivással képesek fenntartani pozitív

szénmérlegüket a napi kiszáradás és újranedvesedés természetes és váltakozó ciklusai alatt.

- Az inselberg sziklafelszínek kriptobiotikus kérgeinek kiszáradástoleranciáját a száraz időszakban eltöltött periódus hossza mellett jelentősen meghatározza a származási helyük szűkebb mikroklímája, ezen keresztül pedig a kérgek fajösszetétele és diverzitása.
- A trópusi kriptobiotikus kérgek esetében, a hosszú idejű, kiszáradt állapotban töltött időszakot követően már a rövid idejű újranedvesítés is azonnali fiziológiai aktivitást eredményez.
- A cianobaktériumok dominálta kriptobiotikus kérgek fotoszintetikus teljesítményét a kiszáradt állapotban eltöltött idő hossza mellett a vízellátottság időtartama szintén meghatározza.
- A szélsőségesen száraz élőhelyekhez alkalmazkodott kiszáradástűrő növények esetében jelentős különbségeket mutattunk ki a fotoszintetikus produktivásban mind az ökotípusok (*Afrotrilepis pilosa*), mind az azonos genusba (*Xerophyta*) tartozó fajok, mind pedig az eltérő kiszáradástűrési stratégiák (PDT, HDT) között.
- Az extrém hosszú kiszáradt állapotban eltöltött időszakot követően, valamennyi vizsgált *Xerophyta* faj képes volt az újraéledésre, bár ennek mértéke jelentősen különbözött az egyes fajok összehasonlításában.
- A HDT-stratégiájú *Haberlea rhodopensis* gyökereinek kiszáradástűrő képessége a levélhez képest eltérő adaptációs mechanizmust tükröz.
- A hosszabb-rövidebb kiszáradt időszakokhoz adaptálódott, eltérő kiszáradástűrési stratégiát (PDT-HDT) folytató növények közötti különbségek C és N tartalmi paramétereikben is tükröződnek.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A kutatásunk újszerűségét egyrészt az adja, hogy a természetes élőhelyeken végzett és a laboratóriumi mérések kombinációja révén vizsgálja a kiszáradástolerancia ökofiziológiai alapjait alacsonyabbrendű és virágos növényekben egyaránt, valamint hogy a jövőben közös modellben kívánja integrálni a különböző szintekről nyert információkat (levél-, hajtásszint, teljes növény és állomány szintje). Hosszú távon várható, hogy a jelen kutatás eredményei gyarapítják meglévő ismereteinket a szárazságstressznek természetett növényekre gyakorolt hatásairól, ezáltal segítséget jelenthetnek a növénynemesítők és a molekuláris biológusok szárazságtolerancia fokozására irányuló munkájában. Közvetlen gyakorlati hasznuk pedig a növénytermesztésben való alkalmazásból származó információk elérhetőségében lehet, így az agrártudományok és a hosszú életciklusú kultúrákkal dolgozó gyakorlati mezőgazdaság szintén hasznosíthatja e kutatás eredményeit. A kiszáradt állapotban a vegetatív fotoszintetizáló növényi szövetek életképességét lehetővé tevő molekuláris mechanizmusoknak és tulajdonságoknak a megértése jelentős kritériuma lesz a természetett növények kiválasztásának és nemesítésének a célból, hogy hosszabb szárazság-periódusokat túl tudjanak élni. Minden globális klímaváltozással foglalkozó modell a szárazság gyakoriságának növekedését jelzi, ezért a kiszáradástűrő növények jelentősége a természetes növényzetben a jövőben csak fokozódhat.

Az eredmények ökológiai szempontból is fontosak, hiszen természetes ökoszisztémák növényfajainak vizsgálataiból származnak, s mint ilyenek, a természetvédelem számára hasznos információkkal szolgálhatnak. Az eredmények egy része jelentős értéket képviselő természetes ökoszisztémából származik, amely biztosítja a természet megóvásában és a környezetvédelemi gyakorlatban való széleskörű alkalmazhatóságukat.

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

Angol nyelvű, impakt faktoros tudományos közlemények:

- Péli E.R., Nie Lei, Tamás Pócs, Zsanett Laufer, Stefan Porembski, Zoltán Tuba (2011): Ecophysiological responses of desiccation-tolerant cryptobiotic crusts. *Central European Journal of Biology*. DOI: 10.2478/s11535-011-0049-1.
- Báčkor M., Péli E.R., Vantová I. (2011): Copper tolerance in the macrolichens *Cladonia furcata* and *Cladonia arbuscula* subsp. *mitis* is constitutive rather than inducible. *Chemosphere*, 85: 106-113. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.05.035.
- Georgieva K., Ivanova A., Doncheva S. Petkova S., D. Stefanov D., Péli E., Tuba Z. (2011): Changes in fatty acid content during reconstitution of the photosynthetic apparatus in the leaves of poikilochlorophyllous air-dried *Xerophyta scabrida* during rehydration. *Biologia Plantarum*, 55(3): 581-585. DOI: 10.1007/s10535-011-0067-x.
- Nagy-Déri H., Péli E.R., Georgieva K., Tuba Z. (2011): Changes in chloroplast morphology of different parenchyma cells in leaves of *Haberlea rhodopensis* Friv. during desiccation and following rehydration. *Photosynthetica*. 49(1): 119-126.
- Helyes L., Lugasi A., Péli E., Pék Z. (2011): Effect of elevated CO₂ on lycopene content of tomato (*Lycopersion lycopersicum* L. Karsten) fruits. *Acta Alimentaria*, Vol. 40(1): 80–86. DOI: 10.1556/AAlim.40.2011.1.11.
- Horváth L., Grosz B., Machon A., Tuba Z., Nagy Z., Czóbel Sz., Balogh J., Péli E., Fóti Sz., Weidinger T., Pintér K., Führer E. (2010): Estimation of nitrous oxide emission from Hungarian semi-arid sandy and loess grasslands; effect of soil parameters, grazing, irrigation and use of fertilizer. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139: 255–263.
- Dzubaj A., Bäckor M., Tomko J., Péli E., Tuba Z. (2008): Tolerance of the lichen *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. to metal stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70:319-326.
- Nagy P., Bakonyi G., Péli E., Sonnemann I., Tuba Z. (2008): Long-term response of the nematode community to elevated atmospheric CO₂ in a temperate dry grassland soil. *Community Ecology* 9:(Supl. 1.) 167-173.
- Czóbel Sz., Szirmai O., Balogh J., Nagy J., Péli E., Ürmös Zs., Tuba Z. (2008): Effects of irrigation on botanical composition and carbon

- uptake on Pannonian loess monoliths. *Community Ecology*, 9:(Supl. 1.) 91-96.
- Vodnik D., Maèek I., Péli E., Videmšek U., Tuba Z. (2008): Elevated CO₂ affects the content of glomalin related soil protein in xeric temperate loess and temperate semi-desert sand grasslands. *Community Ecology* 9:(Supl. 1.) 161-166.
- Georgieva K., Szigeti Z., Sárvári E., Gáspár L., Maslenkova L., Peeva V., Péli E., Tuba Z. (2007): Photosynthetic activity of homoiochlorophyllous desiccation tolerant plant *Haberlea rhodopensis* during dehydration and rehydration. *Planta*, 225: 955-964.
- Balogh J., Nagy Z., Fóti Sz., Pintér K., Czóbel Sz., Péli E.R., Acosta M., Marek M.V., Csintalan Z., Tuba Z. (2007): Comparison of CO₂ and H₂O fluxes over grassland vegetations measured by eddy-covariance technique and by open system chamber. *Photosynthetica* 45 (2): 288-292.
- Dulai S., Molnár I., Péli E.R., Lehoczki E. (1999): Short-term responses of photosystem II to heat stress in cold-acclimated atrazine resistant and susceptible biotypes of *Erigeron canadensis* (L.). *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung*, Vol. 54.c., No. 9/10. p.: 665-670.

További angol nyelvű tudományos közlemények:

- Fóti Sz., Nagy Z., Balogh J., Bartha S., Acosta M., Czóbel Sz., Péli E.R., Marek M.V., Tuba Z. (2009): Small scale spatial variability and pattern of soil respiration and water content in wet and dry temperate grasslands and bare soil. *Ekológia (Bratislava)*, 28: 389-398.
- Czóbel Sz., Horváth L., Gál B., Szerdahelyi T., Szirmai O., Nagy J., Cserhalmi D., Fogarasi G., Péli E.R., Rabneck Gy., Grosz B., Tuba Z. (2009): Ecophysiological studies in the Bodroghöz: Measurement of yearly C and N₂O balance in typical wetland habitats of the Bodroghöz. *Thaiszia – Journal of Botany* (Kosice), 19: 331-344.
- Nagy J., Cserhalmi D., Molnar M., Gal B., Peli E. (2009): The skirt – mire: a new type of floating mires. *Ecológia (Bratislava)*, 28(2): 206–212.
- Rabneck Gy., Keresztényi I., Isaák Gy., Jócsák I., Varga Zs., Peli E. (2009): A biomonitoring investigation of an oil refinery in Hungary based on mosses. *Acta Botanica Hungarica*, 51(1-2)/March, 179-184.
- Péli E., Mihailova G., Petkova S., Georgieva K. (2008): Root respiration in whole *Haberlea rhodopensis* Friv. plants during desiccation and rehydration. *Acta Biologica Szegediensis*, 52: 115-117.
- Horváth L., Grosz B., Czóbel Sz., Nagy Z., Péli E., Szerdahelyi T., Szirmai O., Tuba Z. (2008): Measurement of methane and nitrous oxide fluxes

- in Bodrogek, Hungary; preliminary results. *Acta Biologica Szegediensis*, 52: 119-122.
- Czóbel Sz., Horváth L., Szerdahelyi T., Nagy J., Szirmai O., Gál B., Cserhalmi D., Fogarasi G., Ürmös Zs., Péli E.R., Grosz B. (2008): The measurement of yearly C-, N- and CH₄ balance in characteristic Hungarian wetland ecosystems. Preliminary results. *Acta Biologica Szegediensis*, 52: 213-216.
- Péli E.R., Ötvös E., Juhász A., Benkő Zs. (2008): Effects of elevated air CO₂ concentrations on heavy metal content of terricolous mosses and lichens: a preliminary study of bioindication under doubled air CO₂ concentration. *Cereal Research Communications*, Volume 36: 2011-2014.
- Juhász A., Péli E.R., Benkő Zs. (2008): Some photosynthetic features of desiccation-tolerant terricolous lichen and moss species transplanted to a natural CO₂ vents: preliminary communication. *Cereal Research Communications*, 36: 2015-2018.
- Németh Z., Nagygyörgy E.D., Czóbel Sz., Péli E.R., Szirmai O. (2008): Changing soil respiration a geophyte-rich pannonian forest from snowmelt until peak leafing. *Cereal Research Communications*, 36: 1967-1970.
- Nie L., Péli E. (2007): Some ecophysiological properties of cyanobacterial cryptogamic crust of tropical desiccation-tolerant vegetation. *Cereal Research Communications*, 35(2):849-852.
- Tuba Z., Nie L., Péli E., Pócs T., Porembski S., Laufer Zs. (2007): Chlorophyll fluorescence and CO₂ assimilation of desiccation-tolerant cyanobacterial crustaceous layer of tropical inselberg rock surfaces after rehydration following one and four-year air-dried stage. *South African Journal of Botany*, 73 (3): 500-501.
- Balogh J., Czóbel Sz., Fóti Sz., Nagy Z., Szirmai O., Péli E., Tuba Z. (2005): The influence of drought on carbon balance in loess grassland. *Cereal Research Communications*, 33(1):149-152.
- Péli E.R., Peeva V., Georgieva K., Tuba Z. (2005): Some responses of the homoiochlorophyllous desiccation-tolerant dicot *Haberlea rhodopensis* Friv. to desiccation and rehydration. *Cereal Research Communications*, 33(1):293-295.
- Péli E.R., Peeva V., Georgieva K., Tuba Z. (2005): Investigation of the homoiochlorophyllous desiccation-tolerant dicot *Haberlea rhodopensis* Friv. During desiccation and rehydration. *Acta Biologica Szegediensis* 49: 173-174.
- Balogh J., Fóti Sz., Nagy Z., Czóbel Sz., Pintér K., Péli E., Tuba Z. (2005): Comparison of carbon dioxide fluxes over sandy grasslands vegetation

as measured by the eddy-covariance technique and by open system chamber. *Acta Biologica Szegediensis*, 49: 143-147.

- Czóbel Sz., Balogh J., Fóti Sz., Szirmai O., Nagy Z., Péli E., Nagy J., Szerdahelyi, T., Engloner A., Horváth L., Pintér K., Tuba Z. (2005): Effects of different land use change on temperate semi-natural grasslands. *Acta Biologica Szegediensis*, 49: 133-136.
- Váradi Gy., Polyánka H., Péli E.R., Lehoczki E. (2002): Altered xanthophyll cycle and fluorescence quenching indicate light-dependent early events in paraquat-treated resistant *Erigeron canadensis*. *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4):157-158.

Magyar nyelvű könyvfejezet:

- Péli E.R., Laufer Zs., (2010): A trópusi kriptobiotikus kérgék ökofiziológiai válaszai több éves kiszáradást követő újranedvesedés hatására. In: Botanikai, növényélettani és ökológiai kutatások. (Szerk: Nagy, Z., Bartha, S.), 161-168.
- Fóti Sz., Balogh J., Bartha S., Nagy Z., Pintér K., Péli E., Ürmös Zs., Czóbel Sz. (2010): Szünfiziológia mikroléptékben: A talajlégzés términtázata. In: Botanikai, növényélettani és ökológiai kutatások. (Szerk: Nagy, Z., Bartha, S.), 63-69.
- Czóbel Sz., Szirmai O., Balogh J., Pintér K., Péli E., Fóti Sz., Tuba Z. (2010): Löszpusztarét és homoki száraz legelő növénytársulások manipulációs kísérletekre adott főbb funkcionális ökológiai válaszai. In: Botanikai, növényélettani és ökológiai kutatások. (Szerk: Nagy, Z., Bartha, S.), 51-55.
- Czóbel Sz., Horváth L., Tuba Z., Cserhalmi D., Péli E., Gál B., Szirmai O., Nagy J., Szerdahelyi T., Grosz B., Fogarasi G., Rabnecz Gy. (2008): Ökofiziológiai vizsgálatok a Bodroglókban; az éves C-, N- és CH₄-mérleg mérése a Bodroglók jellemző vízi és vízparti élőhelyein. pp. 875-890. In: Tuba Z.-Frisnyák S. (eds.): Bodroglók. (A magyarországi Bodroglók tájmonográfiája.) Lorántffy Alapítvány, Gödöllő-Sárospatak 1179.
- Czóbel Sz., Horváth L., Nagy J., Szirmai O., Péli E., Nagy Z., Pintér K., Balogh J., Ürmös Zs., Marschall Z., Rabnecz Gy., Tuba Z. (2008): Üvegházhatású gázok variabilitása és éves mérlege, valamint a légköri emelkedő CO₂-koncentráció növényökológiai hatásai. In: Harnos Zs., Csete L. (szerk.) Klímaváltozás: Környezet - Kockázat - Társadalom. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház, 2008. pp. 201-227.

Magyar nyelvű tudományos közlemények

- Helyes L., Lugasi A., Péli, E., Pék Z. (2010): Az emel CO₂-szint és a nitrogénellátottság együttes hatása a paradicsom beltartalmi összetevőire. *KERTGAZDASÁG*-1998 42(2): 3-8.
- Czóbel Sz., Tuba Z., Szirmai O., Németh Z., Nagy J., Szerdahelyi T., Péli E., Balogh J., Nagygyörgy E. D., Varga E., Valkó D. (2009): Különböző ökoszisztémák állományszintű, kamrás CO₂-fluxus méréseinek sajátosságai. *Botanikai Közlemények*, 96: 13-15.
- Németh Z., Czóbel Sz., Nagygyörgy E.D., Varga E., Szirmai O., Péli E.R. (2008): Erdei geofitonok ökológiai vizsgálata, valamint szerepük a magyarországi szénmérlegben. *Kitaibelia*, 13: 122.
- Czóbel Sz., Szirmai O., Szerdahelyi T., Nagy J., Balogh J., Fóti Sz., Péli E., Pintér K., Horváth L., Nagy Z. (2007): Megváltoztatott kezelésű hazai gyeptársulásaink funkcionális ökológiai válaszai. *Magyar Tudomány*, 168 (10): 1273-1279.
- Tuba Z., Nagy Z., Czóbel Sz., Balogh J., Csintalan Zs., Fóti Sz., Juhász A., Péli E., Szente K., Palicz G., Horváth L., Weidinger T., Pintér K., Virágh K., Nagy J., Szerdahelyi T., Engloner A., Szirmai O., Bartha S. (2004): Hazai gyeptársulások funkcionális ökológiai válaszai, C-körforgalma és üvegházhatású gázainak mérlege jelenlegi és jövőben várható éghajlati viszonyok, illetve eltérő használati módok mellett, In: „*Agro-21*” *Füzetek*, 37: 123-138.
- Marschall Z., Péli E.R. (1998): Az *Iris aphylla ssp. hungarica* (W. et. K.) *Hegi* szendrőládi populációjának állapotfelmérése. *Kitaibelia*, III. évf. 2.: 279.

Konferencia kiadványok, előadások:

- Czóbel Sz., Németh Z., Nagygyörgy E., Varga E., Szirmai O. Péli E., Tuba Z. (2009): Stand level CO₂ sequestration potential and ecophysiological characteristics of forest spring geophytes. In: *Proceedings of the 8th International Carbon Dioxide Conference*. Jena, Németország, 2009.09.14-2009.09.19.
- Péli E., Cserhalmi D., Nagy J. (2009): Két beregi tőzegmohás élőhely ökofiziológiai vizsgálata. *VIII. Magyar Ökológus Kongresszus*, Szeged, 2009. augusztus 26-28., 170.
- Németh Z., Czóbel Sz., Nagygyörgy E.D., Varga E., Szirmai O., Péli E.R. (2008): Erdei geofitonok ökológiai vizsgálata, valamint szerepük a magyarországi szénmérlegben. In: „*VIII. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében*” c. konferencia, 2008. február 29-március 2., Gödöllő.

- Péli E., Laufer Zs., Nie L., Tuba Z., Pócs T., Poremski S. (2007): Ecophysiology of desiccation-tolerant cyanobacterial cryptobial crusts of tropical inselberg: chlorophyll fluorescence and CO₂ assimilation responses to rehydration followed prolonged air-dried period. *Indo-hungarian scientific workshop*, Biology of Inselberg plants, Ecology and mechanism of desiccation tolerant plants and vegetation in tropical inselberg, 16-24 March., Bareilly Collage, Bareilly, India.
- Péli E., Czóbel Sz., Nagy J., Koronátova N.G., Kosykh N.P. (2007): Comparison of biomass and carbon-flux data considering the role functional groups and species diversity in two typical West Siberian peatlands. West Siberian peatlands and carbon cycle: past and present. In: *Proceedings of the Second International Field Symposium*, Khanty-Mansiysk, : 138-140.
- Koronátova N.G., Kosykh N.P., Czóbel Sz., Péli E., Nagy J. (2006): Some parameters of C turnover in ryam ecosystem in forest-steppe zone of Western Siberia /in Russian with English summary/ In: *Proceedings of the 5th Mire & Biosphere Scientific School*, Tomsk, Russia, September 2006, 215-221.
- Péli E., Balogh J., Czóbel Sz., Poremski S., Tuba Z. (2006): Széles elterjedésű trópusi kiszáradástűrő vegetáció C- és N- körforgalmának néhány ökofiziológiai vonatkozása. *KvVM-MTA „VAHAVA”*, március 9. Poszter.
- Nagy J., Ürmös Zs., Tuba Z., Nagy Z., Szerdahelyi T., Fóti Sz., Balogh J., Péli E., Virágh K., Kun A., Szirmai O., Czóbel Sz. (2006): Lösspusztagyep botanikai összetételének alakulása 10 év emelt légköri CO₂ koncentráció mellett. *KvVM-MTA „VAHAVA”*, március 9. Poszter.
- Czóbel Sz., Balogh J., Szirmai O., Péli E., Nagy Z., Fóti Sz., Nagy J., Tuba Z. (2006): Eltérő dinamikájú, struktúrájú és fajkészletű növényállományok CO₂-fluxusának összehasonlító vizsgálata. *VII. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest, 2006. szeptember 4-6*, 49.
- Péli E., Nie L., Pócs T., Poremski S., Tuba Z. (2006): Trópusi kiszáradástűrő kriptogám vegetáció néhány fajának ökofiziológiai vonatkozásai. *VII. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest, 2006. szeptember 4-6.*, 170.
- Tuba Z., Csintalan Zs., Balogh J., Czóbel Sz., Péli E., Pócs T., Poremski S., Georgieva K. (2006): Növényi kiszáradás és trópusi Inselberg-ökofiziológia: poikilohidrikus vízgazdálkodásra és az ismertektől eltérő fotoszintetikus szerkezetekre épülő növényi működés. *VII. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest, 2006. szeptember 4-6*, 215.

- Czóbel Sz., Balogh J., Nagy Z., Fóti Sz., Péli E., Nagy J., Szirmai O., Horváth L., Pintér K., Tuba Z. (2005): Effects of land use change on temperate seminatural grasslands. In: Book of Abstract of the *XVII International Botanical Congress* (IBC), Vienna, Austria, July. 71.
- Balogh J., Czóbel Sz., Péli E., Porembski S., Tuba Z. (2005): Ecophysiological investigation of tropical desiccation-tolerant vascular plants. In: *Abstracts of XVII International Botanical Congress*, Vienna, Austria, P1890, 536.
- Nie L., Péli E., Tuba Z. (2005): Ecophysiological strategies of desiccation-tolerant crustaceous cryptogamic layer on tropical inselbergs. In: *Abstracts of XVII International Botanical Congress*, Vienna, Austria, P1886, 535.
- Czóbel Sz., Balogh J., Fóti Sz., Szirmai Sz., Nagy Z., Péli E., Nagy J., Szerdahelyi T., Engloner A., Horváth L., Pintér K., Tuba Z. (2005): Effects of different land use change on temperate semi-natural grasslands. *VIII. Magyar Növényélettani Kongresszus*, Szeged, 2005 augusztus. Poszter.
- Balogh J., Fóti Sz., Nagy Z., Czóbel Sz., Pintér K., Péli E., Tuba Z. (2005): Comparison of carbon dioxide fluxes over sandy grasslands vegetation as measured by the eddy-covariance technique and by open system chamber. *VIII. Magyar Növényélettani Kongresszus*, Szeged, 2005 augusztus. Poszter.
- Fóti Sz., Nagy Z., Balogh J., Czóbel Sz., Péli E.R., Bartha S., Acosta M., Marek M., Tuba Z. (2005): A talajlégzés kisléptékű térbeli variabilitása és mintázata különböző mérsékelt övi gyepekben. In: *VII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia*. Előadások és poszterek összefoglalói. 37.
- Czóbel Sz., Balogh J., Fóti Sz., Péli E., Szerdahelyi T., Szirmai O., Nagy Z., Tuba Z. (2004): Long-term effects of irrigation and fertilization on stand CO₂ fluxes and soil biochemical processes in a Hungarian loess grassland. *III. Alps-Adria Scientific Workshop*, 130-134.
- Fóti Sz., Czóbel Sz., Nagy Z., Balogh J., Péli E.R., Bartha S., Acosta M., Tuba Z. (2004): Small scale spatial heterogeneity of soil water content and CO₂ gas exchange in semi-natural agro-ecosystem. *III. Alps-Adria Scientific Workshop*, 83-87.
- Péli E., Balogh J., Georgieva K., Peeva V., Tuba Z. (2004): The effect of various water conditions on the survival of desiccation-tolerant *Haberlea rhodopensis* Friv.. *III. Alps-Adria Scientific Workshop*, 49-53.
- Fóti Sz., Nagy Z., Balogh J., Csintalan Zs., Juhász A., Péli E.R., Bartha S., Acosta M., Tuba Z. (2004): Small scale spatial variability and pattern

- of net ecosystem exchange and soil respiration. *Carbomont Final Workshop*, Innsbruck, 25-26 October.
- Tuba Z., Nagy Z., Weidinger T., Csintalan Zs., Horváth L., Szerdahelyi T., Nagy J., Engloner A., Juhász A., Balogh J., Pintér K., Fóti Sz., Péli E.R. (2003): Az 5. EU&D keretprogrambeli gödöllői gyepökölógiai kutatásokról. 6. *Magyar Ökológus Kongresszus*, Gödöllő. Előadások és posztterek összefoglalói. 266.
- Péli E.R., Balogh J., Juhász A., Czóbel Sz., Fóti Sz., Nagy Z., Tuba Z. (2003): A *Festucetum vaginatae danubiale* társulás szénmérlegének hosszútávú vizsgálata. V. *Magyarországi Fotoszintézis Konferencia és Fotoszintézis Iskola*, Noszvaj. 2003. 09.15-16. Absztrakt.
- Nagy Z., Tuba Z., Weidinger T., Barcza Z., Pintér K., Csintalan Zs., Czóbel Sz., Balogh J., Fóti Sz., Péli E., (2003): C-mérleg mérési technikák és skálák. V. *Magyarországi Fotoszintézis Konferencia és Fotoszintézis Iskola*, Noszvaj. 2003. 09.15-16.
- Váradi Gy., Polyánka H., Péli E.R., Lehoczki E. (2002): Altered xanthophyll cycle and fluorescence quenching indicate light-dependent early events in paraquat-treated resistant *Erigeron canadensis*. *Abstracts of 13th Congress of FESPP*, 2-6 September, Heraklion (Greece), 655.
- Marschall Z. Péli E. (1999): *Hypnum cupressiforme* taxonok ökofiziológiai tulajdonságainak változása eltérő mikroélelhelyeken. *Magyar Biológiai Társaság, Ökológiai Szakosztály 1. előadóiülés*. Budapest (előadás).
- Marschall Z., Péli E.R., Cseh R. (1998): Investigation of the photosynthetic properties of *Hypnum cupressiforme* moss types adapted to different stress factors. G. Garab (ed), *Photosynthesis: Mechanism and Effects*, Vol. V, 4085-4088. Kluwer Academic Publishers.
- Marschall Z., Péli E. (1998): Az *Iris aphylla ssp. hungarica* (W. et. K.) Hegi szendrőládi populációjának állapotfelmérése. *Aktuális flóra és vegetációkutatás Magyarországon konferencia*, Felsőtárkány. Poszter.
- Marschall Z., Cseh R., Péli E.R. (1996): Differences in response to stress factors (heat and light) moss *Hypnum cupressiforme* originating from different microhabitats. Glasgow, *BBS. Centenary Meeting*.