

Ökológia az ezredfordulón I.

AGRÁRIUM

KÖRNYEZETVÉDELEM ÉS INTEGRÁCIÓ

RENDSZERVÁLTOZÁS:

PIACGAZDASÁG, TÁRSADALOM, POLITIKA

TUDOMÁNYPOLITIKA

TERÜLETFEJLESZTÉS

ÉLETMINŐSÉG

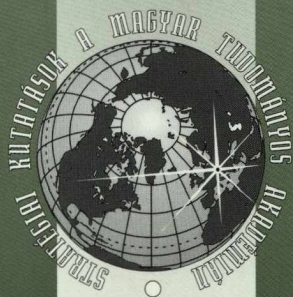
KÖZLEKEDÉS

NEMZETI KULTÚRA

DUNA-VÖLGYI RÉGIÓ

TECHNOLÓGIAI FEJLESZTÉS

ÖKOLÓGIA



**Ökológia az ezredfordulón I.
Koncepció, hosszú távú kutatások**

Ökológia az ezredfordulón I.

Konceptió, hosszú távú kutatások

Szerkesztőbizottság

Előszó

Szerkesztők

Doróti István és Berta-Béla Zoltán

Programvezető

Doróti István

Kiadás

Magyar Tudományos Akadémia

Magyarország az ezredfordulón
Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián
Műhelytanulmányok

Sorozatszerkesztő
Glatz Ferenc

Programvezető
Borhidi Attila

**Magyarország az ezredfordulón
Stratégiai kutatások a Magyar Tudományos Akadémián
Műhelytanulmányok**

Ökológia az ezredfordulón I.

Koncepció, hosszú távú kutatások

Szerkesztők

Borhidi Attila és Botta-Dukát Zoltán

II. rész

AGRÁR ÉLŐKÖZÖSSÉGEK KUTATÁSA

Budapest 2001

Magyar Tudományos Akadémia

© Altbäcker Vilmos, Babos Károly, Balázs Klára, Balázs Sándor, Basky Zsuzsa,
Bíró Borbála, Bíró Marianna, Borhidi Attila, Dózsa-Farkas Klára, Fekete Gábor,
Gallé László, Hahn István, Jakucs Erzsébet, Jakucs Pál, Jenser Gábor, Jermy Tibor,
Kádár Ferenc, Kárász Imre, Kertész Miklós, Kiss Balázs, Kovácsné Láng Edit,
Kozár Ferenc, Kröel-Dulay György, Kun András, Lhotsky Barbara, Margóczi Katalin,
Markó Viktor, Molnár Edit, Molnár Zsolt, Morschhauser Tamás,
O'Heix Bruno Charles, Papp Mária, Rajkai Kálmán, Rédei Tamás,
Salamonné Albert Éva, Samu Ferenc, Szabó László, Szentesi Árpád,
Szentkirályi Ferenc, Szőcs Gábor, Tóth János Attila,
Tóthmérész Béla, Török János, Török Katalin

ISBN 963 508 273 8 Ö

ISBN 963 508 274 6

ISSN 1419-1822

Kiadja
a Magyar Tudományos Akadémia
Kiadásért felel: Glatz Ferenc, az MTA elnöke
Olvasószerkesztő: Kovács Éva
Borítóterv: Horváth Imre
Tördelés: AbiPrint Bt.
Nyomdai munkálatok: Áldási és Németh Nyomda Bt.
Felelős vezető: Áldási Pálné
Megjelent: 19,5 A/5 ív terjedelemben, 500 példányban

Tartalom

Előszó (Borhidi Attila)	11
-------------------------	----

I. rész

HELYZETÉRTÉKELEÉS ÉS KONCEPCIÓK

BORHIDI Attila–JERMY Tibor–FEKETE Gábor–KOVÁCSNÉ LÁNG Edit: A kelet-közép-európai ökológiai-természetvédelmi kutatóhálózat hazai tudományos háttere és eszközszerrendszere	15
A hazai természetvédelmi-ökológiai kutatások jelenlegi helyzete	16
• Kutatási prioritások	18
• Hosszú távú kutatási program	25
Várható eredmények	43
• Pénzügyi és szervezeti kérdések	44
Kelet-közép-európai ökológiai kutatási hálózat kialakítása	46

GALLÉ László: A Dél-Alföld és a Tisza-völgy ökológiai kutatása	49
A kutatások koncepciója, célkitűzései	49
• A kutatási téma keretében tartozó részprogramok	50

BORHIDI Attila–MORSCHHAUSER Tamás–SALAMONNÉ ALBERT Éva: Talaj és természetes növényzet. Ökológiai összefüggések a bioindikáció tükrében	55
Növényzet és talajindikáció	59
• Összefoglalás	71

II. rész

AGRÁR ÉLŐKÖZÖSSÉGEK KUTATÁSA

SAMU Ferenc–SZENTKIRÁLYI Ferenc–KOZÁR Ferenc–BASKY Zsuzsa–BALÁZS Klára–KÁDÁR Ferenc–JENSER Gábor–KISS Balázs: Agrárterületek élőközösségeinek és fenntartható használatának kutatása	75
Egyéves agrár-ökoszisztémák kutatása	75
• Évelő agrár-ökoszisztémák fenntarthatóságának ökológiai kutatása	76
• Művelésiágváltozások okozta ökológiai problémák kutatása	77
• Fitofág és zoofág rovarok populációs és közösségi szintű tér- és időbeli mintázatváltozásainak hosszú távú kutatása	78

SAMU Ferenc–SZENTKIRÁLYI Ferenc–KOZÁR Ferenc–BASKY Zsuzsa– KÁDÁR Ferenc–SZENTESI Árpád–SZŐCS Gábor: Ökológiai kutatások a fenntartható mezőgazdaság érdekében	83
Fénycsapda-hálózati monitorozással kapcsolatos kutatási ered- mények 83 • Szívócsapdás levéltetű-monitorozással kapcsolatos kutatási eredmények 92 • Pókok monitorozásával kapcsolatos eredmények 93 • Agroökológiai kutatások modern műszeres inf- rastruktúrájának fejlesztése 96	

III. rész

HOSSZÚ TÁVÚ, MODELL JELLEGŰ, KÍSÉRLETES KUTATÁSOK

A Kiskun-LTER projekt

KOVÁCSNÉ LÁNG Edit: Modell jellegű, hosszú távú, kísérletes ökoló- giai természetvédelmi kutatások az Alföldre jellemző erdős- sztyepp biom életközösségeiben	117
A kutatás tárgyi feltételei 118 • A kutatások célkitűzései 118 • Az ad hoc team által 1997-ben végzett kutatások és eredményeik 119 • Az eredmények rövid összefoglalása 122	
FEKETE Gábor–KUN András: A Duna–Tisza közti erdei flóra. Choroló- giai aspektusok	129
MOLNÁR Zsolt–BÍRÓ Marianna: Tájéörténeti kutatások Orgovány környékén	133
RÉDEI Tamás–KRÖEL-DULAY György–LHOTSKY Barbara: Az évelő nyílt homokpusztagyep foltmintázatának térképezése a fülöpházi homokpusztán	137
MOLNÁR Edit–LHOTSKY Barbara: Késeiperje lelőhely-térképezése a Duna–Tisza közti homokterületeken	139
MARKÓ Viktor–TÖRÖK Katalin: Természetvédelmi célú kezelések hatása a vegetáció és az Arthropoda együttesek kapcsolatára	143
ALTBÄCKER Vilmos: A bugacpusztai és orgoványi ürgepopuláció összehasonlító vizsgálata	147

RAJKAI Kálmán–KOVÁCSNÉ LÁNG Edit–KRÖEL-DULAY György: Az évelő nyílt homokpusztagyep nedvességprofilja szezonális dinamikájának összehasonlító elemzése	153
KRÖEL-DULAY György: Homokpusztagyep vizsgálat szimulációs modellezéssel és terepi mikrokvadrátos vizsgálatok beindítása a modellpredikciók tesztelésére	157
KERTÉSZ Miklós: Kisparscellás, hosszú távú növényökológiai kísérleti terv kialakítása a Kiskun-LTER keretében	161
HAHN István: Nyílt homoki gyepekben élő fajok aktív gyökérszónájának vizsgálata	165
KOVÁCSNÉ LÁNG Edit–BABOS Károly: A <i>Fumana procumbens</i> egyedek kor-méret összefüggésének meghatározása	167
JAKUCS Erzsébet: A <i>Fumana procumbens</i> (DUN.) GO. & GODR. ekto-mikorrhizái alföldi homoki gyepekben	169
BÍRÓ Borbála: Homokpusztagyep mikroszimbionta gyökérkapcsolattal rendelkező növényei és a szárazságtűrésben betöltött szerepük	173
MARGÓCZI Katalin: Homoki gyepek stabilitási tulajdonságainak vizsgálata hosszú távú monitorozással	177
Mintavételi módszerek 177 • A vegetáció időbeli változása és a kezelések hatása 177 • Dél-kiskunsági sztyeppré- és lápré-telek vizsgálata 179	
A Síkfőkút-LTER projekt	
JAKUCS Pál: Hosszú távú (long-term) kísérletes természetvédelmi és környezetvédelmi kutatások cseres-tölgyes erdei ökoszisztémában	187
A kutatási program előzményei és célkitűzései 187 • Eredmények 188 • Az erdőszegély növényzetének dinamikája és ökofiziológiai vizsgálata 194	
MARKÓ Viktor: Zoológiai kutatások a Síkfőkút projekt mintaterületén	201

TÓTH János Attila: A Síkfőkút-LTER projekt 1998. évi kutatásainak szervezése és koordinálása	203
Kutatási terv 203 • Kutatásszervezési feladatok 204 • Új kutatási irányok 207 • A projekttel kapcsolatos egyéb feladatok 208 • A projekt hazai és nemzetközi kapcsolatrendszerének kiépítése és fenntartása 209 • Eredmények 210	
TÓTHMÉRÉSZ Béla: A síkfőkúti erdő fapusztulási dinamikájának monitoringja	211
KÁRÁSZ Imre: A síkfőkúti erdő cserjeszintjének strukturális változásai	213
PAPP Mária: Változások a lágyszárú növényzetben a síkfőkúti cseres-tölgyes erdőben és környékén 25 év távlatában	223
O'HEIX, Bruno Charles: Három hazai tölgyfaj (<i>Quercus petraea</i> , <i>Q. cerris</i> és <i>Q. robur</i>) ózon-stresszre adott ökológiai válaszai	231
Elméleti megfontolások 231 • Célkitűzés 231 • Műszer és jegyzőkönyv 232 • Ütemterv és jegyzőkönyv 232 • Folyamatos mérések 233	
SZABÓ László: Lombfogyasztó rovarlárvák mennyiségi viszonyainak, közösség-szerveződésének és anyagforgalmi szerepének vizsgálata	235
TÓTH János Attila: A Síkfőkút projekt 1998. évi mikrobiális ökológiai kutatásai	239
Anyag és módszer 239 • A levegő relatív páratartalmának hatása az avar vízáktivitására 240 • Az avarszintek vízáktivitásának és nedvességtartalmának napszakos változásai 241 • A szén-dioxid-képződés dinamikája az avarbomlás folyamán 244 • Összefoglalás 248	
BALÁZSY Sándor: Talajszennyeződések mikrobiológiai szóródása	249
Egyéb hosszú távú projektek	
DÓZSA-FARKAS Klára-TÖRÖK János: Stratégiai fontosságú, különösen veszélyeztetett területek hosszú távú (long-term) kutatása, különös tekintettel a nagyvárosi populáció intenzív antropogén természet- és környezethasználatára	261
A hosszú távú gerincesökológiai vizsgálatok jelentősége 261 • Eredmények 263	

TÖRÖK János: Biodiverzitás-változások becslése a budapesti agglomeráció vonzáskörzetében 271

Vizsgálati terület és infrastruktúra 271 • Gerinces közösségek faj-egyed diverzitásának, élőhelyválasztásának és szaporodásának vizsgálata környezeti és antropogén diszturbációk hatására 272 • Modellként választott gerinces populáció életmenet-komponenseinek hosszú távú monitorozása és a viselkedésmintázatok diverzitásának becslése 279 • Direkt antropogén diszturbációk hatása talajok és mohák mikrofaunájára 282

BORHIDI Attila–MORSCHHAUSER Tamás–SALAMONNÉ ALBERT Éva: A klímaváltozás bioindikációjának kutatása 291
A mintaterületek leírása 292 • Értékelési módszer 294 • Eredmények 295 • Nemzetközi kitekintés 298

A kötet szerzői 309

A fenti kutatások nemcsak a szorosan veit természetvédelem céljait szolgálják, hanem olyan, az EU-vel kapcsolatos környezetmenedzserelésben ugyancsak tisztázandó feladatok megoldásának megálapítását is, mint a jelentős mértékű földhasználat-változás során a természetből kikerülő területek hosszú távú megőrzésének és működésük használatának megtervezése, az élel és termőhely-rekonstrukciók, a tájgondozás és a fenntartható természethasználat tudományos megálapításait. Ezekhez a programok körét törvek kidolgozásával is hozzá kíván járulni, részben a saját tematikáján belül, részben pedig mind a Duna-völgy, és általában térségi befolyásait problémáival, mind pedig az észak-fordultó agrár-környezetvédelemvel kapcsolatban.

A fenti viztek feladatait az EU-hoz tartozó országok kívánó kelet-közép-európai régió közös problémáit jelentik. Megoldásuk egyrészt a régió országainak összehangolt tevékenységét igényli, másrészt egy ilyen konstrukció keretében lehet nagyobb eséllyel elérni az EU-támogatást is. Mindenképp szükség van egy belső, stabil kutatási hálózat működtetésére és annak kompatibilis feltételekrendszerrel (közös kutatási filozófia, módszertan, felismerési/való kapcsolódás a régió hasonló szervezetéhez). Mivel Magyarország a térségben centrális természet- és környezetvédelmi helyzetben van, e tény előnyös lehet a fenti feladatok nemzetközi szintű koordinálására.

Előszó

Az Európai Unióhoz való csatlakozás követelményrendszerén belül a természetvédelmi kutatások körében kiemelkedő helyet foglal el a természetes élőhelyek és élőközösségek állapotában lezajló változások nyomon követése, trendjeinek megállapítása és előrejelzése, valamint ezen ismeretek alapján a hatékony, aktív védelem teendőinek kidolgozása.

Ezeket a folyamatokat két élőhelycsoport objektumain és az azokban élő élőlénycsoportok változatosságán és dinamikáján szükséges vizsgálni. Ebből adódóan a *fő feladat* a szárazföldi élőhelyek élővilágának természetvédelmi és konzervációbiológiai kutatása, a vizes élőhelyek természetvédelmi kutatása, valamint fontosak még a biodiverzitás védelmével kapcsolatos környezeti és populációdinamikai kutatások. Mivel a kutatások több mint negyven hazai kutatóhelyen folynak, szoros együttműködésben a természetvédelmi hálózat, a környezetvédelmi igazgatóságok, a vízügyi hatóságok és esetenként az egyéb érdekelt – önkormányzatok és gazdálkodási (pl. mező- és erdőgazdálkodási) – intézmények szerveivel, továbbá a nemzetközi együttműködésben részt vevő partnerekkel, a kutatóhálózatnak *fejlett információs eszközrendszerrel* kell rendelkeznie.

A fenti kutatások nemcsak a szorosan vett természetvédelem céljait szolgálják, hanem olyan, az EU-csatlakozás követelményrendszerében ugyancsak tisztázandó feladatok megoldásának megalapozását is, mint a jelentős mértékű földhasználat-változás során a termelésből kikerülő területek hosszú távú megőrzésének és racionális használatának megtervezése, az élő- és termőhely-rekonstrukciók, a tájgazdálkodás és a fenntartható természethasználat tudományos megalapozása stb. Ezekhez a program konkrét tervek kidolgozásával is hozzá kíván járulni, részben a saját tematikáján belül, részben pedig mind a Duna-völgyi és alföldi térség területfejlesztési problémáival, mind pedig az ezredforduló agrár-környezetvédelmével kapcsolatban.

A fent vázolt feladatok az EU-hoz csatlakozni kívánó kelet-közép-európai régió közös problémáit jelentik. Megoldásuk egyrészt a régió országainak összehangolt tevékenységét igényli, másrészt egy ilyen konstrukció keretében lehet nagyobb eséllyel elnyerni az EU támogatását is. Mindehhez szükséges egy belső, stabil kutatóhálózat működtetése és annak kompatibilis feltételrendszerekkel (közös kutatási filozófia, módszertan, felszerelés) való kapcsolódása a régió hasonló szervezeteihez. Mivel Magyarország a térségben centrális természet- és környezetföldrajzi helyzetben van, e tény előnyös lehetőséget kínál a fenti feladatok nemzetközi szintű koordinálására

egy kelet-közép-európai természetvédelmi kutatóhálózat központjának formájában.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége a fentieket felismerve, a Biológiai Tudományok Osztályának támogatásával saját kutatóhálózatának szakmailag érintett intézeteit a fenti feladatok elvégzésére mozgósította olyan formában, hogy a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztériummal egyetértésben egy *közös támogatású fejlesztési programot* indított az alábbi célokkal:

- Az EU-csatlakozással kapcsolatos természetvédelmi feladatok végrehajtásának tudományos megalapozásához egy *regionális kutatási hálózatot* előkészíteni.
- Az erre alkalmas hazai kutatóhelyeket egy *nemzetközi koordináló központ* szerepére felkészíteni.
- Ehhez a hazai feladatokat áttekinteni, a felelős és résztvevő intézményeket kijelölni.
- A rendelkezésre álló pénzügyi keret segítségével a legfontosabb – első sorban a hosszú távú – feladatok *finanszírozását* pályázati alapon megkezdni.

Ezekből a feladatokból 1997-ben az alábbiak valósultak meg:

- Felmértük a természetvédelmi kutatások céljaira rendelkezésre álló és potenciálisan igénybe vehető hazai kutatási háttérrel és eszközrendszerrel.
- Számba vettük a jelenleg folyó hazai kutatásokat és a kutatandó feladatokat.
- A témák összeállításában több mint 58 munkahely vett részt.
- A bejelentett kutatási témák száma 42 volt. Ezek közül valamennyi téma hosszú távú kutatást igénylő, ún. long-term téma, amelynek finanszírozására a jelenlegi rövid távú pályázati rendszer egymagában alkalmatlan.
- A bejelentett témákat nyolc témacsoportba soroltuk.
- Mindezekről egy rövidebb közleményben beszámoltunk az *Ezredforduló* 1998. évi negyedik számában.¹
- 1997-ben a KöM–MTA egyezmény kutatási keretösszegére pályázatot írtunk ki.
- Ennek keretében 21 téma nyert támogatást. Közülük 10 akadémiai intézetekben, 11 téma egyetemi, illetve múzeumi intézményekben, valamint tanszéki kutatócsoportokban valósult meg.

A kutatóhelyek részben jelentések, részben kész tanulmányok formájában számoltak be az elvégzett kutatásokról. A jelen kötet ezeket mutatja be a témáknak megfelelő csoportosításban.

Borhidi Attila

¹ Jermy T.–Borhidi A.–Fekete G.–Kovácsné Láng E.: A kelet-közép-európai ökológiai kutatóhálózat. *Ezredforduló*, 1998. 4. sz. 58–60.

I. rész

Helyzetértékelés és koncepciók

A kelet-közép-európai ökológiai-természetvédelmi kutatóhálózat hazai tudományos háttere és eszközrendszere

A katasztrofálisan pusztuló környezet és a létében veszélyeztetett élő természet védelmének sürgető szükségességét az emberiség jövőjéért aggódó szakemberek, politikai és társadalmi szervezetek világszerte felismerték. Az is nyilvánvalóvá vált, hogy a környezet- és természetvédelem problémáinak egy része csak az egyes régiók államainak gondosan összehangolt együttműködésével oldható meg. Ezt hangsúlyozza az ENSZ biológiai sokféleségről szóló egyezménye és az ENSZ éghajlat-változási keretegyezménye, amelyet a Magyar Köztársaság parlamentje is ratifikált (1995. évi LXXXI. tv. és LXXXII. tv.). Hazánk általános környezeti állapotának gyors romlása mellett ma már ez a két egyezmény, valamint az Európai Közösségekkel kötött társulási szerződés (1994. évi I. tv.) is sürgetően kötelez bennünket az eddigieknél lényegesen szélesebb körű és hatékonyabb intézkedésekre.

Magyarország két olyan, az ország jövőjét meghatározó fontosságú nemzetközi stratégiai programnak a résztvevője – a modernizáció és az EU-csatlakozás –, amelyeknek mindegyike jelentős környezetpolitikai feladatok teljesítését követeli. E programokban a környezet és természet védelmének, valamint racionális használatának kiemelt szerepe van.

A fenti kérdésekkel tudományos szinten a *környezettudományok* foglalkoznak. Ez egy olyan multidiszciplináris terület, amelybe beletartozhatnak mindazok a tevékenységek, amelyek a környezeti problémák okainak felderítéséhez, illetve megoldásaihoz a tudományos kutatás eszközeivel hozzá tudnak járulni. Nem lehet kétséges, hogy a Magyar Tudományos Akadémia – mint valamennyi tudomány nemzeti szintű intézményes képviselője – intézhálózatának számos egységén és azok kutatási tevékenységén keresztül kapcsolódik a környezettudományokhoz, illetve különböző mélységig terjedően művelik azokat. Az Akadémia ez irányú elkötelezettségét mutatja, hogy 1989-ben létrehozta a Környezettudományi Elnökségi Bizottságot. Ugyanakkor a Környezetvédelmi Minisztérium felügyeli és működteti országos hálózatok formájában azokat a szervezeteket, amelyek a környezet- és természet-

védelem teendőit ellátják. Ahhoz, hogy ez a szervezet működési feladatait korszerűen és tudományos megalapozottsággal, helyes döntéseket hozva oldja meg, a két főhatóság érdekelt intézményeinek szoros együttműködése szükséges.

Ma a környezet és természet védelmével kapcsolatos tevékenységek egy 3 dimenziós rendszert alkotnak, amely a következő részekből áll:

1. *A környezet és természet működésének dimenziója.* Idetartoznak a környezet nagy, természetes rendszereinek, az atmoszférának, a geoszférának és a bioszférának a működését, ennek törvényszerűségeit, szabályozási mechanizmusait kutató tudományok (légműködés, geológia, biológia). A biológián belül kitüntetett szerepe van az ökológiának, mivel a természeti rendszerek működésében az élővilágnak alapvető szabályozó szerepe van. Ebből következik, hogy minden természet- és környezetvédelmi intézkedés tudományos referenciája az ökológiai kutatások eredményeire kell, hogy épüljön. Az ökológia négy szerveződési szintben közelíti meg és tanulmányozza az élővilág környezetszabályozó szerepét, a táj, a közösség vagy társulás, a populáció és a molekuláris folyamatok szintjén.

2. *A környezet és természet használatának dimenziója.* Idetartoznak a környezeti erőforrások racionális – azaz fenntartható – felhasználását tudományosan megalapozó területek (a műszaki, a mező- és erdőgazdasági tudományok, a táj- és területfejlesztési tudományok).

3. *A környezet- és természetvédelem társadalmi vonatkozásai.* Idetartoznak a gazdaságtan, szociológia és politológia tudományainak a környezettel kapcsolatos területei (környezetgazdálkodás, humánökológia, környezet-szociológia, környezet-egészségügy, a lakosság részvétele a környezeti döntésekben stb.).

Mindezen szerteágazó területek közül az ökológia kiemelt fejlesztését az Akadémia keretein belül az indokolná, hogy a fent felsorolt alapkutatási tudományágak között ez az egyetlen, amelynek az Akadémián kívül nincs más főhatósághoz tartozó önálló kutatási bázisa. Ennélfogva a Magyar Tudományos Akadémiának van a legjobb esélye arra, hogy intézményhálózatának felhasználásával a környezet- és természetvédelem tudományos megalapozását biztosító ökológiai tudományok hazai gondozását és koordinálását, valamint a hazai kutatási intézmények nemzetközi együttműködésben való részvételét a leghatékonyabban ellássa.

A hazai természetvédelmi-ökológiai kutatások jelenlegi helyzete

Az MTA Biológiai Tudományok Osztályának keretében 4 olyan tudományos bizottság működik, amely a természetvédelmi kutatásokkal közvetlenül érintett:

- az MTA Ökológiai Bizottsága,
- az MTA Botanikai Bizottsága,
- az MTA Természetvédelmi és Konzervációbiológiai Bizottsága,
- az MTA Zoológiai Bizottsága.

Az ökológiai diszciplínák – beleértve a természetvédelmi kutatásokat is – helyzetéről az MTA Ökológiai Bizottsága 1995-ben készült felmérése alapján – figyelembe véve a Hidrobiológiai Bizottság, valamint a Természetvédelmi Bizottság jelzéseit is – az alábbiak határozhatók meg:

1. *Az ökológiai kutatás hazai intézményi feltételei* a fejlett országok helyéhez viszonyítva gyenge-közepesnek minősülnek. Az akadémiai intézményekben ökológiával foglalkozó kutatók száma az élettudományi intézmények kutatóinak csak mintegy 20%-a. Az ökológiai profilú egyetemi tanszékek pedig 10-20 főkollégiumot is kénytelenek jelentős óraszámban előadni, ami a kutatásra fordítható időt nagymértékben korlátozza.

2. *A kutatóhelyek felszereltsége* az utóbbi 5-6 évben az informatikai felszereltség tekintetében javult, de egyéb vonatkozásban még messze nem megfelelő. Ma már nyilvánvaló, hogy a hazai intézmények csak úgy zárkozhatnak fel a nemzetközi mezőnyhöz, ha kutatási palettájukon megfelelő számban és minőségben szerepelnek a nagy tér-idő léptékű (hosszú távú és regionális) projektek, amelyekben a terepvizsgálatok terepkísérletekkel és esetenként molekuláris technikákat is alkalmazó laboratóriumi reciprok kísérletekkel, többéves kísérletes kerti vizsgálatokkal és szimulációs modellezéssel kiegészülve korszerű ismeretrendszert alkotnak.

3. *A személyi feltételek* – különös tekintettel a megsokszorozódott feladatokra – ugyancsak kedvezőtlenek. Még mindig nagyon kevés az ökológus kutató és egyetemi oktató. A megoldást a 40 évnél fiatalabb kutatókból és oktatókból álló új nemzedék megjelenése kínálja, amely egy jól megszervezett kutatóhálózat keretében a hazai ökológiai kutatás új korszakát nyithatná meg, ha átgondoltan koordinált kutatási célok megvalósítására megfelelő munkafeltételekkel új álláshelyeket lehetne biztosítani számukra.

4. *A tudományos utánpótlás helyzete* – a képzés minőségét és színvonalát tekintve – nem rossz. Graduális szinten több egyetem képez ökológusokat ágazati vagy szakirányú képzés formájában, és előrelépés történt a posztgraduális oktatás területén is, bár a doktorképzési helyek száma nem éri el a tehetséges jelentkezők 50%-át sem. Ez lelassítja az új generáció igazán hatékony szakmai felfutását. A képzésben jelentős szerepet játszanak az akadémiai kutatóhelyek. Ugyanakkor ma még megoldatlan a képzett ökológusok elhelyezkedése, ugyanis jelenleg mind a kutatóintézetek, mind az egyetemi tanszékek csak igen korlátozott számban vagy egyáltalán nem tudnak fiatalokat alkalmazni. A tanszéki kutatócsoportok új pályáztatása kifejezetten sújtotta az ökológia szakterületét.

Kutatási prioritások

A prioritást élvező részdiszciplínákra az MTA Ökológiai Bizottsága 1995-ben javaslatot tett annak alapján, hogy

- mely területek eredményei nélkülözhetetlenek a hazai környezet- és természetvédelmi problémák megoldásának tudományos megalapozásához;
- mely területek művelésére kötelez bennünket nemzetközi egyezmény, illetve az Európai Unióhoz való csatlakozásunk feltételeinek biztosítása;
- melyek azok az alapkutatási hiányterületek, amelyek fejlesztéséhez a hazai kutatások is érdemben hozzájárulhatnak;
- melyek azok a feladatok, amelyeket a már folyamatban lévő, illetve tervbe vett globális vagy kontinentális méretű nemzetközi projektek keretében csak itt és mi oldhatunk meg;
- melyek azok a területek, amelyek művelésére megfelelő hazai kutatási kapacitás áll rendelkezésre, illetve amelyekre későbbi hazai fejlesztésből kapacitás biztosítható.

Mindezeket figyelembe véve a javasolt prioritásokat az alábbiakban foglaljuk össze. (A javasolt, illetve jelenleg is művelt témákat diszciplináris okokból és a könnyebb áttekinthetőség érdekében 4 csoportban tárgyaljuk.)

Terresztris ökológiai-természetvédelmi problémák

Növénytakarulások ökológiája és dinamikája. E területen hazánkban kiemelkedő hagyományai vannak a cönológiai tudomány megszületésétől fogva. A hetvenes évek átmeneti visszaesése után nemzetközi elismertségünk újra megerősödőben van, sőt jelentős szerepet játszottunk a tudományterület trópusi területekre való kiterjesztésében és fontos előrelépést tettünk a hazai flóraadatbázis kiépítésében. Továbbra is megoldásra vár azonban:

1. az elmúlt évtizedek alatt felhalmozódott százezres nagyságrendű felvételi adattömeg új szemléletű, numerikus eszközökkel való feldolgozása és adatbankba vitele, vagyis a *cönológiai adatbázis* kiépítése,
2. az egész kontinensen egyre inkább összehangoltan folyó *nagyléptékű vegetációfelmérések* folytatása,
3. az *állandó kísérleti tereplaboratóriumokra alapozott, hosszú távú (long-term) projektek* nemzetközi szintű műveléséhez szükséges minimális állomáshálózat kiépítése természetes és agrárterületeken, részben a már meglévő bázisok felhasználásával (ilyen projektekben az USA, illetve Franciaország néhány intézményével sikeres együttműködés létesült, a kutatási folyamatok teljes összehangolására és kompatibilitására további fejlesztések szükségesek),
4. a klímaváltozással és egyéb, részben globális, részben regionális méretekben jelentkező *környezetváltozásokkal kapcsolatos vegetációdinamikák*

kutatásának fejlesztése, különösen a primér és szekundér szukcessziós, valamint a degradációs és inváziós folyamatok feltárása. Ennek fontos elemei:

- a) a helyi, hosszú távú (long-term) projektek indítása,
- b) biomonitorozás ökológiai alapjainak kidolgozása, a biomonitoring hálózat kiépítésének és üzemeltetésének szakmai irányítása.

5. a hagyományosan eltérő vegetációhasználatú, különböző emberi közösségek, illetve etnikumok és a vegetáció, valamint környezetük növényi (faji és genetikai) diverzitásának vizsgálata (etnobióddiverzitás).

Állatközösségek ökológiája. Fontosak az állatközösségek struktúrájának, a táplálkozási hálózatok szerveződésének, továbbá a madarakon végzett populációökológiai, ill. evolúciós ökológiai vizsgálatok. Kiemelt területek:

- a) az életmenet-stratégiák vizsgálata,
- b) a variabilitás denzitásfüggésének kutatása.

Evolúciós populáció- és viselkedésökológia. A populációsztű ökológia – elsősorban madártani, rovar-tani és elméleti eredményei alapján – sikerágazat a hazai ökológiában. Az evolúciós ökológia, a molekuláris filogenetika és a populációgenetika területe nyújt elsősorban lehetőséget arra, hogy az ökológiai, taxonómiai és molekuláris genetikai kutatások összekapcsolódása eredményesen megtörténjék. Különös figyelmet érdemel a mikrobiális ökológia területe, amelynek különösen a vízi és talaj-élőhelyek rehabilitációjában jut fontos szerep.

Kvantitatív ökológiai modellezés és elméleti ökológia. Ezeken a területeken a magyar ökológiai iskola a kezdetektől fogva vezető szerepet játszott, és közvetlen módon is részt vett a nemzetközi kutatásokban, elsősorban *Précsényi István*, *Juhász-Nagy Pál* és *Orlói László* iskolateremtő tevékenysége révén. Az előkelő nemzetközi pozíció megtartásához igen fontos, hogy továbbra is megmaradjon a szoros kölcsönhatás az alkalmazott terepkutatásokkal, ami a magyar iskolának mindig is meghatározó jellemzője volt. Az ehhez szükséges projektek, a képzési és technikai háttér biztosítása, valamint az állandó nemzetközi információcsere kiemelten fontos ezen a tudományterületen.

Anyagforgalom, ökofiziológia. Ezek a vizsgálatok a környezeti adaptáció globális problémáira igyekeznek választ adni. Kiemelkedő fontosságú a környezetromlás által előidézett különböző stresszek ökofiziológiai kutatása (például a CO₂ emelkedő koncentrációja, a növekvő klimatikus és edafikus szárazság, a talajok eutrofizációja, a nehézfémek akkumulációja, a toxikus anyagok dinamikája és bioakkumulációja, a sugárzó anyagok dinamikája és bioakkumulációja stb.).

Természetvédelmi ökológia. A fenntartható gazdálkodás és a társadalom egészségügyi stabilitása szempontjából egyaránt létfontosságúak a természeti környezet védelemét tudományosan megalapozó kutatások, amelyek közül kiemelten fontos feladatok:

1. a természetértékelés, állapotfelmérés és monitorozás módszertani meg-
alapozása,

2. a természetvédelmi információrendszer kiépítése,

3. a védett és védendő, valamint a közösségek működését megbontó invá-
ziós állat- és növényfajok populációk jellemzőinek és egyedfejlődési folyama-
tainak vizsgálata (ún. curriculum-tanulmányok),

4. az élőközösség-centrikus természetvédelmi kutatások elmélyítése,

5. az élőhelyek és élőközösségek restaurációjához, illetve rehabilitációjá-
hoz az elméleti alapok és módszerek kidolgozása,

6. a tájökológia elméleti és módszertani fejlesztése az élőhely és élőközös-
ség léptékű kutatási eredmények felhasználásával (például a külföldön már
eredményesen használt szigma-asszociációs módszer hazai bevezetésére tör-
tént kezdeményezés folytatása a GIS nyújtotta lehetőségek felhasználásával).

Talajökológia-talajvédelem. Ez a téma az ökológia hazánkban még kevésbé
művelt területe. Különösen a termőréteg ökológiájának intenzívebb kutatása
szükséges. Kiemelt támogatásra érdemesek:

1. a talajok tulajdonságaival kapcsolatos indikációs kutatások,

2. a degradációs mechanizmusok feltárása,

3. a mikroorganizmusok közötti interakciók,

4. a rizoszféra kutatása.

*Adaptív és fenntartható mező- és erdőgazdasági rendszerek ökológiai alap-
jai.* Ezek az ökológiai kutatások nélkülözhetetlenek olyan korszerű mező- és
erdőgazdasági irányzatok megalapozásához, mint

1. a biomasz-gazdálkodás,

2. az organikus gazdálkodás,

3. a környezetkímélő növényvédelem,

4. a környezetbarát ipari gazdálkodás,

5. az ipari területek, bányák és egyéb sérült területek rekultivációja.

*Határterületi kutatások a biológia, a mező- és erdőgazdasági tudományok
vonatkozásában.* Kiemelt figyelmet érdemel a határterületi kutatások támoga-
tása, pl. az erdei lágyszárúak genetikai diverzitása, amellyel az erdőzet nem
foglalkozik, továbbá a vadnövény-kultúrnövény dinamika, amellyel a mező-
gazdák nem foglalkoznak. Ugyancsak elhanyagolt területek a dendrológia és
taxonómia (lásd még a biodiverzitás tárgyalásánál).

A nemzetközi trendeket figyelembe véve az ökológiai kutatás olyan hiány-
területei jelölhetők meg, amelyeket hazánkban vagy egyáltalán nem, vagy csak
sporadikusan művelnek, de amelyeknek komoly elméleti és gyakorlati jelentő-
sége van. Ilyen terület például a *herbológia*, *talajökológia*, a *tájökológia* és a
mikrobiális ökológia, illetve ezek természetvédelmi vonatkozásai.

A biodiverzitás védelmének ökológiai problémái

Valamennyi természeti és környezeti folyamat és esemény tevékeny és/vagy szenvedő részesei az élő szervezetek. Ezért *minden környezettudomány alapvető fegyvertárához tartozik a biodiverzitás naprakész ismerete és kutatása.* Ez a felismerés áll azok mögött az igen jelentős anyagi erőfeszítések mögött, amellyel a fejlett országok az élővilág erőforrásainak feltárását, valamint az élő és konzervált gyűjtemények fejlesztését, korszerűsítését, nyilvántartását, adatbázissá fejlesztését finanszírozzák.

A biodiverzitás-kutatás nélkülözhetetlen háttérét biztosító – és egyszersmind pótolhatatlan nemzeti közvagyonot képviselő – nagy közgyűjtemények az utóbbi időkben nem kapták meg a megnövekedett feladatok ellátásához szükséges fejlesztési támogatást. Ennek ellenére a Magyar Természettudományi Múzeum (MTM) Állattárának minden gyűjteménye intakt maradt, sőt számos gyűjtemény nagy arányú fejlesztésére is mód nyílt. Ezzel szemben az MTM Növénytárának gyűjteménye nem tudott lépést tartani az utóbbi évtizedekben megindult nagy nemzetközi fejlődéssel sem a karbantartás, sem pedig a gyűjteményfejlesztés terén. Az egykor óriási értéket képviselő és nemzetközileg még ma is előkelően rangsorolt herbárium értéke, elismertsége, presztízse rohamosan csökken, nemzetközi helyezése napról napra romlik. Ennek fejlesztésére külön gondot kell fordítani. Megvizsgálandó továbbá, hogy a regionális botanikai és zoológiai gyűjtemények hogyan kapcsolhatók erősebben a biodiverzitás védelmének ökológiai kutatásához.

A biodiverzitás naprakész ismerete fejlett taxonómiai képzettséget jelent, amelyet csak folyamatos, magas szintű taxonómiai kutatással lehet karbantartani. Ezeknek a taxonómiai kutatásoknak a legfontosabb bázisai egyfelől a holt gyűjteményeket kezelő és fejlesztő múzeumok, növény- és állatrendszertani tanszékek és intézetek, másfelől az élő gyűjteményekkel rendelkező botanikus kertek, fajtakísérleti kertek, vadvédelmi kertek és állatkertek, amelyek a korszerű természetvédelemben egyre nagyobb szerepet kapó *ex-situ* védelem legalkalmasabb létesítményei. Ugyanakkor az *in-situ* védelem elhanyagolt részterületeinek – pl. vad gyümölcsök (som, galagonya, kökény) génanyagai – tájökölógiai kutatásai is komoly elméleti és kísérleti háttérrel igényelnek.

A kísérleti kertekben folytatható génökölógiai vizsgálatok középtávú tartamkísérletek. Ezek legalább 5–15 éves biztonságot igényelnek, melynek eredményeként olyan génbanki és muzeális dokumentáció születik, amelyet évszázados biztonsággal kell megőrizni!

Különleges figyelmet kell fordítani a taxonómiai kutatások molekuláris biológiai technikákkal való felszerelésére (amilyen pl. a DNS-polimorfizmus, izoenzim polimorfizmus stb. technikák rutinszerű alkalmazása), amelyekhez feltétlenül szükségesnek látjuk megfelelő anyagi bázis megszerzését, illetve

kutatási bázis biztosítását. Ebben az SZBK intézetei többféle formában is szerepet vállalhatnak.

A biodiverzitás védelmét szolgáló kutatások között prioritást kell kapniok a következőknek:

1. A védett és veszélyeztetett növényfajok egyedfejlődését, genetikáját, taxonómiáját és szaporodásbiológiáját feltáró kutatások.

2. A védett és veszélyeztetett állatfajok életmenetének (curriculum) és taxonómiájának kutatása.

3. Védendő élőhelyek ismeretlen vagy kevésbé ismert flóra- és faunaelemeinek taxonómiai tisztázása.

4. A gazdaságilag értékes növény- és állatfajták fenntartását, nemesítését, illetve szaporítását elősegítő kutatások.

Folyami és állóvizek ökológiája, hidrobiológiája és természetvédelme

Hazai álló- és áramló vizeink (ideértve a vizenyős, „wetland” jellegű területeket is) részben *sajátos tudományos értékük*, részben az *intenzív vízhasznosítási formák*, részben pedig a már *deklarált természetvédelmi kívánalmak* miatt különleges jelentőségű vizsgálati objektumok. Ismeretes, hogy a víz egyszerre életközeg és oldószer, ennél fogva vizeink híg oldatok, amelyek nemcsak sokféleséget, változatosságot és változékonyságot képviselnek, hanem a szárazföldi ökoszisztémákhoz képest jelentősen instabilabbak és sérülékenyebbek.

A hazai hidrobiológiai kutatások, különösen az utóbbi 50-60 évben, sok alapvető ismeretet feltártak (elsősorban a Balaton és a Duna, továbbá a Tisza és szikes vizeink vonatkozásában), nemzetközi elismertséget is aratva.

A *folyamatos kutatások indoka*, hogy nagy kiterjedésű, sekély tavaink (Balaton, Velencei-tó, Fertő) a mérsékelt övi mély tavaktól erősen eltérő sajátosságokkal rendelkeznek. Európában ezek feltárása egyrészt kifejezetten magyar feladat, másrészt vízminőség-védelmük stratégiája nélkül nem lehetséges. A Fertő Eurázsia legnyugatibb sztyepptava, egészen különleges adottságokkal. Mindhárom tó idegenforgalmi szempontból is frekvenciát, terhelt. *Nagy folyóink* (Duna, Tisza, Dráva és mellékvizeik) fokozott vizsgálatát különböző vízhasznosításuk is indokolja: ivóvízbázis (az ország lakosainak 1/3-a dunai eredetű vizet iszik), ipari, mezőgazdasági vízkivételek, szennyvízbe fogadó, hajózás stb. Folyóink biológiai, vízminőségi állapotának fokozottabb folyamatos vizsgálatát és értékelését sürgetik a folyamszabályozási, vízepítési tevékenységek is, nem utolsósorban – dunai vonatkozásban – a hágai Nemzetközi Bíróság ítélete nyomán várható feladatok (szigetközi rehabilitáció stb.). Világszerte előtérbe került az *árterek* és *vízhalózataik* (mellékágrendszerek, holtágak stb.) vizsgálata, a *vizenyős területek* kutatása. A Duna még meglévő (utolsó magyarországi) ártéri területei a most létrehozott Duna-Dráva Nem-

zeti Parkban, vagy pl. a Hanság, új szemléletű védelmet és hasznosítást igényelnek, amely csakis célraorientált, komplex kutatómunkával alapozható meg. Hasonló indíttatással az Alföld akvatikus és amfibikus területeinek vizsgálata sem halasztható.

A legkülönbézetőbb méretű, rendeltetésű *víztározók* kutatása, rendszeres vizsgálata részben már szép eredményeket hozott, de hirtelen megtorpant. Ez sürgősen újraindítandó, fejlesztendő. Szinte valamennyi víztípusunkat veszélyezteteti a foszfor- (nitrogén-) terhelésre fellépő *eutrofizálódás*, a növényvilág (algák, hínárok) túlszaporodása, a vizek szervesanyag-terhelésének káros növekedése. E kérdéskörben is vannak még tisztázandó alapkérdések és szükséges a szélesebb körű folyamatos regisztráció, monitorozás. A természetes vízi *halgazdálkodás* és a *nádgazdálkodás* (nádpusztulás) tudományos kérdéseinek tisztázására sincs elegendő kutatási háttér.

Mindezeket figyelembe véve a hazai hidrobiológiai és vízökológiai kutatások prioritásai az alábbiakban határozhatók meg:

1. *Folyóvizeink ökológiájának hidrobiológiájának és természetvédelmének kutatása.*

a) A Duna hidrobiológiai-vízvédelmi és természetvédelmi kutatása, különös tekintettel

- a hajózásra és ezzel kapcsolatos medermunkálatokra,
- a vízi építményekre,
- a duzzasztóművek által előidézett hidrobiológiai és vízkémiai hatásokra,
- a szennyvizek kezelésére,
- az ivóvíznyerés lehetőségeire,
- a Duna menti természetvédelmi értékek megmentésére, illetve rehabilitációjára (Gemenc, Béda-Karapancsa, tájvédelmi körzetek).

b) A Tisza és a Tiszai-Alföld vizes élőhelyeinek és ökológiai-természetvédelmi állapotának vizsgálata és biomonitorozása. Ez a kutatás több évtizedes múltra tekint vissza és a területről jelentős adatsorok állnak rendelkezésre. A tematikába beletartozik a Tisza meder- és hullámtérvizsgálatán kívül a Körös-Maros-vidék ökológiai kutatása, valamint az Északi-Alföld és a Tiszántúl vizes élőhelyeinek természetvédelmi élőhelyfeltárása is.

2. *Állóvizeink ökológiájának, hidrobiológiájának és természetvédelmének kutatása.*

a) Az állóvizek ökológiai és hidrobiológiai tanulmányozása a leghosszabb múltú szakterület a vízi élőhelyek hazai kutatásában. *Sebestyén Olga* egykori mennyiségi planktonvizsgálatait ma joggal neveznék monitoringnak. Mindhárom nagy, síksági tavunk a turistaipar fontos bázisa. Közülük a Balaton nagysága és frekvenciája miatt is külön nagy projektet képvisel. Hozzá kapcsolódik a Kis-Balaton regenerációjának programja,

amely a maga nemében egyedülálló ökológiai kísérlet, és kutatása modell értékű eredményeket hozhat.

- b) Külön kutatási projekt tárgyát képezi a Fertő tó, amely nemcsak határhelyzeténél fogva jelent különleges ökológiai szituációt, hanem a lápi és szikesvízi élőhelyek egy vízrendszeren belül való előfordulásával is. Hasonló ökológiai helyzetet tapasztalunk a Velencei-tavon is, ahol azonban az intenzív turizmus, a kevésbé átgondolt településfejlesztés és vízrendezés okozta környezetvédelmi problémák lépnek fel a vízi degradáció egyre súlyosabb jeleiként, egyben vizsgálandó és megoldandó feladatokként.
- c) A jövőben több figyelmet kell fordítani a kisebb állóvizek, halastavak, víztározók ökológiai állapotának vizsgálatára és minősítésére, különös tekintettel az eutrofizációs folyamatokra és arra a tényre, hogy az OECD-államok tavairól már készült ilyen felmérés, sőt intézkedési terv is. Az EU-csatlakozás ökológiai feladatai közé ennek pótlása mindenképpen bele fog tartozni.
- d) A fenti területeken mindenütt fontos kérdés a fitoplankton mennyiségének és a foszforterhelésnek az összefüggés-vizsgálata, mint az eutrofizáció jellemzője, továbbá az algás versus makrofítás eutrofizáció, illetve ezeknek a zooplankton és zoobentosz által való lehetséges kontrollja, a halállomány hosszú távú vizsgálata és végül a tóvédelmi eljárások, intézkedések összehasonlító vizsgálata.
- e) Világviszonylatban általános feladatként jelentkezik a vizenyős területek (ún. wetland areák, CORINE ecotop system unit 4.) fenntartása és tartós védelme, mint az igen gazdag, de ugyanakkor rendkívül sérülékeny biodiverzitású élőhelyek géntartalékainak védelmét, valamint a fenntartható mezőgazdasági termelés számára nélkülözhetetlen talajvízbázis megőrzését szolgáló program.

Információs rendszer kialakítása és üzemeltetése

A Kelet-közép-európai Ökológiai Kutatási Hálózat intézményei és kutatócsoportjai között kialakítandó hatékony együttműködés alapfeltétele egy jól felépített és igényesen menedzselt információs rendszer (lásd tanulmányunk zárófejezetét), amelynek biztosítania kell a tervezett szervezetek *egységes megjelenését*, a részt vevő kutatóegységek *hatékony együttműködését* és a kutatási hálózat *projektjeinek és eredményeinek bemutatását*. Az információs rendszernek célszerű kihasználnia az internet szolgáltatásait.

- *Egységes megjelenés.* A hálózatba tömörülő intézmények és szerteágazó kutatásaik erőteljes és egységes megjelenítése az internet-világhálón és a

hagyományos publikációs médiumokban (pl. tudományos közéleti hír-
újság, önálló rendszeres tudományos kiadvány, általános ismertető anya-
gok) *nélkülözhetetlen kommunikációs eszköz* a nemzetközi és hazai
tudományos kapcsolatok, a tudománypolitika és finanszírozás, valamint
a társadalmi megismertetés terén.

- *Hatékony tudományos együttműködés.* Egy területileg „szétszórt” közös-
ség együttműködésének leghatékonyabb módja egy célraorientált infor-
mációs rendszer létrehozása és működtetése, amely többféle szolgáltatás
igénybevételére ad módot (levelezés, címnyilvántartás, www-szolgáltatá-
sok stb.).
- *A kutatási projektek és eredményeik bemutatása.* Közös, egységes és
naprakész nyilvántartást (annotált katalógust) célszerű vezetni a kutató-
si projektekről és azok eredményeiről.

Ennek érdekében az információs rendszer egyes elemeit központilag kell
menedzselni, míg a tagok számára biztosítani kell a megfelelő sáv szélességű
hozzáférést.

Hosszú távú kutatási program

A fenti prioritások ismeretében megkérdeztük az MTA Ökológiai Bizottsá-
gának tagjait és mindazon akadémiai, felsőoktatási és múzeumi intézmé-
nyek/munkahelyek vezetőit, ahol legalább 3 ökológus kutató dolgozik, nyi-
latkozzanak arról, hogy jelenlegi kutatásaikból, illetve hosszú távú kutatási
elképzeléseikből mely témákat javasolják megvalósítani egy ökológiai kutató-
hálózat keretében, melyekben vállalnak koordináló vagy szervezői felada-
tot és melyekben részfeladatok elvégzését. Ez a feltétel eleve olyan témák
megajánlását ösztönözte, amelyek több munkahely, illetve kutatókollektíva
közös erőfeszítésével oldhatók meg, és amelyek valamilyen EU- vagy még
tágabb nemzetközi projekt részei, illetve ahhoz kapcsolódó kutatások. A kutató-
helyeknek a téma viteléhez szükséges évi költségigényéről is nyilatkozni
kellett.

A beérkezett anyagot szelektáltuk, csoportosítottuk, a témák indoklását,
feladatainak körvonalazását ún. kutatási kulcsszavakba tömörítettük, vagy
rövid annotációk formájában összefoglaltuk. Lehetőleg mindenütt feltüntet-
tük annak az EU- vagy világprojektnek a nevét, amelyhez a téma kapcsolódik,
megjelöltük a témáért felelős intézetet, illetve munkahelyet, valamint a részt-
vevők körét és a téma viteléhez szükséges évi költségigényt.

A fentiek értelmében az ökológiai hálózat keretében kutatandó 8 fonto-
sabb témacsoportot és a hozzájuk tartozó témákat – amelyek mindegyikének
van közvetlen természet- vagy környezetvédelmi vonatkozása – a következők-
ben jelöltük meg:

1. témacsoport: a fenntartható mező- és erdőgazdaság ökológiai alapjai

A magyar mezőgazdaság gyökeres átalakulásának, az Európai Unióhoz való várható csatlakozásunk következménye, hogy a mezőgazdasági termékekkel szemben támasztott minőségi követelmények megszigorodnak és a mezőgazdasági művelés alatt álló területek jelentős részét várhatóan kivonják a termelésből. Ugyanakkor a művelésben maradó területek optimális használata olyan új problémákat vet fel, amelyeknek megoldásához az ökológiai kutatási eredmények nélkülözhetetlenek.

Kutatási kulcsszavak: környezetkímélő termelési módszerek ökológiai alapjai; a talajok optimális használatának ökológiai alapjai; a termelésből kivont területek optimális (természetes) flóra- és fauna-, valamint a talaj mikrobiális közege kialakításának ökológiai feltételei (erdősítés, allergén gyomnövények visszaszorítása stb.); erdőrezervátumok kutatása; transzgenikus növények termesztésének környezeti hatásai.

Témafelelősök: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet és MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet.

a) Agrárterületek élőközösségeinek és fenntartható használatának kutatása.

- Egyéves agrár-ökoszisztémák kutatása (különböző termesztési rendszerű mintaterületeken).
- Élő agrár-ökoszisztémák fenntarthatóságának ökológiai kutatása (különböző termesztési rendszerű mintaterületeken).
- Művelésiág-változások okozta ökológiai problémák kutatása.
- Fitofág és zoofág rovarok populációs és közösség szintű tér- és időbeli mintázatváltozásainak hosszú távú kutatása.
- Növénypatogének köztes gazdáiként szereplő gyomnövényfajok ökológiai vizsgálata.

Felelős intézmény: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztály.

Részt vevő intézmények: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Növénykórtani Osztály és Kórélettani Osztály; MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (Martonvásár); SZIE Állattani Tanszék; SZIE Rovartani Tanszék; PATE Növényvédelmi Intézet; PATE Növénytani Tanszék; BDTF Örökléstan és Környezettudományi Tanszék és Savaria Múzeum; MTM Állattára; ERTI.

b) Erdei területek életközösségeinek és fenntartható használatának kutatása.

- Magyarországi véderdők kezelési tervének elkészítése.
- A gazdaságossági küszöb alatt levő faállományok átalakítására és regenerációjára vonatkozó kezelési tervek kidolgozása.
- Erdők természetességének és leromlottságának elemzése, értékelési módszerek kidolgozása.

- Az EU-csatlakozás esetén felszabaduló földterületek erdősíthetőségéhez útmutató készítése.
- Lágyszárú aljnövényzet és ökotonalkotó lágyszárúak génökológiai vizsgálata.

Felelős: SE Növénytani Tanszék, Sopron.

Résztvevők: ERTI; MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; PTE Növénytani Tanszék; BDTF Örökléstan és Környezettudományi Tanszék és Savaria Múzeum.

c) *Talajmikrobiológiai-mikológiai monitoring rendszer természetes és degradált területeken.* A kutatás mind a biodiverzitás-védelem talajbiológiai hátterének, mind pedig a romtalajok rehabilitációja tudományos feltételrendszerének megismerését célozza.

Kutatási kulcsszavak: Mezofauna és mikrobiális populáció, mikrobiális biomassa, dekompozíciós folyamatok, szintetikus folyamatok, szezonális dinamika, gyökérszimbiózis szerepe a stressztoleranciában, talajok mikológiai indikációja, társulások mikodiverzitása.

Felelős: MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete.

Résztvevők: MTM Növénytár; KÉE Növénytani Tanszék; MTA Talajzoológiai Kutatócsoport; MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Növénykórtani Osztály.

d) *Természetes és agrárökoszisztémák különböző trofikus szintjein élő ízeltlábú állatok viselkedésökológiai kutatása.*

Kutatási kulcsszavak: táplálékpreferencia, életmenet-stratégiák, mozgási viselkedés, orientáció, keresőviselkedés, magatartási izolációs mechanizmusok, skálázási problémák: viselkedés és egyedi szintű populációs interakciók viszonya.

Felelős: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztálya.

Résztvevők: ELTE Etológiai Tanszék; PTE Ökológiai Tanszék; DE Állattani Tanszék; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; BDTF Állattani Tanszék; SZIE Növényvédelmi Tanszék.

e) *Ökofiziológiai és ökotoxikológiai kutatások gyakorlati szempontból fontos állatcsoportokon.* A környezethez való alkalmazkodás stratégiáinak – pl. polifenizmus, hipobiózis (dormancia és kriptobiózis), valamint migráció (diszmigráció és transzlokáció) a fiziológia módszereivel (biokémiai, endokrinológiai, fitokémiai) történő kutatása. A mezőgazdaságban alkalmazott peszticidek nem célszervezetekre gyakorolt negatív hatását feltáró terepi és laboratóriumi ökotoxikológiai vizsgálatok.

Felelős: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztálya.

Résztvevők: SZTE Genetikai Tanszék; SZIE Biotechnológiai Intézete; DE Növényvédelmi Tanszék; SZTE.

f) *Szekundér szukcessziós változások kutatása különös tekintettel az emberi tevékenység felhagyása utáni állapotváltozásokra és az ökológiai rekonstrukcióra.* (Az EU-csatlakozás feltételeihez szorosan kapcsolódó kutatási tevékenység.)

Idetartoznak:

- A Rejtek-projekt közel 20 éves rehabilitációs adatsorainak vizsgálata.
- A löszpusztagepek és legelők degradációjának és rekonstrukciójának kísérletes vizsgálata (Tardi-projekt).
- Nyírségi homoki gyepek és legelők állattartó tevékenység utáni rekonstrukciójával kapcsolatos kutatások.
- Természetvédelmi területeken ültetett tájidegen fajok állományainak (akácok, nyárasok, fenyvesek) ökológiai rekonstrukciója.
- Sérült területek (pl. meddőhányók) ökológiai rekonstrukciója.

Felelős: DE Ökológiai Tanszék.

Résztvevők: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete; DE Növényzeti Tanszék; DE Ökológiai Tanszék; DE Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék; PTE Növényzeti Tanszék; PTE Ökológiai Tanszék; PATE Növényzeti Tanszék (Keszthely); Bükk Nemzeti Park; Hortobágyi Nemzeti Park; Duna-Dráva Nemzeti Park.

2. témacsoport: természetes szárazföldi élőközösségek ökológiája

A természetes (természetvédelmi) és természet közeli szárazföldi élőközösségek élővilága sokoldalúan hat a művelés alatt álló területekre és az ember közvetlen (épített) környezetére. Fenntartásuk és kiterjesztésük az életminőség javításának fontos feltétele. Ilyen élőközösségek szerkezetének és működésének a vizsgálata az általános ökológiai törvényszerűségek feltárásán kívül a hazai természetvédelem ökológiai megalapozásához is nélkülözhetetlen ismereteket szolgáltat.

Kutatási kulcsszavak: a növény- és állatpopulációk, valamint az élelmi láncok dinamikája; állatfajok viselkedésökológiája; élőhely-fragmentáció és -izoláció, valamint az ökológiai folyosók hatása az élőközösségekre; forrásfelhasználási mechanizmusok és mintázatok; életmenet-stratégiák; ökológiai modellezés, elméleti ökológiai és evolúcióökológiai kutatások.

Témafelelősök: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet és MTA-ELTE Ökológiai Modellező Kutatócsoport.

a) *Erdőrezervátumok kutatása, monitorozása, védelme és kezelése.* (COST E4 Forest Reserves' Research Network-program.)

Az ország területéről 71 erdőrezervátum lett kijelölve, amely minden esetben magállományra (Core area) és védőövezetre (Buffer area) oszlik.

Kutatási kulcsszavak: flórafelmérés, faunafelmérés, állományszerkezet-vizsgálat, monitoring, térképezés, hosszú távú megőrzés, fenntartható kezelés.

Felelős: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet.

Résztvevők: SEFE Növénytani Tanszék; MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztálya; MTM Állattár; MTM Növénytár; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; DE Ökológiai Tanszék; DE Növénytani Tanszék; DE Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék; SZTE Ökológiai Tanszék; PTE Növénytani Tanszék; PTE Ökológiai Tanszék; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; valamint még további 20 regionális egyetemi és főiskolai tanszék, valamint vidéki múzeumi kutatóhelyek munkatársai, akik az egyes területi rezervátumokban megjelölt feladatokat regionális munkacsoportok formájában hajtják végre.

b) *Másodlagos félszáraz gyepek (kaszálók, legelők) biodiverzitásának és dinamikájának kutatása, tekintettel a fenntartható használatra és kezelésre.* (Az EU-ECONET projekt ESA „zöld folyosók” programjához csatlakozó kutatás.)

Ebbe a témába tartozik az EU-csatlakozással kapcsolatosan is szabaddá váló mezőgazdasági területek természet- és tájvédelmi célú átalakítása, illetve természetes és kultúrgénbankokká váló fejlesztése és megőrzése. Idesorolandó a szárazságtűrő herefajok génökológiai vizsgálata és génbanki megőrzése.

Felelős: DE Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék.

Résztvevők: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztálya; MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; SZTE Ökológiai Tanszék; EKTF Növénytani Tanszék; Aggteleki Nemzeti Park; Bükki Nemzeti Park; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; DBTF Örökléstan és Környezettudományi Tanszék és Savaria Múzeum; DBTF Növénytani Tanszék.

c) *Terresztris állatközösségek populációökológiai kutatása.*

Gazdasági és környezetvédelmi szempontból meghatározó fontosságú alapkutatás, igen sok gyakorlati vonatkozással. Az egyes rendszertani csoportokon belül a következő kutatási feladatokra összpontosítanak:

- Idő- és términtázatok elemzése, ökológiai skálázás.
- Közösségek organizációja, táplálékhálózatok struktúrája és dinamikája.
- Populációökológiai és természetvédelmi ökológiai kutatások.
- A mezofauna indikátorszerepének kutatása.
- Magpredátorok és tápnövényeik kapcsolatainak ökológiai kutatása.

Felelős: MTM Állattár.

Résztvevők: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztálya; SZTE Ökológiai Tanszék; ÁOTE Ökológiai Tanszék; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; MTA-ELTE Talajzoológiai Kutatócsoport; MTA-MTM Állatökológiai Kutatócsoport; SZIE Állattani Tanszék; PTE Ökológiai

Tanszék; DE Evolúciós Állattani Tanszék; PATE Növényvédelmi Intézet (Keszthely); BDTF Örökléstan és Környezettudományi Tanszék és Savaria Múzeum.

d) *Különleges mikrohabitatok biodiverzitásának komplex kutatása.*

A korhadó növényi anyagokban, elsősorban fatörzseken, sziklák növényi bevonataiban élő speciális élőközösségek teljes körű, növény- és állattani, valamint talaj- és fitokémiai vizsgálata.

Felelős: MTM Állattár.

Résztvevők: MTM Növénytár; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; MTA-ELTE Talajzoológiai Kutatócsoport; MTA-MTM Állatökológiai Kutatócsoport; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; EKTF Növényteni Tanszék; SZIE Állattani Tanszék; SE Állattani Tanszék.

e) *Természet- és környezetvédelmi, valamint közegészség-védelmi szempontból fontos állatcsoportok autökológiájának kutatása.*

Fotoperiodizmus és a hőmérséklet szerepének vizsgálata a diapauza jelenlegében. Az életmenetet, a tojásprodukciót, a nemzedékszámot befolyásoló ökológiai tényezők feltárása. A biológiai védekezés autökológiai alapjainak kutatása.

Felelős: PATE Növényvédelmi Intézet (Keszthely).

Résztvevők: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztály; MTM Állattár; PTE Ökológiai Tanszék; ELTE Genetikai Tanszék; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; SZIE Biotechnológiai Központ; MTA SZBK Biokémiai Intézet.

f) *Természet- és környezetvédelmi, valamint produkcióökológiai szempontból fontos növény-ökofiziológiai folyamatok kutatása.*

Idetartoznak:

- A természetes és másodlagos, illetve mesterséges növénytársulások és az azokat alkotó egyedek működését és szervesanyag-termelését szabályozó folyamatok vizsgálata.
- A fenti folyamatok abiotikus (szárazság, kiszáradás, fagy, magas hőmérséklet, UV-B sugárzás, só, környezetterhelés) és biotikus (inter- és intraspecifikus kompetíció, allelopátia) stressztényezőkkel szembeni tolerancia-mechanizmusok vizsgálata és megértése biofizikai, biokémiai, élettani, fitokémiai és kemotaxonómiai módszerek alkalmazásával.
- Növénytársulások szukcessziójának és degradációjának szünfiziológiai tanulmányozása.

Felelős: SZIE Növényteni és Növényélettani Tanszék.

Résztvevők: DE Növényteni Tanszék; PTE Növényteni Tanszék; SZTE Gyógynövényteni Tanszék; MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (Martonvásár); MTA

Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete; MTA SZBK Növénybiológiai Intézet; SZTE Növénytani Tanszék; SZTE Növényélettani Tanszék; EKTF Növénytani Tanszék; ELTE Növényrendszertani Tanszék; BGYTF Állattani és Biokémiai Tanszék.

g) *Kvantitatív ökológiai kutatások különös tekintettel a hosszú távú monitoringadatok feldolgozására, a skálázási és mintázati problémákra.*

A hálózat tevékenysége során keletkező adatok feldolgozása és megjelenítése a szakma számára nemzetközi szinten, a döntéshozók és a közvélemény felé egyaránt szükségessé teszi ezt a témát. Gyakorlatilag valamennyi hazai kutatóintézetben és tanszéken vannak adatfeldolgozással, kvantitatív módszerekkel, modellezéssel foglalkozó kutatók. Feltétlenül szükséges munkájuk összefogása és összehangolása egy kutatási téma keretei közé. Az egységes, korszerű módszerekkel feldolgozott kutatási anyag külföldi elismertsége is nő. A téma feladata a kvantitatív ökológiai kutatások egységes keretbe való összefogása.

Felelős: DE Ökológiai Tanszék.

Résztvevők: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztály; MTA-ELTE Ökológiai Modellező Kutatócsoport; MTA-DE Ökológiai Kutatócsoport; MTA Magyar Duna-kutató Állomás; MTA-MTM Állatökológiai Kutatócsoport; DE Evolúciós Állattani Tanszék; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; SZTE Ökológiai és Állatrendszertani Tanszék; PTE Növénytani Tanszék; PTE Ökológiai Tanszék; SZIE Állattani Tanszék; PATE Növénytani Tanszék; EKTF Növénytani Tanszék; BGYTF Környezettudományi Tanszék.

3. témacsoport: a biológiai sokféleség (biodiverzitás) megőrzése

Valamennyi környezeti folyamat, esemény tevékeny és/vagy szenvedő részei az élő szervezetek. Az ENSZ biológiai sokféleségről szóló egyezménye (1995. évi LXXXI. tv.) azt a ma világszerte hangoztatott felismerést fejezi ki, hogy a környezettudomány alapvető fegyvertárának nélkülözhetetlen eleme a helyi élővilág fajainak naprakész ismerete, illetve kutatása. Ezáltal válik lehetővé a hazai élővilág erőforrásainak, genetikai tartalékainak részletes feltárása, valamint a megőrzésüket szolgáló módszerek kidolgozása.

Kutatási kulcsszavak: a természetes és a művelés alatt álló területeken élő növény-, állat- és mikroorganizmus-fajok taxonómiai számbavétele klasszikus és molekuláris biológiai módszerekkel; flóra- és faunaterképezés; élő és konzervált gyűjtemények fejlesztése; génökológiai kutatások; a gazdaságilag értékes, valamint a védett és veszélyeztetett fajok és fajták fenntartását elősegítő ökológiai kutatások; paleoökológiai kutatások.

Témafelelősök: Magyar Természettudományi Múzeum és MTA Botanikus Kert, Vácrátót.

a) *Védett és veszélyeztetett növényfajok génmegőrzése, génbanki kezelése, populációbiológiai kutatása és mesterséges állományfejlesztése.* (Nemzetközi program: a Global Botanical Garden Network keretében.)

Kutatási kulcsszavak: curriculum, taxonómia, génmegőrzés, populációbiológia, vegetatív szaporítás, virág- és megtermékenyítésbiológia, generatív szaporítás. Országos botanikus kerti hálózat keretében elvégzendő feladat.

Koordináló intézmény: MTA Botanikus Kert, Vácrátót.

Résztvevők: ELTE Botanikus Kert (Budapest); DE Botanikus Kert (Debrecen); SZTE Botanikus Kert (Szeged); PTE Botanikus Kert (Pécs); SE Botanikus Kert (Sopron); SE Botanikus Kert (Kámon); GATE Botanikus Kert; KÉE Botanikus Kert; BDTF Génökológiai Laboratórium (Szombathely); Savaria Múzeum Beythe Kert; BDTF Növénytani Tanszék; BGYTF Botanikus Kert (Nyíregyháza); EKTf Botanikus Kert (Eger); SZIE Botanikus Kert (Gödöllő); PATE Botanikus Kert (Keszthely); egyéb regionális és önkormányzati kertek, védett parkok stb.

b) *Természetes populációk genetikai diverzitásának kutatása.*

Kísérleti kertben vizsgált fajok génökológiai kutatása, hagyományos, evolúciós ökológiai, citológiai és molekuláris genetikai módszerekkel (DNS- és izoenzim-polimorfizmus), genomvariabilitási kutatások molekuláris markerekkel.

Felelősök: MTA SZBK Genetikai Intézet és MTA Evolúcióökológiai Kutatócsoport.

Résztvevők: SZTE Növényrendszertani Tanszék; MTA-JPTE Növénytaxonómiai Kutatócsoport; KLTE Evolúciós és Állattani Tanszék; MTM Állattár; MTM Növénytár; BDTF Öröklés- és Környezettudományi Tanszék; MTA SZBK Növénybiológiai Intézet.

c) *Védendő mezőgazdasági génforrásaink és tájfajtáink megőrzése, génbanki megtartása és kezelése.*

Kutatási kulcsszavak: Fajtamegőrzés, élő gyűjtemény, magbank, merisztéma-gyűjtemény, génbank, génkönyvtár.

Felelős: MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (Martonvásár).

Résztvevők: FM Agrobotanikai Kutatóintézet, Tápiószele; BDTF Öröklés- és Környezettudományi Tanszék; MTM Növénytár; BDTF Beythe Kert és Savaria Múzeum; BDTF Növénytani Tanszék.

d) *A mikrobiális biodiverzitás kutatása és védelme.*

Kutatási kulcsszavak: Extrém termőhelyek (pl. szikesek, termál- és mélységi vizek) mikrobiális diverzitásának felmérése. Szennyezett területek (pl. nehézfémekkel) mikrobiális ökológiája.

Felelős: ELTE Mikrobiológiai Tanszék.

Résztvevők: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet; VITUKI.

e) *Transzgenikus szervezetek ökológiai hatásának vizsgálata.*

Transzformációs úton előállított növények termesztése, biodiverzitása, ökológiai, szaporodásbiológiai problémák.

Felelős: MTA SZBK Növénybiológiai Intézet.

Résztvevők: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; MTM Növénytár; MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (Martonvásár); MTA SZBK Genetikai Intézet; MTA–ELTE Evolúciógenetikai Kutatócsoport.

f) *A biodiverzitás paleoökológiai vonatkozásai.* (IGBP PAGES-program.)

A paleoökológiai kutatások a terasztrisz környezet biodiverzitásának mintegy 15 millió éves Kárpát-medencei jelenlétére és változásaira vonatkozó ismereteket foglalják össze. Célkitűzései: feltárja a hazai (és Kárpát-medencei) flóra és fauna geneziséit; kimutatja az ember–környezet kapcsolatrendszer időbeli tényezőit és eseményeit; hozzájárul a globális környezetváltozás okainak és irányainak megismeréséhez; megalapozott természet- és környezetvédelmi szabályozást és tevékenységet javasol; sajátos hazai vonatkozású kérdésekre válaszol, mint történelmünk környezeti rekonstrukciója, a sztyepp kialakulása stb. Főbb feladatai:

- Új florisztikai és faunisztikai adatokkal bővíteni a meglévő adatbázist.
- Az adatok minél pontosabb radiometrikus kormeghatározása.
- Szorosabb együttműködés a paleo- és recens ökológia, valamint az antropológia között.
- A múltbeli környezeti kölcsönhatások felderítését célzó modellek továbbfejlesztése és ezek alapján célirányos paleoökológiai vizsgálatok végzése.
- Adatbázisok létrehozása, kapcsolódás a nemzetközi rendszerhez.

Felelős: Magyar Állami Földtani Intézet.

Résztvevők: DE Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék; DE Ökológiai Tanszék; DE Földtani Tanszék; MTM Növénytár.

g) *Nemzeti parkok biodiverzitás-kutatása, alapállapot és értékfelmérés, biomonitoring megalapozása.*

A globális változások kutatásának komplementer jellegű kutatása a flóra- és fauna-biodiverzitás szintjén, mivel csak a védett területek és a nemzeti parkok jelentenek olyan környezetet, amelyben az egyéb antropogén interferenciák kikapcsolhatók, s ezáltal e területek használhatók fel egyedül megbízható, hosszú távú kísérleti kontrollként az antropogén eredetű környezetváltozások kutatásában. Ezért ezeken az etalon jellegű területeken a biodiverzitás folyamatos kutatása nélkülözhetetlen alapinformáció mindenféle környezetdinamikai kutatáshoz.

Felelős: MTM Állat- és Növénytára.

Résztvevők: ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; MTA–ELTE Talajzoológiai Kutatócsoport;

DE Növényteni Tanszék; DE Ökológiai Tanszék; DE Evolúciós Állattani és Humánbiológiai Tanszék; PTE Növényteni Tanszék; PTE Ökológiai Tanszék; MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; MTA Duna-kutató Állomás; MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztály; további egyetemi tanszékek, vidéki múzeumok és a nemzeti parkok szakemberei.

4. témacsoport: az éghajlat változásának hatása az élővilágra

A globális éghajlatváltozás hatásainak problémája a nemzetközi fórumok érdeklődésének homlokterébe került, ez készítette az ENSZ-t az éghajlatváltozási keretegyezmény (1995. évi LXXXII. tv.) megalkotására. A klímaváltozásokra az élővilág rendkívül érzékenyen reagál, ezért a növény- és állatfajok, valamint az élőközösségek hosszú távú, rendszeres figyelésének (monitorozásának) adatai híven tükrözik az élővilágra kifejtett hatást, egyúttal a várható változások előrejelzésére is alkalmasak.

Kutatósi kulcsszavak: bioindikáció, szociális magatartási típusok, lianizáció, terofitizáció, strukturális átrendeződések, flóra- és faunaváltozás, valamint egyéb trendek, holocén klímaváltozások eredményei, palinológia, dendrokronológia, antrakotómia, továbbá fák, gyepek, természetett növények és gyomok állományainak és társulásainak ökofiziológiai vizsgálata emelt CO₂-szinten, magasabb léghőmérsékleten és UV-B sugárzás alatt.

Témafelelős: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet.

a) *A klímaváltozás bioindikációja, hatása a növényi és állati populációkra, a társulások szerkezetére, stabilitására és rezilienciájára.* (IGBP GCTE-program.)

Kutatósi kulcsszavak: Bioindikáció, szociális magatartási típusok, lianizáció, terofitizáció, mennyiségi változások, strukturális átrendeződések, életformaváltozások, flóraváltozás, faunaváltozás és egyéb trendek, holocén klímaváltozások és eredményei, a közelmúlt klímaváltozásai, palinológia, dendrokronológia, antrakotómia.

- A klímafelmelegedés bioindikációja extrém sziklagyep-bokorerdő ökotonokban. (Négy mintaterület a Mecsek és a Villányi-hegységben.)
- Klímaváltozás indikációja rovarpopulációk és rovarközösségek hosszú távú tér- és időbeli monitorozásával. (Fénycsapdahálózat és egyéb módszerek adatai alapján.)
- A globális felmelegedés negyedkori előzményeinek kutatása.
- A közelmúlt klímaváltozásainak kutatása.

Felelős: PTE Növényteni Tanszék.

Résztvevők: PTE Ökológiai Tanszék; ÁOTE Ökológiai Tanszék; DE Állattani Tanszék; MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; MTA Növényvédel-

mi Kutatóintézet Állattani Osztály; Janus Pannonius Múzeum Természettudományi Osztály; MTM Növénytar; ELTE Növénysszervezettani Tanszék.

b) *A globális klímaváltozás növény-ökológiai és produkcióökológiai vizsgálata kísérletes környezetben.*

Kutatási kulcsszavak: Fák, gyepek (lősz- és homokpusztagyep), termesztett növények és gyomok Kárpát-medencei egyedeinek és állományainak, illetve társulásaiknak vizsgálata emelt CO₂ szinten, magasabb lég hőmérsékleten és UV-B sugárzás alatt.

Ezekre a kutatásokra az SZBK-ban egy kutatólaboratórium, továbbá a SZIE-n egy EU-GCTE kísérleti kutatóállomás épült, amely az EU-programok (ESPACE: European Stress Physiology and Climate Environment, ECOCRAFT: European Cooperation on CO₂ Responses) részeként jött létre, 100 ezer ECU EU-pályázati támogatással. Ezt az állomást a SZIE Növénytan és Növényélettani Tanszékén működő MTA-kutatócsoport működteti a tanszékvezető irányításával.

Felelősök: MTA SZBK Növénybiológiai Intézet – MTA-GATE Növényfiziológiai Kutatócsoport és „Globális Klímaváltozás és Növényzet” EU-GCTE kutatóállomás.

Résztvevők: DE Növénytan Tanszék; PTE Növénytan Tanszék; MTA Mezőgazdasági Kutatóintézet (Martonvásár); MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; SZTE Növénytan Tanszék; SZTE Növényélettani Tanszék; Eötvös Növénytan Tanszék; BGYTF Állattani és Biokémiai Tanszék.

5. témacsoport: modell jellegű, kísérletes, hosszú távú ökológiai kutatások

Stratégiai fontosságú program a nemzetközi hálózat létesítése szempontjából. Olyan biomok modell értékű, hosszú távú kísérleti kutatása, amelyek más országból nem kerülnek be az európai projektbe. Az első ilyen állomás a Duna-Tisza közén jönne létre, ahol a drasztikus talajvízszüllyedés, a változó földhasználat problémáinak kezelése ökológiai alapkutatásokat igényel.

Kutatási kulcsszavak: Ökológiai különösen érzékeny közösségi struktúrák növény-, állat- és mikroorganizmus-fajainak, valamint egyes élelmi láncoknak rendszeres, hosszú távú, mennyiségi vizsgálata nemzetközi, szintén hosszú távú ökológiai kutatási program (ILTER) keretében, speciális megfigyelőállomásokon (site), természetes és agrárterületeken. Szerkezeti és működési diverzitás, stabilitás és reziliencia, hierarchikus mozaikstruktúrák modellezése, a változó földhasználat és bolygatások (tűz, legeltetés, kiszáritás) hatásainak kísérletes, kontrollált vizsgálata. Hasonló megalapozású site-kutatások indítása, illetve folytatása – különösen már meglévő bázisokon (Síkfőkút) – kívánatos.

Témafelelős: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet.

a) *Modelljellegű, hosszú távú, kísérletes ökológiai-természetvédelmi kutatások az Alföldre jellemző erdőssztyepp biom élőközösségeiben.* (Kiskun-LTER projekt.)

Alapvető feladat a nemzetközi long-term ökológiai (ILTER) site-okhoz kötött kutatások magyarországi bázisának kialakítása, nemzetközileg koordinált kutatási célkitűzések és módszertani normák teljesítésével.

Kutatási feladatok:

- A klímaváltozásra legérzékenyebb átmeneti erdőssztyepp biom hierarchikus mozaikstruktúrájának leírása adekvát modellek és GIS-technika alkalmazásával.
- A kompozicionális, szerkezeti és működési diverzitás az ökoszisztémák stabilitásában, rezilienciájában játszott szerepének feltárása.
- A homokpusztagyeppek és homoki erdők életközösségeinek komplex ökológiai kutatása (Bugac projekt).
- A klímaváltozás, a változó földhasználat és bolygatások (tűz, legeltetés, kiszáritás) hatásainak vizsgálata, előrejelzése, megfelelő kezelési tervek készítése a homoki gyepek és erdők tartós fenntartására és használatára.
- A természetes fogyasztók (herbivorok) dinamikájának és a vegetáció szerkezetére, működésére gyakorolt hatásának kutatása.
- A nemzetközi standardoknak – ILTER – megfelelő long-term kutatási site és a rajta szükséges kutatási infrastruktúra és adatbázisok kifejlesztése az eddigi jelentős kutatási eredményekre alapozva.

Mintaterület: a Kiskunság Nemzeti Park fennhatósága alá tartozó Duna-Tisza köze.

Felelős: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet.

Résztvevők: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztálya; MTA Agrokémia és Talajtani Kutatóintézet; MTA Ökológiai Modellező Kutatócsoport (ELTE); ÁOTE Ökológiai Tanszék; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; ELTE Etológiai Tanszék; SZTE Ökológiai Tanszék; Kiskunsági Nemzeti Park; Országos Meteorológiai Szolgálat; MTM Állattár és Növénytár; Colorado State University; University of New Mexico; Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, N. Y.

b) *Hosszú távú (long-term) kísérletes természet- és környezetvédelmi kutatások cseres-tölgyes erdei ökoszisztémában.* (Síkfőkút projekt.)

Nagy kutatási múlttal és hosszú ökológiai adatsorokkal rendelkező erdő-ökológiai laboratórium az ország legnagyobb kiterjedésű erdőtársulásának működését és ökológiai problémáit vizsgálja. Az előző program pont kísérleti állomásának komplementer site-ja, amennyiben más fontos biotop s azon belül más problémákat kutat. Előnye, hogy a site tulajdonjoga biztosítva van és részben az infrastruktúra is készen áll.

Kulcsszavak: Környezetfüggő szerkezet- és produkciódinamikai kutatások, tápanyag- és energiacyklus, légszennyezés, ózon, UV-sugárzás, tölgypusztulás.

Mintaterület: Síkfőkút cseres-tölgyes erdőökológiai laboratórium.

Felelős: MTA-DE Ökológiai Kutatócsoport.

Résztvevők: DE Ökológiai Tanszék; DE Növénytani Tanszék; DE Meteorológiai Tanszék; SZIE Rovartani Tanszék; MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztály és Növénykórtani Osztály; SZIE Állattani és Ökológiai Tanszék; EKFT Környezettudományi Tanszék; BGYTF Növénytani Tanszék; Université Henri Poincaré, Nancy 1. Biologie Forestière; Université Henri Poincaré, Nancy 1. Écologie Microbienne.

c) *Stratégiai fontosságú, különösen veszélyeztetett területek hirtelen környezeti állapotváltozásainak hosszú távú (long-term) kutatása és monitorozása. Mintaterület:* Szigetköz.

Kutatási kulcsszavak: Faunaváltozás, flóraváltozás, vegetációdinamika, társulások összeroppanása, produkciócsökkenés, invázió, talajérték-csökkenés.

Felelős: Magyar Természettudományi Múzeum.

Résztvevők: ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; MTA Magyar Duna-kutató Állomás; PTE Növénytani Tanszék; PATE Növényvédelmi Intézet (Keszthely); PATE Mezőgazdasági Növénytani Tanszék (Magyaróvár); MTA Agrokémiai és Talajtani Kutatóintézet.

d) *Stratégiai fontosságú, különösen veszélyeztetett területek hosszú távú (long-term) kutatása, különös tekintettel a nagyvárosi populáció intenzív antropogén természet- és környezethasználatára. (Pilisi Bioszféra Rezervátum kutatási projekt.)*

A budapesti agglomeráció vonzáskörébe eső, erős antropogén használatnak kitett természetes erdőterület, amelyre vonatkozóan több mint 40 éves ismételt felmérések és adatsorok állnak rendelkezésre.

Kutatási kulcsszavak: Távérzékeléses környezetdiagnosztika, erdőterképezés, talajtérképezés, kriptogám flóratérképezés, védett növények térképezése, géntartalékok térképezése, vízi és erdei állatpopulációk rendszeres vizsgálata, életmenet-stratégia, forrásfelhasználási mechanizmusok és mintázatok, környezeti adaptáció, élőhely-fragmentáció és -izoláció, valamint ökológiai folyosók kutatása, populáció- és vegetációváltozások, levegőindikáció, erdővédelem, turizmus.

Felelős: ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszéke.

Résztvevők: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; Pilisi Parkerdőgazdaság; MTA Növényvédelmi Kutatóintézet Állattani Osztály; MTA Talajzoológiai Kutatócsoport; MTA Ökológiai Modellező Kutatócsoport; Magyar Duna-kutató Állomás; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; ELTE Növénysszervezettani Tanszék; MTM Állattára és Növénytára.

6. témacsoport: állóvizek és vizes területek ökológiája

A program magában foglalja valamennyi hazai állóvíz ökológiai állapotának felmérését és kutatását. Idetartozik üdülőtavaink ökológiai és egyéb hasznosítású tavaink és víztározóink, valamint láp- és mocsárterületeink komplex ökológiai (botanikai, zoológiai és mikrobiológiai, valamint üledéktani, tápanyagforgalmi stb.) vizsgálata.

Kutatási kulcsszavak: terhelésvizsgálat, szerves anyagok, növényi tápanyagok, mérgek, túlhaláshatás, savasodás, idegen fajok betelepítése, privatizációs károk, nádasállományok ökológiai hatása és károsítása, frissen elárasztott területek élővilágának alakulása, vízelvezetések hatása és ezek prognosztizálása. Lápok és egyéb vizenyős területek természetvédelmi és vízvédelmi célú fenntartásának, rekonstrukciójának ökológiai megalapozása.

Témafelelős: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet.

a) *A hazai tavak és víztározók ökológiai állapotának felmérése és összevetése az OECD-normákkal.*

Kutatási kulcsszavak: terhelésvizsgálat, szerves anyagok, növényi tápanyagok, mérgek, túlhaláshatás, idegen fajok betelepítése, privatizációs károk, természetvédelmi, illetve vízvédelmi intézkedések, tóvédelmi technológiák.

Felelős: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet.

Résztvevők: ELTE Mikrobiológiai Tanszék; ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; SZIE Növénytani Tanszék; BDTF Örökléstani és Környezettudományi Tanszék.

b) *A Kis-Balaton rekonstrukciójának komplex ökológiai kutatása.*

Kutatási feladat a helyreállítás során fellépő változások és azok okainak vizsgálata. Nagyléptékű ökológiai terepkísérletezés a nádasállományok fenntartásának tér- és időbeli elhelyezésének irányítása, a frissen elárasztott területek élővilágának alakulása, az üzemirányításban szükséges esetleges változtatások megtervezése, hatásainak prognosztizálása.

Felelős: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet.

Résztvevők: PATE Növénytani Tanszék; PATE Növényvédelmi Intézet (Keszthely); ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék; ELTE Mikrobiológiai Tanszék; BDTF Örökléstani és Környezettudományi Tanszék.

c) *A Balaton Nemzeti Park élővizeinek zoológiai kutatása.*

A kutatási feladat elsősorban a Balatonba ömlő patakok állatvilágának kutatása.

Felelős: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet.

Résztvevő: ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék.

d) *A Fertő tó természetvédelmi stratégiájának hidrobiológiai irányelveit meghatározó kutatások.*

Kutatási kulcsszavak: A Fertő limnológiai egyediségének jellemzői, a tér- és időbeli labilitás feltételeinek biztosítási lehetőségei, nádaskezelés, halászat, horgászat, vízi turizmus hatásai.

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás.

Résztvevők: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet; EKFT Állattani Tanszék; Fertő–Hanság Nemzeti Park.

e) *A nád növekedése, produkciója, elemakkumulációja és dekompozíciója a Fertőn, különös tekintettel a nádpusztulás kérdéseire. (Ez a téma az Európai Közösség EUREED-projektjének része.)*

Kutatási kulcsszavak: Növekedésanalízis, produkciómérések, állománystruktúra, rizóma tápanyagkészlete (cukor, keményítő), dekompozíciós folyamatok, avas nád gerinctelen társulásai. – Intersticiális vizek alkalinitása, redox-viszonyai, fitotoxinjai.

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás.

Résztvevők: PATE Növénytani- és Növényélettani Tanszéke; ELTE Mikrobiológiai Tanszék; DE Ökológiai Tanszék.

f) *A Hanság fokozottan védett tavainak hidrobiológiai alapállapot-felmérése.*

Kutatási kulcsszavak: Vízkémiai, anyagforgalmi és alapállapot-felmérés a tér- és időbeli eltérések figyelembevételével (később: élőlénytársulások analízise).

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás.

Résztvevő: Fertő–Hanság Nemzeti Park.

g) *Egyéb értékes vizes területek ökológiai, természetvédelmi kutatása és monitorozása.*

A korábban felsorolt regionális programokban nem szereplő, elsősorban a Dunántúl és a Duna–Tisza köze nagy értékű lápterületeinek (pl. Szőce, Káli-medence, Baláta-tó, Darányi-Nagyberek, Hanság) folyamatos kutatása és monitorozása.

Felelős: MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet.

Résztvevők: MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet; MTM Állattár és Növénytár; ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék; PTE Növénytani Tanszék; PTE Ökológiai Tanszék; Janus Pannonius Múzeum; Kaposvári Múzeum; Szombathelyi Múzeum; BDTF Növénytani Tanszék; BDTF Állattani Tanszék; MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás; Duna–Dráva Nemzeti Park.

h) *Mikrobiális ökológiai kutatások állóvizekben.*

Idetartozó résztémák:

- Vírusökológiai kutatások. *Kutatási kulcsszavak:* Vektor nélküli vírusok fennmaradása és körforgása a természetben. Vízinövény-vírusok speciális ökológiai rendszere és kapcsolódásuk a terresztruis vírusok ökológiai rendszeréhez. A vízi, mocsári és szárazföldi vírusok ökológiai összefüggései.
- Állóvizek mikrobiális szervezeteinek ökológiai kutatása.

Felelős: PATE Növényvédelmi Intézet.

Résztvevők: ELTE Mikrobiológiai Tanszék; MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet.

7. témacsoport: *folyóvizeink ökológiai kutatása*

A program magában foglalja valamennyi nagy folyónk (Tisza, Dráva, Körösök, Maros) és mellékfolyóinak, valamint vízgyűjtőinek hidrobiológiai és tájökológiai kutatását, az ökológiai állapotváltozások felmérését és monitorozásának tudományos megalapozását mind botanikai, zoológiai és mikrobiológiai vonatkozásban. A program tartalmazza a Duna hidrobiológiai kutatását, de nem terjed ki a Duna vízgazdálkodására és sokrétű hasznosítására (vízi építmények, hajózás, ivóvízkiemelés, folyamszabályozás, mederkotrás stb.). E problémák kutatása külön nagyságrendet képvisel és eltérő háttérrel igényel. Ezekkel a teendőkkel külön bizottságok foglalkoznak, külön projektek keretében.

Kutatási kulcsszavak: vízszintingadozás és különböző terhelések hatása a vízi közösségekre, hullámterek rekonstrukciója, idegen fajok betelepítése, privatizációs károk, frissen elárasztott területek élővilágának alakulása, vízelvezetések hatása és ezek prognosztizálása. Zátonyképződés és szukcesszió, holtágak keletkezése és láposodás. Lápok és egyéb vizenyős területek természetvédelmi és vízvédelmi célú fenntartásának, rekonstrukciójának ökológiai megalapozása.

Témafelelős: MTA Magyar Duna-kutató Állomás.

a) *Vízépítési tevékenységek hidrobiológiai, vízminőségi hatásainak regisztrálása és értékelése.* (A Duna-kutatói program része.)

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás és VITUKI Rt. Vízminőségvédelmi Intézete.

b) *A folyami tározás hidrobiológiai és vízminőségi hatásainak kutatása.* (A Duna-kutatói program része.)

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás és VITUKI Rt. Vízminőségvédelmi Intézete.

c) *A Duna biomonitoring rendszerének továbbfejlesztése.*

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás és VITUKI Rt. Vízminőségvédelmi Intézete.

Résztvevők: KöM környezetvédelmi felügyelőségei, Győr, Budapest, Baja.

d) *Ökotoxikológiai kutatások kiszélesítése. (A Duna-kutatási program része.)*

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás és VITUKI Rt. Vízminőségvédelmi Intézete.

Résztvevők: KöM környezetvédelmi felügyelőségei, Győr, Budapest, Baja.

e) *A Duna menti vízi természetvédelmi területek fenntartási stratégiájának kidolgozása.*

A Gemenci-erdő vízi élőtereinek rekonstrukciójához szükséges ökológiai és természetvédelmi, valamint állapotfelmérési és a monitoringot megalapozó kutatások. továbbá a béda-karapancsai tájvédelmi körzet vizes élőhelyeinek konzervációbiológiai és rehabilitációs kutatása.

Felelős: MTA ÖBKI Magyar Duna-kutató Állomás.

Résztvevők: PTE Növénytani Tanszék; PTE Ökológiai és Állatföldrajzi Tanszék.

f) *Az Északi-Alföld és Tisza-völgy vizes élőhelyeinek állapotvizsgálata és monitorozása.*

Felelős: DE Ökológiai Tanszék.

Résztvevők: DE Növénytani Tanszék; DE Állattani Tanszék; Hortobágy Nemzeti Park; regionális vízügyi igazgatóságok.

g) *A Dél-Alföld és a Tisza-völgy tájökológiai kutatása.*

Kutatási kulcsszavak: élőhely-fragmentáció, izoláció, metapopulációk és közösségek különböző léptékben, törzsterületek, ökológiai folyosók.

Felelős: SZTE Ökológiai Tanszék.

Résztvevők: SZTE Növényrendszertani Tanszék; SZTE Növénytani Tanszék; SZTE Biológiai Tanszék; Tisza-kutató Munkaközösség tagjai.

8. témacsoport: talajökológiai kutatások

A program magában foglalja a hazai és nemzetközi szinten folyó valamennyi talajökológiai kutatást, amelynek Magyarországon évtizedes hagyományai vannak, és amelyek az ötvenes évek óta a világ élvonalához tartoznak. Ehhez ma még olyan szellemi kapacitás áll rendelkezésre nálunk, amelyek megfelelő támogatás esetén nemcsak hazai vonatkozásban, hanem világviszonylatban is feltáró, alapozó, ugyanakkor pedig átfogó szintézishez vezető eredményekre is képes, amilyen az óvilági és az újvilági trópusi *Oribatida* fauna szisztematikai

monografikus áttekintése. Ennek az élővilágnak a feltárása azért is jelentős, mert a talajállapotot döntően befolyásolja, mind óriási diverzitásával, mind pedig biomasszájának óriási tömegével. A talajokban élő közösségek sok vonatkozásban nagyobb energiamennyiséget és több anyagot forgalmaznak, mint a föld felettiek. Ennek az élőlénytömegnek sokoldalú vizsgálata egyaránt nélkülözhetetlen az alapkutatások szintjén és az átalakuló mező- és erdőgazdaság, valamint a gyakorlati természetvédelem feladatainak megoldásához.

Kutatási kulcsszavak: a talajdegradáció és -erózió hatása az életközösségekre; az életközösségek szerepe a metán, a nitrogén-oxidok és a szén-dioxid mobilizációjában; üvegházhatás és az edafon kontrollja; szennyezett talajok tisztítása talajflóra és fauna segítségével, talajállatok szerepe a talajjavítás különböző módszereiben, *Oribatida* és *Lumbricida* fauna szerepe a trópusi talajok termékenységének fenntartásában; földtörténeti események és folyamatok kutatása a talajfauna segítségével.

Témafelelős: MTM Állattára.

a) *Hazánk teljes területére és főbb talajtípusaira kiterjedő faunisztikai, florisztikai alapállapot-felmérés.*

Felelős: MTM Állattára.

Résztvevők: MTA Zootaxonómiai Kutatócsoport, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, SZIE Állattani Tanszék és Parazitológiai Tanszék, SE Állattani Tanszék.

b) *A mikro- mezo- és makrofauna többségét alkotó csoportok (Protozoa, Nematopoda, Lumbricida, Collembola és Acarina) taxonómiai, elterjedési és populációdinamikai vizsgálata.*

Felelős: MTM Állattára.

Résztvevők: MTA Zootaxonómiai Kutatócsoport, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, SZIE Állattani Tanszék és Parazitológiai Tanszék, SE Állattani Tanszék.

c) *A felsorolt állatcsoportokban nemzeti alapgyűjtemény kialakítása.*

Felelős: MTM Állattára.

Résztvevők: MTA Zootaxonómiai Kutatócsoport, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, SZIE Állattani Tanszék és Parazitológiai Tanszék, SE Állattani Tanszék.

d) *Néhány területen a talajzoológiai monitoring kialakítása.*

Felelős: MTM Állattára.

Résztvevők: MTA Zootaxonómiai Kutatócsoport, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, SZIE Állattani Tanszék és Parazitológiai Tanszék, SE Állattani Tanszék.

e) *Növény-talaj-mikroorganizmus-állat kölcsönhatások vizsgálata.*

Felelős: MTM Állattára.

Résztvevők: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, MTA Zootaxonómiai Kutatócsoport, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, SZIE Állattani Tanszék és Parazitológiai Tanszék, SE Állattani Tanszék.

f) *Talajszennyezések ökológiai alapjainak kutatása, ökotoxikológia.*

Felelős: MTM Állattára.

Résztvevők: MTA Zootaxonómiai Kutatócsoport, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, SZIE Állattani Tanszék és Parazitológiai Tanszék, SE Állattani Tanszék, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet.

Várható eredmények

A javasolt kutatási program végrehajtása esetén a következő főbb eredmények várhatók:

1. Az eddigi vizsgálati adatok szintetizálásával és további helyszíni adatgyűjtéssel néhány év alatt elkészíthető a „Magyarország ökológiai állapota a 21. század elején” elnevezésű helyzetkép, ami viszonyítási alapul szolgál minden további fejlesztéshez.

2. Az ökológiai kutatások eredményei hasznosíthatók a következő 10-15 évben várható szerkezeti átalakítások optimális változatainak kiválasztásához az agrárgazdaság teljes területén, összhangban az agrár-környezetvédelem elfogadott kormányprogramjával.

3. A multifunkcionális tájgazdálkodás és területfejlesztés távlati koncepciójának kidolgozásához jelentős hozzájárulást adhatnak a kutatási eredmények.

4. A Kárpát-medencében várható éghajlatváltozás, klímaingadozás hatással lesz a térség hidrológiai adottságainak átalakulására. A szárazföldi és a vízi ökoszisztémák dinamikájának alaposabb ismerete elősegíti a változó körülményekhez való alkalmazkodás lehetőségeit.

5. A kutatási program lehetőséget ad a hosszú távú ökológiai vizsgálatok terepi körülmények közötti kiépítéséhez, korszerű kutatási infrastruktúrával való ellátásához. Ennek elmaradása veszélyeztetni nemzetközi versenyképességünket.

6. A kutatási program végrehajtása egyúttal egy új, fiatal ökológusgeneráció szakmai képzéséhez is megadná a szükséges feltételeket.

7. A határon túli kutatók is aktív szerepet vállalhatnak a térség teljes körű ökológiai feltárásában.

8. A várható eredmények közkinccsé tétele, hasonlóan az eddig elértekhez, valamennyi ismertett témakörben.

Pénzügyi és szervezeti kérdések

Az elmúlt évek finanszírozási tapasztalatai azt mutatták, hogy egy ilyen horderejű országos program finanszírozására egyedül sem az Akadémia, sem valamelyik tárca nem képes. Nyilvánvalóvá vált, hogy a fenti feladatok irányított és összehangolt formában csak egy kormányprogram vagy egy nagyszabású nemzeti fejlesztési program keretében – amilyen a Széchenyi-terv – valósíthatók meg. Ezért az MTA több tudományos osztályának szakértőiből, az MTA Természettudományi Főosztálya és a KöM Természetvédelmi Hivatalának munkatársaiból álló munkacsoport egy Nemzeti Ökológiai Kutatási Program indítására tett javaslatot.

A munkacsoport figyelembe vette a jelen tanulmányban kidolgozott témacsoportok feladatait és az itt kifejtett indokokat. Tekintetbe vette, hogy a fenti kutatási program végrehajtásában részt vevő hazai intézmények maguk is több tárcához tartoznak, amelyek a működési költségeket csak részben biztosítják. A jelenlegi ökológiai bázis személyi állománya mintegy 180-220 főre becsülhető, amely több mint 50 munkahelyen szétszórva és jelentős részük más feladatokkal terhelve dolgozik. Mint azt már korábban is kifejtettük, a jelenlegi személyi állomány egy része csak munkaidejének tört részében tud – többek közt oktatási és egyéb kötelezettségei mellett – kutatómunkát végezni.

Mindezeket összegezve a munkacsoport arra a következtetésre jutott, hogy a program korszerű és nemzetközi kötelezettségeinknek is megfelelő teljesítésére, továbbá centrális helyzetünkől adódó lehetőségeink kihasználására, csak jelentős kiegészítő pénzügyi támogatással van esélyünk. A hazai ökológiai kutatóhelyek további eredményes működése és a szükségleteket messzemenően figyelembe vevő fejlesztése elengedhetetlen feltétele annak, hogy hazánk eleget tudjon tenni a súlyos környezeti veszélyekből fakadó feladatoknak, nemzetközi kötelezettségeinek és megfelelő (esetenként vezető) helyet biztosítson magának az e területen folyó nemzetközi együttműködésben. A hazai ökológiai kutatóhelyek további működésének biztosításához, a személyi állomány bővítéséhez, a kutatási programok pályázati formában történő támogatásához évi 600 M Ft szükséges. Ennek megoszlását a munkacsoport az alábbi felosztásban látja indokoltnak:

1. Intézményfejlesztés és beruházás, évi 100 M Ft.

Az ökológiai kutatóhelyek túlnyomó többségénél jelentős fejlesztésekre és beruházásokra van szükség. Ezen belül is kiemelten fontos feladat a nemzetközi hosszú ökológiai program (ILTER) terepkutató állomásának létrehozása. A program által biztosítható keret azonban aligha lesz elegendő a bővítéshez, ezért az illetékes tárcák sem kerülhetik el az általuk üzemeltetett kutatóhelyek kiemelt pénzügyi támogatását. A sürgősebb nagyobb beruházások és felújítási feladatok mellett szinte valamennyi kutatóhely esetében felmerül nagy értékű

műszerek, nagy teljesítményű számítógépek, mérőrendszerek és terepjáró gépkocsik beszerzésének igénye.

2. A meglévő kutatóhelyek személyi fejlesztési és költségigénye, évi 100 M Ft.

Országosan mintegy 50 egyetemet végzett, főállású kutató és oktató hiányzik ahhoz, hogy a magyar ökológusok megfelelő szinten és létszámban láthassák el a folyamatos ökológiai megfigyelések szervezését és irányítását, az elmúlt évtizedekben felhalmozódott értékes anyagok naprakész feldolgozását és az ehhez kapcsolódó elméleti, valamint – az ország speciális környezeti adottságaiból fakadó – alkalmazott ökológiai kutatási feladatokat, különös tekintettel a kelet-közép-európai kutatási hálózatra. Ez a probléma csak megfelelő számú új álláshely (30-30 fő ökológus kutató, illetve asszisztens) biztosításával oldható meg. A kutatók tudományos teljesítménye megfelelő számú, jól képzett kutatási segéderő alkalmazásával megsokszorozható lenne, ha ezeket nem csábítaná el a vállalati és önkormányzati szféra.

3. Pótlólagos működési költségigény, évi 100 M Ft.

A kutatóhelyek túlnyomó többségének alapellátását a költségvetés csak részben biztosítja, ezért a kutatások révén rendelkezésre álló összegek kisebb-nagyobb része a kutatóintézetekben az üzemeltetésre, az oktatási intézményekben az oktatás szükségleteire fordítódik! Ez a tarthatatlan állapot különösen súlyosan érinti a folyamatos ökológiai megfigyeléseket és vizsgálatokat végző kutatóhelyeket. Ezek működési alapellátásának biztosítása-hoz a pótlólagos költségvetési támogatás elengedhetetlenül szükséges.

4. Pályázati keret új témák indítására, évi 300 M Ft.

A megfigyelendő objektumokról való ismereteink gyakran nagyon hézagossak, sokszor éppen a rövid tartamú pályázati rendszer következtében. Ezért a monitoringtevékenységet szorosabb értelemben vett kutatómunkának kell kísérnie. Ennek során számos olyan, rövidebb idő alatt megoldható kutatási feladat is felmerül (módszerfejlesztés, szabadföldi laboratóriumi kísérletek, kevésbé feltárt növény- és állatcsoportok, valamint a biodiverzitás felmérésével kapcsolatban összegyűlt anyagok taxonómiai feldolgozása stb.), amelyeknek költségeit további kutatási pályázatok révén célszerű biztosítani.

A program vezetési mechanizmusa

A program szakmai vezetését a kutatási program tudományos tanácsa látná el, amelynek tagjai a szakterület(ek) vezető hazai szakembereiből lennének. Feladata a pályázatoknak, a műszer- és infrastrukturális beruházási terveknek, a

szakmai rendezvényekre irányuló indítványoknak és az összefoglaló kiadványoknak véleményezése.

A finanszírozással összefüggő kérdésekben egy programtanács döntene, amelyben a szakterület 4-5 képviselője valamint a társfinanszírozó minisztériumok, főhatóságok képviselői foglalnának helyet. A programtanács elnökét a tagok választják saját soraikból a tudományos tanács ajánlása alapján.

A program szervezésével, a pályázatok lebonyolításával, a programtanács döntései végrehajtásának szervezésével egy programiroda foglalkozna, amely az MTA Természettudományi Főosztálya szervezeti rendszeréhez kapcsolódna. Tagjainak száma 3-4 fő, akik a megfelelő szervezési és adminisztrációs tapasztalatokkal rendelkeznek.

Kelet-közép-európai ökológiai kutatási hálózat kialakítása

Az ökológiai jelenségeknek a légköri jelenségekhez hasonlóan nagy tér- és időléptéke feltétlenül regionális és globális kutatási és észlelési együttműködést igényel. Számos közös feladat mutatkozik a kelet-közép-európai régióban, ami részben abból adódik, hogy a régió azonos biomban helyezkedik el (konzervációbiológiai tekintetben közös fajok léte, a régió országait egyaránt sújtó környezetszennyezések ökológiai válaszreakciói, a klímaváltozás következtében előálló areaeltolódások stb.). Következésképpen a régió környezet- és természetvédelmi feladatainak megoldását megalapozó ökológiai kutatási együttműködés hosszú távú biztosítása érdekében feltétlenül létre kellene hozni az illetékes kutatóintézményeket tematikailag összefogó szervezetet. Ennek formája *kutatási hálózat* lehet, amelynek keretében az együttműködő intézmények szerződésben vállalják konkrét kutatási feladatok teljesítését, a kölcsönös adat-szolgáltatást, adott esetben a kutatási eredmények közös publikálását stb.

A Kelet-közép-európai Ökológiai Kutatási Hálózatba tömörülő intézményekben a kutatás anyagi feltételeit elsősorban saját országuk biztosítaná, de esetenként két vagy több ország kutatói közös programok finanszírozására együttesen nyújthatnának be pályázatot nemzetközi kutatási alapokhoz. A hálózathoz való csatlakozás tárgyában a következő államok illetékes intézményeit érdemes megkeresni: Ausztria, Bulgária, Csehország, Horvátország, Jugoszlávia, Lengyelország, Románia, Szlovákia, Szlovénia és Ukrajna. Több hazai ökológiai kutatóműhelynek már van parciális együttműködése a felsorolt államok többségének egyik-másik intézményével, ezért remélhető, hogy megfelelő támogatás esetén – azaz, ha a hálózat fejlesztése elég gyorsan és erőteljesen megy végbe – a magyar hálózat olyan térségi előnyökhöz juthat (pl. az integrációt segítő EU-pénzek mozgósítása révén), amely a térség számos külföldi intézményét fogja ösztönözni a csatlakozásra. A regionális szervező központ státusának elnyerésére Magyarországnak esélye van a long-

term ökológiai kutatások nemzetközi projektjében (ILTER-program). Ennek jele, hogy a régió környező országainak a projektbe való belépését és kutatási stratégiáját kidolgozó két nemzetközi rendezvény lebonyolítására a világszervezet Magyarországot kérte fel, s a regionális program koordinálásának feladatára magyar szakember kapott megbízást. Ugyancsak elősegítheti a nemzetközi munkakapcsolatok fejlődését a Környezetvédelmi Minisztérium által létesített „Határokon átnyúló természetvédelmi területek” állapotfelmérésének és közös kutatásának kialakítása, amelynek keretében számos együttműködési program indult meg.

A kutatások koncepciója, célkitűzései

A kutatás fő célkitűzéseinek megfogalmazásakor az alábbi általános koncepciókat vettük figyelembe:

1. A Dél-Alföld valmbiológiai ismerete egyenetlen. A Kiskunság, a Tisza völgye és általában Körös-Maros Nemzeti Park területe viszonylag jól ismert, de keveset tudunk Csongrád megye nagy részéről, Bács-Kiskun és Békés megye parkokon kívüli területeiről. Kutatási feladatunk tematikus kimunkáltságot elsősorban olyan szempontok vezetnek, melyek lehetővé teszik a régió feltérvezését különböző skálákon, kiemelve itt a régió sajátosságaitban (szabványozási minőségében, folyamatában és a természetközeli életközösségek viszonyzatosságában) meghatározó szerepet játszó társadalmi léptéket, de nem lemondva a lokális (habitat szintű) és a regionális vizsgálatok igényéről sem.

2. Az 1. pontból egyértelműen következik a kutatási téma heterogenitása. Tervezésükor nem a koherencia, hanem a Dél-Alföld minél teljesebb szabványbiológiai ismeretének igénye vezetett. Olyan komprehenzív program kimunkálását határoztuk el, amely eleget tesz az alábbi kritériumoknak:

- a) Kétféle szinten dolgozik, bár figyelembe veszi a skálahierarchia egyéb szintjeit is;
- b) Épít a régió kutatási lehetőségeire és kapacitására;
- c) Átfogó tematikus koncepció köré építhetik;
- d) Lehetővé teszi az eredmények bemutatását az előző és a jövőbeli kutatásokhoz.

3. A kutatás legalkalmasabb és legattingóbb végrehajtása a dél-alföldi régió ből elideg rendelkezésre álló és folyamatos vizsgálatok során kapott eredmények egybevetésére és megfelelő adatbázis kialakítása volt mind konkrét szabványbiológiai kutatások végzésével, mind pedig a már meglévő eredmények feldolgozásával. Jelen témánk nemcsak egyéves kutatási periódust ölelt fel, hanem a hosszú távú kutatások 1998-99 szakaszát jelentik.

A Dél-Alföld és a Tisza-völgy ökológiai kutatása

A kutatások koncepciója, célkitűzései

A kutatás fő célkitűzéseinek megfogalmazásakor az alábbi általános koncepciókat vettük figyelembe:

1. A Dél-Alföld szünbiológiai ismerete egyenetlen. A Kiskunság, a Tisza völgye és újabban Körös-Maros Nemzeti Park területe viszonylag jól ismert, de keveset tudunk Csongrád megye nagy részéről, Bács-Kiskun és Békés nemzeti parkokon kívüli területeiről. Kutatási feladataink tematikus kimunkáláskor elsősorban olyan szempontok vezettek, melyek lehetővé teszik a régió feltárását különböző skálákon, kiemelve itt a régió sajátosságaiban (szünbiológiai mintázatában, folyamataiban és a természetközeli életközösségek veszélyeztettségében) meghatározó szerepet játszó tájszintű léptéket, de nem lemondva a lokális (habitat szintű) és a regionális vizsgálatok igényéről sem.

2. Az 1. pontból egyértelműen következik a kutatási téma heterogenitása. Tervezésekor nem a koherencia, hanem a Dél-Alföld minél teljesebb szünbiológiai ismeretének igénye vezetett. Olyan komprehenzív program kimunkálását határoztuk el, amely eleget tesz az alábbi kritériumoknak:

- a) *Kitüntetett léptéken* dolgozik, bár figyelembe veszi a skálahierarchia egyéb szintjeit is;
- b) *Épít a régió kutatási lehetőségeire és kapacitására;*
- c) *Átfogó tematikus koncepció köré* építkezik;
- d) *Lehetővé teszi az eredmények illesztését az eddigi és a jövőbeli kutatásokhoz.*

3. A kutatás legáltalánosabb és legátfogóbb célkitűzése a dél-alföldi régióból eddig rendelkezésre álló és folyamatos vizsgálatok során kapott eredmények egységesítése és megfelelő adatbázis kialakítása volt, mind konkrét szabdföldi kutatások végzésével, mind pedig a már meglévő eredmények feldolgozásával. Jelen témáink nemcsak egyéves kutatási periódust ölelnek fel, hanem a *hosszú távú kutatások* 1998. évi szakaszát jelentik.

A kutatási téma keretébe tartozó részprogramok

1. Homoki vegetációtípusok stabilitása, helyreállása és helyreállítása.
 - a) *Homoki gyepek stabilitási tulajdonságainak vizsgálata hosszú távú monitorozással.*
Témafelelős: Margóczi Katalin, JATE Ökológiai Tanszék.
 - b) *Homoki gyepek kisléptékű regenerálódásának vizsgálata.*
Témafelelős: Margóczi Katalin, JATE Ökológiai Tanszék.
 - c) *Nyáras borókás gyepek helyreállítása akácerdő letermelése után.*
Témafelelős: Margóczi Katalin, JATE Ökológiai Tanszék.

2. Dél-alföldi, izolált helyzetű életközösségek vizsgálata. Alföldünkön, különösen annak déli részén hangsúlyosan jelentkezik a természetközeli élőhelyek fragmentálódása, a fragmentumok izolációja és eltűnése. E problémakör vizsgálatát kezdtük meg 1985-ben, a nagyrészt gyepekkel borított kunhalmok komplex ökológiai tanulmányozásával. Azóta vizsgálatainkat jelentősen kiterjesztettük más gyeptípusokra és erdőfoltokra is. Az elméleti szempontból és természetvédelmi megfontolásokból egyaránt izgalmas témakör folytatását 1998-ban a következők témák szerint végeztük:

- a) *Dél-kiskunsági sztyeppré- és lápré komplexek vizsgálata.*
Témafelelős: Margóczi Katalin, JATE Ökológiai Tanszék.
- b) *Az eddigi, kunhalmokon és a Blaskovics-pusztá foltjain kapott adatok feldolgozása és publikációja.*
Témafelelős: Krausz Krisztina, JATE Ökológiai Tanszék.
- c) *Miklapusztai vegetációtérképezés és izolátumdinamikai vizsgálatok.*
Témafelelős: Horváth András, Farkas Szilvia, Molnár Nóra, JATE Ökológiai Tanszék.
- d) *Természetvédelmi célú kezelések hatása rovarközösségekre izolált helyzetű gyepeken.*
Témafelelős: Györffy György, JATE Ökológiai Tanszék.
- e) *A Dél-Alföld viráglátogató és megporzó vadméheinek cönológiai vizsgálata.*

Témafelelős: Tanács Lajos, JATE SZÉF Élelmiszer-tudományi Tanszék.

E téma a fentiekől egyedi vonásai, kérdésfeltevése és metodikája révén is elkülönül. Egy átfogó vizsgálatsorozat keretében a viráglátogató és megporzó Apoidea-felvételezéseket szándékozunk elvégezni az Alföld déli részének (Békés és Csongrád megye) lucernásaiban és természetes élőhelyein. A vizsgálatok célja a vadméhközösség szerkezeti és sűrűségi viszonyainak a megállapítása. A kapott adatokat összehasonlítjuk a 30 és 40 évvel korábban kapott lucerna-virágmegporzási kísérletek adataival. Viráglátogatói, virágfelnitási és fészekvizsgálatokat egyes fontosabb megporzó rovaroknál bionómiai vizsgálatokat is végzünk. A vizsgálatsorozat kb. három éven keresztül folytatódik.

f) *Formicoidea* metaközösségek vizsgálata kisméretű habitatfoltokban.

Témafelelős: Gallé László, JATE Ökológiai Tanszék.

3. Közösségszervező mechanizmusok kisléptékű vizsgálata.

a) *Heteroptera* közösség szerkezetváltozásai diszturbációs hatásokra homokpusztai gyepon.

Témafelelős: Kerényi Zoltán, JATE Ökológiai Tanszék.

A Kiskunsági Nemzeti Park bugacpusztai területén végzett kezelési (locsolás, taposás, vágás, legeltetés) vizsgálatok alapján a következő eredményeket kaptuk. 1. Három év (1989–1991) 4135 poloskaegyedét meghatározva 17 család 114 fajtát különítettük el. 2. A területről előkerült két olyan faj is, melyeket faunaterületünkön eddig csak egyszer találtak (*Thyreocoris fulvinervis* Scott és a *Sciocoris umbrinus* Willf). 3. A ragadozó-növényevő arányt a kezelések egyik térszinten sem változtatták meg lényegesen. 4. Az 1990-ben történt jelentős egyedszám-, fajszaám- és diverzitás-csökkenésnek klimatikus okai voltak. 5. A gyepek vágással (kaszálás) történő kezelése által nemcsak a növényzet, hanem a növényevő rovarközösségek sokfélesége is megőrizhető. 6. A locsolás – a terület száraz volta miatt – pozitív hatású lehet az egyes populációkra, és az időjárás okozta stresszt (aszály) kompenzálhatja, megtartva ezzel a poloskaközösségek eredeti szerkezetét. 7. A legeltetés többéves hatása nagyon jól látszik a poloskaközösségek megváltozásában is. 8. A térbeli heteromorfíát érzékenyen jelzik egyes populációk, a mintaterületen élnek jellegzetes buckatető- és buckaközpoloskák is. 9. A *Blissus doriai* és a *Mennacarus arenicola* egyedszámát a kezelések lényegesen módosítják: hatásukra e két faj szaporodási aktivitása megváltozik.

Az összes vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy a diszturbációkkal szemben a buckaközi *Heteroptera* közösségek perzisztenciája nagy és rezisztenciája kicsi, a buckatetőn élő közösségek perzisztenciája viszont kicsi, s a rezisztenciája nagy. A buckatetőn a dominanciaviszonyok sokkal erősebben változnak a kezelések hatására.

b) Különböző természetességű erdők *Formicoidea* közösségeinek összehasonlító vizsgálata.

Témafelelős: Martha Alvarado, JATE Ökológiai Tanszék.

A mintegy kéttucatnyi erdőfolt különböző korú tölgy-, nyár-, fenyő- és akácerdőket foglal magában. A vizsgálatok során elvégeztük a hangyaközösségek mintavételét és faji szintű determinálását, a talajminták felvételét, a mikroklimatikus és vegetációs miliőfaktorok vizsgálatát. Az első eredmények alapján kimutattuk, hogy a természetes fákból álló erdők hangyafaunája gazdagabb és nagyobb diverzitású, mint a tájidegeneké. Ez utóbbiak nem rendelkeznek kiegyénült hangyaközösségekkel, együtteseik egyaránt tartalmazzák a leromlott nyílt területek és erdők közösségeinek fragmentumait.

c) Élőhelyfoltok *Formicoidea* közösségeinek tanulmányozása.

Témafelelős: Kovács Éva, JATE Ökológiai Tanszék.

Eddig mintegy 100 különböző élőhelyfolt hangyaközösségeinek feldolgozását végeztük el. Az élőhelyfoltok nagy része kis kiterjedésű, izolált helyzetű, ökológiai sziget. A hangyaközösségeket alkotó faji minősítésű populációk között több, eddig hazánkban nem ismert faj képvisellete került elő. A degradáltabb, egyszerűbb habitat szerkezetű élőhelyeken a hangyafajok elterjedése a Hanski-féle hipotézisnek megfelelő bimodális mintázatot mutatja, a természetközeli, bonyolultabb szerkezetű, így összetettebb környezethatású élőhely-komplexekre egy harmadik fajcsoport megjelenése is jellemző. A habitat szerkezeti miliőfaktorok hatásának kimutatására irányuló vizsgálataink jelenleg tartanak.

d) *Izolált alföldi élőhelyek talajfaunája.*

Témafelelős: Hornung Erzsébet, ÁOTE Ökológiai Tanszék, Budapest.

Összesen 13 *Isopoda* és *Diplopoda* fajt mutattunk ki 25 különböző, alföldi, döntő többségükben gyepes élőhelyeken. Meghatároztuk a fajösszetétel és az élőhelyek fizikai feltételei közötti kapcsolatot és kimutattuk, hogy az elmúlt időszak szárazodó időjárási trendjeiben különösen érvényesült a jó vízellátottságú élőhelyek preferenciája. Korrelációt sikerült találni az élőhelyek tulajdonságai, elsősorban az edafikus paraméterek és a makrodekomponálók mennyisége között.

4. Tisza-völgy kutatása. E kutatások legfontosabb közvetlen előzménye az 1995-ben végrehajtott Tisza-program ökológiai részének kidolgozása volt. Ennek eredményei nyomán elindulva az alábbi aktuális feladatokat kívánjuk elvégezni:

a) *A Tisza-völgy vegetációjának kutatása.*

Témafelelős: Körmöczi László, JATE Ökológiai Tanszék.

b) *Hullámtéri és mentett ártéri erdők kapcsolatainak vizsgálata herbivor rovarpopulációkon.*

Témafelelős: Molnár Nóra, JATE Ökológiai Tanszék.

c) *Tisza-kutató Munkacsoport újjászervezése.*

Témafelelős: Gallé László és Margóczy Katalin, JATE Ökológiai Tanszék.

1998 novemberében a Tisza-kutató ankét egyik legfontosabb feladata volt a Tisza-kutatás jövőjének megtervezése. A résztvevők megállapodtak a regionális szintű nemzetközi együttműködésben és a fő kutatási témákban.

5. Populációs jellegek vizsgálata. Bár kutatási témánk elsősorban közösségi ökológiai jellegű, ahhoz szorosan kapcsolódnak olyan populációs vizsgálatok is, melyek célkitűzéseinket (pl. izoláltság, diverzitás) populációs szinten valósítják meg.

a) *Infraspecifikus diverzitás indikációs jelentősége növényi populációkon.*

Témafelelős: Mihalik Erzsébet, Kálmán Katalin, Nagy Erika, Medvegy Anna, JATE Növénytani Tanszék.

b) *Növényfajok szünfenomorfológiai variabilitásának tájléptékű vizsgálata.*

Témafelelős: Bagi István, JATE Növénytani Tanszék.

6. Dél-alföldi és tiszai adatbázis és információs rendszer kimunkálásának kezdetei.

Témafelelős: Körömöczy László, JATE Ökológiai Tanszék.

A hosszú távra tervezett adatbázis-fejlesztés előkészítő szakaszában áttekintettük azokat a rendelkezésünkre álló adatokat, amelyek a dél-alföldi kutatócsoport tagjainak munkájából származó, saját eredményei, melyek alapját képezik a régió biótájára vonatkozó információs anyagnak. A rendszeres vizsgálatokból származó anyagok több mint harminc évet átfogó időintervallumból származnak. Jelentős anyagmennyiség áll rendelkezésre az edényes növényfajokról és közösségekről, valamint a fontosabb állatcsoportokról – igen jelentős arányban az ízeltlábúakról. Igen nagy mennyiségű adatot szolgáltatott a néhány éve a régió nemzeti parkjaiban végzett természetiállapotfelmérés, mely anyag feldolgozottsága csekély, így hozzáférhetősége is korlátozott, ezért ennek az anyagnak a rögzítése kiemelt fontosságú feladat.

Adatbázisunk környezeteként széles körben elterjedt adatbáziskezelő rendszereket választottunk (MSExcel, ill. MSAccess), mert ezeknek a rugalmassága elég nagy ahhoz, hogy más, speciális célokra fejlesztett információs rendszerek rekordszerkezetéhez alkalmazkodni tudjon, és kezelésük viszonylag könnyen elsajátítható.

E szoftvereket, illetve adatrekordjaikat jól össze lehet kapcsolni a térinformatikai elemzésekhez beszerzett ArcView GIS programmal, így egy sokcélú, jól integrált információkezelő környezetet tudunk kialakítani. A térinformatikai szoftver közvetlenül is lehetőséget ad a grafikus megjelenítés mögötti rekordos adatbázis fejlesztésére és megjelenítésére, így a keresési-elemzési műveletek gyorsabbak és összetettebbek lehetnek.

Adatbázisunk feltöltöttségi foka még igen szerény, szinte csak a rendszer hibátlan működésének teszteléséhez elegendő mennyiségű adatot rögzítettünk. Elkészült már a ponttérképek alapját képező UTM vetületű digitális országtérkép, melyre az 5×5 km felbontású hálófedvényt is illesztettük.

Adatbázisunk háttereként már kialakítottuk térképtárunkat, melyben 1:10 000 és 1:100 000 méretarányok közötti EOVI és UTM vetületű térképekkel rendelkezünk, továbbá több területről légifotók és űrfotók is rendelkezésünkre állnak. Igen értékes anyagnak tekinthető egy 2 órás videofelvétel, melyet a Tisza hullámteréről és környékéről készítettünk a Szeged–Szolnok szakasz berepülése alkalmával, 1992-ben. Megkezdjük ennek a filmnek a digitális képek formájába való konvertálását és elemzését is. Ennek első publikált eredménye egy diplomadolgozat részeként hamarosan elkészül.

Talaj és természetes növényzet.

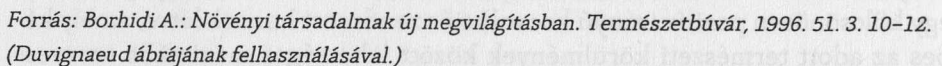
Ökológiai összefüggések a bioindikáció tükrében

Közismert tény, hogy a földi élet három nagy természeti rendszer, az atmoszféra, a bioszféra és a geoszféra egységes és összehangolt működésén alapszik, amely az anyag- és energia-körforgalmi folyamatokban jut érvényre. Ezeken az alarendszereken belül az élet szempontjából az egyes alkotórészek szerepe nem egyforma. Az atmoszférán belül kitüntetett szerepe van az oxigénnek, a belőle keletkezett ózonpajzsnek és szén-dioxidnak, a bioszférán belül a növényvilágnak, a geoszférán belül pedig a talajnak. Az is trivialis, hogy e három nagy rendszer központi eleme a *növény*, illetve nagy térségekre kiterjesztve a növénytakaró, ugyanis a növényzet szerepe meghatározó volt a légköri oxigén és az ózonpajzs létrejöttében, a *talaj* pedig egyértelműen a szárazföldi növényzet terméke, amelynek termőrétege elsősorban a növényi testek anyagából keletkezik. A növénytakaró az a hatalmas transzformátor, amely a napenergiát megköti, az élővilág számára átalakítja és szétosztja, miközben folyamatosan hozzájárul az atmoszféra összetételének megőrzéséhez, ugyanakkor pedig folyamatosan növeli a talaj termékenységet. A természetnek ez a hármas rendszere rendkívül szigorú gazdaságossági elvek alapján szerveződik (lásd 1. ábra), amelynek különleges sajátága, hogy globális léptékben működik, ugyanakkor az egyes folyamatok egészen szubmolekuláris szintig összerendelve.

A talaj és növényzet viszonya úgy is felfogható, mint egy bank és a termelőszféra kapcsolata, amelyben a talaj a „bank”. A folyamat azonban nem a bankkal kezdődik, hanem úgy, hogy a termelőszféra – miközben eltartja önmagát – az adófilléreit beteszi a bankba és ezáltal egyre nagyobb termelői kapacitás „finanszírozására” alkalmas erőforrás halmozódik fel.

A folyamatok között kitüntetett szerepe van a talaj és a természetes növénytakaró kölcsönhatásainak, amelyek – természetes körülmények között – egy kölcsönösen pozitív irányú koevolúciós rendszert hoznak létre, amely képes az adott természeti körülmények között lehetséges maximális szervesanyag-termelésre. Ezt a koevolúciós folyamatot nevezzük talajfejlődésnek, illetve szukcesszióknak, amelynek kiteljesedett, érett állapota a klimax talaj és a

Elegyes lomberdő talaj-növényzet kölcsönhatásainak gazdasági modellje



klimax vegetáció. E fejlődési folyamat során a növényzet fokozatosan növeli a talaj tápanyagtartalmát, a talaj pedig lehetővé teszi a növényzet fotoszintetizáló felületének – s ezzel együtt az energiaforgalom és a szervesanyag-forgalom volumenének – megnövelését. Számos esetben a talajfejlődés túlhaladhat a klimaxon a remineralizáció irányába, amint ezt különösen trópusi talajok fejlődése során tapasztalhatjuk (lásd 2. ábra). Mivel a talaj fizikai és kémiai tulajdonságainak változása a növénytakaró aktív közreműködésével és egyidejű fejlődésével együtt megy végbe, természetes, hogy a növényzet igen érzékenyen reagál a talajban folyó fejlődési folyamatokra és ennél fogva a talaj alapvetően meghatározza a természetes növénytakaró szerkezetét és a növényfajok ökológiai adaptációjának következtében a növénytakaró mintázatát, azaz térbeli összetételét. Ily módon a talaj állapotának legérzékenyebb és „naprakész” indikátora mindig a természetes növénytakaró.

A talaj és a növényzet szoros kapcsolatának felismerése tükröződött abban az ökológiai talajtérképezési programban, amely a húszas évek második felében zajlott Magyarországon, amikor is a Treitz-féle ökológiai talajtérképek (1924) terepmunkálataiban a talajtanos szakember mellett *Rapaics R.*¹ és *Magyar Pál* (1930)² személyében ökológus és erdészbotanikus is tevékenyen részt vállalt. Később, egyes erdőtársulások kutatása során is nagyszámban voltak hasonló együttműködések. Az erdőtársulások és a talajtípusok közötti összefüggések teljes áttekintését tartalmazza *Szodfridt István* tanulmánya (1978),³ amelyben több mint 60 erdőtársulásról állapítja meg, hogy milyen erdőtípusok, illetve talajtípusok függnek össze egymással. Természetesen olyan erdőtársulásoknál, amelyeknek nagy az ökológiai szélessége, ott nemcsak a társulás szintjén, hanem egészen az aljnövényzeti típusig lemenően nyomon követhetők a termőhely–növénytakaró összefüggései. Ugyanennek a kapcsolatrendszernek a talajtípusok felől való megközelítését tartalmazza *Szodfridt István* egy későbbi tanulmánya.⁴

Lágy szárú növénytársulások talajkapcsolataival főleg *Kovács Margit* (1958, 1964, 1968) és *Bodrodközy Gy.* (1965, 1966) foglalkozott.⁵

¹ Rapaics R.–Treitz P.: *Preliminary Report on the Alkaliland Investigations in the Hungarian Great Plain*. Budapest, 1927.

² Magyar P.: Növényökológiai vizsgálatok szikes talajokon. (Pflanzen-ökologischen Untersuchungen auf Szikböden). *Erd. Kísér.*, 1930. 32. 75–118, 237–256.

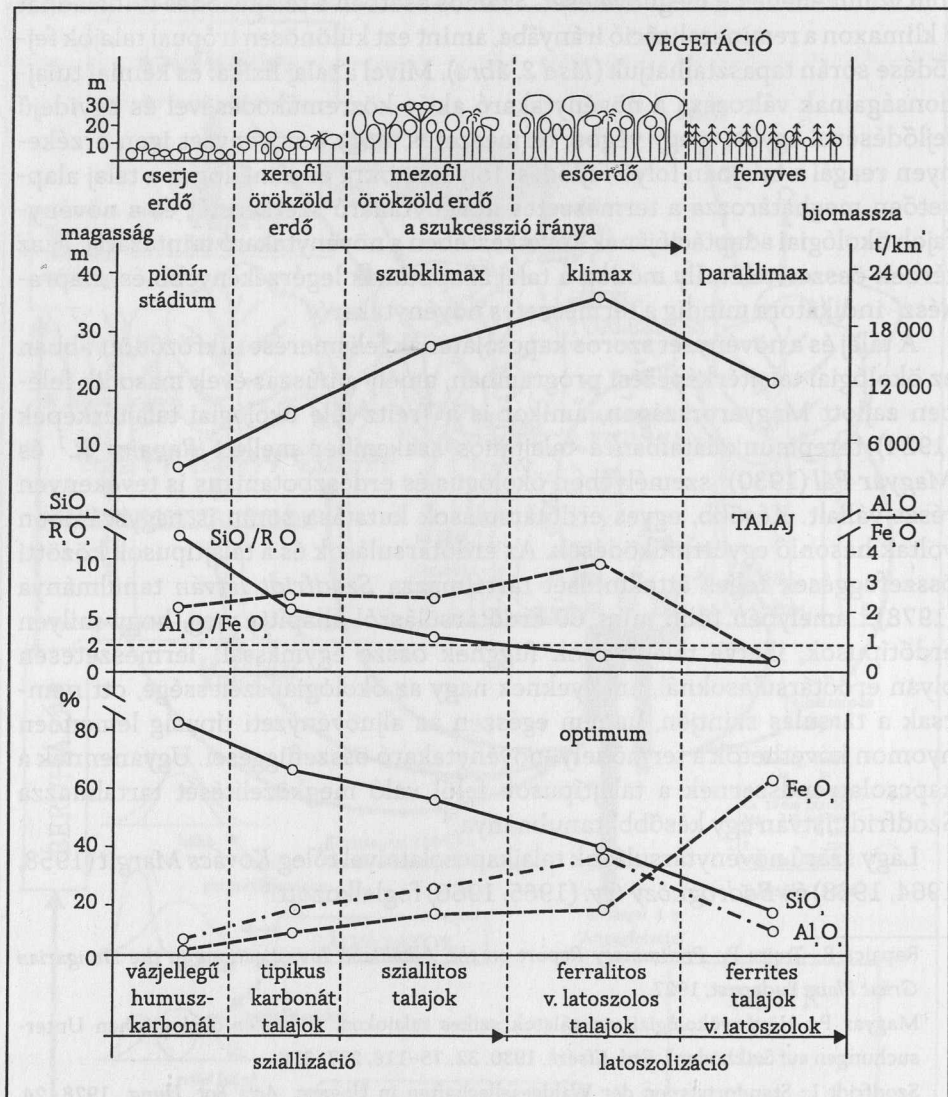
³ Szodfridt I.: Standortstypen der Waldgesellschaften in Ungarn. *Acta Bot. Hung.*, 1978. 24. 139–165.

⁴ Szodfridt I.: Genetikai talajtípusok és növénytársulások kapcsolata. *Agrokémia és Talajtan*, 1991. 484–498.

⁵ Bodrodközy Gy.: Ecology of the halophilic vegetation of the Pannonicum. – Correlation between alkali („szik”) plant communities and genetic soil classification in the northern Hortobágy. *Acta Bot. Hung.* 1965. 11. 1–51.; Bodrodközy Gy.: Die Vegetation des Theiss-Wellenraumes. – II. Veg-

2. ábra

**Trópusi talajok és vegetációtípusok koevolúciójának modellje
kubai talajfejlődési folyamatok példáján bemutatva**



Forrás: Borhidi A.: A talaj és növényzet koevolúciója trópusi klímában. In Fekete G. (ed.): A cönológiai szukcesszió kérdései. Studia Biologica 12. Budapest, 1985, 65–71. Akadémiai Kiadó.

Miért fontos a talaj-növényzet kapcsolat szorossága és annak ismerete? Elsősorban azért, mert növények mindenütt előfordulnak a talajminták vételének sűrűsége pedig korlátozott. A növényzet alapján mondható meg, hogy egy-egy talajprofil adatai mekkora területre nézve tekinthetők reprezentatívnak. Magyarország kitűnő genetikai talajtérképe⁶ a talajprofilok 25 km²-es hálózata-ra alapozva készült. A növénytakaró változatossága azonban ennél sokkal kisebb léptékű is lehet. Éppen annak következtében, hogy az elhalt növényi anyagok alakítják a talaj felső rétegét, ez a felső réteg szükségképpen igen változó. Általában a talajok alsó, felhalmozódási rétegei azok, amelyek konzervatívabbak, amelyek sokáig emlékeznek, mert évszázados talajkeletkezési folyamatokat rögzítenek, szemben a felső réteggel, amely változékony, sérülékeny és csak rövid memóriájú. A talaj mobilizálható erőforrásainak jelentős része azonban ebben az erősen változékony, mozaikos rétegben helyezkedik el, s ezáltal a talaj befolyásolja az erőforrások elosztására csoportosuló növények térbeli elhelyezkedését, ún. mintázatait. A növények a mintázattal mutatják be, hogy a számukra hozzáférhető erőforrások miképpen helyezkednek el a talaj felső szintjeiben, s ezáltal információt nyújtanak a talaj felső rétegeiről. A növények által nyújtott információ tartalmassága és megbízhatósága alapján választjuk ki az ún. indikátornövények különböző csoportjait. A különböző érzékenységgű indikátornövények jelenlétén és hiányán, sűrűségén vagy ritkaságán alapul a növényi bioindikáció elmélete és gyakorlati hasznosítása.

Növényzet és talajindikáció

A talajok ökológiai tulajdonságainak növényfajokkal való jellemzését – néhány korai elszigetelt kezdeményezés után *H. Ellenberg* kezdte meg rendszeres formában kidolgozni.⁷ Előbb a mezőgazdasági talajok jellemzésére használt

etationsanalyse und Standortsökologie der Wasser- und Sumpf-pflanzenzönosen im Raum von Tiszafüred. *Tiscia (Szeged)*, 1966. 1. 5–31.; Kovács M.: Magyarország láprétjeinek ökológiai viszonyai (talaj- és mikroklimaviszonyok). *MTA Biol. Csop. Közl.*, 1958. 1. 387–454.; Kovács M.: Ökologische Untersuchungen von Sumpf- und Mähwiesen in der Umgebung von Galgamácsa. *Acta Agron. Hung.*, 1964. 13. 61–91.; Kovács M.: Die Vegetation im Überschwemmungsgebiet des Ipoly (Eipel-) Flusses. II. Die ökologischen Verhältnisse der Pflanzengesellschaften. *Acta Bot. Hung.*, 1968. 14. 77–112.

⁶ Stefanovits P.: *Magyarország talajai*. Budapest, 1956, Akadémiai Kiadó; Stefanovits P.–Szűcs P.: *Magyarország talajtípusai*. In *Magyarország éghajlati atlasza*. Budapest, 1960. Akadémiai Kiadó.

⁷ Vö. Borhidi A.: *A magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai*. Social Behaviour Types of the Hungarian Flora, its naturalness and relativ ecological indicator values. Janus Pannonius Tud. Egy. Kiadványai. Pécs, 1993.

gyomnövény-indikátorokat (1950), majd a legelők és kaszálórétek termőhelyi értékelését kísérte meg indikátornövényekkel (1952).⁸ Módszerének lényege az volt, hogy részben igen nagy számú terepvizsgálat, cönológiai adat és megfigyelés eredményeit szintetizálta, részben maga készítette kísérletes termőhely-gradienseken vizsgálta növényfajok fiziológiai és ökológiai viselkedését. Ezek eredményeit felhasználva a növényfajokat különböző ökológiai tengelyeken helyezte el, olyan sorrendben, ahogyan azt a kísérleti és terep-megfigyelések igazolták. Eleinte 4 ökológiai tényezőre – nevezetesen a hőre, nedvességre, talajreakcióra és nitrogéntartalomra – vonatkozóan készültek 5 (illetve a nedvességre 10) fokozatú, relatív értékskálák, amelyek fokozataiba a különböző fajokat besorolták (1963). Ezzel a folyamattal egy időben Magyarországon is történtek hasonló kísérletek. Fiatal erdőmérnökök és botanikusok kollektívája kidolgozta az erdei aljnövényzet termőhelyindikátor növénycsoportjait.⁹ Zólyomi B. (1964) pedig szintén elkészítette 3 ökológiai faktorra, a hőre 10, a nedvességre 11 és a talajreakcióra vonatkoztatott 5 értékű ökológiai skáláját, az ún. TWR-rendszert,¹⁰ amelyet később munkatársaival a magyar flóra 1400 természetes vegetációban élő fájára, majd Kárpáti I. munkatársaival a gyomnövényekre is kiterjesztett.¹¹ Az évszámok jól mutatják, hogy a magyar ökológia ezen kutatások nemzetközi élvonalában foglalt helyet.

A módszer sikerét jól mutatta, hogy H. Ellenberg első összefoglaló munkája (1974) – amely már 6 tényezőre kidolgozott 9 fokozatú skálán helyezte el a közép-európai flóra 1780 fajtát – 1991-ig négy egyre bővülő kiadást ért meg, s a módszer kiterjesztésére és alkalmazására való igény napjainkban robbanásszerűen terjed az európai uniós országokban (Svájc, Hollandia, Belgium, Olaszország).¹² Mivel a TWR-rendszer sok tekintetben nem volt kompatibilis

⁸ Ellenberg, H.: *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie I. Unkraut-gemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden*. Stuttgart, 1950, Ulmer; Ellenberg, H.: *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II. Wiesen und Weiden und ihre standortliche Bewertung*. Stuttgart, 1952, Ulmer.

⁹ Csapody I.–Horánszky A.–Pócs T.–Simon T.–Szodfridt I.–Tállós P.: Die ökologischen Arten-gruppen der Wälder Ungarns. *Acta Agron. Hung.* 1963. 12. 209–232.

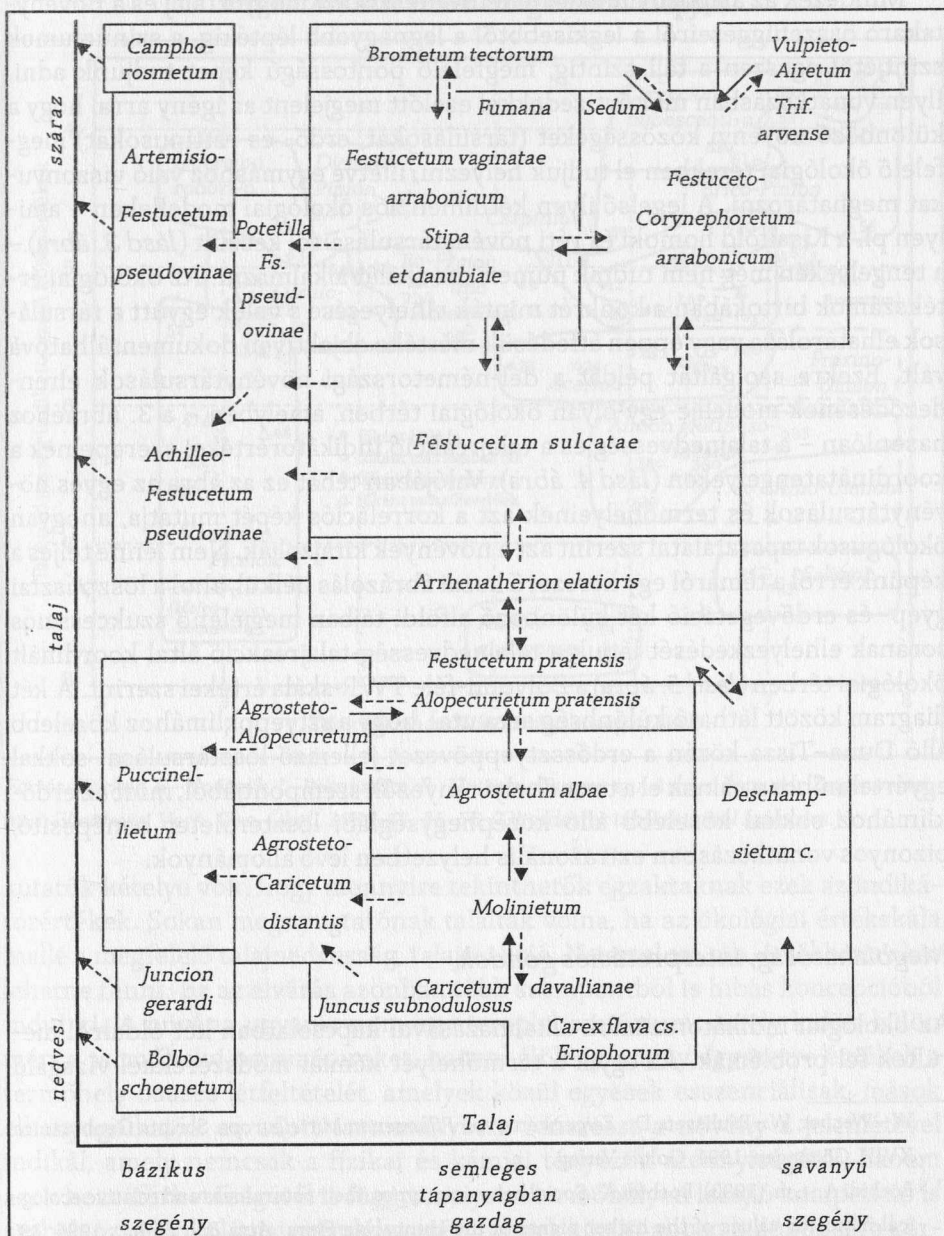
¹⁰ Zólyomi B.: Methode zur ökologischen Charakterisierung der Vegetationseinheiten und zum Vergleich der Standorte. Mathematisch-statistische Bearbeitung von I. Précseyi. *Acta Bot. Hung.* 1964. 10. 377–416.

¹¹ Zólyomi B.–Baráth Z.–Fekete G.–Jakucs P.–Kárpáti I.–Kárpáti V.–Kovács M.–Máthé I.: Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologischen Gruppen nach TWR-Zahlen. *Fragmenta Bot. Mus. Hist. Nat. Hung.*, 1967. 4. 101–142.; Kárpáti I.–Kárpáti V.–Borbély Gy.: Magyarországon elterjedtebb ruderalis gyomnövények synökológiai besorolása. *Keszthelyi Agrártud. Főisk. Közl.*, 1968. 10. 13. 3–40.

¹² Ellenberg, H.: *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. Scripta Geobotanica IX. Göttingen, 1974, Goltze Verlag; Ellenberg, H.: *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. 2. Aufl. Scripta Geobotanica IX. Göttingen, 1979; Ellenberg, H.–Weber, H. E.–Düll, R.–Wirth, R.

3. ábra

A Kisalföld homokpusztai és réti növénytársulásainak elhelyezkedése és szukcessziós kapcsolatai egy kétdimenziós ökológiai térben



Forrás: Borhidi A.: Die Steppen und Wiesen im Sandgebiet der Kleinen Ungarischen Tiefebene. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 1956. 2. 241-274.

az Ellenberg-skálákkal, és a magyar flóra közel 2400 fajából több mint 800 nem szerepelt a közép-európai flórában, a hazai flórára az adaptációt több szempontból is el kellett végezni.¹³

Mindezek az alapozó munkák lehetővé teszik azt, hogy a talaj és a növény-takaré összefüggéseiről a legkisebbtől a legnagyobb léptékig, a színúriumok szintjétől egészen a táji szintig, megfelelő pontosságú képet tudjunk adni. Ilyen vonatkozásban már évtizedekkel ezelőtt megjelent az igény arra, hogy a különböző növényi közösségeket (társulásokat, erdő- és réttípusokat) megfelelő ökológiai terekben el tudjuk helyezni, illetve egymáshoz való viszonyukat meghatározni. A legelső ilyen kétdimenziós ökológiai modelleken – amilyen pl. a Kisalföld homoki és réti növénytársulásairól készült (lásd 3. ábra) – a tengelyeken még nem tudtak numerikus skálát alkalmazni. Az ökológiai értékszámok birtokában a konkrét minták elhelyezése s velük együtt a társulások elhatárolása vagy éppen átfedésük mértéke objektíven dokumentálhatóvá vált. Ezekre szolgált példát a dél-németországi növénytársulások elrendeződésének modellje egy olyan ökológiai térben, amelyben – a 3. ábrához hasonlóan – a talajnedvesség és a talajreakció indikátorértékei szerepelnek a koordinátatengelyeken (lásd 4. ábra). Valójában tehát ez az ábra az egyes növénytársulások és termőhelyeinek azt a korrelációs képét mutatja, ahogyan ökológusok tapasztalatai szerint azt a növények kirajzolják. Nem lenne teljes a képünk erről a témáról egy korszerű hazai ábrázolás nélkül, ahol a löszpusztai gyepek és erdővegetáció két különböző alföldi tájban megjelenő szukcessziós sorának elhelyezkedését látjuk a talajnedvesség-talajreakció által koordinált ökológiai térben (lásd 5. ábra) a Zólyomi-féle TWR-skála értékei szerint. A két diagram között látható különbség arra utal, hogy a sztyeppklímához közelebb álló Duna-Tisza közén a erdőssztyeppövezet jellemző lösztársulásai sokkal egyértelműbben válnak el a termőhelyi tényezők szempontjából, mint az erdőklímához sokkal közelebb álló középhegységlábi löszterületet benépesítő, bizonyos vonatkozásban extrazonális helyzetben lévő állományok.

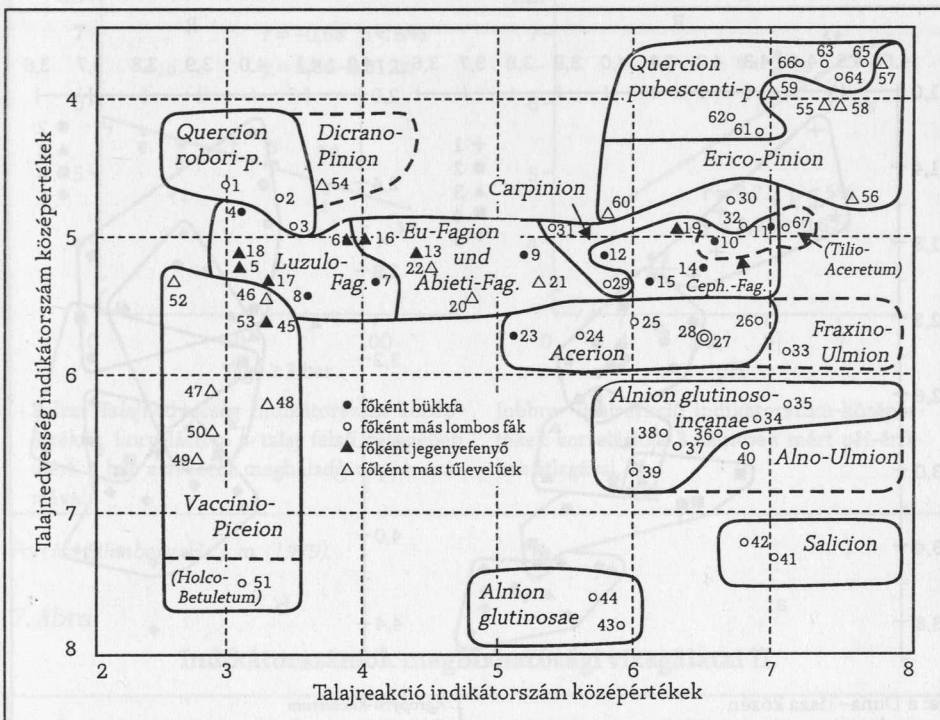
Megbízhatóság, interpretációs gondok

Az ökológiai indikátorszámok alkalmazásával kapcsolatban két oldalról merültek fel problémák. Az egyik a termőhelyet kémiai módszerekkel vizsgáló

W. – Werner, W. – Paulissen, D.: *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Scripta Geobotanica XVIII. Göttingen, 1991, Goltze Verlag.

¹³ Borhidi A.: i. m. (1993); Borhidi A.: Social behaviour types, their naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants of the Hungarian Flora. *Acta Bot. Hung.*, 1995. 39. 97–182.; Horváth F. – Dobolyi Z. K. – Morschhauser T. – Lőkös L. – Karas L. – Szerdahelyi T.: *FLÓRA adatbázis 1.2*. Taxonlista és attribútum-állomány. Vácrátót, 1995, MTA ÖBKI.

**Dél-németországi erdőtársulások elhelyezkedése
két-dimenziós ökológiai térben a talajnedvesség és talajreakciók
indikátorszámainak átlagértékei alapján**

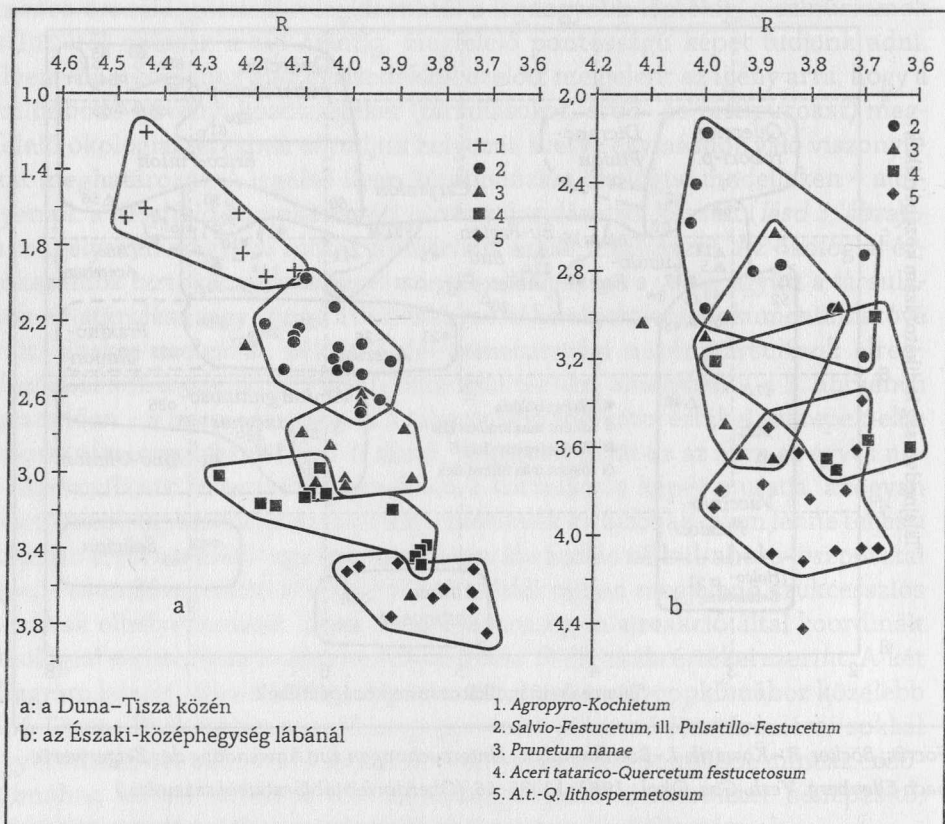


Forrás: Böcker, R. - Kowarik, I. - Bornkamm, R.: Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. Verh. Ges. Ökol., 1983. 11. 35-56. (Oberdorfer táblázataiból számolva.)

kutatók kételye volt, hogy mennyire tekinthetők egzaktaknak ezek az indikátorértékek. Sokan megnyugtatónak találták volna, ha az ökológiai értékskála mellé a megfelelő talajnedvesség, talajreakció, N-tartalom stb. értékhatárokat lehetne tenni. Ez az elvárás azonban több szempontból is hibás koncepcióból indul ki. A növény ugyanis nem egy tereplaboratórium, amely külön-külön méri a termőhelyi paramétereket, hanem élőlény, amely egyszerre érzékeli a termőhely összes létfeltételét, amelyek közül egyesek esszenciálisak, mások elhanyagolhatók az adott tartományban. Másrészt a növény a jelenlétével indikál, amely nemcsak a fizikai és kémiai tényezők mennyiségétől, hanem azok hozzáférhetőségétől is függ, amelyet a termőhelyen lezajló kompetíció is szabályoz. Az ökológiai szemlélet ezért többek között abban különbözik a környezetfizikáétól és környezetkémiaétól, hogy számára az ökológiai faktorok konkrét mennyiségeinél nagyobb információ-tartalommal rendelkezik azok

5. ábra

Pusztai gyepek és erdőtársulások elhelyezkedése
egy kétdimenziós ökológiai térben a talajnedvesség (W)
és a talajreakció (R) indikátorszámok átlagértékei alapján



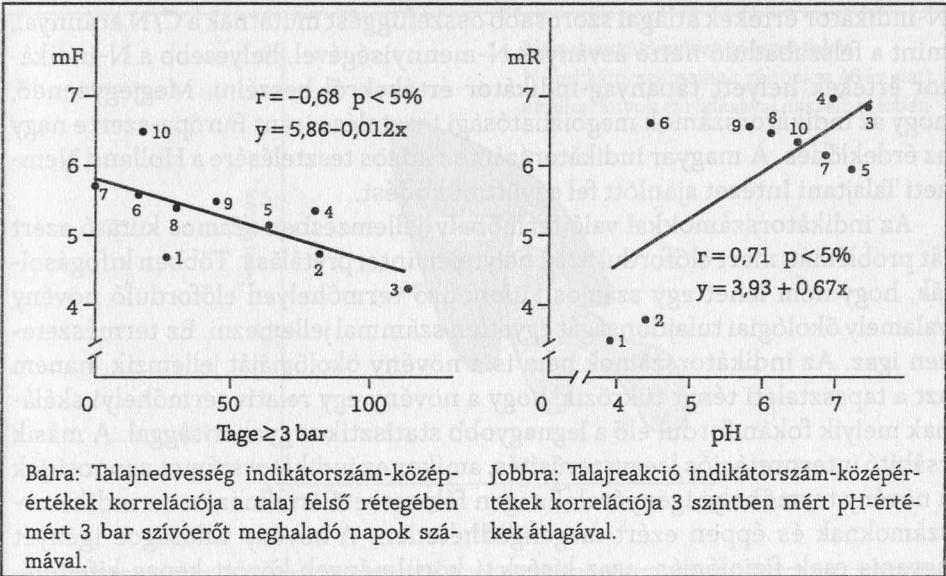
Forrás: Zólyomi B. – Fekete G.: The Pannonian loess steppe: differentiation in space and time. *Abstracta Bot.*, 1994. 18. 29–41.

aránya, antagonista vagy szinergista jellege. Külön elbírálást igényel az a tény, hogy valamennyi faj minden egyes ökológiai tengely vonatkozásában sokkal érzékenyebben reagál toleranciájának határterületein, vagyis ezekben a tartományokban indikációs értéke magasabb.

Mindezek ellenére nem kerülhető ki annak vizsgálata, hogy az indikáció mekkora megbízhatósággal korrelál a mérhető termőhelyi paraméterekkel, illetve azok valamilyen kifejezésével. A 6. és 7. ábra azokat a vizsgálati eredményeket mutatja be, amelyeket a németországi Göttingen lomboserdőtársulásaiban végeztek *Junker* és munkatársai 1978-ban, kifejezetten az indikátorszámok korrelációs tesztelése céljából. A diagramokból jól látható, hogy

6. ábra

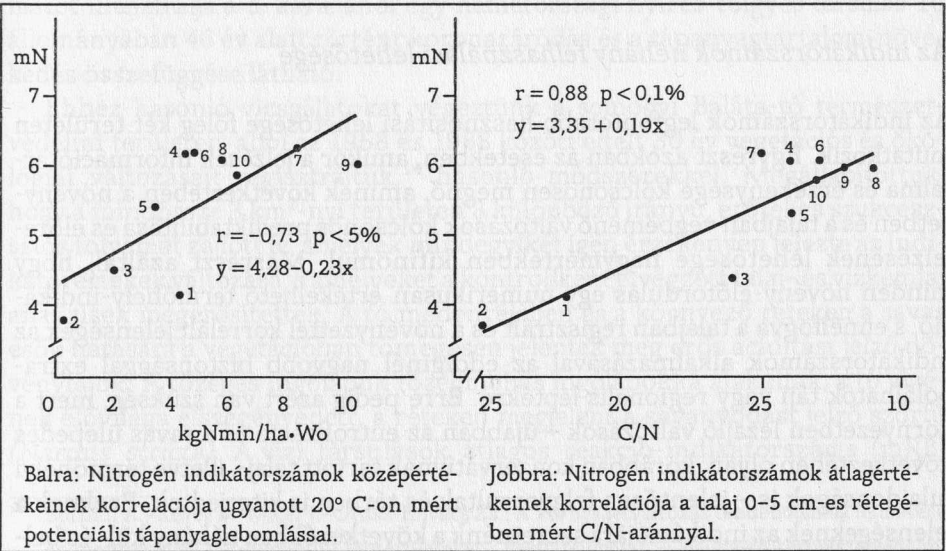
Indikátorszámok megbízhatósági vizsgálata I.



Forrás: Ellenberg, H.: i. m. (1979).

7. ábra

Indikátorszámok megbízhatósági vizsgálata II.



Forrás: Ellenberg, H.: i. m. (1979).

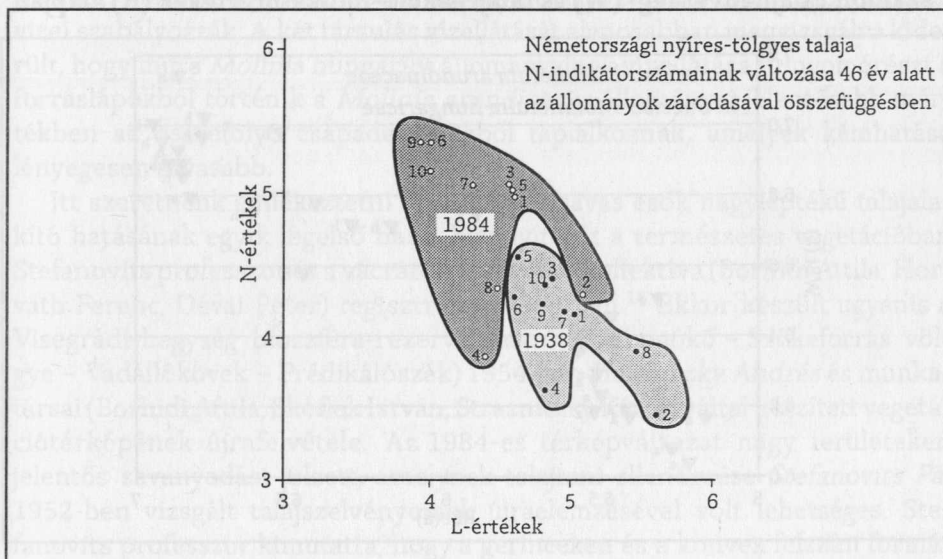
a legszorosabb összefüggések az indikátorszámok átlagértékei és a termőhelyi mérési adatok között nem a közvetlenül mérhető lineáris adatokkal, hanem azok különböző transzformációival kapcsolatosan mutathatók ki. Mivel az N-indikátor értékek átlagai szorosabb összefüggést mutatnak a C/N aránnyal, mint a felszabaduló nettó ásványos N-mennyiségével, helyesebb a N-indikátor értékek helyett tápanyag-indikátor értékekről beszélni. Megjegyzendő, hogy az indikátorszámok megbízhatósági tesztelése iránt Európa-szerte nagy az érdeklődés. A magyar indikátorszámok közös tesztelésére a Holland Nemzeti Talajtani Intézet ajánlott fel együttműködést.

Az indikátorszámokkal való termőhely-jellemzésben számos kutató azért lát problémát, mert előfordul azok helytelen interpretálása. Többen kifogásolják, hogy nem lehet egy számos különböző termőhelyen előforduló növény valamely ökológiai tulajdonságát egyetlen számmal jellemezni. Ez természetesen igaz. Az indikátorszámok nem is a növény ökológiáját jellemzik, hanem azt a tapasztalati tényt tükrözik, hogy a növény egy relatív termőhelyi skálának melyik fokán fordul elő a legnagyobb statisztikus gyakorisággal. A másik csábító interpretációs leegyszerűsítés, amikor az indikátorszámot azonosítják a növény termőhelyi igényével. Ez igen félrevezető értelmezése az indikátorszámoknak és éppen ezért megengedhetetlen. A növény valóságos igényét ugyanis csak fiziológiás, azaz kísérleti körülmények között képes kifejezni. Ennek a természetes növénytársulásokban uralkodó verseny következtében csak a kényszerfeltételek által engedélyezett részét képes érvényesíteni. A lényeg, hogy az indikátorszámok nem a növényt, hanem a növény termőhelyét jellemzik, és ilyen értelemben kell őket felhasználni.

Az indikátorszámok néhány felhasználási lehetősége

Az indikátorszámok legfontosabb hasznosítási lehetősége főleg két területen mutatkozik. Egyrészt azokban az esetekben, amikor a jelzések információértéke és érzékenysége kölcsönösen megnő, aminek következtében a növényzetben és a talajban végbemenő változások kölcsönös prediktabilitása és előrejelzésének lehetősége nagymértékben kifinomul. Másrészt azért, hogy minden növény-előfordulás egy numerikusan értékelhető termőhely-indikáció, s ennél fogva a talajban regisztrált és a növényzettel korrelált jelenségek az indikátorszámok alkalmazásával az eddiginél nagyobb biztonsággal extrapolálhatók táji vagy regionális léptékre. Erre pedig azért van szükség, mert a környezetben lezajló változások – újabban az eutrofizáció és a savas ülepedés következtében olyan, korábban konzervatívnak tartott talaj-, illetve termőhelyi tulajdonságok is – jelentősen felgyorsultak és térben is kiterjedtek. Ezeknek a jelenségeknek az indikációjára szeretnénk a következőkben néhány kül- és bel-földi példát bemutatni.

Termőhely megváltozásának kimutatása indikátorszámokkal



Forrás: Ellenberg, H. et al.: i. m. (1991).

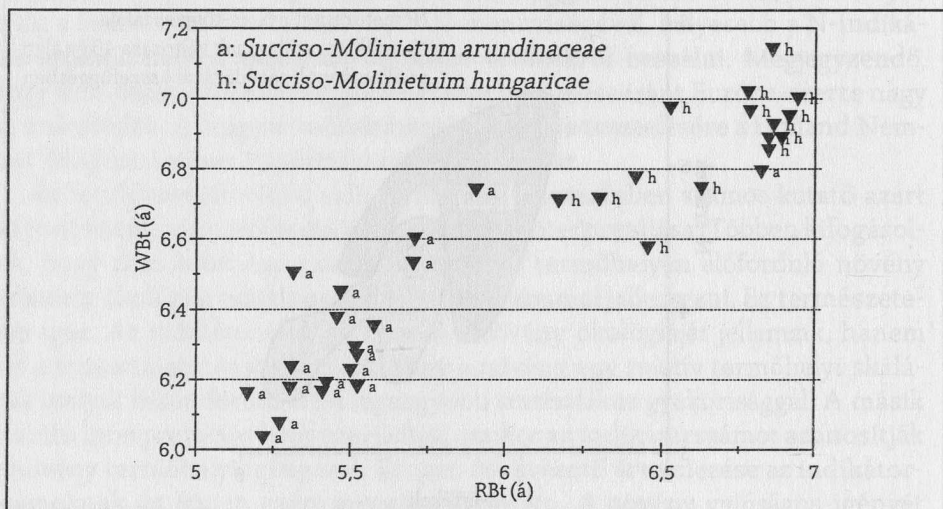
A termőhelyi változások legközönségesebb folyamata a természetes szukcesszió. Ennek egyes lépéseit az a tápanyag-felhalmozás készíti elő, amelyet egy adott növénytársulás a fejlődése során a talajban akkumulál. Ezt a folyamatot illusztrálja a 8. ábra, ahol egy németországi nyíres-tölgyes társulás 10 állományában 46 év alatt történt koronazáródás és a tápanyagtartalom-növekedés összefüggése látható.

Ehhez hasonló vizsgálatokat végeztünk a somogyi Baláta-tó természetvédelmi területén, ahol az 1958 és 1988 között eltelt 30 év vegetációs és ökológiai változásait regisztráltuk,¹⁴ hasonló módszerekkel. Megállapítottuk, hogy a mindössze 3 km²-nyi területen 3 különböző irányú, erőteljes szukcessziós folyamat zajlott le, amelyek mindegyikét igen érzékenyen jelezte az indikátorértékek változása, s amelyeket a kontrollként elvégzett talaj- és vízkémiai analízisek megerősítettek. A tó medencéjében és a környező réteken a savas esők hatására a vegetációban tömegesen jelentek meg erős aciditást jelző növényfajok. A tözeges ingólápok tözegmohás ingólápokká alakultak, a tó vizének élővilága elszegényedett, a réteken megjelent a savanyodást jelző szőrfű (*Nardus stricta*). A vízi társulások átlagos reakció-indikátorszám (mRB)

¹⁴ Borhidi A.-Kevey B.-Majer J.-Orosz-Kovács Zs.: A környezetváltozás tendenciáinak felmérése és monitoringja dél-dunántúli lápterületeken. Esettanulmány: A Baláta-tó természetvédelmi területe. – *G-10 program jelentése*. Pécs, 1990, JPTE.

9. ábra

Két lápréttársulás szétválásának ökológiai jellemzése csoporttömegre számolt talajnedvesség- (W) és talajreakció-indikátorértékek (R) alapján



Forrás: Salamonné Albert É.: Study of phytointindicational patterns in a karstic spring region of Hungary. 39th IAVS Cong. on Vegetation Sci. & Landscape Ecology, Lancaster, UK, 1996, Abstracts 31.

6,7-ről 3,9-re csökkent, ami tökéletesen korrelál a vízben mért pH 6,5-ről 3,5-re való csökkenésével. Hasonló módon a gyékényes ingólápon az mRB érték 6,6-ról 6,0-ra, a füzes ingólápon 6,3-ról 5,3-ra az égeres ingólápon 6,3-ról 5,4-re csökkent. A tavat körülvevő lápi zónában természetes módon továbbfolyt a feltöltődés folyamata, amely leglátványosabban a talajnedvesség csökkenésével regisztrálható. Ezt igazolja, hogy a nádasban a talajnedvesség közepes indikátorszám (mWB) 10,2-ről 9,5-re, a magassásosokban 9,7-ről 9,0-re, a fűzlápon 9,0-ről 8,6-ra, az égerlápban 8,8-ről 8,1-re csökkent. A harmadik ilyen folyamat az egykori homoki legelők fásítása nyomán keletkezett cserestölgyes állományok visszaalakulása gyertyános-tölgyesekké. Ez a folyamat hasonlóan regisztrálható, mint a 7. ábra nyíres-tölgyeseiben történő változások, vagyis az állományokban a fénymutatók (mLB) csökkenésével párhuzamosan a talaj tápanyagtartalmának növekedése figyelhető meg. Az átlagos fénymutató a vizsgált állományokban 6,0-ről 5,3-ra csökkent, miközben az átlagos nitrogénszám értéke (mNB) 4,4-ről 5,4-re emelkedett.

A 9. ábrán azt mutatjuk be, hogy az indikátorszámok alkalmazása egészen kis léptékű, rejtett összefüggések feltárására is alkalmas. Ez az ábra a Káli-medence forráslápjainak két egymástól térben elkülönülő kékperjés társulásának felvételeit ábrázolja egy talajnedvesség-talajreakció által koordinált

ökológiai térben.¹⁵ Az indikátorszámok alapján a *Molinia hungarica* állományai bázikusabb, a *Molinia arundinacea* állományai savanyúbb termőhelyet jeleztek, holott a lápmedence vízviszonyait alapvetően a meszes forráslápok vizei szabályozzák. A két társulás vízellátását alaposabban megvizsgálva kiderült, hogy míg a *Molinia hungarica* állományainak vízellátása túlnyomórészt a forráslápokból történik a *Molinia arundinacea* állományai jelentősebb mértékben az összefolyó csapadékvizekből táplálkoznak, amelyek kémhatása lényegesen savasabb.

Itt szeretnénk emlékeztetni arra, hogy a savas esők nagyléptékű talajalakító hatásának egyik legelső hazai bizonyítékát a természetes vegetációban Stefanovits professzor és a vácrátóti térképező kollektíva (Borhidi Attila, Horváth Ferenc, Dévai Péter) regisztrálták 1984-ben.¹⁶ Ekkor készült ugyanis a Visegrádi-hegység bioszféra-rezervátumáról (Dobogókő – Szőkeforrás völgye – Vadállókövek – Prédikálószték) 1954-ben Horánszky András és munkatársai (Borhidi Attila, Skoflek István, Strazniczky Károly) által készített vegetációtérképének újrafelvétele. Az 1984-es térképváltozat nagy területeken jelentős savanyodást jelzett, amelynek talajtani ellenőrzése Stefanovits Pál 1952-ben vizsgált talajszelvényeinek újraelemzésével volt lehetséges. Stefanovits professzor kimutatta, hogy a gerinceken és a konvex felszíni formákon 2,0 egész egységet is elérő pH-csökkenés következett be 30 év alatt, míg viszont a völgyekben, ahol a lombkorona sűrűbb záródása és az avartakaró felhalmozódása megvédte a talajt az eső közvetlen hatásától, talajsavanyodás nem volt tapasztalható. Ez a jelenség nagymértékben arra irányítja a figyelmet, hogy az erdőknek, védősávoknak, zöldfolyosóknak a talajvédelem szempontjából kiemelt fontosságú szerepet kell biztosítani, ami többek között az EU-csatlakozás egyik természet- és környezetgazdálkodási feladatának tekinthető.

A termőhely-indikáció grafikus megjelenítésének új lehetőségei

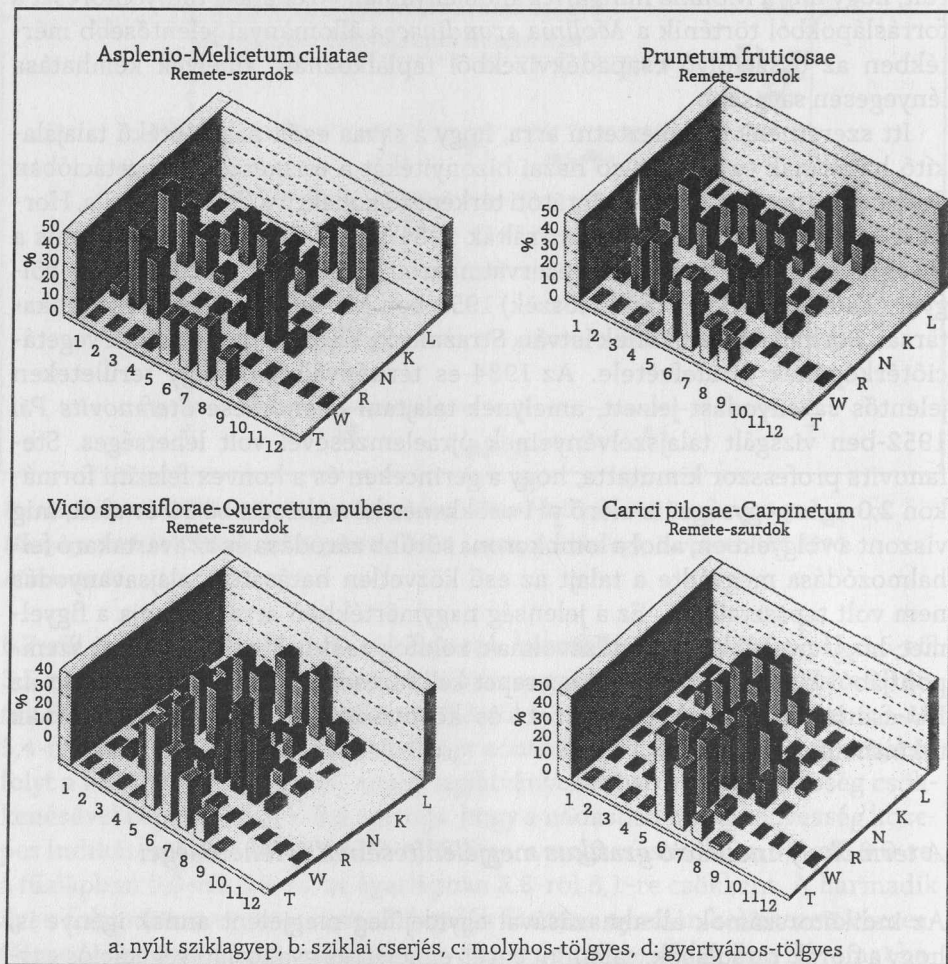
Az indikátorszámok alkalmazásával egyidejűleg megjelent annak igénye is, hogy a flórák, társulások, valamint egyéb elméleti és gyakorlati vegetációs egy-

¹⁵ Salamonné-Albert É.: *Vegetációszerkezet és átalakulás vizsgálata lápréttársulásban*. JPTÉ egyet. doktori értekezés. Pécs, 1996; Salamonné Albert É.: Study of phytointindicational patterns in a karstic spring region of Hungary. 39th IAVS Congr. on Vegetation Sci. & Landscape Ecology, Lancaster, UK, 1996, Abstracts 31.

¹⁶ Borhidi A.-Horváth F.: Bewertung anthropogener Waldstandorts-veränderungen mit vergleichender Vegetationskartierung (Biosphären-Reservat im Pilisgebirge, Ungarn). *Kongressberichte über die Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen*. Halle, 1987. 3. 166–168.

10. ábra

Növénytársulások ökológiai „fényképe” 6 faktor – hő (T), nedvesség (W), talajreakció (R) tápanyagtartalom (N), kontinentalitás (K) és fény (L) – indikátorszámainak eloszlás alapú diagramján a Budai-hegységben



Forrás: Morschauser T.: Flóra és vegetáció indikációja és térinformatikai elemzése a Budai-hegységben. Kand. dissz. tézise; Pécs, 1996, JPTE.

ségeknek, illetve termőhelyeiknek indikátorszámokkal való jellemzését képi-
leg is megjelenítsük. *Pignatti* a 6 ökológiai faktor tengelyeinek csillag alakú
elrendezésével egy hatágú csillagdiagramot szerkesztett, amelyen a társulások
átlagos indikátorszámai egy-egy érték formájában jelennek meg. Itt a keletke-
ző polynom alakja jelenti az információt. Ennek az ábrázolásnak az a hiányos-
sága, hogy túlságosan elnagyolt, csak nagyléptékű összehasonlításokra alkal-

mas. Az egyes tengelyeken a különböző fokozatokat képviselő fajok előfordulási vagy tömegességi viszonyai, vagyis az egyes faktorokon belül az eloszlások nem kísérhetők figyelemmel.

Ezt a hiányosságot kívánja kiküszöbölni az itt bemutatásra kerülő oszlop-diagram,¹⁷ amelyet a növénytársulások „Manhattan-diagram”-jának nevezhetünk (lévén az oszlopcsoportok hasonlóak egy felhőkarcoló-negyed távlati képehez). A diagramok részletességüknél fogva magas információtartalmúak, valósággal „ökológiai fényképei” az ábrázolt növényi közösségeknek, illetve az általuk kifejezett termőhelyeknek. A 10. ábra egy budai-hegységi természetvédelmi terület, a Remete-szurdok mészkősziklai szukcessziós sorának 4 jellegzetes, a szukcesszióban egymást követő növénytársulásáról ad ökológiai képet. A nyílt sziklagyepet a magasabb hő-, talajreakció- és fényértékek, valamint az alacsony nedvesség- és tápanyagértékek jellemzik. Minden ökológiai tényező a szélső értékekkel képviselt (10. ábra, *Asplenio-Melicetum ciliatae*). A sziklai cserjésben megkezdődik az oszlopok átrendeződése a diagram közepe felé. Mindegyik ökológiai tényező maximuma más fokozatra tolódik át (10. ábra, *Prunetum fruticosae*). A molyhos-tölgyes szálerdőben folytatódik a mezofil termőhelyet jelző fajok megjelenése, aminek következtében az oszlopok erősen a diagram közepe felé csoportosulnak. Jellemző a fénykedvelő és az árnyéktűrő elemek keveredése és az L-faktoron belül a kettős maximum kialakulása (10. ábra, *Vicio sparsiflorae-Quercetum pubescentis*). Végül a gertyános-tölgyes társulásban bekövetkezik a termőhelyi kiegyenlítettség legmagasabb szerveződési foka a régió belül. Csaknem valamennyi ökológiai mutató a középértékekre csoportosul. A talajreakció még megtartja enyhén bázikus jellegét, a talaj tápanyagban való gazdagodását az N-mutató maximumának a magasabb értékekre való áttolódása jelzi (10. ábra, *Carci pilosae-Carpinetum*).

Összefoglalás

Összefoglalásul leszögezhető, hogy a növénytakaró az életminőséget biztosító termőtalaj minőségi jellemzőjeként a tudomány mai állása szerint sokkal több információt nyújt a korábbiaknál mind az elméleti, mind pedig a gyakorlati szakemberek számára. Ezt a lehetőséget, amelyet itt is bemutattunk, az EU-tagországokban részben már széleskörűen alkalmazzák, részben most kezdik kihasználni. Ebben a tekintetben nem vagyunk lemaradva Európától. Az a terület, ahol még sok tennivaló van, elsősorban a mezőgazdaság közigazgatási és stratégiai felkészítése lenne. Új funkciókat kell keresnünk azoknak a mező-

¹⁷ Borhidi A.–Morschhauser T.: Social Behaviour Types (SBTs) a new tool for assessing naturalness and ecology of plant communities. *Eureco 95 Conf. Proceedings*. 1995, 215.

gazdasági területeinknek, amelyek az alacsony termőképesség vagy a magas termelési kockázat miatt (pl. belvizes, árvízveszélyes területek) a jövőben nem lesznek versenyképesek az európai piacon való helytállásra. Visszatérve a bevezető ábránkhoz: egyike a leghatékonyabb funkcióknak az lehet, ha ezeket a területeket a természet bankjának felerősítésére használjuk, vagyis ha a természetes növénytakaró rehabilitációját valósítjuk meg ezeken a területeken, azzal a céllal, hogy egyrészt környezetünket egészségesebbé tegyük, másrészt pedig azért, hogy ezek egy későbbi időpontban gazdaságilag hasznos területekké fejlődjenek. Ez a hasznosság olyan formában is érvényre juthat, hogy kedvezőbbé teszi működő agrárterületeink mezoklimatikus, mikroklimatikus, talajvíz-háztartási, növényvédelmi viszonyait. Különösen nagy szerepe lehet egy ilyen szemléletű stratégiának az induló Alföld-programban, ahol érdemes lesz a mezővédő erdősávok, egyúttal zöld folyosók helyreállítását, illetve újak létesítését szorgalmazni, amivel jelentősen hozzájárulhatunk természeti és termelő környezetünk a mainál helyesebb egyensúlyának kialakításához.

*

A szerzők köszönetet mondanak a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Osztályának azért a megtisztelő felkérésért és a lehetőségért, hogy a „Termőföld és életminőség” című szimpózium keretén belül kutatásaikról is beszámolhattak, amelyek részben az OTKA 1298. számú pályázat támogatásával készültek.

SAMU FERENC – SZENTKIRÁLYI FERENC –
KOZÁR FERENC – BASKY ZSUZSA – BALÁZS KLÁRA –
KÁDÁR FERENC – JENSER GÁBOR – KISS BALÁZS

Agrárterületek élőközösségeinek és fenntartható használatának kutatása

Egyéves agrár-ökoszisztémák kutatása

A program során – több hazai kutatóhellyel együttműködve – egyéves gabona-kultúrákban és többéves lucerna szántóföldi kultúrákban folytattuk a hazai mezőgazdasági pókfauna első átfogó felmérését. A kutatások célja a mezőgazdaságban biológiai kontrolláló tényezőként számba jöhető ragadozó fajok és azok elterjedésének, fenológiájának meghatározása volt. A mintavételezések Bánk, Diósjenő, Rétság, Romhány, Nagykovácsi, Páty, Felsőnána, Kartal, Szombathely és Keszthely határában, lucernában, őszi búzában, valamint a környező szegélyekben és természetközeli élőhelyeken folytak az általunk kifejlesztett kézi rovarporszívóval és hagyományos talajcspadázással. A gyűjtött anyagok feldolgozása, meghatározása folyamatos.

Előrelépés történt a kézi rovarporszívó hatásfokának és a különböző pókcsaládok e gyűjtőeszköz általi specifikus befoghatóságának meghatározásában. A rovarporszívó hatékonyságát „kerített kvadrátos” és transekt alkalmazások között hasonlítottuk össze. A farkaspókokra vonatkozó eredményeinket jelölés-visszafogós módszerrel kapott eredményekkel kalibráltuk.

A feldolgozó munka során folytattuk a mintagyűjtemény létrehozását. A kvantitatív adatokat tároló adatbázis kialakítása a saját felhasználási szintünkön megtörtént, de továbbfejlesztésére, felhasználóbarátabbá tételére csak külön pályázati források elnyerésével kerülhet sor. A különböző közreműködők által bevitt adatok kódrendszere egységessé vált, ami biztosítja az egymás közötti kompatibilitást. Az adatbázis kidolgozója, *Samu Ferenc*, részt vett a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Program több munkabizottságában és igyekezett a jelen és más hasonló hazai programok között a tapasztalat- és információcserét elősegíteni. Egy irodalmi adatokon alapuló retrospektív, pókfaunalista és -adatbázis kompilálása Samu Ferenc és *Szinetár Csaba* közreműködésével folyamatban van.

Évelő agrár-ökoszisztémák fenntarthatóságának ökológiai kutatása

Növényvédelmi, környezetvédelmi, klímaváltozási és ökológiai kutatások pajzstetveken

Elkészítettük az országos adatbázis részére (Dévai György által koordinált Magyar Biodiverzitási Program) a hazai pajzstetvek adatbázisát (fajlista, tápnövényjegyzék). Ezt követően a KTM által koordinált, Magyarországon előforduló fajok Törzsadattár Orsolya 1.0 c. programjához készítettük el a Kárpát-medencei fajok adatbázisát (zoogeográfiai és biológiai besorolások). Az adatbázisok kiépítésével egy időben megkezdtük újabb adatok gyűjtését az agrárterületeken kívül a Sas-hegyi Természetvédelmi Területen és a Körös–Maros Nemzeti Park területein is (két publikáció közlésre leadva). Ennek során megállapítottuk, hogy a Körös–Maros Nemzeti Park viszonylag szegény, de értékes eurosibériai-boreális faunával rendelkezik, míg a Sas-hegy gazdag szubmediterrán faunával, amelyek között a tudományra és a hazai faunára vonatkozóan új fajok is előkerültek.

A faunisztikai és zoogeográfiai vizsgálatok új felismerésekre vezettek itthon és a külföldi országokban is. Ennek során többek között Görögországban megállapítottuk, hogy kártevőként lépett fel a Budapesten részletesen vizsgált *Ritsemia pupifera* is. Közben egy sor, a Palearktikus faunára vonatkozó, új fajt is kimutattunk. Harmincegy fajt közlünk 11 országból (Ausztria, Bulgária, Egyiptom, Franciaország, Görögország, Magyarország, Hollandia, Románia, Szlovákia, Spanyolország és Svájc). A fajok közül 16 *Pseudococcidae*, 7 *Coccidae*, 4 *Diaspididae*, 4 *Eriococcidae*, 1 *Cerococcidae*, 1 *Asterolecaniidae*. A fajok többsége Bulgáriában és Magyarországon került elő (8-8), míg más országokban csak 1-3. Néhány faj, mint a *G. coffeae*, *E. villiersi*, *G. hodgsoni* és a *V. stellifera*, ami itt előkerült trópusi faj, de Európában csak üvegházi körülmények között tud élni. Az említett fajok és adatok újak az említett országok faunájára vonatkozóan, továbbá tápnövény- és denzitásadatokat is tartalmaznak.

Közös, több országra kiterjedő kutatási programot indítottunk be olasz partnerekkel, az indikátorként felhasználható pajzstetűfajok elterjedésének és fenológiai különbségeinek megállapítására. E munka során metodikai fejlesztésekre és az alkalmazott eszközök standardizálására is sor került. A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy az olaszországi klímában a faj fenológiája sokkal kiegyenlítettebb, minden évben hasonló időben rajzik, míg Közép-Európában nagy ingadozásokat mutat (kevésbé adaptálódott vagy a klímánk változékonyabb?). A vizsgálatok során elsőként mutattuk ki Ausztriában a *Pseudaulacaspis pentagona* jelenlétét feromoncsapda segítségével, majd később sikerült lokalizálni a fertőzést is. A feromoncsapdák alkalmazásához egyszerűsített meghatározó kulcsot dolgoztunk ki a *Quadraspidiotus* nembe tartozó hímek meghatározására.

Újabb vizsgálatokat kezdtünk az új, szelektív növényvédő szerek hatásának vizsgálatára a jelenleg legveszélyesebb, a városi parkokban károsító pajzstetű-fajok, mint a *Carulaspis juniperi* és az *Unaspis euonymi* ellen. Öt készítményt vizsgáltunk az engedélyezett legmagasabb dózisban a legérzékenyebb fejlődési alakok ellen. Az értékelés még folyamatban van, de megállapítható, hogy a rendkívül agresszíven támadó új kártevők ellen, különösen a városi parkokban és kiskertekben, a hagyományos kémiai védekezési módszerek nehezen alkalmazhatók, többszöri kezelést, precíz odafigyelést igényelnek, költségigényesek és környezetvédelmi problémákat is okoznak. Ezért itt egyéb módszerek (pl. biológiai védekezés) kifejlesztésére és bevezetésére is szükség lenne.

Fitofág és zoofág atkapopulációk kölcsönhatásának vizsgálata a kecskemét-szarkási almaültetvényben

A több éven keresztül széles hatásspektrumú inszekticidekkel kezelt ültetvény fái a domináns atkafaj a fitofág *Panonychus ulmi* (*Tetranychidae*) volt. Kisebb egyedszámban fordult elő az ugyancsak fitofág takácsatka, a *Tetranychus urticae*. A fákon zoofág atkák nem voltak. A szelektív hatású inszekticidek, *diflubenzuron* (kitinszintézis-gátló) és a *fenoxikarb* (juvenilhormon-analóg) rendszeres alkalmazását követően az első évben betelepedett a *Zetzellia mali* (*Stigmaeidae*) ragadozó atka, mely a második évben domináns faj lett, és a két fitofág atka egyedszáma a kártételi küszöbérték alá süllyedt. Ebben az évben megkezdődött a *Phytoseiidae* családba tartozó ragadozó atkák betelepítése. A harmadik évben *Tetranychidae*, *Tydaeidae* (fitofág), *Phytoseiidae* és *Stigmaeidae* (zoofág) fajok populációi alkottak olyan közösséget, amelyben kis egyedszámban mindegyikük fennmaradása biztosított volt, azonban nagy egyedszámban, káros mértékben egyik sem volt képes elszaporodni.

Művelésiág-változások okozta ökológiai problémák kutatása

A gyümölcsösök életközösségének vizsgálata során lehetőségünk adódott arra, hogy az előző években integrált (IPM), illetve hagyományos növényvédelemben részesített gyümölcsösök kezelésváltásának, a védekezések elhagyásának hatásait vizsgáljuk az almaültetvények aknázómoly- és parazitoidnépességére.

Megállapítottuk, hogy a növényvédelmi tevékenység elhagyása következtében az előzőekben IPM-technológiával védett területen felborulnak a már kialakult, kedvező gazda-parazitoid arányok. A váltás első évében a viszonylag kis parazitoid népesség még nem tudja a növekvő aknázómoly-populációt az addigi mértékben szabályozni, a kártevők – esetünkben a *Leucoptera mali*–

foliella és a *Phyllonorycter corylifoliella* – egyedszáma a gazdaságossági küszöbérték fölé emelkedik, csökken a parazitáltság mértéke. Négyévi környezetkímélő IPM-technológia aknázó-moly-populációkra gyakorolt kedvező hatását már egy vegetációs időszak kedvezőtlen hatásai is megsemmisíthetik.

Fitofág és zoofág rovarok populációs és közösségi szintű tér- és időbeli mintázatváltozásainak hosszú távú kutatása

Ragadozó rovarok hosszú távú monitorozással nyert fluktuációmintázatainak elemzése

A rovarpopulációk évenkénti fluktuációiért az egyik kiemelt környezeti faktor, a klímaváltozás a felelős. Az elmúlt másfél évtizedben enyhe télű és aszályos évek sorozata jelezte a hazai klímamódosulás lehetséges irányát. Ökológiai és konzervációbiológiai szempontból igen fontos a klímaváltozás hatásainak kimutatása a rovarok fontosabb funkcionális csoportjaira vonatkozóan, az ezzel járó populációs és koalíciós szintű változások nyomon követése. A kutatómunka egy folyamatosan regisztráló biomonitoring rendszerből, a hazai rovargyűjtő fénycsapdahálózatból származó, hosszú távú adatsorok feldolgozására irányult. A témában két, ökológiai szempontból jelentős funkciójú ragadozó rovarcsoportot, nevezetesen a futóbogarakat és a barna fátyolkákat választottuk vizsgálataink tárgyául.

A rendelkezésre álló hosszú időtávú adatsorokat az alábbi célkitűzések szerint elemeztük:

- a) faj- és koalíciós szintű abundanciaingadozások jellemzése, az esetleges periodikus fluktuációk detektálása, illetve a változások trendjeinek leírása,
- b) a hosszú távú fluktuációmintázatok fajok, illetve koalíciók közötti szinkronitásvizsgálata,
- c) az éves klímaingadozásnak a fluktuációmintázatokra gyakorolt hatásainak elemzése.

A klímahatások elemzésére modellként három futóbogárfajt választottunk ki, amelyek közül az irodalmi adatok alapján egy (*Clivina fossor*) nedves habitatokban élő, inkább higrofil faj, míg a másik kettő (*Harpalus griseus*, *H. froelichii*) inkább xerotherm élőhelyeket részesít előnyben. A barna fátyolkák közül valamennyi fajt bevontuk a vizsgálatokba, mivel az együttesek átlagos egyed- és fajsámmintázata volt alkalmas a klimatikus hatások elemzésére.

A vizsgálatok alapjául az egyes fajoknak a 17 hazai mezőgazdasági területen üzemelő, növényvédelmi fénycsapdaállomáson évente begyűjtött összes példányszáma szolgált. A vizsgált időszak 1981–1992 volt.

A klimatikus karakterisztikákat a havi klímaelemekből számoltuk ki, majd ezekből minden egyes évre országos átlagot képeztünk. Több, a hazai és nemzetközi klimatológiai gyakorlatban jól bevált indexet és karakterisztikát alkalmaztunk: így a csapadékösszegek és a hőmérsékletek együttes alakulását figyelembe vevő szárazsági (ariditási) indexeket, szezonális csapadékösszeget, relatív talajnedvességet, nyári középhőmérsékletet. A fluktuációmintázatokban rejlő periodicitások kimutatásához ARIMA-modellt, a mintázatok közötti szinkronitás mértékének a vizsgálatára az idősoranalízis kereszt-sorozatkorrelációs eljárásait használtuk.

A futóbogarakkal kapcsolatos eredmények:

1. A *C. fossor* és a *H. griseus* hosszú távú populációmintázatának fluktuációi ellentétesek, míg a *H. froelichii* az előbbi két fajhoz képest köztes helyet foglal el. A fluktuációs mintázat egyik faj esetében sem tartalmazott periodikus komponenst. Az átlagos populációdinamikai-mintázatok tekintetében a *H. froelichii* növekvő, míg a *H. griseus* csökkenő hosszú távú trenddel jellemezhető. A *C. fossor* alacsony abundanciájú faj, amely nem fejez ki határozott irányú populációdinamikai trendet.

2. A *C. fossor* és a *H. griseus* hosszú távú populációmintázatai nem szinkronizáltak egymással, hanem éppen ellentétesen fluktuálnak. A *Harpalus* fajok hosszú távú mintázatai között csak gyenge, részleges szinkronitás áll fenn.

3. A klímaváltozók közül a nedvességgel kapcsolatos karakterisztikák (csapadékhiány, aszály, talajnedvesség) hatását sikerült igazolni a futóbogarak hosszú távú fluktuációs mintázatára, míg az átlagos nyári hőmérséklettől függetlenek a populációs ingadozások. A higrofil *C. fossor* növekvő fogásai a növekvő aszály és csökkenő talajnedvesség hatására a kiszáradó és ezzel kedvezőtlennek váló élőhelyekről történő adaptív emigrációs repüléssel magyarázhatóak. A xerofilnek tartott *H. griseus* az ariditás növekedésére bekövetkező, a várttal ellentétes csökkenő abundanciaszintje arra utal, hogy e faj élőhelypreferenciája a hazai klimatikus viszonyok között inkább mezofilnek tekinthető. A *H. froelichii* populációs-fluktuációi a klimatikus változásoktól kevésbé függenek.

A barna fátyolkákkal kapcsolatos eredmények:

1. A 17 helyen folyó, hosszú távú fénycsapdás monitorozás során a hazai barnafátyolka-fauna 62%-át gyűjtötték be, amelyből a 6 leggyakoribb faj a teljes dominancia 92%-át tette ki. A fátyolkaegyüttes negyede csak egy-egy példánnyal képviselt ritka fajokból állt, amelyek csak egy adott helyen fordultak elő.

2. A hegy-domb vidéki régióban – forrásdiverzitási hipotézis értelmében – szignifikánsan nagyobb fajgazdagságú és abundánsabb fátyolkaegyüttesek alakulnak ki.

3. A barna fátyolkák hosszú távú egyedszámmintázatában országos szinten, de főleg a síkvidéki régióban, egy 3 éves periodikus fluktuáció mutatható ki.

4. A barnafátyolka-együttesek a hosszú távú fluktuációs mintázataik szerint jelentős amplitúdójú populációdinamikai és szerkezetváltozásokon mennek keresztül, amelyek regionális szinten erősen szinkronizáltak. E szinkronizált fluktuációk kialakulásáért valószínűleg nagy térléptékű (regionális, országos) környezeti háttér folyamatok a felelősek.

5. A fátyolkaegyüttesek átlagos regionális abundanciaszintje és fajgazdagsága az enyhén aszályos klíma hatására növekvő, erősebb aszály esetén pedig csökkenő tendenciájú. Ugyancsak növekvő populációs tendenciák figyelhetők meg a telek enyhességének és a nyári csapadékhiánynak a növekedésével.

Mindkét vizsgált rovarcsoport esetében csak további monitorozással vonhatóak le megbízható következtetések, jelenlegi eredményeink inkább tendenciáknak tekinthetők.

Farkaspók-populációk jelölés-visszafogásos vizsgálata lucernában

Az utóbbi években indult meg a magyarországi mezőgazdasági területek pókfaunisztikai feltárása. Ennek a munkának az egyik legmarkánsabb eredménye annak megállapítása volt, hogy hazánk területén a vizsgált valamennyi egy-, illetve többéves szántóföldi kultúra ízeltlábú-közösségében nagy egyedszámban volt jelen a pusztai farkaspók (*Pardos agrestis* Westring), amely faj természetes ökoszisztémákban sehol sem volt gyakori. Kutatásaink során az országban két helyen (Szekszárd és Nagykovácsi környékén) végeztünk nagyüzemi méretű lucernatáblákon különböző csapdasűrűségű, élvefogó talajcsapda-hálózatokkal jelölés-visszafogásos vizsgálatokat a faj abszolút egyedsűrűségének, mozgási (diszperziós) tulajdonságainak és a populációknak az adott skálán mutatott térbeli homogenitásának vizsgálatára. Az abszolút populációsűrűségek a vizsgált területen 3–6 adult állat/négyzetméter között alakultak. Ezt az értéket akár egy nagyságrenddel is felülmúlhatja a területen a különböző stádiumban lévő juvenilis állatok száma. Valószínűsíthető, hogy egy általánosan ilyen nagy egyedszámban előforduló, relatíve nagy méretű, generalista ízeltlábú ragadozónak fontos szerepe van az adott kultúrák ízeltlábú közösségeinek stabilizációs viszonyaiban. Az egyedi jelöléses vizsgálatok révén képet kaptunk a faj helyváltoztatási szokásairól, diszperziós potenciáljáról is. Megállapítottuk, hogy a faj többnapos időintervallumban területhűséget nem mutat, a jelölt állatok átlagosan egy nap alatt 6–8 m-rel távolodnak el előző helyüktől. Az alkalmazott kísérleti elrendezéssel (2 m, 3 m, illetve 5 m-es csapdatávolságú, 500–1000 négyzetmétert lefedő, szabályos négyzetrácsban elrendezett csapdahálózatokkal) nem tudtunk a populációsűrűség alapján eltérő térrészeket elkülöníteni, mintázatot megállapítani; a vizsgált skálán a befogott egyedek térbeli eloszlása véletlenszerű volt. Eddigi eredményeinket több magyar, illetve

nemzetközi fórumon is bemutattuk, és tervezzük azok összefoglalását egy angol nyelvű szakmai folyóiratban.

Levéltetű-monitorozás Magyarországon szívócsapdával

Hazánkban ez idáig egyetlen helyen, Szolnokon üzemel rothamstedi típusú szívócsapda, amelyet 1990 óta a levéltetvek hosszú távú monitorozására használunk. Ezt a csapdatípust a levéltetvek távolsági repülésének megfigyelésére fejlesztették ki Taylor és munkatársai Angliában a *Rothamsted Experimental Station*-ben. A csapda 12,2 m magasságból óránként 3000 m³ levegőt és a benne lévő aeroplanktont szívja be. Ez a csapdatípus nem szelektív, mert a vonzáskörzetébe kerülő rovarokat válogatás nélkül beszívja. Európában mintegy 60 rothamstedi szívócsapda működik. Egy csapda által fogott levéltetű-anyag 100 km-es sugarú kör levéltetű-repülési viszonyait reprezentálja.

A csapda által fogott levéltetvek száma és fajösszetétele évenként változik. Ez ideig mintegy 100-110 fajt fogtak be, a begyűjtött egyedek száma 1500 és 50 000 között változott évjáráttól függően. A begyűjtött anyag jelentős részét gabona-levéltetvek teszik ki, melyeknek egyedszáma és fajösszetétele szintén évjáráttól függően változik.

Tekintettel arra, hogy a levéltetvek első mozgó alakjainak megjelenésétől, április 1-jétől, a téli gazdanövényre történő visszavándorlás befejezéséig, október 31-ig a csapda folyamatosan üzemel, különösen alkalmas a levéltetvek monitorozására. A módszer érzékenységét mutatja, hogy 1990-ben 31 *Dioraphis noxia* Kurjunov (oroszbúzálevéltetű) egyedet fogott a szívócsapda akkor, amikor a faj jelenlétét a gabonaállományban sorozatos felvételezések ellenére sem tudtuk regisztrálni.

SAMU FERENC – SZENTKIRÁLYI FERENC – KOZÁR
FERENC – BASKY ZSUZSA – KÁDÁR FERENC – SZENTESI
ÁRPÁD – SZŐCS GÁBOR

Ökológiai kutatások a fenntartható mezőgazdaság érdekében

Fénycsapda-hálózati monitorozással kapcsolatos kutatási eredmények

A kutatómunka egy folyamatosan regisztráló biomonitoring rendszerből, a hazai rovargyűjtő fénycsapda-hálózathoz tartozó, ragadozó rovarok hosszú távú adatsorainak feldolgozására irányult.

A rovarpopulációk évenkénti fluktuációiért felelős egyik kiemelt környezeti faktor a klímaváltozás.¹ Az elmúlt másfél évtizedben enyhe telű és aszályos évek sorozata jelezte a hazai klímamódosulás lehetséges irányát. Mind mezőgazdasági, mind természetvédelmi szempontból igen fontos a klímaváltozás azon hatásainak kimutatása, melyet a rovarok fontosabb funkcionális csoportjaira gyakorolt. Fontos az ezzel járó populációs és koalíciós szintű változások (kihalás, be- és kivándorlás, gradáció stb.) nyomon követése, erre lehet alapozni a szükséges későbbi beavatkozásokat. A jelen kutatási témában két, ökológiai szempontból jelentős funkciójú ragadozó rovarcsoportot, nevezetesen a fátýolkákat és a futóbogarakat választottuk vizsgálataink tárgyául.

Fénycsapdás kutatások általános célkitűzései a következők voltak:

- A klímaingadozás, különös tekintettel az aszályos évekre, regionális léptékű hatásainak kimutatása a vizsgált rovarcsoportok esetében faj- és közösségi szinten.
- A hosszú távú biodiverzitási mintázatok jellemzése, az azokban detektálható regionális változások trendjeinek kimutatása.

¹ Harrington, R. H. – Woiwod, I. P.: Insect crop pests and the changing climate. *Weather*, 1995. 50. 200–208.; Szentkirályi F. – Leskó K. – Kádár F.: Jeleznek-e klímaváltozást a fénycsapdás rovargyűjtések? In Tár K. (szerk): *Erdő és Klíma Konferencia*. 1995. 171–177.

Anyag és módszerek

1. A gyűjtési módszer. Fénycsapdahálózatunk az 1950-es években *Jermy Tibor* akadémikus által kifejlesztett típussal működik (terelőlemez nélküli, a fényforrás magassága a talaj felett 2 m-rel van, a fényforrás 100 W-os normál, fehér fényű izzó). A csapdák március elejétől novemberig naponta üzemeltek. Vizsgálataink az 1981-től 1992-ig terjedő időszak gyűjtéseire vonatkoztak.

2. A mintavételi helyek. A csapdák kiválasztása aszerint történt, hogy a gyűjtésekben megfelelően reprezentáltak voltak-e a vizsgált fajok. Azoknak a csapdahelyeknek az adatsorait kizártuk a további elemzésekből, ahol az adott faj abundanciaszintje túlságosan alacsony volt a klimatikus hatások kimutatására. E szempontot különösen a futóbogarak esetében érvényesítettük. A vizsgálatba vont fénycsapdák a következő városok, községek közelében üzemeltek: Balassagyarmat, Cserkút, Csopak, Fácánkert, Hegyeshalom, Hódmezővásárhely, Kaposszerdahely, Kenderes, Mikepércs, Nadap, Nyársapát, Nyékládháza, Nyíregyháza-Sóstó, Pápa, Tanakajd, Tárhos, Tass. A csapdahelyeket a fátyolkák elemzéseiben aszerint csoportosítottuk, hogy síkvidéken vagy hegyes-dombos területeken találhatók. Ennek megfelelően a síkvidéki (alföldi) régióba 10, míg a hegy-dombvidéki régióba 7 csapda volt sorolható. A csapdák környékét jellemző élőhelyek gyümölcsösök, házikertek, szántók, parkok, erdőfoltok voltak.

3. A klímaváltozók. Jelen esetben is a korábbi elemzéseinkben az aszályos időszakok jellemzésére szolgáló klímaváltozókat használtuk.² A klimatikus karakterisztikákat a vonatkozó időszak havi klímaelemeiből számoltuk ki, majd ezekből országos átlagot képeztünk minden egyes évre. Több a hazai és nemzetközi klimatológiai gyakorlatban jól bevált indexet alkalmaztunk. Így a csapadékösszegek és a hőmérsékletek együttes alakulását figyelembe vevő szárazsági (ariditási) indexek közül a Szeljanyinov-féle hidrotermikus hányadost ($SHT = P / \Sigma(T/10)$), ahol $T > 10^\circ\text{C}$ és T és P a havi csapadékösszeg és a havi középhőmérséklet – valamint a Pálfai-féle aszályossági indexet ($PAI = (T_{IV-VIII} / P_{X-VIII}) k_T k_P k_S$), ahol T = április–augusztusi időszak középhőmérséklete, P = október–augusztusi időszak csapadékösszege, k_T , k_P , k_S = a hőségnapok számát, a csapadékhiányos időszak hosszát és a talajvízszint süllyedését figyelembe vevő korrekciók – használtuk. Az indexek számításához a hőmérsékleti és csapadékidősorokat az OMSZ állomásairól nyertük.

Az elemzéseinkben szereplő további klímaváltozók a relatív talajnedvesség-tartalom (RSM), az átlagos nyári hőmérséklet (MST), átlagos téli csapadékösszeg (MWP), átlagos tavaszi csapadékösszeg (SPP), átlagos nyári csapadékösszeg (SUP) voltak.

² Szentkirályi F.–Leskó K.–Kádár F.: i. m.

4. Alkalmazott statisztikai elemzések. A futóbogarak és fátyolkák populációnagyságának jellemzésére a csapdák napi fogásaiból számoltuk ki az elemzésekben felhasznált, az évenként és helyenként átlagosan gyűjtött példányszámokat (egyedszám/hely/év/régió), amelyek a hosszú távú fluktuációmintázatok előállításához szükségeltettek. A helyenként és évenként megállapított fajszaámokból kalkuláltuk az évi átlagos fajgazdagsági karakterisztikát mindegyik régióra. A fátyolkaegyüttesek fajdiverzitásának jellemzésére a rovarökológiában gyakran alkalmazott α -diverzitást használtuk.

A fluktuációmintázatokban rejlő periodicitásoknak kimutatásához ARIMA modellt, a mintázatok közötti szinkronitásnak a vizsgálatára az idősoranalízis kereszt-sorozatkorrelációs függvényeit használtuk. A hosszú távú változások irányának jellemzéséhez trendanalízist alkalmaztunk.

Fátyolkaegyütteseken végzett elemzések eredményei

A recésszárnýú rovarrendbe tartozó fátyolkák (*Neuroptera*) imágóinak többsége, lárváik pedig kivétel nélkül ragadozó életmódot folytatnak, ezért a táplálékláncokban fontos szerepet töltenek be. Zsákmányállataik főként levéltetvekből, pajzstetvekből, rovartojásokból kerülnek ki. Egyaránt megtalálhatók mezőgazdasági habitatokban és a természetes növénytársulásokban, mindegyik erdei élőhelyeken is. A fátyolkák a többi rovarcsoporthoz viszonyítva kevés fajjal bíró, általában kis populációmérettel jellemezhető fajokból álló együtteseket alkotnak. Általában az alacsony denzitású, ritkább rovarfajok ökológiája – a mintavételi nehézségek miatt – többnyire alig ismert, ezért az e fajokkal kapcsolatos ilyen típusú vizsgálatok fontosságát e szempontok is indokolják.

Részletes célkitűzések:

- a) a fátyolkaegyüttesek hosszú távú abundanciális és fajgazdagsági mintázatainak jellemzése, az azokban esetlegesen fellépő periodikus változások detektálása idősoranalízis eljárásainak felhasználásával,
- b) az együttesek hosszú távú regionális abundancia- és fajgazdagság mintázatai közötti szinkronítások, átfedések mértékének kimutatása,
- c) a klímajellemzőknek a fátyolkaegyüttesek regionális fluktuációs-mintázataira gyakorolt hatásainak elemzése.

1. Fátyolkaegyüttesek szerkezeti jellemzése. A vizsgált időszakban 23 barnafátyolka-faj 4396 példánya került elő a fénycsapdás fogásokból az összes állomást figyelembe véve. Ezek a következők: *Hemerobius humulinus* L., *H. lutescens* Fabricius, *H. micans* Olivier, *H. stigma* Stephens, *H. nitidulus* Fabricius, *H. pini* Stephens, *H. handschini* Tjeder, *H. atrifrons* McLachlan, *H. gilvus*

Stein, *H. perelegans* Stephens, *Micromus variegatus* (Fabricius), *M. angulatus* (Stephens), *Drepanepteryx phalaenoides* (L), *Symphorobius pygmaeus* (Rambur), *S. elegans* (Stephens), *S. pellucidus* (Walker), *S. fuscescens* (Wallengren), *S. klapaleki* Zeleny, *Psectra diptera* (Burmeister). *Wesmaelius subnebulosus* (Stephens), *W. nervosus* (Fabricius), *W. malladai* (Navas), *W. mortoni* (Mc Lachlan).

A 23 fajból 14 (61%) a síkvidéki, 23 (100%) pedig a hegy–domb vidéki területeken fordult elő. A síkvidéken a hemerobiidák lokális átlagos fajgazdagsága szignifikánsan ($P < 5\%$) alacsonyabb ($S_{\text{átl}} = 9$, terjedelem = 7–12) volt, mint a hegy–domb vidéken ($S_{\text{átl}} = 14$, terjedelem = 12–17). Ennek okát abban kereshetjük, hogy a hegy–domb vidéki régióban a vegetációs környezet sokkal diverzebb (több erdőfolt, gazdag cserjeszint), mint a síkvidéki területeken. Az ilyen habitatok a „forrássdiverzitási hipotézis” értelmében fajgazdagabb ragadozórovar-együtteseket, így fátyolkaegyütteseket képesek eltartani. A két régióban kimutatott teljes fátyolkaegyüttes közötti fajhasonlóság (Jaccard-index) közepes (61%) volt.

2. Fátyolkaegyüttesek hosszú távú mintázatainak jellemzése. Az első két ábrán a barna fátyolkák régiónkénti hosszú távú fluktuációs mintázatai láthatók az évenként, csapdanként gyűjtött átlagos példányszám (lásd 1. ábra a függelékben) és a kimutatott átlagos fajszaám (2. ábra) alapján. A két ábra jól mutatja, hogy a hegyvidéki régióban mind az átlagos egyedszám, mind az átlagos fajgazdagság tekintetében szignifikánsan ($P < 5\%$) magasabb értékek alakulnak ki szemben a síkvidéki területeken kapott értékekkel. A fogási egyedszám 12 évi átlaga hegyvidéken 27, síkvidéken 17 példány, míg a fajszaám átlaga az előbbinél 6, az utóbbinál 4 volt (a különbség $P = 5\%$ szinten szignifikáns). Az egyedszám tekintetében mindkét régióban 3 csúcs mutatkozik (1. ábra): síkvidéken 1983-ban, 1986-ban, 1989-ben, hegy–domb vidéken 1984-ben, 1986-ban és 1991-ben. Az 1991-es csúcs azért alakult ki, mivel a hegyvidéki régió egyik állomásán kiemelkedő fogás volt, amely az átlag értékét megemelte. Az átlagos évi fajszaám (2. ábra) hosszú távú mintázatai hasonló ingadozásokat mutatnak, mint az egyedszámváltozások: mindkét régióban 1983-ban és 1986-ban maximumok léptek fel, azonban ezek kevésbé kifejezettek a síkvidéki területeken, ahol 1988–89 folyamán ugyancsak nagyobb fajgazdagsági értékek voltak a jellemzők. Az 1–2. ábrák regionális mintázatai főként a vizsgált periódus első 7 évében párhuzamos lefutásúak, az ezt követő években eltérések vannak. Ahhoz, hogy a regionális fluktuációs mintázatok közötti szinkronitás valódiságát kimutathassuk, megállapítottuk a lokális mintázatok évenkénti fogási és fajszaámcsúcs-gyakoriságát (csúcsnak tekintettük azt a fogást, amely a két szomszédos év fogásainál nagyobb volt,³ majd ezen éves

³ Szentkirályi R.–Leskó K.–Kádár F.: i. m.

gyakorisági értékeket az összes lokalitás (csapdahely) százalékában fejeztük ki. Az így kapott fogásicsúcs-gyakorisági mintázatok a 3. ábrán, míg a fajszám-csúcs-mintázatok a 4. ábrán láthatók. Mind az egyed-, mind a fajszámcsúcsok mintázatai az átlagokénál sokkal nagyobb mértékben hasonlóak, a maximumok kifejezettebbek. A 3. ábra szerint nagyfokú a szinkronitás a lokális és regionális szintű populációdinamikai ingadozások között, a csapdahelyek többségénél ugyanazon években (1983–84, 1986, 1989) következett be a barnafátyolka-együttesek populációs maximuma. A regionális fogásicsúcs-mintázatok maximumainak egybeesése arra utal, hogy a barnafátyolka-együttesek populációdinamikai fluktuációit nagyobb térskálájú folyamatok (pl. klímaingadozások, levéltetvek országos méretű gradációi) jelentősen befolyásolhatják.

A síkvidéki területeken a legtöbb regisztrált fajszámcsúcs, a fogási csúcsokkal megegyezően 1983-ban, 1986-ban, és 1989-ben volt (4. ábra). A hegydomb vidéki régió csapdái szerint – részben megegyezően a síkvidékekkel – ugyancsak 1983., 1986., illetve az 1988. években alakultak ki a barna fátýolkák legfajgazdagabb együttesei. A fajszám- és egyedszámváltozást egyszerre kifejező átlagos évi diverzitási mintázatok az 5. ábra mutatja. A két régióban a diverzitási maximumok csak 1982-ben esnek egybe. A hegyvidéken ezen kívül 1985-ben és 1990-ben, míg a síkvidéken az 1986., 1988., és 1991. évek során jeleztek a csapdák diverzebb fátýolkaegyütteseket. E mintázatok alapján úgy tűnik, hogy egyes esetekben (1982, 1985) a diverzitási maximum egy évvel korábban jelzi a maximális egyed- és fajszámok fellépését, amely jelenség a fátýolkaegyüttesek előzetes szerkezeti átrendeződésével lehet kapcsolatos. A regionális évi fajszámátlagok 2 és 9 között, míg a diverzitási átlagok 1,5 és 4 között fluktuáltak a vizsgált periódusban. Mindez arra utal, hogy e kis populációméretű ragadozó rovarok együttesei, hosszú távon, jelentős populációdinamikai és szerkezeti változásokkal jellemezhetők, amely fluktuációk monitorozással történő kimutatása a barna fátýolkákra nézve nóvumnak tekinthetők és ezért e hosszú távú vizsgálatok folytatása mindenképpen indokolt.

3. Mintázatok periodicitás-vizsgálata. A barnafátýolka-együtteseknek az idősoranalízis segítségével végzett mintázatvizsgálatának eredményei 6–7. ábrákon láthatók. Valamennyi mintázatot, az esetlegesen bennük rejlő periodikus egyedszám- és fajszám-ingadozások detektálására, autokorrelációs függvény (ACF) segítségével elemeztük (6. ábra). Az elemzés eredménye szerint regionális (főként az alföldi régióban), illetve országos szinten egy 3 évenkénti periodikus abundancia-növekedés történt a vizsgálati időszakban. Erre utalnak a 3 éves eltolásnál jelentkező pozitív szignifikáns ($P = 5\%$) ACF értékek. E periodikus fluktuációk hosszú távú meglétének a bizonyításához és a magyarázatához feltétlenül további monitorozásra van szükség. Ugyanakkor a fajszám- és fajdiverzitási idősorok fluktuációiban szignifikáns periodicitás nem volt kimutatható sem regionális, sem országos szinten.

4. Mintázatok szinkronitása. A fátyolkaegyüttesek hosszú távú regionális mintázatainak (lásd 1–4. ábrákat) átfedését, azaz a fluktuációk szinkronitásának mértékét a megfelelő keresztkorrelációs függvények (CCF) előállításával vizsgáltuk (7. ábra). Mind az átlagos abundancia és fajszám (1–2. ábrák), mind a csúcsmegingések (3–4. ábrák) regionális idősorai között jelentős ($P = 5\%$) átfedést mutattak az eltolás nélkül kapott erős pozitív CCF értékek. Ugyancsak a 7. ábrán jól megfigyelhetők a 3 éves eltolásnál jelentkező 0,4–0,5 érték körüli pozitív korrelációk, amelyek a fentiekben már tárgyalt 3 éves periódikus változásokat támasztják alá. Az idősoranalízis ezen eredményei megerősítik azt a korábbi megállapításunkat, hogy barna fátyolkák mintázatváltozásai regionális, illetve országos szinten szinkronban vannak, amelyért az időben és térben nagyléptékű környezeti háttér folyamatok a felelősek. A populációdinamikai ingadozások regionális szinkronitása alapján feltételezhető, hogy a legkézenfekvőbb széles skálájú ható tényezőcsoport a klimatikus változók között keresendő.

5. Klimatikus karakterisztikák mintázatra gyakorolt hatásai. Az egyes lokális fénycsapdaállomásokon nyert idősorok külön-külön történő elemzése nem adott reális, értékelhető eredményt, mivel az éves összes fogások értékei túlságosan kicsik voltak az esetleges klimatikus hatások kimutatásához. Ezért a lokális évi fogásokból és fajszámokból számolt regionális átlagos mintázati idősorok vizsgálata tűnt célszerűnek. Az egyes klímajellemzők és átlagos mintázati idősorok éves értékei között regresszió-analíziseket végeztünk a hatások kimutatására. A 8–9. ábrákon tüntettük fel azokat az eseteket, amikor bizonyos tendencia vált láthatóvá az elemzésekben. Mivel a vizsgált periódusban a hazai klímára aszályos évek sorozata volt jellemző, ezért mindenekelőtt különböző ariditási indexek szerepeltek az elemzésekben. Ezek közül az SHT és a DRD növekvő értékeinek függvényében a fogási és fajszám adatok erősen szóródtak, határozott regressziós kapcsolat nem volt kimutatható, a korrelációs együtthatók igen alacsony pozitív értékei nem voltak szignifikánsak. A PAI-val kapcsolatban a legkisebb négyzetek módszerével kapott nemlineáris regressziós görbék (8. ábra) viszont jól mutatják mindkét régióban, hogy növekvő, enyhe aszály tartományában ($PAI < 6$) a barnafátyolka-együtteseket növekvő abundancia és fajgazdagsági tendencia jellemzi. Az erősebb aszály hatására ($PAI > 7$) viszont az előbbi tendencia csökkenésbe fordul. A csökkenő trendek arra utalnak, hogy a fátyolkák számára a nagyobb fokú aszályos szezonok már kedvezőtlenek. Az aszály hatásával egybevetően, a növekvő SUP értékekhez csökkenő egyedszámok és fajszámok tartoznak (8. ábra) a lineáris regresszió szerint, azaz a nyári csapadékhiány kedvező a barna fátyolkák számára.

Ellentétes irányú trend figyelhető meg az átlagos téli hőmérséklet hatásával kapcsolatban (9. ábra): fagypont feletti átlagos hőmérsékletű, enyhébb

teleket követően, a szezon folyamán abundánsabb és fajgazdagabb fátýolka-együttesek alakulnak ki, amely főként a síkvidéki területekre jellemző. Az átlagos fogási mintázatnak az MWT-től való gyenge függésére utalnak az eltolás nélkül kapott alacsony, nem szignifikáns pozitív CCF értékek is (10. ábra).

A klimatikus karakterisztikákkal kapott regressziós összefüggések az esetek többségében nem szignifikánsak, gyenge kapcsolatokra utalnak. Ennek az oka az, hogy a vizsgált idősorok még rövidek megbízható statisztikai összefüggések detektálására, ezért az itt közölt eredményeket elsősorban tendencia értékűnek kell tekinteni. Az enyhébb nyári aszálynak a fentiekben tapasztalt pozitív hatása azzal magyarázható, a fénycsapdák által begyűjtött fátýolka-fajok többsége (61%) a száraz meleg élőhelyeket preferálja, míg a fennmaradó hányaduk (39%) szélesebb toleranciahatárokkal jellemezhető ubiquista faj.

Következtetések:

1. A 17 helyen folyó hosszú távú fénycsapdás monitorozás során a hazai barnafátýolka-fauna 62%-a került begyűjtésre, amelyből a 6 leggyakoribb faj a teljes dominancia 92%-t tette ki. A fátýolkaegyüttes negyede csak egy-egy példánnyal képviselt ritka fajokból állt, amelyek csak egy adott helyen fordultak elő.
2. A hegy-domb vidéki régióban – forrásdiverzitási hipotézis értelmében – szignifikánsan nagyobb fajgazdagságú és abundánsabb fátýolka-együttesek alakulnak ki.
3. A barna fátýolkák hosszú távú egyedszámmintázatában országos szinten, de főleg a síkvidéki régióban egy 3 éves periódikus fluktuáció mutatható ki.
4. A fátýolkaegyüttesek a hosszú távú fluktuációs mintázataik szerint jelentős amplitudójú populációdinamikai és szerkezetváltozásokon mennek keresztül, amelyek regionális szinten erősen szinkronizáltak. E szinkronizált fluktuációk kialakulásáért valószínűleg nagy térleptékű (regionális, országos) környezeti háttér folyamatok a felelősek.
5. A fátýolkaegyüttesek átlagos regionális abundanciaszintje és fajgazdagsága az enyhén aszályos klíma hatására növekvő, erősebb aszály esetén pedig csökkenő tendenciájú. Ugyancsak növekvő populációs tendenciák figyelhetők meg a telek enyhességének és a nyári csapadékhiánynak a növekedésével.

Futóbogárfajokon végzett elemzések eredményei

A kutatás fókuszában ragadozó futóbogarak (*Carabidae*) populációsztí változásait tükröző, hosszú távú fénycsapdás idősorok elemzése állt. A futóbogarak számos képviselője a különböző környezeti változások (pl. tájhasználat-

változás) bioindikációjára, monitorozására felhasználható.⁴ A klímának a futóbogarakra gyakorolt lehetséges hatásait csak kevés cikk tárgyalta érdemben annak ellenére, hogy nagyszámú, talajcsapdázással nyert, hosszú távú idősor áll rendelkezésre, amelyekre vonatkozóan statisztikai elemzést eddig csak néhány kutató végzett. A klímahatások elemzésére modellként olyan futóbogárfajokat választottunk ki, amelyek között az irodalmi adatok alapján egyaránt szerepelt nedves habitatokat preferáló, higrofrekvens faj (pl. *Stenolophus mixtus*), xerotherm élőhelyeket preferáló xerofrekvens faj (pl. *Harpalus calceatus*), valamint a kettő közötti átmenetet képviselő mezofrekvens faj (pl. *Harpalus rufipes*) is. A különböző környezeti preferenciájú futóbogarakkal így lehetővé válik az ugyanazon klímaingadozásra várhatóan eltérő populációszintű válaszok kimutatása.

A rendelkezésre álló, hosszú időtávú futóbogár-adatsorokat az alábbi célkitűzések szerint elemeztük:

- a) a futóbogárfajok populációingadozásainak jellemzése, az esetleges periódikus fluktuációk detektálása, illetve a populációszintű változások trendjeinek leírása,
- b) a hosszú távú populációfluktuáció-mintázatok fajok közötti szinkronitás-vizsgálata,
- c) populációs szinten az évi klímaingadozásnak a fluktuációs mintázatra gyakorolt hatásainak elemzése.

1. *Futóbogarak hosszú távú fluktuációinak jellemzése, mintázatok szinkronitásának mértéke.* A vizsgált hosszú távú lokális fluktuációs mintázatok az egyes fajok esetében nem mutattak regionális szintű eltéréseket, ezért az éves helyenkénti fogások átlagából képeztünk idősorokat a további elemzésekhez. Az átlagos évi fogási idősorok többé-kevésbé hasonló mintázatokot mutatnak az egyes fajokra vonatkozóan (11. ábra). A következő években mutattak a populációcsúcs frekvenciákban (a két szomszédos évhez képest nagyobb fogásokkal rendelkező lokalitások évenkénti gyakorisága) maximumokat az egyes futóbogár fajok: *H. calceatus*: 1984, 1989, 1991; *H. rufipes*: 1983, 1985, 1989, 1991; *S. mixtus*: 1983, 1987, 1989 és 1991. Az átlagos évi fogások is az esetek többségében ugyanezekben az években voltak a legnagyobbak.

A hosszú távú mintázatokban egyik fajnál sem tudtunk kimutatni szignifikáns periodikus fluktuációt az ACF módszerének felhasználásával. A mintázatok hosszú távú trendjei mindhárom fajnál inkább növekvő tendenciával, és az 1980-as évek végétől nagyobb amplitúdójú fluktuációkkal jellemezhetők.

⁴ Luff, M. L. – Woiwod, I. P.: Insects as Indicators of Land-use Change: a European Perspective, Focusing on Moths and Ground Beetles. In Harrington, R. – Stork, N. E. (eds.): *Insects In A Changing Environment*. London, 1995, 399–422.

A fluktuációs mintázatok közötti interspecifikus szinkronitás mértékének eredményeit a 12. ábra mutatja be. Eltolás nélkül (maximális szinkronitás) nem kaptunk szignifikáns, pozitív CCF értékeket egyetlen összevetésben sem. A *Harpalus* fajok teljes mintázatai nem korreláltak egymással. Ugyanakkor az *S. mixtus* mindkét *Harpalus* fajjal – eltolás nélküli esetben – pozitív CCF értékeket mutat ($r = 0,39-0,45$), ami az időbeli mintázatok részleges átfedésére, illetve szinkron voltára utal. Ez elsősorban a populációs csúcsok egybeeséséből adódik.

2. A klímaváltozások hatásai a futóbogarak populáció-fluktuációira. A klimatikus változók potenciális hatásainak előzetes kimutatása céljából a vizsgálatba vont ariditási indexek értékeinek idősorai és a futóbogárfajok populáció-fluktuációs idősorai közötti CCF-eket előállítottuk. Az így kapott eredmények közül a 12. ábrán a PAI index esetét mutatjuk be, más indextípusokkal hasonló CCF értékeket kaptunk. A *H. calceatus* és az *S. mixtus* fajoknál az eltolás nélkül kapott negatív, nem szignifikáns korreláció arra a tendenciára utal, hogy a kifejezetten aszályos években a populációk abundanciája a fénycsapdás mintavételekben lecsökkent. A xerofrekvens *H. calceatus* esetében pont ellenkező eredményt vártunk, ez a CCF profil arra utal, hogy e faj a Kárpát-medence szárazabb klímája alatt inkább mezofrekvens fajként viselkedik. Ugyanilyen a várthoz képesti eltérést tapasztaltuk korábban a *C. fossor* futóbogár esetében is. A *H. rufipes* nem mutatott korrelációt a klimatikus indexszel. Mindhárom fajnál az aszályt követő évben viszont populációnövekedésre utalnak az egyéves eltolásnál tapasztalható pozitív CCF értékek megjelenése.

A szárazsági klímaindexekkel kapcsolatos trendanalízis eredményeit a 13. ábra foglalja össze. Noha az idősorok rövid volta miatt az eredmények nem szignifikánsak, azonban az egyes fajokra a várható hatás tekintetében a (növekvő vagy csökkenő) tendenciák jelzésére alkalmasak. Az SHT index esetében a trendek tekintetében mindegyik vizsgált futóbogárfaj a szárazabb szezónok folyamán (az SHT 1,0 alatti értékei tekinthetők aszályos éveknek) csökkenő populációszinttel jellemezhető. Ugyanez a trend mutatható ki a PAI ariditási index használatával a *H. calceatus* és az *S. mixtus* fajoknál, ugyanakkor a *H. rufipes* trendje gyengén növekvő az aszály növekedésével. Ez arra utal, hogy e mezofrekvens faj inkább független az ariditástól, hiszen nagyobb populációnagyságot nedvesebb és szárazabb évjáratban egyaránt mutatott.

Vizsgálatok szerint az elmúlt néhány évtizedben Nyugat-Európában a klíma atlantikusabbá vált, amely hozzájárult ahhoz, hogy xerofrekvens futóbogárfajok annyira visszaszorultak, hogy a veszélyeztetett, védendő fajok közé sorolták őket. Ez a tény rávilágít a jelen és ehhez hasonló hazai vizsgálatok természetvédelmi, konzerváció-ökológiai jelentőségére is és alátámasztja a hosszú távú rovarmonitorozás szükségességét.

Következtetések:

1. A hosszú távú futóbogárpopuláció-mintázatok többé-kevésbé átfedőek, mivel a populációs csúcsok az egyes fajoknál gyakran ugyanarra az évre esnek. A fluktuációs mintázat egyik faj esetében sem tartalmazott periódikus komponenset. Az átlagos populációdinamikai-mintázatok gyengén növekvő, hosszú távú trenddel jellemezhetők a vizsgált időszakban.
2. A klímaváltozók közül a nedvességgel és hőmérséklettel együttesen kapcsolatos szárazsági klíma-karakterisztikáknak (csapadékhiány, aszály) gyenge hatását tapasztaltuk futóbogarak hosszú távú fluktuációs mintázatára, amennyiben a *H. calceatus* és az *S. mixtus* fajok esetében az aszály növekvő mértékénél csökkenő populációméret a jellemző. A *H. rufipes* futóbogár mint mezofrekvens faj inkább függetlennek tekinthető a szárazság mértékétől.
3. A xerofilnek tartott *H. calceatus* az ariditás növekedésére a várttal ellentétes, csökkenő abundanciaszintje arra utal, hogy e faj élőhely-preferenciája a hazai klimatikus viszonyok között inkább mezofilnek tekinthető.
4. A klímaváltozás a futóbogarak hosszú távú populációdinamikájára gyakorolt hatásainak kimutatására további monitorozásra van szükség.

Szívócsapdás levéltetű-monitorozással kapcsolatos kutatási eredmények

Anyag és módszerek

1. A gyűjtési módszer. Az anyag gyűjtése az Alföld közepén a mezőgazdasági termőterülettel körülvett Szolnokon felállított 12,2 m magasságú rothamstedi típusú szívócsapdával történt. A szívócsapda április 1-jétől október 30-ig üzemelt. Óránként 3000 m³ levegőt szívott be a levegőben jelenlevő aeroplanktonnal együtt. A begyűjtött anyagot naponta kiürítettük és a fogott anyagból a levéltetveket meghatároztuk. Vizsgálataink az 1990-től 1997-ig terjedő időszakra vonatkoznak.

2. A klímaváltozók és az alkalmazott statisztikai elemzések. Megegyeznek az előbbi két csoportnál alkalmazottakkal, kiegészítve egy további mutatóval, az α -diverzitási értékkel.

Eredmények és következtetések

A levéltetvek fajdiverzitásának hosszú távú fluktuációs mintázatát szemléltető 14. ábrán látható, hogy a vizsgált időszak közepéig a diverzitás értéke csökkent, majd egy közel állandó szintre beállt.

A levéltetvek évi fajsámváltozásának trendje (15. ábra) nem mutat változást az ariditás mértékének függvényében, ill. a vizsgálati időszak hossza nem volt elegendő ezen a tendencia kimutatására. Az ariditás függvényében számított összes fogott levéltetűre vonatkozó diverzitásértékek enyhén csökkenő trendet mutatnak (16. ábra).

A szívócsapdával gyűjtött levéltetű-együttes évi összegyedszáma magasabb a szárazabb években (17. ábra), amely feltehetően néhány xerofil faj magasabb egyedszámából adódott. Ez alapján az aszályosabb években, összességében, nagyobb fogások várhatók. A szárazabb években a repülő egyedek magasabb számát részben morfológiai felépítésük is magyarázza.

A szívócsapdában a négy leggyakrabban előfordult faj évi abundancia-változásának trendjét az ariditás mértékének függvényében a 18–21. ábrák szemléltetik. A vizsgálati időszak hossza nem tette lehetővé valódi trendek megállapítását, azonban az megállapítható ezek alapján is, hogy a *Diuraphis noxia* – eltérően a másik 3 fajtól – nagyobb mértékben szaporodott fel az aszályos években.

Pókok monitorozásával kapcsolatos eredmények

Hazai agrárterületek pókközösségeinek diverzitásfelmérése

Projektadatok:

1. A projekt célja: Magyarországi agrárterületek három modellkultúrájában (búza, lucerna, almás gyümölcsös) pókközösségek diverzitásának felmérése és adatbázis készítése, potenciális természetesellenség-fajok azonosítása.
2. Kulcsszavak: diverzitásfelmérés, agroökoszisztémák, természetes ellenség, generalista ragadozók, környezetkímélő növényvédelem.
3. Projekt időtartama: 1994–1998, folytatás lehetősége.
4. Projektfelelős: Samu Ferenc.
5. Részt vevő intézmények: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest, Szent István Egyetem, Gödöllő, Pannon Agrártudományi Egyetem, Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola.

Finanszírozás: OTKA, KTM–MTA Kutatási Program.

Produktumadatok:

1. Név: Pókok (*Araneae*) agrofaunisztikai adatbázis.
2. Létrehozók: Samu Ferenc.
3. Rekordinformációk: A fejlődési állapottól függően család, génusz vagy faji szintig meghatározott pókanyag információjának tárolása relációs adatbázisban fejlődési alak, nem (szex), gyűjtési módszer, mintavételi

jellemzők, alminta-azonosító, gyűjtési dátum, lokalitás, habitat, növény-társulás, mezőgazdasági kultúra szerint.

4. Rekordszám: 8241.
5. Platform: FoxPro for Windows 2.5.
6. Hozzáfért: Samu Ferenc, MTA NKI Julianna-majori telephely.
7. Export, import: FoxPro Windows export-import funkciói.

A kutatási program résztvevői arra vállalkoznak, hogy Magyarországon az eddig ilyen szempontból nem vizsgált mezőgazdasági területek pókfaunáját tanulmányozzák. A fauna megismerése önmagában is fontos feladat, ugyanakkor előfeltétele minden egyéb ökológiai vizsgálatnak. Jelen projekt azt a célt tűzte ki maga elé, hogy a hazai agrárterületek pókfaunájáról készítsen egy előzetes felmérést, amelynek az alapját néhány kiválasztott kultúrában, az országban több helyütt végzendő kvantitatív gyűjtés jelenti. A kvantitatív gyűjtések lehetővé tennék, hogy a fajlistán túl tájékozódjunk a fajok dominanciaviszonyairól, megtudjuk, hogy az ország túlnyomó részét kitevő agrárterületeken talált diverzitás hogyan viszonyul a természetes élőhelyeken mérhető diverzitáshoz. A program elsődleges haszna egy az adatokat nagy felbontásban tároló adatbázis. Az adatbázis teremti meg annak az alapját, hogy a későbbiekben elemezhessük a vizsgált pók közösségek szerkezetét, vizsgálhassuk eredetüket is, azt a kérdést, hogy a mezőgazdasági földek mely természetes közösségekből gyűjtik be fajaikat, mennyire állandó és jellemző az erős emberi behatás alatt álló közösségek fajösszetétele.

A program során az 1994 óta tartó gyűjtések 3 modellkultúrára: búzára, lucernára és almás gyümölcsösökre koncentrálnak. A kiválasztást ezen kultúrák eltérő fiziognómiája, élettartama és művelési módjának különbözősége indokolja. A kiválasztott mezőgazdasági kultúrákban egységes kvantitatív mintavételezési program szerint az országban több helyütt végeztek felvételezéseket. Két alap mintavételi módszer a kézi motoros rovarszippantó és a talajcsapdázás. Ezek kombinációja – a szintén a projekt kapcsán végzett – metodológiai vizsgálataink szerint jó hatásokkal képezi le a pók közösségek tényleges összetételét.

Az eddig elvégzett gyűjtés feldolgozása (válogatás, határozás, adatbevitel) folyamatos, kb. 70%-os készülségű. Az adatbázis jelenleg 8241 mintavételi egységből származó adatot tartalmaz, amelyekből több mint 70 ezer egyed adatai kerültek tárolásra. Ezek összesen 385 fajt képviselnek, hazánk pókfaunájának több mint 50%-át! Ezekből kiválasztva a két vizsgált szántóföldi kultúrát, a lucernában összesen 204, a búzában pedig 178 pókfajt találtunk. Az adatok további feldolgozása folyik és részeredményeinkből pedig néhány, a vizsgált pókegyüttesek ökológiai értékelését tárgyaló dolgozat jelent meg.

A magyar pókfauna fajai és bibliográfiája törzsadattár

Projektadatok:

1. Projekt célja: Érvényes pókfajnevek és szinonimiák törzsadattárának, a fajok magyarországi szakirodalmi rekordjainak és komplett check-lista elkészítése.
2. Kulcsszavak: taxon-névkatálógus, adatbázis, törzsadattár, diverzitás, check-lista.
3. Projekt időtartama: 1996–1998, utána folyamatos karbantartás.
4. Projektfelelősök: Samu Ferenc, Szinétár Csaba.
5. Részt vevő intézmények: MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest, Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Szombathely.
6. Finanszírozás: OTKA, KTMA–MTA Kutatási Program.

Produktumadatok:

1. Név: Magyar pókfauna fajai és bibliográfiája – adatbázis.
2. Létrehozók: Samu Ferenc.
3. Rekordinformációk: Fajok érvényes nevei és szinonimjai, publikációk bibliográfiai adatai és e kettő metszete: az egyes publikációkban a mai Magyarország területéről említett fajok felsorolása.
4. Rekordszám: 5998.
5. Platform: Windows 95, Access 7.0.
6. Hozzáférés: Samu Ferenc, MTA NKI Julianna-majori telephely.
7. Export, import: Access export-import funkciói

Chyzer és Kulczynski 1918-as listája óta az első magyarországi pók check-lista készült el. A lista tartalmazza a fenti lista 1900 rekordjainak kritikai átvételét, és az 1900–1996 közötti teljes magyar és nemzetközi irodalom Magyarországra vonatkozó utalásait. Ehhez először összeállítottuk és megjelentettük a magyarországi arachnológiai bibliográfiát, amely jelen projekt közvetlen előzményének is tekinthető.

A listában csak a mai Magyarország területén talált utalások, fajok szerepelnek. Az eredeti utalások a megadott lelőhelyek szerint – régi helységnév-tárak és térképek segítségével – ilyen szempontból meg lettek szűrve, az adatbázisba csak a mai határokon inneni adatok kerültek be.

A nevezéktan a legújabb katalógust (Platnick, 1997) követi, az ehhez képest képzett szinonimok az adatbázisban fellelhetők. Ennek alapját a taxon-törzs-adatbázis képezi, amely hazánkban, illetve Közép-Európában potenciálisan előforduló érvényes fajneveket (azok minden kiegészítő adatával) tartalmazza. Az érvényes pók-taxonnevek a háttér törzsadattárban jelenleg 1962, amelyekhez 630 szinonim kapcsolódik. A kódolás rugalmassága lehetővé teszi, hogy a pók-törzsadatbázis része lehessen a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer készülőben lévő törzsadatbázisainak, de biztosított a más nemzetközi biodiverzitás adatbázisokkal (pl. Biota) való kompatibilitás is.

Az egyes utalások érvényességét több szempontból is ellenőriztük, amely kiterjedt a taxonómiai név mai érvényes névvel való azonosíthatóságára és az utalás valószínűsíthető helyességére. Ez utóbbi különösen a kevés rekorddal jelentkező fajok esetében volt fontos. A helyességet a fajok irodalomból ismert ökológiai sajátásaival, elterjedésével, a szerző esetleges későbbi ön-revíziójával, mások által közölt revízióval, valamint saját publikálatlan adatok segítségével valószínűsítettük.

Az ellenőrzési procedúra során 10 nominális fajról mondtuk ki, hogy *nomen dubium*. További 17 faj maradt ki a check-listából, mert az ellenőrzés során jelenlétét igen valószínűtlennek találtuk. Tizenhat olyan rekord volt, amely ugyan bekerült a listába, de külön felhívtuk a figyelmet arra, hogy bizonytalannak ítéltető meg. Végül a lista tartalmazza az 1900 óta Magyarországról leírt fajokat, szám szerint hetet. Az így összeállt check-lista vég-eredményben 724 faj publikációban történő említését állapítja meg a mai Magyarország területéről.

Agroökológiai kutatások modern műszeres infrastruktúrájának fejlesztése

Az infrastruktúra-fejlesztés megvalósítása

Célunk egy modern fény- és sztereo-mikroszkópokból álló hálózat kiépítése, amely lehetőséget ad az apró rovarok gyors számolására, morfometriai vizsgálatok gyors és pontos elvégzésére, az adatok azonnali számítógépes adatbázisba vitelére, statisztikai feldolgozására. Továbbá ez a rendszer lehetővé teszi a kézi rajzolások kiváltását, a mikroszkópban látott kép azonnali kinyomtatásával is.

A kutatási támogatás lehetővé tette a tervezett modern agroökológiai műszeres infrastruktúra kiépítését. A rendelkezésre álló keretből megrendeltük a tervezett BX40 típusú kutatómikroszkópot 9642 DM értékben.

A pályázott összeg részleges elnyerése, illetve egyéb pályázatainknál előállt hasonló helyzet miatt a teljes rendszer kiépítéséhez (digitális kamera, video-printer, képfeldolgozó szoftver, rajzoló) még további forrásokra lesz szükség az elkövetkezendő években. Erre infrastrukturális pályázatot nyújtottunk be az OTKA-hoz és az OTKA-bizottság ígérete szerint, figyelembe veszik igényünket. Ugyancsak remény van a most be nem szerzett eszközök egy részének központi akadémiai műszerkeretből történő megvételére. A tervezett műszeregyüttes 2000-re már teljesen működni fog, és ettől kezdve szolgálhatja teljes egészében a kitűzött tudományos célok megvalósítását.

A végzett kutatások eredménye

A KTM által koordinált Magyarországon előforduló fajok törzsadattár Orsolya 1.0 programjának pajzstetűfajok adatbázisát 1998-ban az 1997. év adatainak bevitelével felfrissítettük.

1998-ban folytattuk az újabb adatok gyűjtését az agrárterületeken kívül a Sas-hegyi Természetvédelmi Területen, a Körös–Maros Nemzeti Park területein, valamint újabb vizsgálatokat kezdtünk a Balatoni Nemzeti Park pajzstetűfaunájának feltárására is.

Közös, több országra kiterjedő kutatási programot indítottunk be olasz partnerekkel, az indikátorként felhasználható pajzstetűfajok elterjedésének és fenológiai különbségeinek megállapítására. A vizsgálatok során elsőként mutattuk ki Ausztriában a *Pseudaulacaspis pentagona* jelenlétét feromoncsapda segítségével, majd később sikerült lokalizálni a fertőzést is. 1998-ban egész szezonnra kiterjedő fenológiai célú csapdázást indítottunk be Ausztriában.

Folytattuk az éghajlatváltozásait jól indikáló *Pseudaulacaspis pentagona* terjedésének és egyedszám-ingadozásainak vizsgálatára irányuló csapdázásainkat az ország különböző részein, valamint Szlovákiában is. 1998-ban rendkívül erős tömegszaporodást regisztráltunk elsősorban Budapesten és Debrecenben. Pozsonyban a faj még továbbra sem jelent meg. Hasonlóan mentes még Magyarország délkeleti és északnyugati része is. Folytattuk a fenológiai összehasonlító vizsgálatainkat Magyarország és Észak-Olaszország területei között is, amelynek eredményeiről egy publikáció már megjelent.

A vegyszermentes növényvédelmi módszerek közül 1998-ban publikációnk jelent meg a kaliforniai pajzstetű elleni hőkezelések hatásairól, valamint az integrált védekezés lehetőségeiről az almásokban.

A pályázati téma kapcsán megjelent publikációk (1997–1999)

Basky Z.: Fluctuation of cereal aphid abundance in the suction trap in Hungary. *Fifth International Symposium on Aphids (Aphids in natural and managed Ecosystems)*, Leon, 1997, 85.

Basky Z.–Pribék D.–Gáborjány R.: Flight and transmission activity of PPV vector aphids. *J. Aphidol.*, 1997. 11. 21–27.

Fowjhan M. A.–Kozár F.: Scale insects on stone fruits in Afghanistan and Iran. *IOBC WPRS Bulletin*, 1998. 1–10.

Horváth F.–Rapcsák T.–Fölsz F.–Hoffer J.–Lőkös L.–Peregovits L.–Rajczy M.–Samu F.–Szép T.–Szilágyi G.: A Biodiverzitás-monitorozó Program metaadatbázisának terve (TERMET). In Horváth F.–Rapcsák T.–Szilágyi G. (szerk.): *Nemzeti Biodiverzitásmonitorozó Rendszer I. Informatikai alapozás*. Budapest, 1997, Magyar Természettudományi Múzeum, 88–105.

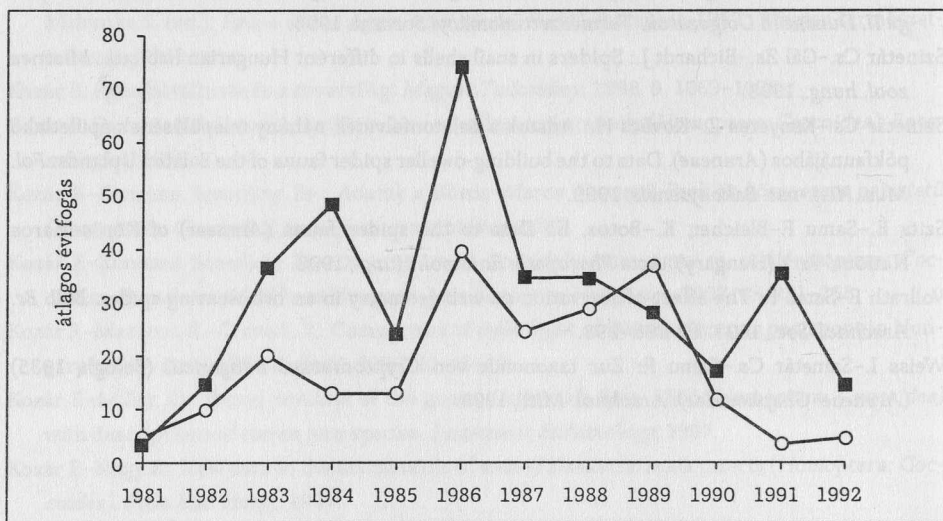
Horváth R.–Szinetár Cs.: Study of the bark-dwelling spiders (Araneae) on black pine (*Pinus nigra*) I. *Miscnea zool. hung.*, 1998.

- Jenser G.-Balázs K.-Erdélyi Cs.-Haltrich A.-Kozár F.-Markó V.-Rácz V.-Samu F.: The effect of integrated pest management program on the arthropod populations in a Hungarian apple orchard. *Zahradnictví – Hort. Sci. (Prague)*, 1997. 24. 63–76.
- Kádár F.-Szentkirályi F.: Seasonal flight pattern of *H. rufipes* (De Geer) captured by light traps in Hungary (Coleoptera: Carabidae). *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, 1998. 33. 351–361.
- Kozár F.: Insects in a Changing World. *Acta Phytopath et Entom. Hung.*, 1997. 32. 129–139.
- Kozár F.: Data to the scale insect fauna (Homoptera: Coccoidea) of the Aggtelek National Park. In Mahunka S. (ed.): *Fauna of the Aggtelek National Park I*. Budapest, 1997., Magyar Természettudományi Múzeum.
- Kozár F.: Éghajlatváltozás és a rovarvilág. *Magyar Tudomány*, 1998. 9. 1069–1076.
- Kozár F.: Some new data to the methods, how to collect scale insects (Homoptera: Coccoidea). *Entomologica*, 1998.
- Kozár F.-Konczné Benedicty Zs.: Adatok a Körös-Maros Nemzeti Park és környezete pajzstetű (Homoptera: Coccoidea) faunájának ismeretéhez. 1997.
- Kozár F.-Konczné Benedicty Zs.: Description of *Coccidohystrix samui* sp. n. (Homoptera: Coccoidea, Pseudococcidae) from Hungary. *Acta Zoologica Hungarica*, 1997. 43. 251–255.
- Kozár F.-Mazzoni, E.-Cravedi, P.: Comparison of male flight of *Pseudaulacaspis pentagona* in Hungary and N.-Italy. *IOBC Bulletin*, 1997. 20. 43–49.
- Kozár F.-Miller, D.: World revision of the genus *Ortheziola* Sulc, 1895 (Homoptera: Coccoidea) with descriptions of eleven new species. *Systematic Entomology*, 1997.
- Kozár F.-Nagy B.: New data to the distribution of some Palaearctic scale insects (Homoptera: Coccoidea). *Folia Ent. Hung.*, 1997.
- Lurie, S.-Fallik, E.-Klein, J. D.-Kozár F.-Kovács K.: Postharvest heat treatment of apples to control San Jose scale (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock) and Blue Mold (*Penicillium expansum* Link) and maintain fruit firmness. *J. of the American Society for Horticultural Science*, 1998. 123. 110–114.
- Mani, E.-Kozár F.-Schwaller, F.-Hippe, C.: Auftreten und Biologie der Maulbeerschildlaus, *Pseudaulacaspis pentagona* (Homoptera: Diaspididae) in der Schweiz. *Mit. Schweiz. Entom. Ges.*, 1997. 70. 399–408.
- Samu F.-Németh J.-Kiss B.: Assessment of the efficiency of a hand-held suction device for sampling spiders: improved density estimation or oversampling? *Ann. Appl. Biol.*, 1997. 130. 371–378.
- Samu F.-Rácz V.-Erdélyi Cs.-Balázs K.: Spiders of the foliage and herbaceous layer of an IPM orchard in Kecske-mét-Szarkás, Hungary. *Biol. Agric. Horticult.*, 1997. 15. 131–140.
- Samu F.-Németh J.-Tóth F.-Szita É.-Kiss B.-Szinétár Cs.: Are two cohorts responsible for bimodal life history pattern in the wolf spider *Pardosa agrestis* in Hungary? *Proc. 17th European Colloquium of Arachnology, Edinburgh*. 1998, 215–221.
- Samu F.-Sunderland, K. D.-Szinétár Cs.: Scale-dependent dispersal and distribution patterns of spiders in agricultural systems: a review. *J. Arachnol.*, 1998.
- Samu F.-Szinétár Cs.: Bibliographic check list of the Hungarian spider fauna. *Bull. Br. Arachnol. Soc.*, 1998.
- Samu F.-Toft, S.-Kiss B.: Factors influencing cannibalism in the wolf spider *Pardosa agrestis* (Araneae, Lycosidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1998.

Függelék

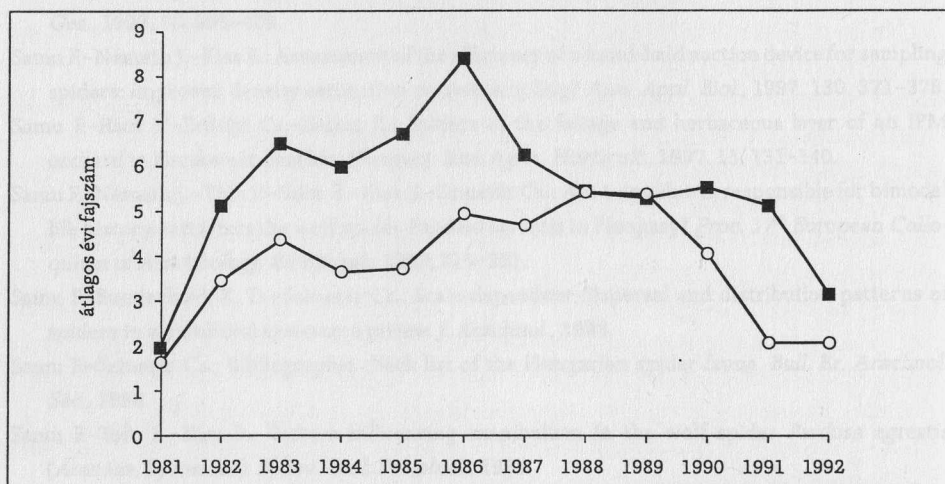
1. ábra

A barnafátyolka-együttesek hosszú távú fluktuációs mintázatai a síkvidéki (○) és a hegy-domb vidéki (■) régiókban az évi átlagos fénycsapdás fogások (példány/hely/év) alapján



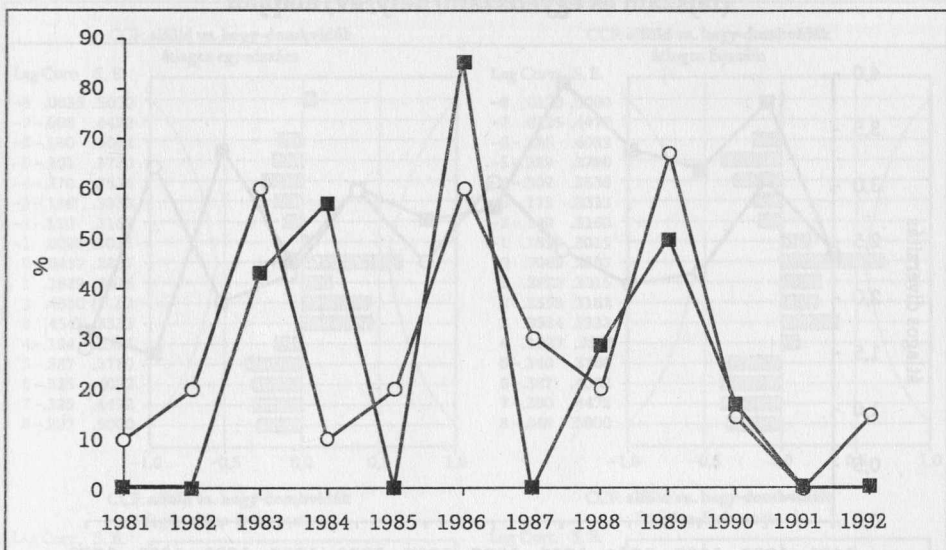
2. ábra

A barnafátyolka-együttesek fajgazdaságának hosszú távú fluktuációs mintázatai a síkvidéki (○) és a hegy-dombvidéki (■) régiókban az évi átlagos fénycsapdás fogások (fajszám/hely/év) alapján



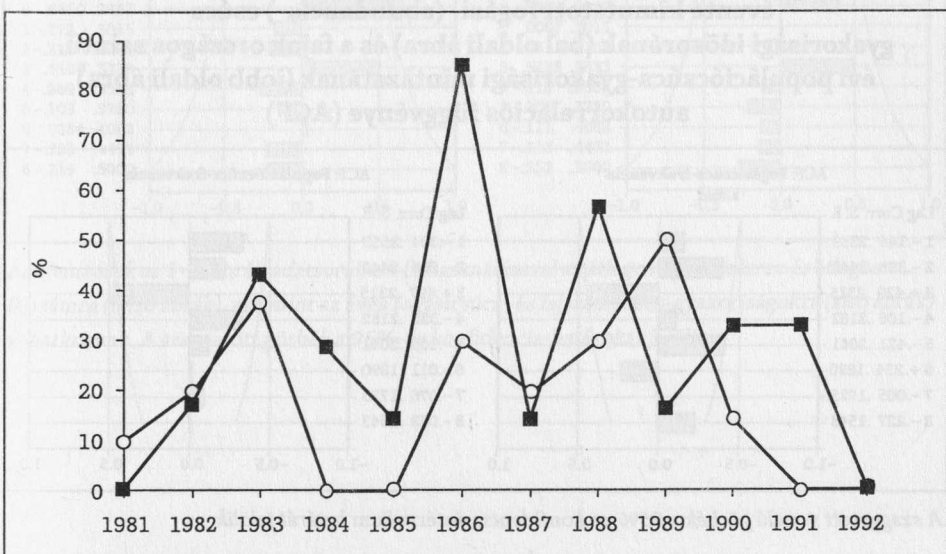
3. ábra

A barnafátyolka-együttesek évenkénti fogásicsúcs-gyakoriságai a síkvidéki (○) és a hegy-domb vidéki (■) régió fénycsapdáiban az összes állomás százalékában kifejezve



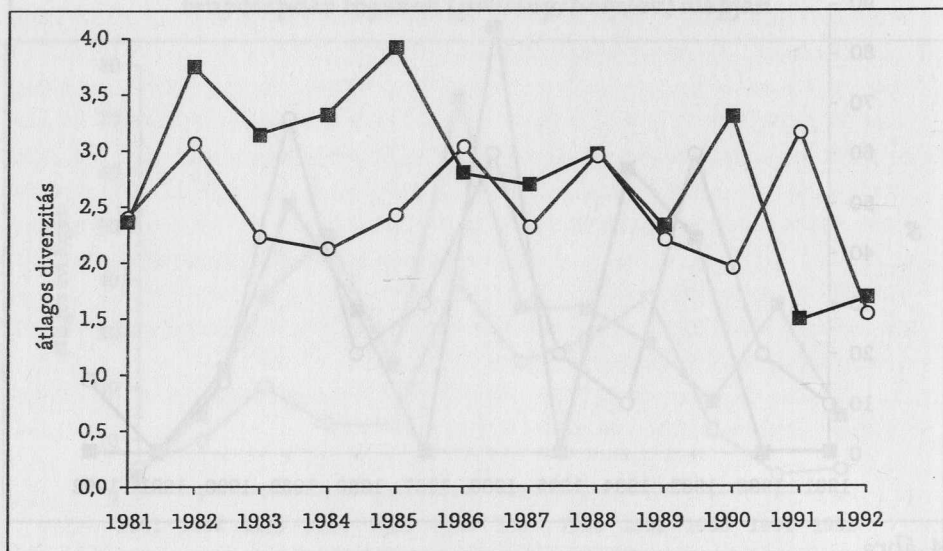
4. ábra

A barnafátyolka-együttesek évente kimutatott fajszámcsúcs-gyakoriságai a síkvidéki (○) és a hegy-domb vidéki (■) régiók fénycsapdáiban az összes állomás százalékában kifejezve



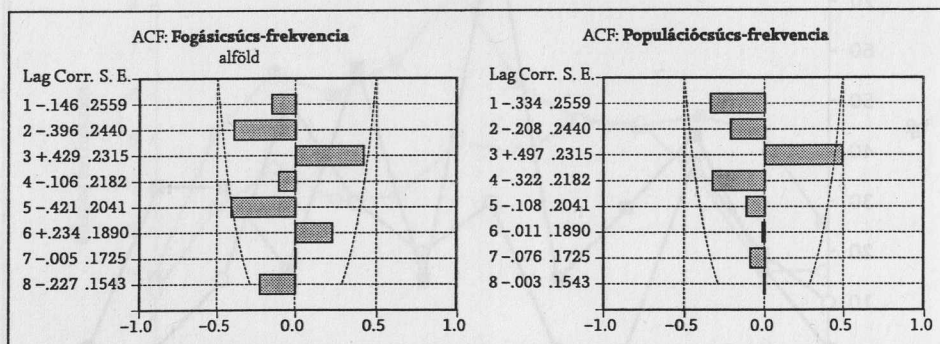
5. ábra

A barnafátyolka-együttesek átlagos évi faji diverzitásainak (alfa diverzitás) fluktuációs mintázatai a síkvidéki (○) és a hegy-domb vidéki (■) régiókban a fénycsapdás fogások (fajszám és egyedszám/hely/év) alapján



6. ábra

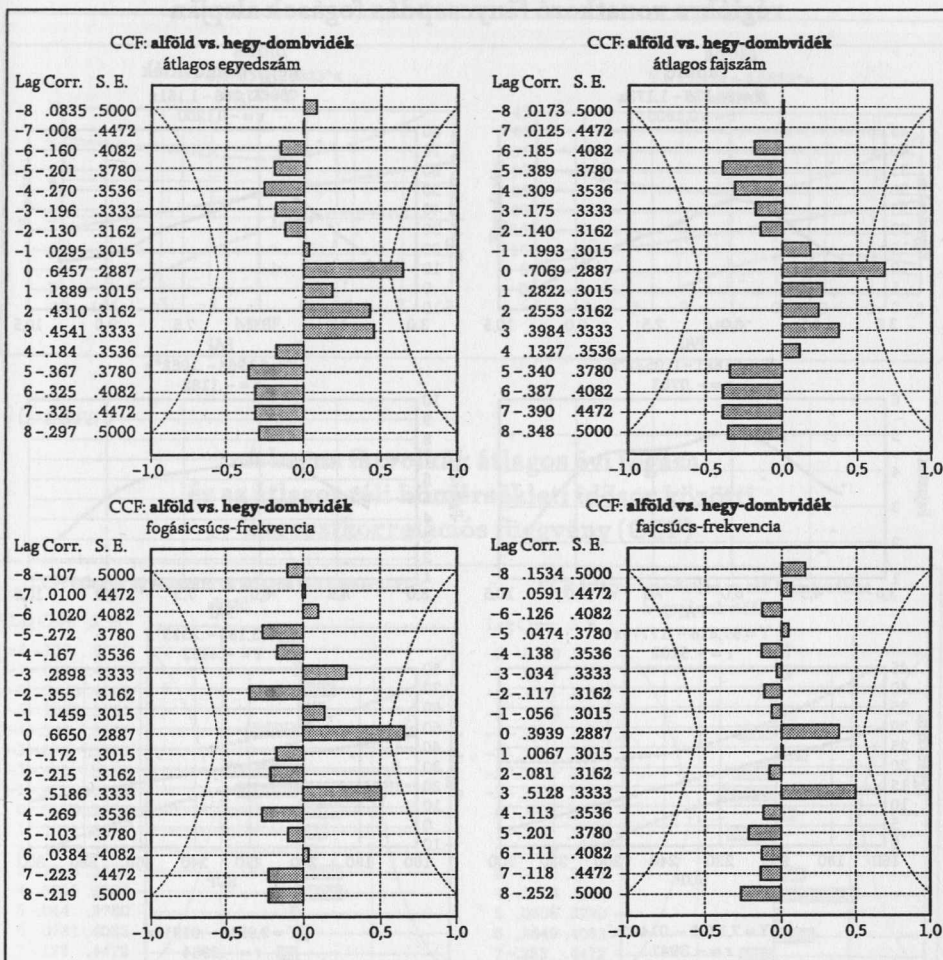
A barnafátyolka-együttesek a síkvidéki fénycsapdákból évente kimutatott fogási- (abundancia-) csúcs-gyakorisági idősorának (bal oldali ábra) és a fajok országos szintű, évi populációcsúcs-gyakorisági mintázatának (jobb oldali ábra) autokorrelációs függvénye (ACF)



A szaggatott vonalú görbék a 95%-os konfidencia-intervallum határát jelölik.

7. ábra

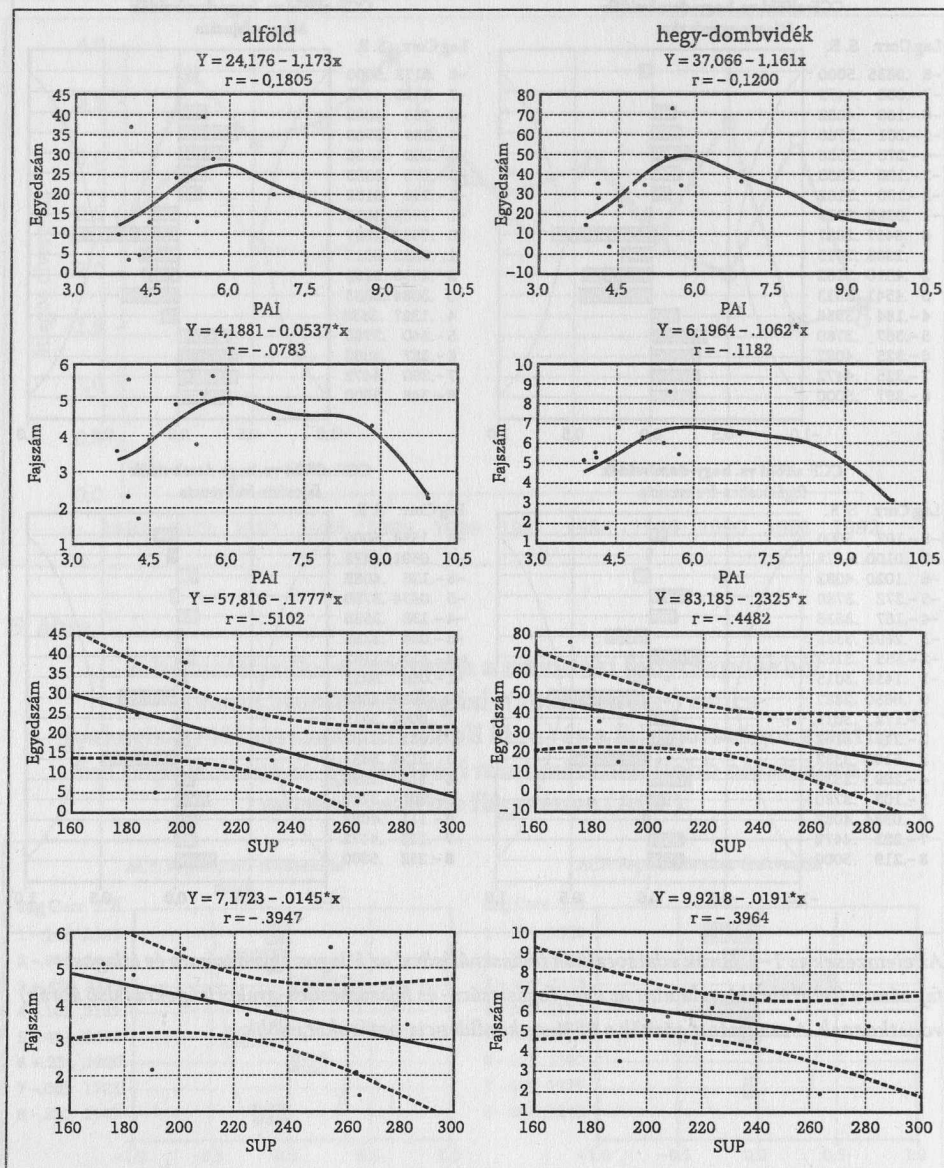
**A barnafátyolka-együttesek hosszú távú fluktuációs mintázatainak
a hegy- és síkvidéki régiók közötti szinkronitás-vizsgálata
keresztkorrelációs idősoranalízissel**



Az elemzések az 1-4. ábrák adatainak felhasználásával az átlagos egyedszámról és átlagos fajsámról (felső ábrák), valamint az éves fogásicsúcs- és fajsámcúcs-gyakoriságokra (alsó ábrák) vonatkoznak. A szaggatott görbék a 95%-os konfidencia-határokat jelölik.

8. ábra

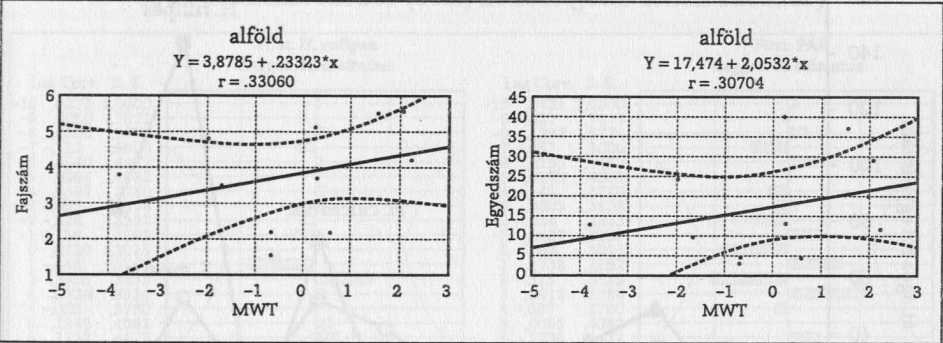
A klimatikusindex-értékek a barnafátyolka-együttesek évi átlagos egyedszámára és fajszámára gyakorolt hatásainak regressziós elemzése az alföldi (bal oldali ábraoszlop) és a hegyvidéki (jobb oldali ábraoszlop) régiókra vonatkozó fénycsapdás fogások alapján



PAI: Pálfai-féle évenkénti ariditási index, SUP: évi átlagos nyári csapadékösszeg.

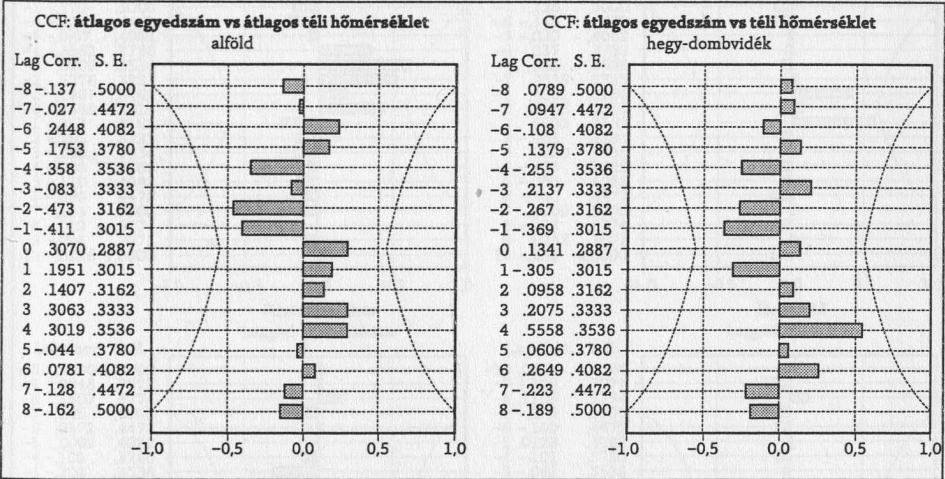
9. ábra

Az átlagos téli hőmérsékletnek (MWT) a barna fátyolkák
 átlagos évi egyed- és fajszámára gyakorolt hatásának elemzése
 az alföldi régió fénycsapdás fogásainak alapján



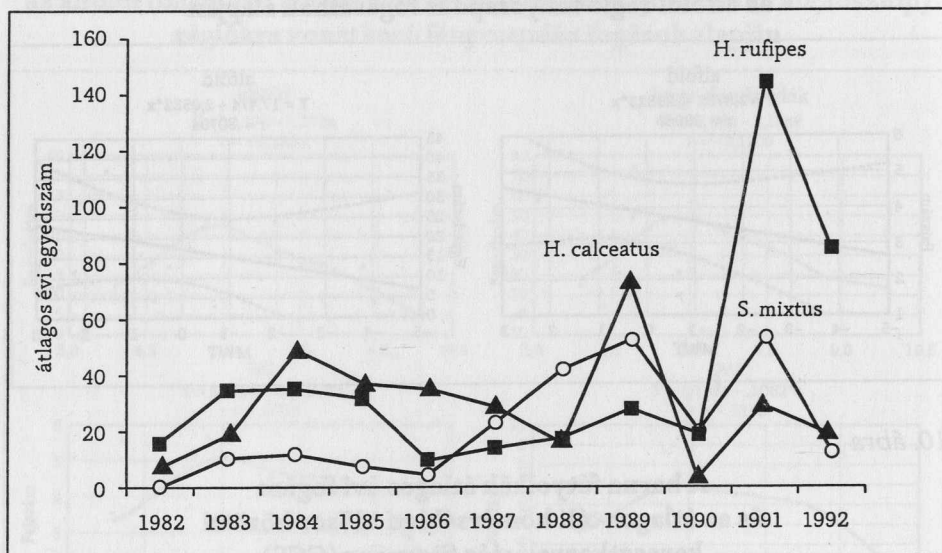
10. ábra

A barna fátyolkák átlagos évi fogása
 és az átlagos téli hőmérsékleti idősor közötti
 keresztkorrelációs függvény (CCF)

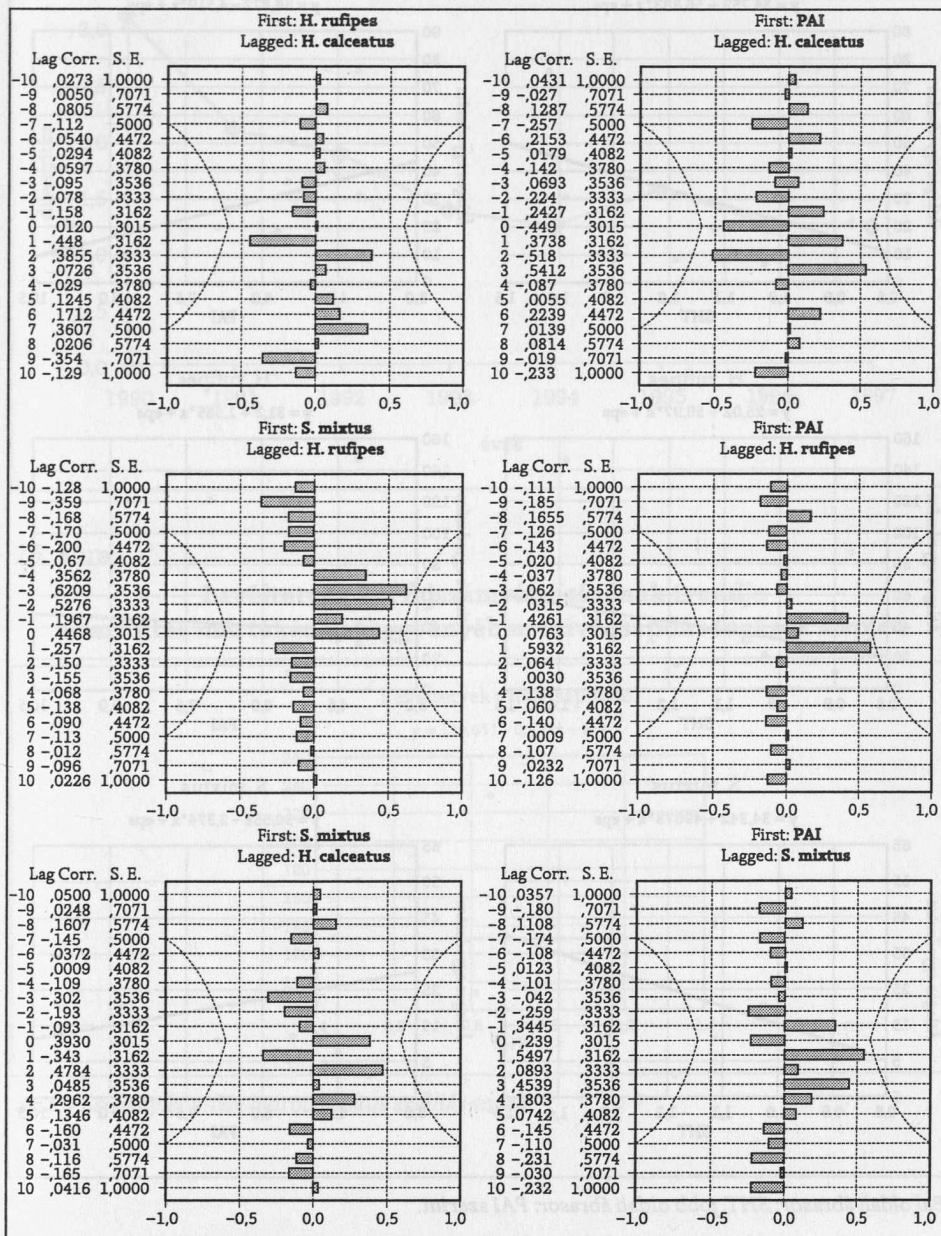


11. ábra

Példa futóbogárfajok hosszú távú fluktuációs mintázatára
fénycspadás fogásos alapján

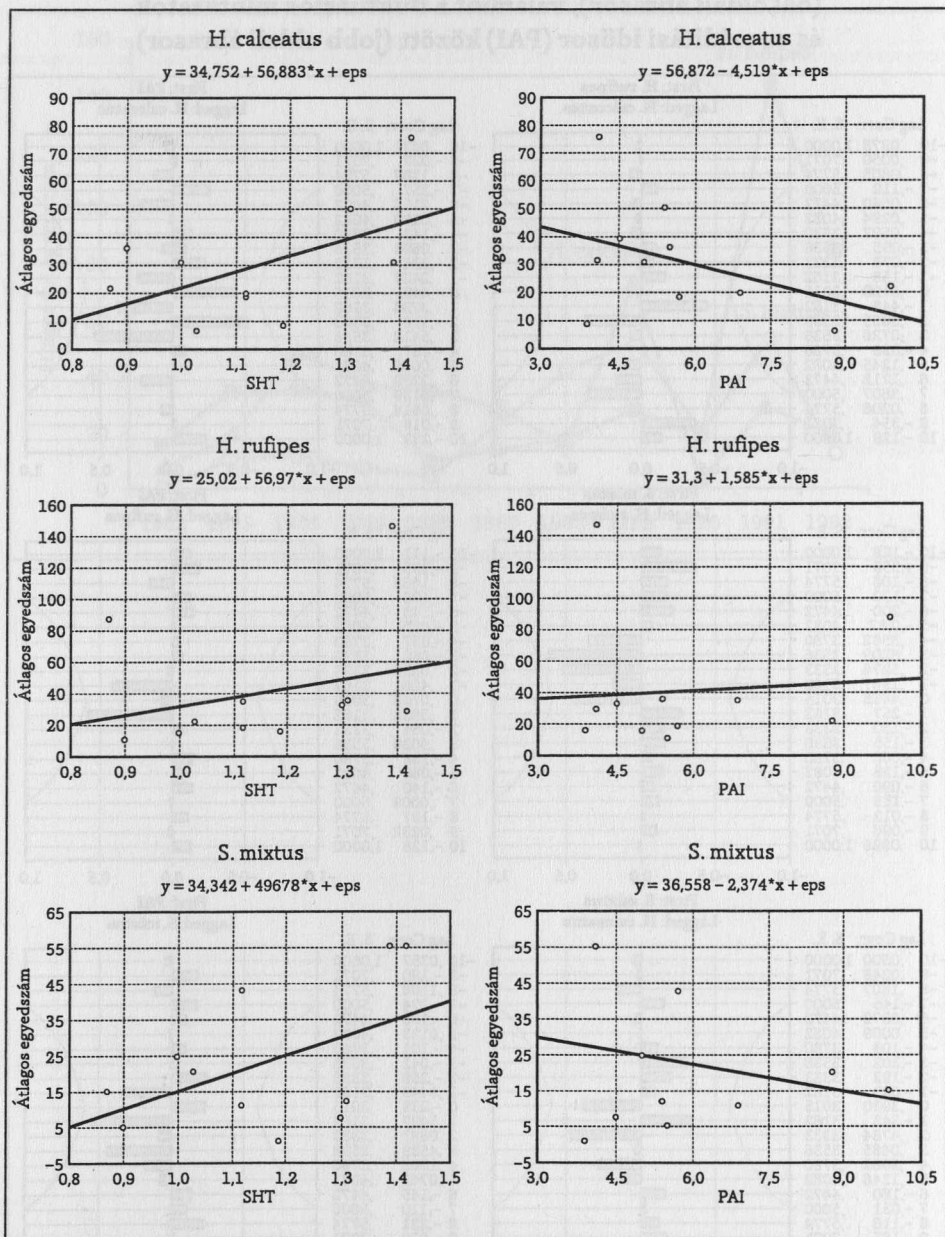


A keresztkorrelációs függvények szerinti szinkronitás mértéke a futóbogárfajok hosszú távú fluktuációs mintázatai között (bal oldali ábrásor), valamint a fluktuációs mintázatok és az ariditási idősor (PAI) között (jobb oldali ábrásor)



13. ábra

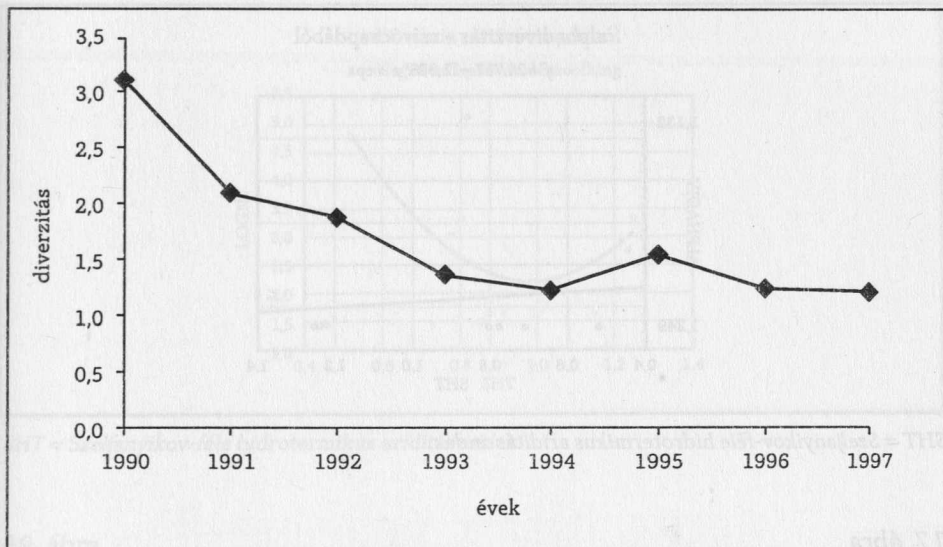
A futóbogarak abundancia-változásának trendje az ariditás mértéke szerint fénycsapdás fogások alapján



Bal oldali ábrásor: SHT, jobb oldali ábrásor: PAI szerint.

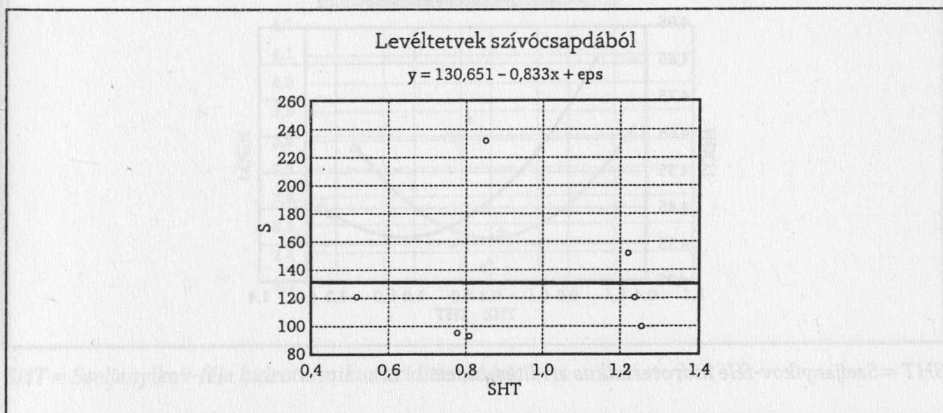
14. ábra

Levéltetvek fajdiverzitásának (a diverzitási index) hosszú távú fluktuációs mintázata a szolnoki szívócsapda éves fogásainak alapján



15. ábra

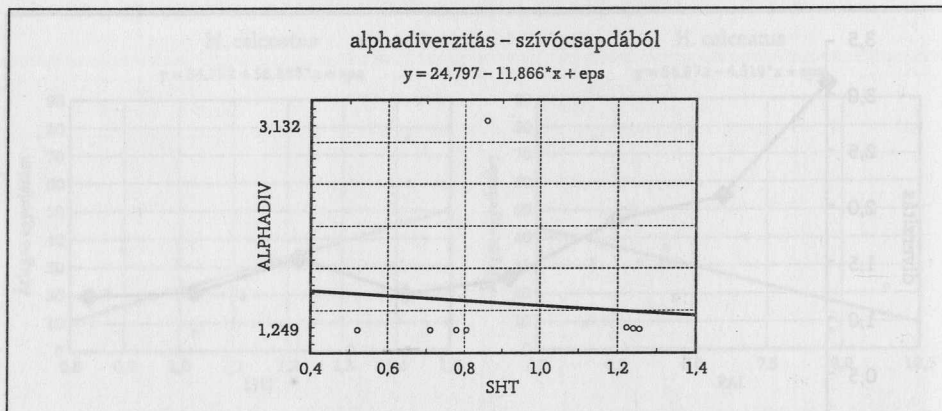
Levéltetvek évi fajszámváltozásának trendje az ariditás mértékének függvényében szívócsapdás fogások alapján



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

16. ábra

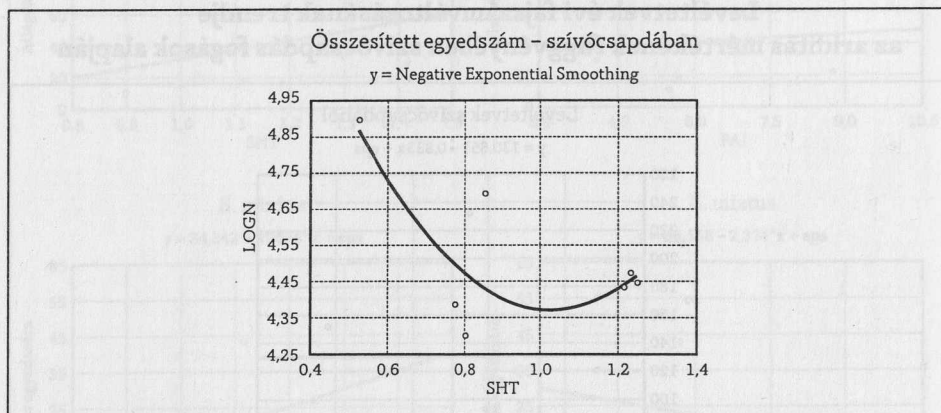
Szívócsapdával gyűjtött levéltetű együttes évi fajdiverzitás változásának trendje az ariditás mértékének függvényében



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

17. ábra

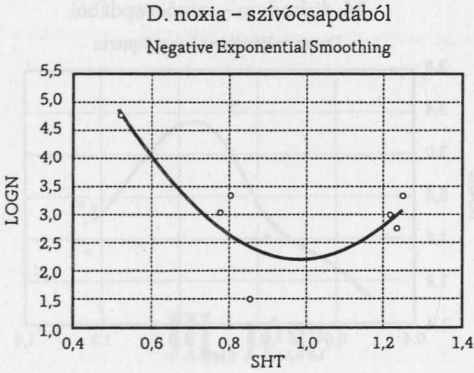
Szívócsapdával gyűjtött levéltetű-együttes évi összegyedszám-változásának trendje az ariditás mértékének függvényében



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

18. ábra

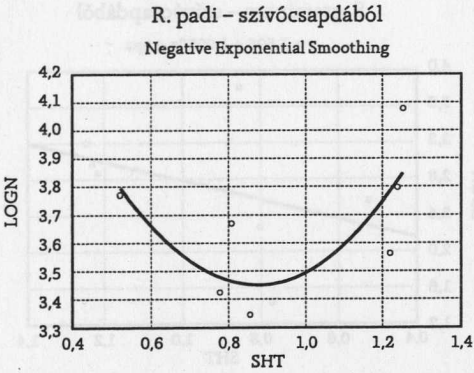
Szívócsapdával gyűjtött *D. noxia* levéltetűfaj évi abundancia-
változásának trendje az ariditás mértékének függvényében



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

19. ábra

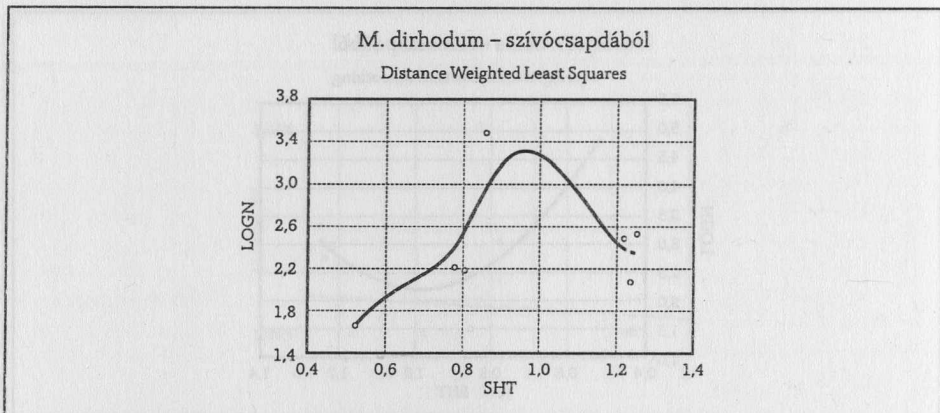
Szívócsapdával gyűjtött *R. padi* levéltetűfaj évi abundancia-
változásának trendje az ariditás mértékének függvényében



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

20. ábra

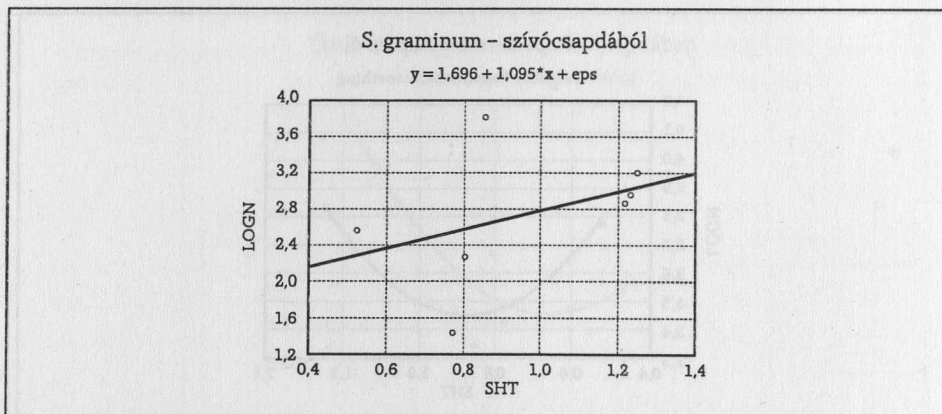
Szívócsapdával gyűjtött *M. dirhodum* levéltetűfaj évi abundancia-változásának trendje az ariditás mértékének függvényében



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

21. ábra

Szívócsapdával gyűjtött *S. gramineum* levéltetűfaj évi abundancia-változásának trendje az ariditás mértékének függvényében



SHT = Szeljanyikov-féle hidrotermikus ariditás-index.

III. rész

**Hosszú távú, modell jellegű,
kísérletes kutatások**

Modell jellegű, hosszú távú, kísérletes ökológiai természetvédelmi kutatások az Alföldre jellemző erdőösszetépp biotop életközösségeiben

A Kiskun-LTER projekt

Az egyeds feletti biológiai és ökológiai kutatások mind a szakterület nemzetközi fórumain, mind az Európai Közösség környezeti politikájában elsőbbséget élveznek. Ez a szakma szempontjából ma már természetesen, hiszen az élőhely-populáció, társulások és táji szintű élőhelymozgások szerkezetében, működésében megfigyelhető változások nagy tér- és időskálán történnek, amiből a kutatások lefedését hozzá kell igazítani.

A tudománypolitika és a kutatások támogatási rendszerét irányító testületek azonban ezt a szükségességet a legtöbb országban mindeddig nem érték el. Kivétel az USA, ahol az NSF általított kutatási pénzalapból a long-term kutatási bármilyen (20 év) folyó munkát kiemelten támogatja.

Magyarországon a hosszú távú ökológiai kutatásoknak jelentős hagyománya vannak. A motivációt részben környezeti problémák, részben tudományos megfontolások jelentették. A Balaton eutrofizálódása, a Duna – mint víztest – vízminőségének romlása, a mezőgazdaságban és erdőgazdálkodásban a munkakörülmények gradációja előre jelzésének igénye főként hosszú távú biológiai vizsgálatokat eredményezett. Az 1960-as évektől indult nemzetközi tudományos programok, mint az ITP és MAB, pedig előszörben populáció-ökológiai és rendszer szintű elemző vizsgálatok elindítását tették lehetővé.

Az 1993-ban az amerikai Long Term Ecological Research (LTER) program vezető kutatóival történő kooperáció eredményeképpen az MTA Ökológiai és Természeti Kutatóintézetében (ÖTKI) ad hoc team szerveződött a magyar és amerikai hagyományok és eredmények ötvöztetésére közös kutatás céljára. A „Development of Hungarian-American Collaborative Research Effort: Biodiversity and Long Term Ecosystem Research” (1994) című pályázatot az NSF és MTA közösen támogatta, végrehajtásában az MTA ÖTKI munkatársainak, azaz BITE, MTA TAKI, MTA NKI, OMSZ szakembereivel volt kapcsolat. Az amerikai

Modell jellegű, hosszú távú, kísérletes ökológiai természetvédelmi kutatások az Alföldre jellemző erdőössztyepp biom életközösségeiben

Az egyed feletti biológiai szerveződés különböző szintjeit átfogó, hosszú távú ökológiai kutatások mind a szakterület nemzetközi fórumain, mind az Európai Közösség környezeti politikájában elsőbbséget élveznek. Ez a szakma szempontjából ma már természetes, hiszen az élőlény-populációk, társulások és táji szintű élőhelymozaikok szerkezetében, működésében megfigyelhető változások nagy tér- és idődimenzióban zajlanak, amihez a kutatások léptékét hozzá kell igazítani.

A tudománypolitika és a kutatások támogatási rendszerét irányító testületek azonban ezt a szükségszerűséget a legtöbb országban mindeddig nem ismerték el. Kivétel az USA, ahol az NSF elkülönített kutatási pénzalapból, a long-term kutatási bázisokon (20 db) folyó munkát kiemelten támogatja.

Magyarországon a hosszú távú ökológiai kutatásoknak jelentős hagyományai vannak. A motivációt részben környezeti problémák, részben tudományos megfontolások jelentették. A Balaton eutrofizálódása, a Duna – mint ivóvízbázis – vízminőségének romlása, a mezőgazdaságban és erdőszetben a rovarkártevők gradációja előrejelzésének igénye főként hosszú távú biodiverzitás-vizsgálatokat eredményezett. Az 1960-as évektől induló nemzetközi tudományos programok, mint az IBP és MAB, pedig elsősorban produkció-biológiai és rendszerszemléletű anyagforgalmi vizsgálatok elindítását tették lehetővé.

Az 1993-ban az amerikai *Long Term Ecological Research* (LTER) program vezető kutatóival történt kooperáció eredményeképpen az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézetében (ÖBKI) ad hoc team szerveződött a magyar és amerikai hagyományok és eredmények ötvöztetését célzó közös kutatás elvégzésére. A „Development of Hungarian–American Collaborative Research Efforts: Biodiversity and Long Term Ecosystem Research” (1994) című pályázatot az NSF és MTA közösen támogatta, végrehajtásában az MTA ÖBKI munkatársain kívül az ELTE, MTA TAKI, MTA NKI, OMSZ szakemberei vettek részt. Az ame-

rikai kutatókkal folytatott többszöri konzultáció és a site látogatásokhoz kötődő tapasztalatcsere nyomán hoztuk létre a „Kiskun-LTER” projekt hosszú távú ökológiai kutatásának tervezetét 1994-ben.

A kutatás tárgyi feltételei

A Kiskunság erdőssztyepp biomjában végzett és tervezett hosszú távú ökológiai kutatások sikerének feltétele egy stabil bázishely, egy long-term site létrehozása.

Hosszú távú vizsgálatok és kísérletek elvégzése csak akkor lehetséges, ha biztosítható, hogy külső és váratlan bolygatásoktól mentes, bekerített, őrzött helyen állítjuk be azokat, és a megfigyelések és regisztrálások több évtizedig is zavartalanul elvégezhetők.

Az elmúlt évben jelentős lépés történt e tekintetben is. A Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága és az MTA ÖBKI igazgatója között elindult tárgyalások nyomán a nemzeti park felajánlotta segítségét egy hosszú távú ökológiai kutatóbázis kiépítéséhez Orgoványban.

A terület kiválasztását szakmai és gyakorlati szempontok indokolták, hiszen viszonylag kis térségben a Kiskunság szinte minden jellegzetes élőhelyét megtaláljuk. A Kiskunsági Nemzeti Park pályázati úton kívánja megteremteni a kutatóbázis épületeinek felépítéséhez, a víz, gáz, villany, csatorna, telefonvonal létesítéséhez szükséges anyagi fedezetet.

A komoly nemzetközi kooperációban folyó kutatásokhoz elengedhetetlen berendezések és eszközök beszerzéséhez, a kutatási infrastruktúra megteremtéséhez szükséges további anyagi eszközökért szeretnénk az MTA megfelelő fórumaihoz folyamodni.

A kutatások célkitűzései

A magyarországi homoki erdőssztyepp reprezentánsaként kiválasztott Kiskunság földrajzi helyzete, átmeneti jellegű klímája és vegetációja révén kiváló objektumul szolgál korunk fő ökológiai kérdése a „global change” hatásainak hosszú távú kísérletes kutatásaira.

A különböző tér- és időléptékben folyó kutatásaink célkitűzése a Kiskunság hierarchikus, mozaikkarakterű vegetációja szerkezetének és működésének feltárása, a különböző szintek tér-idő mintázata kapcsolatainak a tisztázása. A terepen folyó leíró és kísérletes vizsgálatok eredményeinek elemzése, valamint a szimulációs modellezés eszközének alkalmazása nyomán várható, hogy prognosztizálni tudjuk az esetleges klímaváltozás, vagy egyéb antropogén beavatkozások lehetséges hatásait, módszertani útmutatá-

sokat dolgozunk ki a helyes management, az élővilág rekonstrukciója végrehajtására.

A kutatások problematikája a következő főbb címszavakkal adható meg: mintázatok, folyamatok, zavarások, stabilitás, degradáció, regeneráció.

A kutatások fő irányai:

- a hierarchikus foltmozaik és elemei kompozíciójának és struktúráinak feltárása és elemzése,
- a struktúrákhoz kapcsolódó funkciók feltárása, a foltok tér-idő dinamikájának elemzése,
- predikció készítése a jövő mintázatváltozásaira,
- a bolygatások során megsérült vegetáció regenerációjának elősegítése, gyorsítása.

Az ad hoc team által 1997-ben végzett kutatások és eredményeik

A kutatás során a *homokpusztagyepek* és *mozaikjaik* különböző sajátosságainak feltárására összpontosítottuk figyelmünket. Ezt indokolták saját kutatási előzményeink és eddigi eredményeink, valamint részvételünk egy amerikai-magyar, egy kanadai-magyar és egy NATO közös kutatási programban („Selection of LTER site and testing botanical sampling by means of remote sensing”, „Land cover-land use change forced by regional climate change in the Kiskunság”, „US-Hungary grassland comparisons: response of vegetation to environmental constraints and Global Climate Change”).

1997 legfontosabb feladatai közé tartozott a hosszú távú kutatások módszertani megalapozása. Ennek keretében kipróbáltuk a földtudományban és talajtanban használatos geostatisztika módszerét a vegetáció térbeli mintázata különböző skálatartományban történő elemzésére.

Terepvizsgálatok tervezésekor a kritikus skálatartományok kijelölik a vizsgálati területek kívánatos nagyságát és a vizsgálatok szükséges térbeli részletességét az adott léptékű jelenség megfelelő megmintázásához. A geostatisztikai módszerek alkalmazása alapot ad a vizsgálatokhoz szükséges ismétlésszám meghatározásához is. A detektálható mintázatok eltérése eltérő háttérjelenségekre vagy szukcessziós állapotokra utal. A kritikus skálatartományok kijelölik a mintázat szempontjából releváns hatótényezők térbeli léptékét.

A skálát itt a mintavételi egységek topográfiai távolsága reprezentálja. A mintavételi egységek távolságának függvényében megadott varianciabecslések eredményezik a mintázatra jellemző szemivariogramot.

Alapozó vizsgálatként a Kiskunság területén Fülöpházán és Csévharaszon 1250 × 400 m-es mintaterületen belül a homokpusztagyep-állományokba független random pontokra kihelyezett 80, illetve 100 db 4 × 4 m-es kvadrátban, valamint minden egyes 4 × 4 m-es kvadrátba foglalt 4 db (összesen 720 db)

1 m²-es négyzetben történt cönológiai felvételek adataiból a fajok összegzett varianciáit becsülve állítottuk elő a területekre jellemző szemivariogramokat.

A két terület növényzeti mintázata jelentősen különbözőnek bizonyult. Fülöpházán a mintázat terjedelme (range) a homokbuckák távolságának nagyságrendjébe esik, valószínűsítve a lokális domborzat meghatározó szerepét.

Csévharaszton a 4 × 4 m-es és az 1 × 1 m-es kvadrátokban végzett felvételeken alapuló mintázat jelentősen különbözik. A 4 × 4-es mintázat terjedelme a tisztások méretére, az 1 × 1 m-es méretű négyzetek varianciája a domináns gyepalkotók (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthénica*) foltjaira reflektál.

A társulás és élőhelymozaik-foltok térbeli szerkezetének és az azt létrehozó és fenntartó folyamatoknak az elemzésére távérzékelési módszerek alkalmazását kezdtük meg az elmúlt évben. A kanadai–magyar kooperációban folyó munka során tesztelni kívántuk a módszer objektumunkra való alkalmazhatóságát. A távérzékelés finomabb léptékben való alkalmazásának fő problémája az, hogy a mesterséges holdakon üzemelő szenzorok terepi felbontása 1–3 nagyságrenddel durvább, mint a kiskunsági vegetáció habitat, illetve társulásfoltjainak „szemcsézettsége”. Terepi mintavétellel történő kalibrációval e probléma áthidalható és adott objektumra az ebbe fektetett munka hosszú távú vizsgálatoknál megtérül.

A terepi mintázást az elmúlt év vegetációs periódusában Fülöpházán a Landsat TM 1–4-nek megfelelő spektrumtartományokban földi kamerával (EXOTECH-100) történő sugárzásmérések és ezekkel párhuzamos, finom skálájú növényzeti felvételezéssel (fajösszetétel, borítás, fitomassza tömege) valószínűsítettük meg. A felvételezést a homokpusztagyepben tapasztalható produktív és asszociációs grádiens mentén végeztük, hogy a kalibráció kiterjedjen a „nyíltabb” és „zártabb”, valamint a fajgazdagabb „diverz” és „monodomináns” *Festucas* állományokra.

A sugárzási (reflektancia) adatokból többféle, a produktív jellemző index számítható, ilyen pl. a „normált differencia vegetációs index” (NDVI). Magasabb értékei nagyobb biomasszát jelentenek.

Terepi méréseink alapján a diverz, nagyobb fitomasszájú foltok NDVI értéke 35,88-nak, a ritkább, *Festucas* foltoké 23,09-nek adódott. Az előfeldolgozási eredmények a mérések sikerességét dokumentálják. Az adatfeldolgozás további célja a produktív térbeli szerkezetének hierarchikus felbontása, valamint a cönológiai-diverzitási szerkezetekkel való összehasonlítás és kölcsönös értelmezés.

Széles körű módszertani elővizsgálatokat és alapozást végeztünk a homokpusztagyepekre jellemző koegzisztenciális mintázatok és a mintázat-transzformációk hosszú távú detektálásának előkészítéséhez, és a mintázati kényszereket explicite figyelembe vevő terepi LTER-kísérletek optimális megtervezéséhez.

A cönológiai szerkezetek vizsgálatára az információstatistikai módszereket alkalmazzuk, amelyek lehetővé teszik a különböző folttípusok mintázatának, komplexitásának, koordináltságának összehasonlító elemzését.

Nagyszámú, különböző folttípusokban felvételezett transzektek adatainak elemzése alapján részletesen vizsgáltuk a koegzisztenciális mintázat állományok közti variációját, illetve ennek variációs tartományát. Elvégeztük az információ-statisztikai modelleknek a homokpusztagyepre történő beskalázását, meghatároztuk a mintavételi transzektek optimális kiterjedését, alakját és felbontását.

A vizsgálatok elvégzéséhez új szoftvereket fejlesztettünk. A FORTRAN nyelven írt új SVGEP 1 és SYNGEP 1 programok lehetővé teszik nagyszámú (jelenleg 99), független terepi vagy szimulált transzekt párhuzamos elemzését. E módszertani fejlesztésekkel megalapoztuk a homoki gyepek hosszú távú szünmorfológiai és szündinamikai vizsgálatait, megfelelő eszköztár áll rendelkezésünkre a lokális bolygatások okozta vagy pl. klímaváltozás nyomán felépő mintázatdinamikai különbségek és változások nyomon követésére.

Az amerikai-magyar kooperáció a szimulációs modellezés alkalmazásának lehetőségével fejlesztette kutatási eszköztárunkat. A korábban a homokpusztagyepekben végzett produkció-biológiai, ökofiziológiai terepvizsgálataink eredményei tették lehetővé, hogy az észak-amerikai szemi-arid, rövidfűvű prérrik kisléptékű tér-idő dinamikáját szimuláló STEPPE-modellt a Kiskunság homokpusztagyepjeire parametrizáljuk és változó klimatikus feltételeket szimulálva futtassuk.

A STEPPE egy egyedalapú gap modell, amely a gyp fajainak egyedei közötti versenyt szimulálja az elsősorban limitáló környezeti tényezőért, a vízért. A növények számára hozzáférhető talajnedvesség időbeli és térbeli eloszlását egy talaj-vízgazdálkodási modell, a SOILWAT szimulálja, klíma, talajfizikai és növényzeti adatok felhasználásával.

Modellfuttatások elvégzésével kimutattuk, hogy az évelő nyílt homokpusztagyep domináns fajainak növekedésére a klímaváltozás regionális prognózisában szereplő 1-2 °C átlagos hőmérséklet-emelkedésnek nem lesz lényeges hatása. A csapadék mennyiségének csökkenése, de különösen a napi csapadékösszegek nagysága gyakorisági eloszlásának változása szignifikánsan befolyásolja az egyedek növekedését, vagyis a jósolt szárazodás hatása a napi nagyobb csapadékösszegek gyakoriságát csökkenti és ez a homoktalajban élő növények vízellátását fokozott mértékben rontja.

1998-ban a Kiskunságban folytatott kutatások mind szervezetileg, mind tematikusan jelentősen bővültek.

Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete mellett az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, a KEÉ Rovartani Tanszéke, az ELTE Növényrendszertani és Ökológiai, valamint Növénysszervezettani Tanszéke is csatlakozott a vizsgálatokhoz az alábbi résztémákban:

1. A Duna-Tisza közi erdei flóra. Chorológiai aspektusok

Témavezető: Fekete Gábor

2. Késeiperje-lelőhely térképezése a Duna-Tisza közi homokterületeken

Témavezető: Molnár Edit

3. Tájéztörténeti kutatások Orgovány környékén
Témavezető: Molnár Zsolt
4. Az évelő nyílt homokpusztagyep feltmintázataának térképezése a fülöp-
házi homokpusztán
Témavezető: Rédei Tamás
5. Természetvédelmi célú kezelések hatása a vegetáció és az *Arthropoda*
együttesek kapcsolatára
Témavezető: Markó Viktor
6. A bugacpusztai és orgoványi ürgepopuláció összehasonlító vizsgálata
Témavezető: Altbacker Vilmos
7. Az évelő nyílt homokpusztagyep nedvességprofilja szezonális dinamiká-
jának összehasonlító elemzése egy szemiariditási grádiens mentén szí-
mulációs modellezés céljából
Témavezető: Rajkai Kálmán
8. Homokpusztagyeppek vizsgálata szimulációs modellezéssel és terepi
mikrovadrátos vizsgálatok beindítása a modelpredikciók tesztelésére
Témavezető: Kröel-Dulai György
9. Kispárcellás hosszú távú növényökológiai kísérleti terv kialakítása a Kis-
kun LTER keretében
Témavezető: Kertész Miklós
10. Nyílt homoki gyepekben élő fajok aktív gyökérzónájának vizsgálata
Témavezető: Hahn István
11. A *Fumana procumbens* egyedek kor-méret összefüggésének meghatáro-
zása morfometriai és xylotómiai módszerek kombinálásával egy szemí-
ariditási grádiens mentén.
Témavezető: Kovács-Láng Edit
12. A *Fumana procumbens* ektomikorrhizái alföldi homoki gyepekben
Témavezető: Jakucs Erzsébet
13. Homokpusztagyeppek mikroszimbionta gyökérkapcsolattal rendelkező
növényei és a szárazságtűrésben betöltött szerepük
Témavezető: Bíró Borbála

Az eredmények rövid összefoglalása

A hat intézmény összehangolt munkájával a különböző tér- és időléptékben folyó kutatások célkitűzése a Kiskunság hierarchikus mozaikkarakterű vege-
tációja szerkezetének és működésének feltárása, a koegzisztenciális mintáza-
tok elemzése, a mintázatgeneráló mechanizmusok megismerése volt.

A kutatás résztémaiban ez évben elért eredményeket a kérdésfelvetések
léptéke szerint csoportosítottuk.

A Duna–Tisza közén északnyugat–délkelet irányú klimatikus és edafikus gradiens mutatható ki. A jelzett irányban a szemiariditás mértéke emelkedik, a homoktakaró rétegvastagsága növekszik, a kolloid frakció egyidejű csökkenésével. Ezzel összhangban változás tapasztalható a területek flórájában, a vegetációállományok cönológiai tulajdonságaiban és a homoki erdőössztyepp mozaikkarakterében.

Az erdei vegetáció flórája 122 fajának regionális elterjedését és elterjedéshatárait elemezve 4 fő elterjedési típust különítettünk el. Az erdei fajok mintegy fele a középhegység lábától csak Kecskemét–Kiskunfélegyháza vonaláig hatol be a Kiskunságba. A klimatikus és edafikus gradiens hatása mellett valószínűsíthető a középhegységi erdőállományoktól való geográfiai távolság hatása az elterjedésekre.

A középhegységi fajok terjedésének vizsgálatára kiváló lehetőséget biztosít a *Cleistogenes serotina* recens inváziója, amely az elmúlt 40 év során a Duna–Tisza közén az introdukció és kolonizáció szakaszain át több helyen már a naturalizáció szakaszába jutott.

Pályázatunk keretében a terjedésmintázat rögzítését végeztük el Örkény, Tatárszentgyörgy, Kunpeszér, Ladánybene, Lajosmizse, Ágasegyháza és Jakabszállás környékén. Az előfordulásokat 1:50000 léptékű térképeken jelöltük.

Az invázió folyamata és általában a vegetációdinamikai jelenségek vizsgálatában igen nagy fontosságú a táj történetének, a vegetáció múltjának ismerete. Ezt szolgálja az Orgovány környéki területek részletes tájtörténetét rögzítő adatbázis kialakításának első szakasza. Az adatbázisba ebben az évben 36 térképet, légifotót, műholdfelvételt sikerült összegyűjteni, elemezni és értékelni. Ezek a dokumentumok lehetővé teszik a tájtörténetnek 1783-tól napjainkig történő rekonstrukcióját.

A hosszú távú ökológiai kutatások egyik kulcskérdése a vegetáció különböző léptékű mintázatainak változása. Az 1998-ban a Kiskunsági Nemzeti Park (KNP) Fülöpháza területén elkészült egy mintegy 25 hektáros terület kevésbé részletes és egy 3 hektáros terület nagy felbontású vegetációtérképe. A domináns fajok térképezése eredményeként megállapítható, hogy két faj, a *Festuca vaginata* és a *Stipa borysthénica* uralják a terület mintegy 90%-át, a 20 évvel ezelőtti felvételekben domináns *Stipa capillata* szinte teljesen visszaszorult. A terület erősen foltos, de a foltok határvonalai nagyon bizonytalanok. A foltok jellemzésére és minősítésére végzett denzitás- és méretmegosztás-vizsgálatok alapján a foltokat homogénnek tekinthetjük.

A vegetációmintázathoz és -mintázátváltozásokhoz kapcsolódóan zoológiai elemzéseket végeztünk élő nyílt homokpusztagyep, akácos állományok és tarvágás utáni kaszálással kezelt parcellák *Coleoptera*, *Formicidae*, *Diplopoda*, *Orthoptera* és *Heteroptera* együttesein. Megállapítottuk, hogy a főként predátor fajokkal képviselt *Coleoptera*, *Formicidae* és *Araneae* csoportok esetében a különböző élőhelyeken nem tapasztaltunk denzitásbeli különbségeket. A le-

bontó *Diplopoda* együttesek denzitása azonban az erdő levágásával jelentősen csökkent, míg a kaszálás az *Orthoptera* és *Heteroptera* csoportok denzitását jelentősen növelte.

Az akácerdő helyén kialakuló *Arthropoda* közösségekben a tarra vágás egy méretében jelentősen nem különbözõ, összetételében a homokpusztagyep irányába elmozduló és diverzebb együttest eredményezett.

A vegetáció mintázat és élőhely szintű változásainak emlős populációkra (*Spermophilus citellus*) gyakorolt hatását vizsgálva jellemeztük és tipizáltuk a populációk orgoványi és bugaci élőhelyének mikrodomborzatát, illetve növényzetét és megállapítottuk az ürgekolóniák ezen tényezőktől valamint a legeltetés intenzitásától függő allokációját.

Hosszú távú további vizsgálatainkban a talajvízszint-csökkenés hatására fellépő szukcessziós folyamatok következményeit elemeztük.

Állomány szintű kutatásaink kitüntetett objektuma a fásodó hajtásrendszerű *Fumana procumbens*, a nyílt homokpusztagyepnek egyetlen olyan évelő faja, amelynek a kora az évgyűrűk számlálásával megállapítható. E sajátsága segítséget nyújt a gypállományok mikroszukcessziós folyamatai, bolygatás utáni regenerációja időtartamainak becslésére.

A legidősebb *Fumana* tő a xylotomiai vizsgálatok alapján 24 évesnek bizonyult. A Fülöpházán begyűjtött egyedek morfometriai sajátságai jó korreláltságot mutatnak, a 20 év körüli egyedek eléri a 11 mm körüli törzssátmérőt és a 400–600 cm összhajtáshosszúságot.

A *Fumana procumbens* gyökérzetének részletes vizsgálata mind ekto-, mind endomikorrhiza jelenlétét kimutatta.

A *Fumana procumbens*ről eddig még nem írtak le ektomikorrhizát. A *Hebeloma ammophilum* és az *Inocybe heimii* ezen növényfajjal képzett, a tudományra új ektomikorrhizáinak részletes morfológiai leírása elkészült és publikálás előtt áll. Hangsúlyoznunk kell azt is, hogy a klimagrádiens humid és arid végén található homokpusztagyeppek állományaiban (Gönyű és Fülöpháza) nem azonos gombafajok alkotják az ektomikorrhizát a *Fumana* gyökérzetén.

Az endomikorrhizas fertőzés a *Fumánán* jóval csekélyebb mértékű, mint a gyp domináns fűfajainál, és az aridabb termőhelyen az arbuszkulumok mennyisége csekélyebb, ami a szimbiózis kisebb hatékonyságára utal.

A vízlimitált homokpusztagyepi növényfajok gyökérzete sajátságainak kvantitatív jellemzésére gyökérfeltárásokkal megállapítottuk az átlagos maximális gyökérmélységet, ami mindhárom domináns fűfaj esetében az aridabb Fülöpházán szignifikánsan nagyobbak adódott. A gyökerek aktív felszívó felületének meghatározására szolgáló kapacitásmérő műszer alkalmazásával módszertani célú elővizsgálatokat végeztünk. Megállapítottuk, hogy a kapacitásértékek a növények méretével és a talaj nedvességtartalmával arányosak, és az elhalt gyökérrészek elektromosan inaktívak.

A talajnedvesség, térbeli és időbeli dinamikájának nyomon követésére Fülöpházán és Gönyűn nedvességmérő rendszert telepítettünk és teszteltünk a pályázat keretében. Megállapítottuk, hogy a talajnedvesség szelvénybeli eloszlását a műszeres és gravimetriás értékek azonos tendenciával írják le a 30 cm alatti talajmélységben. Az őszi inaktív periódusban az állományok nedvesséprofiljai a hibahatáron belül megegyeznek.

Az elkövetkező év méréssorozataira részletes metodológiai és metodikai tervezetet dolgoztunk ki.

A kisléptékű vegetációdinamikák hosszú távú kísérletes tanulmányozásának módszertani előkészítését szolgálta a terepi biomasszamérések és a borításértékek egymással és terepi sugárázsméréssel történő kalibrálása. Az eredmények alapján lehetségessé válik a hosszú távú bolygatásmentes biomasszamérés, asszimiláló levélfelület- és NDVI-becslés. Az új módszerek alkalmazásával megállapítottuk, hogy a vegetáció finom szerkezetét leíró információstatisztikai alapfüggvények, valamint az asszimiláló levélfelület mintázatát leíró geostatisztikai függvények paraméterei között korreláció van. Ez az eredmény új, mintázat központú megvilágításba helyezi a diverzitás-produkció összefüggéseket.

A bolygatást követő állományléptékű szukcessziós dinamikák modellezésére a homokpusztagyepekre már korábban parametrizált STEPPE egyedalapú gap modellt futtattuk. A modell érzékenységvizsgálatát (sensitivity analysis) elvégezve megállapítottuk, hogy jelentősebb érzékenységet mutat a gyökerezési mélység, a biomassa-allokáció (föld alatti, föld feletti), valamint a vízhasznosítási állandó – mint input paraméterek – változására. Legérzékenyebb azonban az egyedek megtelepedési valószínűségére és a maximális életkorok paramétereire. A szukcessziós dinamikák megbízható szimulálásánál további gypszerkezeti, ökofiziológiai és életmenet-paraméterek ismeretére lesz szükségünk, amelyek megszerzése céljából kisparcellás bolygatásos kísérleteket állítottunk be.

A kutatáshoz kapcsolódó publikációk

Bartha S.: On the compositional diversity of plant communities. „*Ecologia Europaea*” Conference, 1997. 2–6, October, Strasbourg, France (poszter).

Bartha S.–Kertész M.–Csillag F.: Diversity and spatial dependence of species combinations in early secondary succession. *Abstracts of the 1997 Annual Meeting of the Ecological Society of America*, 10–14 August, Albuquerque, New Mexico, 220, (poszter).

Kertész M.–Bartha S.: Spatial organization of open sand grasslands in Hungary. *Abstracts of the 1997 Annual Meeting of the Ecological Society of America*, 10–14 August, Albuquerque, New Mexico, 268, (poszter).

- Kovács-Láng E.: Long-term Ecological Research in Hungary: current status and perspectives. *Abstr. „International Long-term Ecological Research and Biodiversity Studies” conference*, 1997, Taipei, Taiwan, 15.
- Kovács-Láng E.-Kröel-Dulay Gy.-Kertész M.-Mika J.-Rédei T.-Rajkai K.-Hahn L.-Bartha S.: Homokpusztagyeppek fajkompozíciós és strukturális változásai egy szemi-ariditási grádiens mentén. Előadás-kivonatok és poszter-összefoglalók. IV. *Magyar Ökol. Kong. Pécs*, 1997. június 26-28. 108, (poszter).
- Kovács-Láng E.-Kröel-Dulay Gy.-Kertész M.-Mika J.-Rédei T.-Rajkai K.-Hahn L.-Bartha S.: Changes in the species composition and structure of sand grassland (poszter). *ESA Annual meeting, Albuquerque*, 1997, Abstracts: 271.
- Kröel-Dulay Gy.-Hochstrasser T.-Coffin, D. P.: Compositional comparison of grass-dominated patches at a semiarid-arid grassland ecotone (poszter). *ESA Annual meeting, Albuquerque*, 1997, Abstracts: 272.
- Kovács-Láng E.-Fekete G.-Molnár Zs.: Mintázat, folyamat, skála: hosszú távú ökológiai kutatások a Kiskunságban. In Fekete G. (szerk.): *A közösségi ökológia frontvonalai*. Budapest, 1998, Scientia, 209-224.
- Halassy M.-Török K.-Hayek Zs.: Trials to rehabilitate sand grasslands native to Hungary. „*Ecological Aspects of Grassland Management*” 17th General Meeting of the European Grassland Federation. Hungary, Debrecen, 18-21 May 1998, 409-412.
- Török K.: Mowing as means of restoring sand grasslands in Hungary. *2nd International Conference on Restoration Ecology*. 25-30 August 1998, Groningen, The Netherlands. Abstracts: 43.
- Halassy M.-Török K.: Colonisation of sand grassland species on abandoned fields. *2nd international Conference on Restoration Ecology*. 25-30 August 1998, Groningen, The Netherlands.
- Kröel-Dulay Gy.-Bartha S.-Wantuchné Dobi I.-Kovács-Láng E.-Coffin, D. P.: Mechanisztikus szimulációs modellek alkalmazása száraz homoki gyepek klímaváltozással kapcsolatos dinamikájának predikciójára. In Dunkel Z. (szerk.): *Az éghajlatváltozás és következményei*. Budapest, 1998, OMSZ, 275-274.
- Kovács-Láng E.-Kröel-Dulay Gy.-Kertész M.-Mika J.-Rédei T.-Rajkai K.-Hahn I.-Bartha S.: Homokpusztagyeppek mintázatának változása egy szemi-ariditási grádiens mentén. In Dunkel Z. (szerk.): *Az éghajlatváltozás és következményei*. Budapest, 1998, OMSZ, 137-146.
- Kovács-Láng E.-Molnár E.-Kröel-Dulay Gy.-Barabás S. (eds.): Long Term Ecological Research in the Kiskunság, Hungary. Vácrátót, Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences, 1999, 1-65.
- Kröel-Dulay Gy.-Kovács-Láng E.-Coffin, D. P.: The importance of landscape-scale processes in the vegetation of sand grasslands along a climatic gradient. Abstracts of the *Annual Meeting of the Ecological Society of America*, 8-12 August 1999, Spokane, 270.
- Lhotsky B.-Rédei T.-Kovács-Láng E.: Growth characteristics of the dominant grasses of the Hungarian sand-steppe. In Feriencikova, D.-Gaborcik, N.-Ondrasek, L.-Uhliarova, E.-Zimkova, M. (eds.): *Grassland Ecology V. Proceedings of the „Ecology of grasslands V.” conference*. Banska Bystrica, Slovakia, 1999, 434-443.
- Jakucs E.-Magyar L.-Beenken L.: Hebeloma ammophilum Bohus + Fumana procumbens (Dun.) Gr. *Godr. Descriptions of Ectomycorrhizae*, 1999. 4. 49-54.

- Magyar L.-Benkeen L.-Jakucs E.: *Inocybe heimii* Bon + *Fumana procumbens* (Dun.) Gr. *Godr. Descriptions of Ectomycorrhizae*, 1999. 4. 61-65.
- Grosz, J. R.-Peters, D. P.-Bartha S.-Kertész M.-Kovács-Láng E.-Kröel-Dulay Gy.: Organization of grasslands along ecological gradients: Us-Hungarian LTER grassland cooperation. In Lajtha K.-Vanderbilt, K. (eds.): *Cooperation in Long term Ecological Research in Central and Eastern Europe*. 2000, Oregon State University, Corvallis, OR, 67-76.
- Kovács-Láng E.-Kröel-Dulay Gy.-Kertész M.-Fekete G.-Mika J.-Rédei T.-Rajkai K.-Hahn I.-Bartha S.: Changes in the composition of sand grasslands along a climatic gradient in Hungary and implications for climate change. *Phytocoenologia*, 2000. 384-407.

A Duna-Tisza köze központi térsége mentén horvokkal fedett területén mind az észak, mind a délnyugat felől a központi térségre áramló víz- és szélhatások hatására kialakultak a különböző típusú ökológiai gradientek. A gradientek mentén bekövetkező leggyakoribb változások a következők: a homok rétegvastagságának növekedése, a homokban található kolloidfrakció mennyiségének csökkenése, a szervesanyag-tartalom és az erdőszélesség növekedése. Szembetűnő, hogy ezen gradientek mentén a változás irányától és mértékétől függően változás tapasztalható mind a területi elterjedésben, mind a vegetáció állományok ökológiai tulajdonságaiban, mind a homoki erdősztyepp morfológiai jellemzőiben. A szervesanyag-tartalom és az erdőszélesség növekedésével a homoki erdősztyepp egyre nyílabbá válik, csökken az erdőfoltok kiterjedése. A horizontális gradientek alapján az erdőfoltok fajait választottuk ki mivel ezen a területen a klimatikus és ökológiai viszonyokhoz legkövetkező változásokra leginkább az az érzékeny vegetáció típus. (Régóta ismert, hogy a terület északi felében sok a központi térségből bevezetkedő fajfajta, lokális aránysűrűségű. Ilyen faj például *Quercus pubescens* és a *Cornus mas*, illetve számos erdei ligyeszűró faj is: *Lepomis coronaria*, *Dicentra alba*, *Pulmonaria mollis*, *Hypericum hirsutum*, *Primula veris*.)

A munkánkon célja, hogy a kiválasztott erdei növényfajok pontos Duna-Tisza közbe elterjedését kimutassa, illetve ezen fajok regionális elterjedésének ökológiai aspektusait feltárja. Mivel az a rendelkezésre álló florisztikai adatok összegyűjtésével és lokális aránysűrűségű beírásával kívántuk elérni. A rendelkezésünkre álló adatforrások a következők voltak: a Kisbéri Nemzeti Parkban, herbáriumi adatok, egyéb szakirodalmi adatok, a saját ökológiai felvételek fajlistáinak adatai, a saját felvett területeken végzett kutatások eredményeképpen összegyűjtött adatok.

Az elvégzett munka

A rendelkezésünkre álló adatforrások felhasználásával – az adatok egyesítése után – a MapInfo programcsomag segítségével elkészítettük a kiválasztott (122 db) erdei növényfaj Duna-Tisza közbe lokális aránysűrűségű térképét. Ezek alapján meg-

FEKETE GÁBOR – KUN ANDRÁS

A Duna-Tisza közti erdei flóra. Chorológiai aspektusok

A Duna-Tisza köze központi, főként meszes homokkal fedett területén mind edafikus, mind klimatikus szempontból tekintve északnyugat-délkeleti irányítottságú gradiens mutatható ki. (A gradiens mentén bekövetkező legfontosabb változások a következők: a homok rétegvastagságának növekedése, a homokban található kolloidfrakció mennyiségének csökkenése, a szemiariditási index értékének növekedése.) Szembetűnő, hogy ezen gradiens mentén a változás irányától és mértékétől függően változás tapasztalható mind a területek flórájában, mind a vegetációs állományok cönológiai tulajdonságaiban, mind a homoki erdőössztyepp mozaikkarakterében. A szemiariditási index értékének növekedésével a homoki erdőössztyepp egyre nyíltabbá válik, csökken az erdőfoltok kiterjedése. A florisztikai gradiens kimutatásához az erdő flórájának fajait választottuk ki mivel ezen a területen a klimatikus és edafikus viszonyokban bekövetkező változásokra leginkább ez az érzékeny vegetációtípus. (Régóta ismert, hogy a terület északi felében sok, a középhegységekből leereszkedő faj éri el lokális areahatárát. Ilyen faj például a *Quercus pubescens* és a *Cornus mas*, illetve számos erdei lágyszárú faj is: *Lychnis coronaria*, *Dicamnus albus*, *Pulmonaria mollis*, *Hypericum hirsutum*, *Primula veris*.)

A munka konkrét célja, hogy a kiválasztott erdei növényfajok pontos Duna-Tisza közti elterjedését kimutassa, illetve ezen fajok regionális elterjedésének chorológiai aspektusait feltárja. Mindezt a rendelkezésre álló florisztikai adatok összegyűjtésével és lokális areatérképek készítésével kívántuk elérni. A rendelkezésünkre álló adatforrások a következők voltak: a Kiskunsági Nemzeti Park flórája, herbárium adatok, egyéb szakirodalmi adatok, a saját cönológiai felvételek fajlistáinak adatai, a saját felvételi területeken végzett kutatások eredményeképpen összegyűlt adatok.

Az elvégzett munka

Az említett adatforrások felhasználásával – az adatok egyesítése után – a MapInfo programcsomag segítségével elkészítettük a kiválasztott (122 db) erdei növényfaj Duna-Tisza közti lokális areáinak térképeit. Ezek alapján meg-

állapítottuk, hogy az erdei fajok a következő négy fő elterjedési típushoz sorolhatók (zárójelben közöljük a csoport néhány reprezentatív képviselőjének nevét):

1. típus: A középhegység lábától Dabas vonaláig megtalálható (*Hypericum hirsutum*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Inula conyza*, *Nepeta pannonica* stb.).

2. típus: A középhegység lábától Kecskemét–Kiskunfélegyháza vonaláig megtalálható (*Veronica chamaedrys*, *Poa nemoralis*, *Viola odorata*, *Euonymus verrucosus*, *Lathyrus niger*, *Asarum europaeum*, *Bromus ramosus*, *Carex pilosa* stb.).

3. típus: Az előfordulások legalább 60%-a a 2. vonaláig (*Galium mollugo*, *Convallaria majalis*, *Euonymus europaeus*, *Cornus sanguinea*, *Viola cyanea*, *Betonica officinalis*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Iris variegata* stb.).

4. típus: A Duna–Tisza közén közel azonos sűrűséggel mindenütt előfordul (*Carex divulsa*, *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*, *Vincetoxicum hircinum*, *Crataegus monogyna* stb.).

Eredmények és értékelésük

Megállapítottuk, hogy az erdei fajok legnagyobb részét a 2. lokális areatípushoz tartoznak (42,6%), kisebb mértékű a 3. (28,7%) és 4. típushoz (16,4%) tartozók részesedése. Az 1. típus részesedése 12,3%.

A fajok makroareáit, illetve a flóraelemcsoportokat is figyelembe véve megállapítható, hogy az erdei fajok legnagyobb részben az eurázsiai (54,1%) és európai (22,13%) csoporthoz, kisebb részben a közép-európai csoporthoz (16,4%) tartoznak, a szubmediterrán flóraelemcsoportba a fajok mindössze 7,4%-a vonható.

A cönológiai elemcsoportok szerint elvégzett osztályozás kiértékelésének eredménye, hogy a vizsgálat körébe vont fajok 39,34%-a az általános erdei fajok (*Quercus-Fagetalia*) csoportjába tartozik. A száraz tölgyesekre jellemző, ún. *Quercetalia* fajok részesedése 30,33%, az *Quercetalia* csoport fajai 11,47%-kal szerepelnek. A mezofil erdőkre jellemző – *Fagetalia* – fajok 13,1%-os részesedéssel vannak jelen. Legkisebb az *Aceri-Quercion* csoporthoz vonható fajok részvételi aránya: mindössze 5,73%.

Ezek az eredmények abban a tekintetben támasztják alá az előzetes hipotézisünket, hogy egyáltalán lehetséges a területen jól meghatározott areatípusok megkülönböztetése, illetve meghatározása, valamint hogy az erdei fajok areatípusainak vizsgálata alapján kimutatható egy florisztikai gradiens a Duna–Tisza közén. Ez a gradiens a korábbi vizsgálatokból ismert klimatikus és edafikus gradienssel párhuzamba állítható, illetve hozzájárul a saját – jelenleg is folyó – kutatásainkban feltárt cönológiai gradiens értékeléséhez. Kiemelendő eredmény annak kimutatása, hogy az erdei fajok (amelyeknek a leg-

nagyobb része hazánkban általános erdei fajnak tekinthető, főként a tölgyesekben) több mint 50%-a csak nagyjából a Kecskemét–Kiskunfélegyháza vonalig hatol be a homokterületre. Egyértelműnek látszik a középhegység erdőterületének hatása, mely az erdei fajok szempontjából egy állandó propagulumszolgáltató területnek tekinthető. Ilyen értelemben a klimatikus és edafikus gradiens (mint a florisztikai változásokat részben indokoló abiotikus háttérváltozás gradiense) mellett egy másik tényező is felmerül mint különbséget okozó tényező: a középhegységi erdőállományoktól való geográfiai távolság.

Bizonyosnak látszik, hogy a most feltárt, az erdei fajok körében értékelt florisztikai gradiens mellett további gradiensek léteznek. Feltételezhető, hogy a fentihez hasonló vizsgálatot más vegetációtípusok jellemző fajcsoportjai körében is el kell végezni, azok egységben lesznek értékelhetők sajátos, részben új szemléletű fitocönológia és tájökológia szempontok szerint. Ezeket a szempontokat is figyelembe véve a további kutatásokat a következő irányokban tervezzük:

1. további flóra-gradiensek kimutatása (a homoki sztyeppré és a nyílt homokpusztagyep jellemző fajai körében),
2. a vegetációs állományokban florisztikai és a többféle módszerrel végzett társulástani felvételezés (a hagyományos és az általunk kidolgozott cönológiai elemcsoportok, flóraelemek, lokális areatípusok stb. részesedéseinek vizsgálata),
3. az abiotikus háttérmentázat vizsgálata (szisztematikus mintavételezés alapján végzett talaj- és kőzetanalízis),
4. a vegetációs egységek új módszerrel történő térképezése (az egyes vegetációs egységek fragmentáltságának, diszpergáltságának vizsgálata).

A tárgykörben készült publikáció

Kovács-Láng E.–Fekete G.–Molnár Zs.: Mintázat, folyamat, skála: hosszú távú ökológiai kutatások a Kiskunságban. In Fekete G. (szerk.): *A közösségi ökológia frontvonalai*, Budapest, 1998, Scientia, 209–224.

Tájtörténeti kutatások Orgovány környékén

Célkitűzésünk a kiskunsági hosszú távú ökológiai kutatások ágasegyházi orgoványi területének tájtörténeti feldolgozása, a száraz homokterületek és az üde, mocsaras részek jelenlegi és múltbeli állapotának összehasonlítása, a rendelkezésre álló térkép-, légifotó- és műholdfotó-anyagok összegyűjtése és értékelése, értelmezése, adatbázisszerű közkinccsé tétele volt. Az itt vázolt célkitűzés részben eltér az eredetitől: annál szélesebb feladatot vállal.

Az elvégzett munka

Összegyűjtöttük az összes, a területet ábrázoló, általunk ismert térkép- és fotóanyagot, majd mindegyiket annotálással láttuk el. Helybeli forrásokból elkezdtük a terület részletes tájtörténeti feldolgozását, és az élőhelymintázat változását monitorozó dokumentumképek készítését.

Az összeállított adatbázis a kiskunsági hosszú távú ökológiai kutatásokat segítő – részben alapozó – adatforrásnak készült. Segíti a terület általános megismerését, a helyszíni tájékozódást, a térkép- és légifotó-olvasási képesség fejlesztését, és nem utolsósorban javítja a későbbi vizsgálatok tervezéséhez szükséges történeti és élőhely-mintázati adatok hozzáférhetőségét. Az anyag még nem „teljes”. Tervezzük az adatbázis bővítését és az értékelések részletesebb kidolgozását, de megítélésünk szerint még évekig fogunk ezen az anyagon dolgozni.

Eredmények és értékelésük

Az adatbázisban már megtalálható tételek tartalomjegyzéke:

- A Kiskunság középső részét áttekintő topográfiai térkép (TÉHI, Gauss-Krüger, 1:100 000, 1988),
- Ágasegyháza és Orgovány környékét bemutató LandsatTM*Spot illesztett műholdfotó (FÖMI, Gauss-Krüger, 1:50 000, 1991–1992),
- Magasrepülésű, áttekintő légifotó – Fülöpháza–Orgovány (TÉHI, 1986),

- Magasrepülésű, áttekintő légifotó - Ágasegyháza-Orgovány (TÉHI, 1980),
- Földrajzi nevek térképe,
- A legfrissebb topográfiai térkép (TÉHI, Gauss-Krüger, 1:25 000, 1989),
- A terület legrészletesebb topográfiai térképe (FÖMI, EOV, 1:10 000, 1977-78),
- Az 1950-es évek állapotát (átváltozó tanyarendszer) mutató térkép (Hadtörténeti Térképtár, V. [Új] felmérés, 1:25 000, 1956-57),
- Az 1950-es évek állapotát mutató áttekintő térkép (Hadtörténeti Térképtár, V. [Új] felmérés, kicsinyítve 1:50 000-re, 1956-57),
- A III. katonai felmérés II. világháborús felújítása (Hadtörténeti Térképtár, 1:50 000, 1943),
- A III. katonai felmérés II. világháborús felújítása (Hadtörténeti Térképtár, 1:25 000-re történt nagyítás),
- A III. katonai felmérés: a jórészt már kiépült tanyarendszerrel (Hadtörténeti Térképtár, 1:25 000, 1883),
- A III. katonai felmérés áttekintő térképe (Hadtörténeti Térképtár, 1:50 000-es kicsinyítés, 1883),
- A török hódoltság utáni és a tanyavilág előtti állapotokat mutató térkép (Hadtörténeti Térképtár, I. katonai felmérés, 1:28 800, 1783),
- A 18. század végének áttekintő élőhelytérképe (Hadtörténeti Térképtár, I. katonai felmérés, 1:100 000-re kicsinyítve és értelmezve, EOV háttértérkép-re illetve, Bíró Marianna),
- A táj mai állapota madártávlatból (1998 szeptemberében sárkányrepülőről, Bagi László),
- Légifotó 1994 augusztusából (TÉHI),
- Légifotó 1992-ből (KNP),
- Légifotó 1991 decemberéből (TÉHI),
- Légifotó 1986 júniusából (TÉHI),
- Légifotó 1980 júliusából (TÉHI),
- Légifotó 1965 júliusából (TÉHI),
- Légifotó 1956 szeptemberéből (TÉHI),
- Légifotó 1954-ből (TÉHI),
- Légifotó 1950-ből (TÉHI),
- A Kiskunság utolsó természetes vegetációjának áttekintő térképe (Jakucs Pál, Gauss-Krüger, 1:200 000, 1968),
- A Kiskunság élőhelyei 200 éve (I. katonai felmérés értelmezve és illetve 1:100 000-es EOV-re, utána kicsinyítve 1:570 000-re, Bíró Marianna, 1998),
- Termőhelytérkép (TAKI, Rajkai K. és Molnár E., 1:25 000, 1982),
- Kolon-tavi tározórendszer térképe,
- Geológiai átnézeti térkép (MÁFI, szerk.: Rónai A. és Franyó F., 1:200 000, 1950-56/1965),
- Belvizek valószínűsége (KGI, Pálfi Imre, 1:200 000, 1982),

- Felszíni geológiai képződmények (MÁFI, Kuti László, 1:200 000-ről kicsinyítve, 1980–83),
- A felszín vízáteresztő képessége 0,4–0,5 m mélységben (MÁFI, Kuti L. és János E. 1:200 000, 1978–83),
- A sekélyfúrásokban észlelt talajvíz jelentkezési mélysége (MÁFI, Kuti L. és János E. 1:200 000, 1978–83),
- A talajvíztükör helyzete a tenger szintje felett (MÁFI, Kuti L. és János E., 1:200 000, 1978–83),
- A táj változásai a Szakál-tanya, a Zombori-rét és a Vaskapu környékén: mai panorámaképek, jelenkori és történeti térképek és légifotók (Molnár Zsolt, 1998),
- A leendő LTER-épület környéke légifotókon (1998, 1991, 1956).

Az adatbázis két példányban készült, ebből az egyik „könyvtári”, azaz kölcsönözhető lesz. Az adatforrások mindegyike lemásolható vagy önköltségi áron megkapható.

A terület két lényegesen eltérő tájtípusba tartozik:

1. Száraz homokvonulat – mely Fülöpházától Orgoványig tart –, rajta főleg felhagyás különböző fázisaiban lévő kisparaszti szőlők, gyümölcsösök és szántók vannak, ezen kívül homoki erdősítések (főleg fenyő és akác) és természetközeli, nyáras-borókás homokbuckák.
2. A nagy buckavonulatok közti mélyedések, melyekben kiszáradó és kiszáradt tőzeges talajú mocsarak és rétek, valamint kiszáradt szikes tavak találhatók szántókkal mozaikot alkotva.

A terület tájtörténete a következő főbb korszakokra osztható:

1. A történelem előtti időszak: igen keveset tudunk még róla (pl. nem ismerjük az erdők egykori kiterjedését), de a régészeti és paleoökológiai adatok részben hozzáférhetőek lesznek a jövőben.
2. Az Árpád-kor: tudjuk, hogy a területen is kiépült a fejlett középkori mezőgazdaság, ami nagy területek művelését, erdőirtást és extenzív legeltetést jelentett.
3. A pusztásodás korszaka: a tatárjárás és a török hódoltság időszakaiban a terület szinte elnéptelenedik, extenzív marhalegeltetés a fő használati mód.
4. A 18. század: még uralkodó az extenzív állattenyésztés, de már terjed a szántóföldi művelés is.

5. A 19. század: a század elejétől, de főleg közepétől egyre kiterjedtebb lesz a tanyarendszer, ami a táj intenzívebb és főleg differenciáltabb használatát jelenti (ekkor kezdenek szelektíven eltűnni bizonyos élőhelyek).
6. A 19. század végétől az 1970-es évekig: jelentős a nagybirtokos (később állami gazdasági) nagyüzemi szőlő- és gyümölcstermesztés, fénycorát éli a tanyarendszer, létrejönnek a környező falvak.
7. 1973-tól napjainkig: megépül a réteket lecsapoló csatorna, kiszáradnak a vizes élőhelyek, leszáll a talajvíz szintje a környező homoki szántók alatt is, felgyorsul a tanyarendszer felbomlása, egyre több területet hagynak fel a művelésből, megalakul a nemzeti park, csökken a falvak népessége az elvándorlás miatt.

RÉDEI TAMÁS – KRÖEL-DULAY GYÖRGY –
LHOTSKY BARBARA

Az élő nyílt homokpusztagyep foltmintázatának térképezése a fülöpházi homokpusztán

Kutatásunk célja a homoki gyepek abiotikus háttérrel nem magyarázható folt-
mintázatának és változásainak detektálása.

Részfeladatok:

1. A jelenlegi foltmintázat térképi ábrázolása.
2. A foltmintázat és a felismerhető korábbi zavarások mintázata közötti
kapcsolat vizsgálata.
3. A foltmintázat rövid és hosszú távú időbeli változásainak nyomon
követése.

Az elvégzett munka

1998-ban elkészült egy mintegy 25 hektáros terület kevésbé részletes és egy
mintegy 3 hektáros részlet nagy felbontású foltterképe. A durvább léptékben
csak a domináns faj alapján különítettük el az egységeket, megkülönböztetve a
Festuca vaginata, *Stipa borysthénica*, *Stipa capillata* és az egyéves fűfajok
dominálta foltokat. Az így készült térképet összevetettük a 20 évvel ezelőtt
készült hasonló térképpel.

A finomabb léptékben az összes jelentős faj megnevezésével, tömegarányá-
val és összborítással jellemeztük az egyes foltokat.

A domináns fajok alkotta foltok egységességének vizsgálatára számoltuk a
foltokra jellemző négyzetméterenkénti átlagos tőszámot és mértük a domi-
náns fűvek tőátmérőjét. Ez utóbbi vizsgálatot a jövő évben fejezzük be.

Eredmények és értékelésük

A domináns fajok térképezése eredményeként megállapítható, hogy két faj, a
Festuca vaginata és a *Stipa borysthénica* uralják a terület több mint 90%-át.

Viszonylag kicsi a két faj közös dominanciájával jellemezhető terület, keskeny sávot alkot a monodomináns foltok határán. A térképezett terület döntő többsége besorolható valamelyik kategóriába. A felismerhető abiotikus tényezők és zavarási típusok egyike sem magyarázza a *Stipa* és a *Festuca* dominálta foltok elkülönülését.

Összevetve a korábbi, Fekete Gábor által készített kéziratos térképpel táji szinten a dominanciaviszonyok jelentős megváltozása tapasztalható. A *Stipa capillata*, amely 20 évvel ezelőtt a terület egy jelentős részén dominált, szinte teljesen visszaszorult, és gyakorlatilag csak kísérőfajként fordult elő.

Az összes jelentős fajra és arányaikra, valamint az összborításra egyaránt koncentráló térképezés nem hozott ilyen egyértelmű leképezést. A terület erősen foltos, a foltok közepe jól elkülöníthető, de határaik általában folytonosak. A készült térképen a határvonalak nagyon bizonytalanok. Azért ezt a módszert a következő évben a jelentős fajok populációtérképei és a dominanciaviszonyokon alapuló térkép kombinációjával helyettesítjük.

A foltok szerkezeti egységességének vizsgálatára végzett tőszámolás és átmérőmérés előzetes vizsgálatai alapján az egyes foltok mindkét szempontból homogénnek tekinthetők. A mintaszám nem teszi még lehetővé táji szintű következtetések levonását, de az idei eredmények arra utalnak, hogy a *Festuca vaginata* foltjai mindkét szempontból jobban hasonlítanak egymásra, mint a *Stipa borysthénica* foltok. A feltételezés vizsgálatára újabb terepi felvételezéseket tervezünk.

Késeiperje lelőhely-térképezése a Duna-Tisza közti homokterületeken

A késeiperje (*Cleistogenes serotina*) a magyar középhegységi régió gyeptársulásainak őshonos faja. Néhány évtizede mint inváziós faj jelent meg a Duna-Tisza közti homokterületen. Az azóta eltelt időszakban – a korábban ismert lelőhelyen kívül – több helyen is észlelték. Célunk az volt, hogy az ismert lelőhelyek mellett újabb lelőhelyeket derítsünk fel a Duna-Tisza közti homokvidéken, illetve hogy megállapítsuk, milyen társulásokba, vegetációtípusokba képes behatolni.

Az elvégzett munka

Bejártuk késeiperje után kutatva Örkény, Tatárszentgyörgy, Kunpeszér, Ladánybene, Lajosmizse, Ágasegyháza, Jakabszállás környékének homokterületeit. A faj előfordulását 1:50 000 léptékű topográfiai térképen lokalizáltuk. Előfordulási helyein egy durva skálájú abundancia-becslést (1–10, 11–50, 51–100, 101–200, 201–500, 501–1000 tő stb.) végeztünk és egy rövid termőhelyjellemzést (vegetációtípus, domináns fajok, termőhely zavartsága stb.) készítettünk.

Eredmények és értékelésük

A késeiperjét (*Cleistogenes serotina*) Örkénytől Tatárszentgyörgy felé haladva a műút jobb oldalán lévő homokterület két pontján találtuk meg. A területen katonai felvonulási út megy át. I. folt: nyáras-borókás és földút közötti szegélyben kisebb kiterjedésű gyepfoltokban. Az 1. gyepfolt *Koeleria glauca* és *Carex stenophylla* dominanciájú; a gyep átlagos borítása: 35–50%; *Cleistogenes serotina* becsült tőszáma: 11–50 tő, kisebb-nagyobb átmérőjű tövek, van *Cleistogenes* újulat. A 2. folt domináns fajai: *Potentilla arenaria*, *Koeleria glauca*, *Bothriochloa ischaemum*, *Stipa capillata*, *Cleistogenes serotina*; a gyep átlagos borítása: 50–70%; *Cleistogenes serotina* becsült tőszáma: 101–200 tő, kisebb-nagyobb átmérőjű tövek, van *Cleistogenes* újulat. II. folt: alacsony tér-

színű, nagyobb bucka tetején; az erősen zavart, degradált nyílt homoki gyepek domináns fajai: *Erodium cicutarium*, *Potentilla arenaria*, *Centaurea micranthos*, *Tragus racemosus*, *Cleistogenes serotina*, kriptogámok (*Cladonia foliacea*, mohafajok); a gyepek átlagos borítása kriptogámok nélkül: 40–60%, a gyepek átlagos borítása kriptogámokkal: 95–100%; *Cleistogenes serotina* becsült tőszáma: 101–200 tő, a nagy sűrűség miatt kis átmérőjű tövek, újulat nem látható.

Sarlósát mellett, katonai gyakorlótér szomszédságában, szántó közelében két késeiperjefoltot találtunk. I. folt: nyílt homoki gyepek árvalányhajás típusa (*Festucetum vaginatae stipetosum* szubassz.), domináns fajai: *Stipa borysthena*, *Cleistogenes serotina*, kriptogámok (*Cladonia foliacea*, *C. furcata*, mohafajok); a gyepek átlagos (m²) borítása kriptogámok nélkül: 35–60%, a gyepek átlagos borítása kriptogámokkal: 75–95%; *Cleistogenes serotina* becsült tőszáma: 100–200 tő, nagy tövek (ritkás a késeiperje-állomány). II. folt: alacsony térszínű buckaoldalon és aljban nyílt homoki gyepek és árvalányhajás típusa (*Festucetum vaginatae typicum*, *F. v. stipetosum*), domináns fajai: *Festuca vaginata*, *Cleistogenes serotina*, a buckaaljban *Stipa borysthena* csatlakozik hozzájuk; a gyepek átlagos borítása: 50–90%; *Cleistogenes serotina* becsült tőszáma: 201–500 tő, kisebb-nagyobb átmérőjű tövek, van *Cleistogenes* újulat. A késeiperje homoki gyepekbeli inváziójának igen érdekes szituációja látható itt, mert nyomon követhető a *Cleistogenes* betelepedési fázisa egy zárt gyepekbe. A *Festuca* és a *Stipa* (buckaoldal és az alji rész) közötti átmeneti területet fedi le a több mint száz tő késeiperje és innen indul az alsó, sík részen található sűrű, zárt (*Festuca* és *Stipa* dominanciájú) gyepek inváziójára a kicsi, gyepekbeli lélek elfoglalásával.

Ágasegyháza és Orgovány között elterülő buckavidéken (közelebb Ágasegyházához) egy nagy kiterjedésű késeiperje-állományt regisztráltunk eltérő dominanciájú vegetációtípusokban. Ezen a területrészen nagyobb kiterjedésű nyáras-borókás állományok (jelentős borókagyakorisággal) és telepített fenyvesek (fekete- és erdei fenyő) fordulnak elő. A *Cleistogenes* előfordulása gyakoribb a földutak körzetében mint az azoktól távolabb lévő gyepekben (az utaktól kb. 20–30 m-re már nem észleltük). A nem zárt erdészeti telepítések szélén, ill. aljnövényzetében helyenként összefüggő gyepek alkot. Behatol az utak menti nyáras-borókás tisztásaira, a nyílt homoki gyepek eltérő (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthena* dominanciájú) szubasszociációiba, ahol helyenként nagy sűrűséget produkál. A gyepek átlagos borítása: 35–85%; *Cleistogenes serotina* becsült tőszáma: 501–1000 tő, kisebb-nagyobb átmérőjű tövek, van *Cleistogenes* újulat.

Terepbejárásaink és más vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a régebben csak hegyvidéki régióból ismert *Cleistogenes serotina* ma már a Duna–Tisza közeli homokterületek több pontján fellelhető. A faj inváziójának mértéke az egyes helyeken eltérő. Az invázió folyamatának több szakasza

(introdukció, kolonizáció, naturalizáció) megfigyelhető, leggyakoribb a betelepülési (kolonizációs) szakasz. Gyakran észlelhető földutak mentén, mintegy az utak felől támadva a környező vegetációt. A faj inváziójának sikeressége a gyepek intaktságának és részben típusának függvénye. Sérült, zavart gyepekbe könnyebben hatol be.

kapcsolataira

Vizsgálataink célkitűzése az 1985-ben OTKA támogatással indult kutatások folytatásaként annak megállapítása, hogy a Kiskunsági Nemzeti Park területén a homokgyepekben invazív adventív *Festuca pseudo-strepens* elterjedése (terjedése) után milyen változások mentek végbe a növény- és állatgyűjtésben. Hipotézisünk szerint az akkori helyen a magas humusz- és nitrogén-tartalmú talajban kialakult nitrofil gyepek esetében a vegetációval viszonyítottan magas a nyílt homokpusztagyep (*Festuca rubra*) elterjedése. A végzetlen földmunkák komplex talajának megkezdésén a vizsgálatok során számos növényfaj kezeletét vizsgáltuk a talajban a növényzathoz és az Arthropoda együttesének végzetlen szerkezeti változásait.

Vizsgálatainkat júliusban végeztük. Egy tiszta vágott akárcserjé helyen 6 kezelési csoportban (vagy 2 akárcserjé) teszteltük az 6 kezelési csoportot (egyenként 10 m²-es) blokkot felállítottuk. A tiszta vágott terület mellett vizsgáltunk egy akárcserjés akárcserjé és egy *Festuca pseudo-strepens* területet. Minden a négy kezelési csoportban (egyenként a blokkok között) 6-6 elhelyeztünk el, melyek a teljes vegetációs periódus alatt gyűjtötték. A 24 csapda egyenként már a vizsgálatoknál magasabb társulat (közvetlen) szerint állítottuk fel.

Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a Coleoptera együttesek mennyiségét a kezelt nem befolyásolta. A Formicidae együttesek mennyisége a vizsgált négy parcellán nem különbözött szignifikánsan (az és a társulatban $p < 0.10$ szinten), ugyanakkor megállapítottuk, hogy a terjedés helyére a kezeltől függően az együttesek mennyisége változott. Az Arthropoda együttesek együttesek nem különbözött a vizsgálat első két évében, majd ezután a homokgyepek szignifikánsan nagyobb együttesek alakultak ki, mint az akárcserjés és a tiszta területen, míg a vizsgált blokkokban az együttesek közepes értéket vettek fel.

Természetvédelmi célú kezelések hatása a vegetáció és az Arthropoda együttesek kapcsolatára

Vizsgálataink célkitűzése az 1995-ben OTKA-támogatással induló kutatások folytatásaként annak megállapítása, hogy a Kiskunsági Nemzeti Park területén a homokgyepeken invázív, adventív *Robinia pseudo-acacia* visszaszorítása (tarvágása) után milyen változások mennek végbe a növény- és állategyüttesekben.¹ Hipotézisünk szerint az akácos helyén a magas humusz- és nitrogéntartalmú talajokon kialakuló nitrofil gyomok emberi beavatkozással visszaszoríthatók, illetve a nyílt homokpusztagyep (*Festucetum vaginatae*) kialakulása elősegíthető. A végbemenő folyamatok komplex jellegének megfelelően a vizsgálatok három szinten követték a kezelések hatását: vizsgáltuk a talajban, a növényzetben és az *Arthropoda* együttesekben végbemenő szerkezeti változásokat.

Vizsgálatainkat Fülöpházán végeztük. Egy tarra vágott akácerdő helyén 6 kaszálásos kezelésben (évi 2 alkalommal) részesített és 6 kezeletlen kontroll (egyenként 10 m²-es) blokkot jelöltünk ki. A tarra vágott területek mellett vizsgáltunk egy szomszédos akácost és egy *Festucetum vaginatae* társulást is. Mind a négy területen (egyenként a blokkok közepére) 6-6 talajcsapdát helyeztünk el, melyek a teljes vegetációs periódus alatt gyűjtöttek. A 24 csapda anyagát már a válogatásnál magasabb taxonok (főként rendek) szerint különítettük el.

Vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a *Coleoptera* együttesek mennyiségét a kezelés nem befolyásolta. A *Formicidae* együttesek nagysága a vizsgált négy parcellán nem különbözött szignifikánsan (itt és a továbbiakban $p < 0,10$ szinten), ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy a tarvágás helyén a kaszálásoktól függetlenül egyedszámuk minden vizsgált évben alacsonyabb volt, mint az akácerdőben, illetve a homokgyepen. Az *Araneae* együttesek egyedszáma nem különbözött a vizsgálat első két évében, majd ezután a homokgyepen szignifikánsan nagyobb együttes alakult ki, mint az akácosban és a kontrollterületen, míg a kaszált blokkokban az egyedszámok köztes értéket vettek fel.

¹ A téma kidolgozásában részt vett: Halassy Melinda, Bogya Sándor, Kutasi Csaba.

Minden vizsgált évben szignifikáns különbség mutatkozott az akácerdő és a homokgyep között a *Diplopoda*, *Orthoptera* és *Heteroptera* együttesek esetén. Ezen csoportoknál követhettük nyomon a tarvágás utáni „szukcessziós” folyamatok irányát és sebességét. Közülük a lebontó *Diplopoda* együttesek egyedszáma az akácosban volt magasabb. Az első két évben a tarra vágott területen egyedszámuk a kezelésektől függetlenül köztes értéket mutatott, míg a következő évtől a denzitások további csökkenésével már az itt kialakuló együttesek is határozottan elkülönültek a nagy szervesanyag-felhalmozódást mutató akácostól. Az *Orthoptera* és *Heteroptera* együttesek esetén, melyek főként fitofágokkal képviseltették magukat, homokgyepen az akácerdőnél szignifikánsan nagyobb együttesek alakultak ki. Itt általánosságban azt mondhatjuk, hogy a kontrollterületen megfigyelt együttesek a denzitások tekintetében szignifikánsan különböztek, míg a kaszált területeken megfigyelt együttesek nem különböztek el a homokgyepen megfigyeltektől.

A fentieket összefoglalva megállapítottuk, hogy a vizsgált együttesek nagysága a jelentős mértékben predátor fajokkal képviselt *Coleoptera*, *Formicidae* és *Araneae* együttesek esetén nem különbözött jelentősen, így a tarvágásnak és a kaszálásnak sem lehetett jelentős hatása a denzitásokra. A lebontó *Diplopoda* együttesek esetén a tarvágás hatására az együttesek denzitása elkezdett csökkenni, és a harmadik évtől már nem különbözött a homokgyepen megfigyelt egyedszámoktól. Ugyanakkor a kaszálások a csökkenés ütemét nem gyorsították. A főként fitofág fajokkal képviselt *Orthoptera* és *Heteroptera* együttesek esetén a vizsgált periódusban a tarvágás hatására az együttesek denzitása csak a kaszált területeken nőtt meg jelentősen, azaz itt a kaszálás segítette a homokgyepen megfigyeltekhez hasonló denzitású együttesek kialakulását. Mindeközben a begyűjtött teljes *Arthropoda* egyedszámok a vizsgált habitatok tekintetében nem mutattak szignifikáns különbséget, azaz a fent leírt változások a teljes *Arthropoda* együttes szerkezeti átalakulását eredményezték.

A fent vizsgált taxonok adatait kiegészítve a kisebb egyedszámban előkerült csoportok (*Auchenorrhyncha*, *Myrmeleionidae*, *Lepidoptera* lárvák és külön, a *Coleoptera* rendtől elkülönítve, kezelve a *Carabidae* család) mennyiségi adataival hierarchikus osztályozás és ordináció több típusával hasonlítottuk össze a négy vizsgált élőhelytípust. Eredményeinket annyiban foglalhatjuk össze, hogy összhangban a fent említett mennyiségi adatokkal, taxonómiai összetételében és dominanciaviszonyai tekintetében az akácerdő és a homokgyep talajszintjén megfigyelt *Arthropoda* együttesek élesen elkülönültek, míg a tarvágásban részesített területeken a szimilaritások tekintetében a fenti két habitat között elhelyezkedő, a szervesanyag-eltávolítás, illetve el nem távolítás ellenére egymástól el nem különülő együttesek alakultak ki. Mindemellett megállapítható, hogy a vizsgált évek során a tarvágásban részesített blokkok esetén az együttesek összetételükben távolodtak az akácosban megfigyeltek-

től és közelítettek a homokgyep irányába. Ezen belül a kaszált blokkok együttese már az első évben különböztek az akácosban megfigyelt együttesektől és már a harmadik évben átfedést mutattak a homokgyepben megfigyelt együttesekkel, míg a nem kaszált kontrollterületeken a változás iránya hasonló volt, de a homokgyep irányába való elmozdulás később jelentkezett.

Eredményeinket általánosságban összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az akácerdő helyén kialakuló *Athropoda* együttesek esetén a tarra vágás egy mértékben jelentősen nem különböző, összetételében a homokgyep irányába elmozduló és diverzebb együttest eredményezett. Az ez idáig nyomon követett változások szerint a kaszálások a homokgyepen megfigyelt szerkezetű együttesek kialakulását gyorsítják.

A témában megjelent publikációk

Halassy M.-Török K.-Hayek Zs.: Trials to rehabilitate sand grasslands native to Hungary. „*Ecological Aspects of Grassland Management*” 17th General Meeting of the European Grassland Federation. Hungary, Debrecen, 18–21 May 1998. 409–412.

Török K.: Mowing as means of restoring sand grasslands in Hungary. *2nd International Conference on Restoration Ecology*. 25–30 August 1998, Groningen, The Netherlands. Abstracts: 43.

Halassy M.-Török K.: Colonisation of sand grassland species on abandoned fields. *2nd international Conference on Restoration Ecology*. 25–30 August 1998, Groningen, The Netherlands.

A bugacpusztai és orgoványi ürgepopuláció összehasonlító vizsgálata

Kutatási programunk célja a fokozottan védett ürge (*Spermophilus citellus*) egyik legnépesebb hazai előfordulása (Bugacpuszta) és az orgoványi Kiskun-LTER terület (Kiskunsági Nemzeti Park) populáció-élőhelyi jellemzőinek összehasonlítása. A két terület párhuzamos vizsgálatát az indokolta, hogy mindkét helyen csökkent a talajvízszint, de eltérő mértékben, így egy szukcessziós folyamat rekonstruálható, a szikes legelők átalakulását az ürgeállomány lokális denzitása jól indikálhatja.¹

Az elvégzett munka

Elsődleges szempontunk az élőhely mozaikossága és az ürge denzitás összefüggésének vizsgálata, amely megkönnyíti az abiotikus (talajvízszint-csökkenés) és biotikus változások (pl. kiemelten védett, főleg ürget fogyasztó ragadozók visszatelepődése) detektálását.

Ennek érdekében Bugacon és Orgoványban az 1:10 000 léptékű katonai térkép és légi felvételek alapján kiválasztottuk a hosszú távú felmérésre legalkalmasabb helyszíneket (lásd térképmelléklet). Ezeken a pusztai növényzet tipizálása megtörtént, a domborzat jellemzésére a fenti katonai térképek adatait használtuk, ahol jól azonosítható pontokon talaj- és talajvízmintát vettünk. A domborzattól is függő talajvíz közelsége az ürgek téli túlélése szempontjából kulcsfontosságú, ugyanis kb. 1,5 méter mély telelőüregbe húzódnak.

1. Bugacpuszta, istállóí terület, 500 × 500 m, (lásd 1. térkép).

Nagyon erős legelés: marha, ló, birka. Lovasbemutató mellett. Korábbi ürgevizsgálat 50 × 50 méteres mintaterület. Szűkebb környék közepmagas helye. *Festuca pseudovina* dominálta homoki legelő. Magasabb térszíneken ugyanez a növényzet, mélyebbeken erősen zavart, *Cirsiumos* kiszáradó láprét. Talajvíz 260 cm-re, pH 7,7, vezetőképesség 0,47 mS.

2. Bugacpuszta, régi iskola mögötti terület, 500 × 500 m, (lásd 2. térkép).

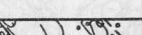
¹ A téma kidolgozásában részt vett: Bilkó Ágnes, Katona Krisztián, Váczi Olivér (ELTE Etológia Tanszék), Kertész Miklós, Tóth Tibor (MTA Talajtani Kutatóintézet).

Kaszált, korábban birka-, most enyhe marhalegelés. Hatvanas években itt még szikes tó volt. A térszín magas (110 m) részén általában *Agropyron repens* dominálta gyeppel, helyenként *Cynodon dactylon* vagy *Dactylis glomerata* kodomináns. Feltehetően 1-2 évtizede megszántották. Kisebb foltokon *Festuca pseudovina* a domináns, ürgelukak ebben találhatók. Talajmintavétel *Agropyron* foltból. Térszín 1 méterrel mélyebb részén részben széleslevelű füvek (*Agrostis*), részben *Puccinellia*, sziki cickafark, ami jelzi, hogy korábban szikes volt a terület. A térszín bármely pontján megjelenhet a *Festuca pseudovina* és a *Botryochloa ischaemum*. Talajvíz 215 cm-re, pH 8,3, vezetőképesség 0,58 mS.

3. Orgovány, 454-es magaslati pont fölötti terület, 300 × 500 m, (lásd 3. térkép).

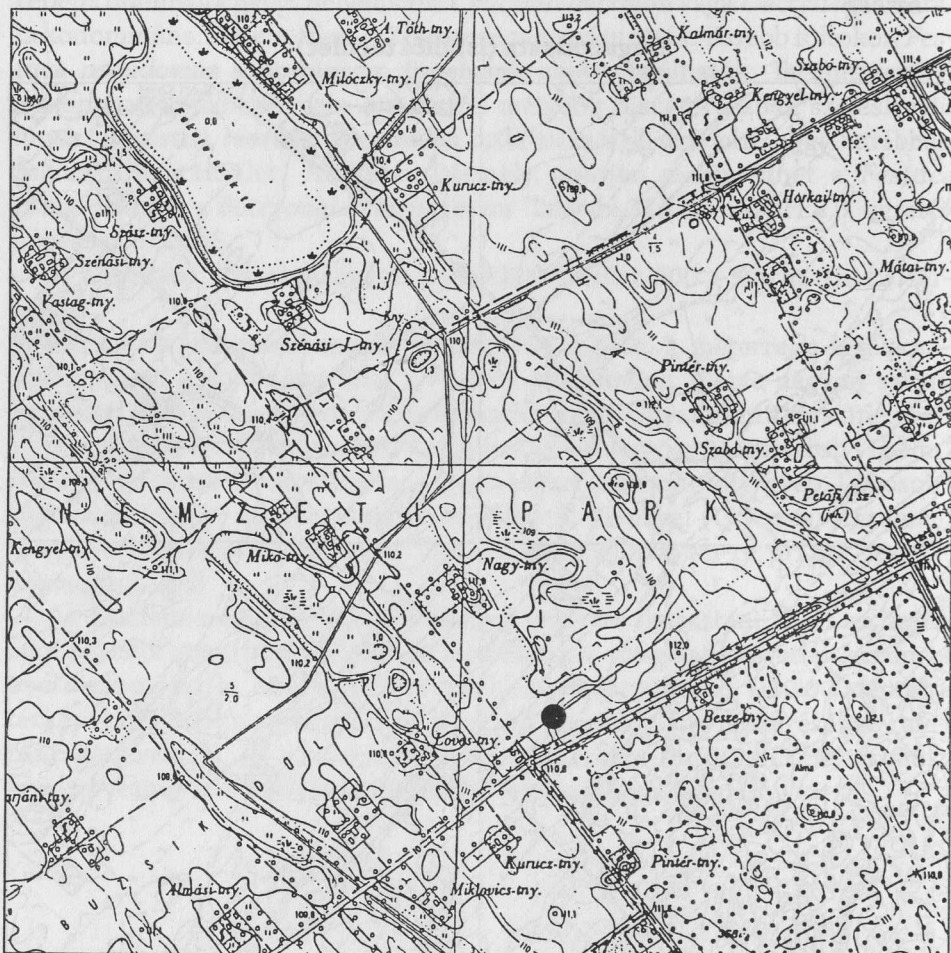
Térszínek közepesen magas részén (104 m), kb. 1 méterrel a legalacsonyabb felett, a domináns fűfaj a *Festuca pseudovina*, illetve nagyon zavart helyeken *Agropyron repens*. Birka és marha legeli. Ugyanezen a térszínen van a nagy szőlős. Itt szórványosan ürgelukak is találhatók. Magaslaton (114 m) *Agropyron cristatum* dominálta, nagyon zavart (beleszántott) gyeppel. Laposokban kaszált gyeppel, magas termetű széleslevelű füvekkel (*Glyceria*, *Agrostis*), magas termetű kétszikűekkel (pl. *Cirsium*). Talajvíz 150 cm-re, pH 8,2, vezetőképesség 1,1 mS.

Az állatfelmérést kénytelenek voltunk tavaszra halasztani, mert az ürgék augusztustól márciusig téli álomra húzódnak. A vizsgálat közvetlen eredményei a szintvonalas, növényzeti, az ürgék eloszlását tükröző, 1:10 000 léptékű térképek. A térképi reprezentáció a lokális ürgeállomány felmérésének referenciájául szolgál. Az adatokat olyan formátumban (Autocad DXF) tároljuk, amely a térmentázati folyamatok későbbi elemzésére alkalmas.



2. térkép

Bugacpuszta (régí iskola mellett)



● Talajmintavétel helye

Sztereografikus vetület

Balti alapszint

3. térkép

Orgovány



● Talajmintavétel helye

Sztereografikus vetület

Balti alapszint

Az évelő nyílt homokpusztagyep nedvességprofilja szezonális dinamikájának összehasonlító elemzése

A kutatás célkitűzése a talaj nedvességforrása hozzáférhetőségét szimuláló SOILWAT modell (Parton, 1978) hazai adaptálásának kidolgozása volt.¹

Az elvégzett munka

Talajnedvesség-mérő helyek telepítése

A gyepterület hosszú távú regisztrálása céljából kijelölt állandó mintanegyzetekhez illesztetten a fülöpházi területen három állományban (csenkeszes, árvalányhajas és kevert gyepterület) állományonként egy közelítően 1,5 m oldalhosszúságú egyenlő oldalú háromszög csúcspontjaiba mérőhelyek telepítése történt 1998 nyarán és őszén. A telepítéskor készített furatok talajmintáinak nedvességtartalom-meghatározására került sor a műszeres talajnedvességmérések ellenőrzése céljából. A Fülöpházán telepített mérőhelyek száma öt, azáltal hogy két csenkeszes és két árvalányhajas mérőhely létesült.

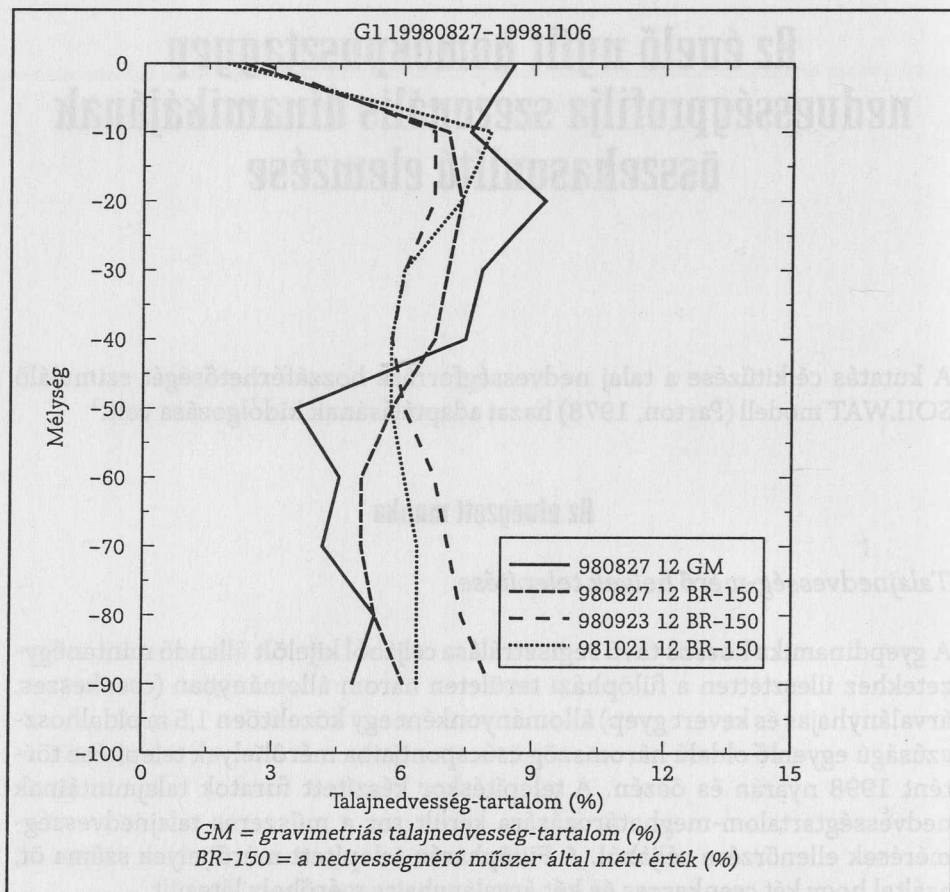
A gönyői területen szintén öt mérőhely telepítése történt meg a fülöpháziéval azonos kialakításban. Tekintettel az eltérő gyepterületre az öt mérőhelyből csupán egy a „tisza” csenkeszes állomány.

Talajnedvességprofil-mérések

Fülöpházán július 28-án, 30-án, augusztus 24-én és november 4-én, Gönyűn pedig augusztus 27-én, szeptember 23-án, október 21-én és november 6-án voltak nedvességprofil-mérések. A mért nedvességértékek egy kiválasztott mérőhelyre számított átlagát az 1. ábrán mutatjuk be. Az 1998. évi talajned-

¹ Az elemzés egy szemidarítási gradiens mentén, szimulációs modellezés céljából készült.

Talajnedvesség-profilok a G1 gönyűi területen



vességprofil-mérési eredmények és tapasztalatok lehetővé teszik a jövő évi mérési terv kialakításában azok figyelembevételét.

Az 1998. évi talajnedvességtartalom-mérési tapasztalatok és a levont következtetések

A talajba helyezett műanyag „mérőcsövek” gumidugóval történő lezárása nem biztonságos. Emiatt a nem elmozdítható lezárást kell megoldani. A benedvesedett mérőcső mérés előtt kiszárítást igényel, aminek kivitelezését kidolgoztuk. A szárítószekrényes nedvességprofiloknak, a műszeres mérési értékekkel való összevetése után a következő megállapításokra jutottunk:

- A talaj térfogattömegének a mérése nélkül az ún. szárítószekrényes nedvességmérési eredmények csupán hozzávetőleges pontosítást tesznek lehetővé.
- Ismert, hogy a talajfelszín közelében a műszeres mérés alulbecsli a talajnedvesség-tartalom értékét. Amikor viszont a műszeres érték meghaladja a szárítószekrényes nedvességtartalmat, az valószínűsíthető, hogy a műszer által jelzett nedvességtartalom a talaj nedvességtartalmán túl tartalmazza a műszer mérőterébe kerülő növényi biomasza nedvességtartalmát is, amely viszont nem szerepel a szárítószekrényes talajnedvesség-értékben.
- Általában az mondható el, hogy a talajnedvesség-tartalom szelvénybeli eloszlását a műszeres és a szárítószekrényes értékek azonos tendenciával írják le a 30 cm alatti talajmélységben.

Az 1998. évi talajnedvesség-mérések növényállományokra vetített eredményei

- A fülöpházi csenkeszes (F7 és F8 mérőhelyek) és az árvalányhajas (S2 és S5 mérőhelyek) állományok augusztusi és novemberi nedvességprofiljai hibahatáron belül megegyeznek. Ez a megállapítás az őszi, vegetációs szempontból inaktív periódus vizsgálati eredményeire érvényes. Valószínű, hogy a tavaszi, kora nyári időszakban várhatóak a jellemző és markáns különbségek.
- A fülöpházi csenkeszes (F7) és a gönyői gyepl. számú mintanegyzetének (G1) augusztusi és novemberi talajnedvességprofil-adatait összehasonlítva meglepően azonos lefutás látható azzal az eltéréssel, hogy a talaj felső 30 cm-es rétegének nedvességtartalma Fülöpházán kisebb, mint Gönyűn. Az 1999. évi talajnedvesség-mérések adnak majd választ arra, hogyan viszonyul egymáshoz a két terület talajnedvességprofil-dinamikája az aktív vegetációs időszakban. Minthogy a két vizsgálati hely a klímagradiens két eltérő pontját képviseli, a talajnedvességprofil-dinamika jelenítheti meg az objektív eltérések egy részét.

Javaslatok az 1999. évi mérési tervhez

- A talajnedvesség-tartalom mérése: a tavaszi-nyári időszak aktív vegetációs szakaszában (május 1-június 30.) 10-14 napos gyakorisággal érdemes a nedvességprofil-méréseket végezni oly módon, hogy minden műszeres mérés idejében a mérőhely közelében (1 méteren belül) 10 cm-es felbontásban 1 m-es mélységig talajmintát is gyűjtenek be és mérjék a

nedvességtartalmát. A fúróval történő talajmintavételnek a lényege, hogy a kivett minta a mintázni kívánt talajréteg nedvességtartalmát reprezentálja. Emiatt ügyelni kell arra, hogy a szárazabb felső talajrétegekből a mintázandó talajrétegbe áthordás ne legyen, valamint, hogy a 10 cm-es talajréteg teljes hosszában legyen megmintázva.

- Tekintettel a talaj–növény–légkör nedvességforgalmának szoros kapcsolódására annak hőforgalmával javasoljuk a nedvességtartalom-mérés mellett a talaj hőmérsékletének a mérését is. Modellkalibrációs céllal érdemes – akár napos gyakorisággal vagy a nedvességmérések idejében – a talaj felszínén, valamint 5, 10 és 20 cm mélyen a talaj hőmérsékletének a mérését is elvégezni. A talajhőmérséklet-mérések nemcsak a talajnedvesség-forgalmi vizsgálatok szempontjából bírnak jelentőséggel, hanem jellemezhetik a klímagradiensbeli eltéréseket is a növényállományok és a mintaterületek között is. A talajhőmérsékleti különbségek összefüggésbe hozhatók a talajfelszíni párolgással. A hőmérsékleti gradiens kimérése lehetőséget ad a harmatképződés szimulációjára és a harmat mennyiségének a becslésére, amelyről mennyiségi ismereteink hiányosak.
- A nedvességprofil-mérésekkel párhuzamosan meg kell oldani a különböző fajösszetételű növényállományok gyökértömege vegetációs perióduson belüli fejlődésének a nyomon követését is annak érdekében, hogy a gyökérzet aktív vízfelvételi zónájának a mélységét azonosítani lehessen.

Homokpusztagyeppek vizsgálata szimulációs modellezéssel és terepi mikrokvadrátos vizsgálatok beindítása a modellpredikciók tesztelésére

A vizsgálat célja a homokpusztagyepre már parametrizált egyedalapú gap modell, a STEPPE érzékenységvizsgálata, különös tekintettel a két domináns fűfajra. További célkitűzésként szerepelt a kisléptékű terepi kísérletek megtervezése és beindítása a modell szerint kulcsfontosságú input paraméterek jobb becslésére, valamint a modelleredmények tesztelésére.

Az elvégzett munka

Elvégeztem a STEPPE modell érzékenységvizsgálatát (*sensitivity analysis*) a populációs szintű input paraméterek azon tartományában, amelyre azok a homokpusztagyepi fajokra történt parametrizálás során beállításra kerültek. Különös tekintettel a két domináns fűfajra (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthénica*), olyan mértékű különbségeket (is) vizsgáltam, amilyenek a két domináns faj között az egyes életmenet-paraméterekben fennálltak. Ezzel arra kerestem a választ, hogy a két faj közötti számos különbség közül melyek fontosak elsősorban az első futtatások során kapott dinamika, nevezetesen a *Stipának* a *Festuca* feletti általános dominanciájáért.

Külön vizsgáltam azt a kérdést, hogy szimulálható-e, és ha igen, akkor milyen paraméter-kombinációkat igényel az a természetben ugyan le nem írt, de feltételezett homokpusztagyepi szukcesszió, mely szerint a csupasz homokfelszín először a *Festuca* kolonizálja, majd idővel a *Stipa* válik uralkodóvá.

Az egyik kulcsfontosságú paraméter, a megtelepedés (*establishment*) domináns füvekre jellemző értékeinek pontosabb megismerésére, továbbá a szimulációk során kapott finom léptékű vegetációdinamika tesztelése céljára többszöri terepbejárás során mintaterületeket jelöltem ki a fülöpházi homokbuckák *Stipa* és *Festuca* dominálta homokpusztagyep-állományaiban. Elkészült a beállítandó kísérletek részletes terve (lépték, ismétlésszám, térbeli

elrendezés, alkalmazandó kezelések). A tervezett kísérletek kivitelezhetőségét, a felmerülő problémákat tesztelendő megtörténtek az első kísérleti beavatkozások is.

Eredmények

Az érzékenységvizsgálat alapján a modellben használt input paraméterek közül – legalábbis abban az értéktartományban, amilyen értékeket a homokpusztagyepi fajok kaptak – a növekedési ráta, a tövenkénti hajtásszám (füvek-nél), a maximális egyedméret, a csíranövény mérete és a hőmérsékletigény értékeinek változásaira a modell nem vagy csak alig érzékeny. Jelentősebb érzékenységet mutat a gyökerezési mélység, a vízhasznosítási állandó, és a biomassa-allokáció (föld alatti, föld feletti), mint input paraméterek változására, és legérzékenyebb a megtelepedési valószínűség és a maximális életkor változásaira. A *Stipa* szimuláció során kapott dominanciájáért is elsősorban a nagyobb megtelepedési valószínűség a felelős. A fenti eredményeket természetesen mindig annak fényében kell értékelní, hogy vajon sikerült-e a releváns mechanizmusokat beépíteni a modellbe, így ezek az eredmények, mint a legtöbb modelleredmény, valójában „csak” tesztelendő (ám rendkívül értékes) hipotézisek.

Érdekes eredmény, hogy mindössze két életmenet-paraméter – a megtelepedési valószínűség és a maximális életkor – változtatásával szimulálni lehetett a két domináns fűfaj természetben sejtett szukcessziós dinamikáját. Amennyiben a *Festuca* megtelepedési rátája nagyobb, élettartama viszont rövidebb a *Stipa*-énál, ez elég ahhoz hogy a *Festuca* telepedjen meg először, kezdetben ez lesz tömegesebb, idővel viszont a *Stipa* válik dominánssá. A paraméterértékek fentebbi kombinációja nem tűnik nagyon realizstikusnak, hiszen a tereptapasztalatok azt sejtetik, hogy pont *Stipa* magonc van több. Ennek ellenére, ez a modelleredmény felhívja a figyelmet arra, hogy összetettnek tűnő vegetációdinamikai folyamatok mögött is állhat egyszerű, 1-2 életmenet-paraméter különbözőségében rejlő magyarázat.

Kísérletek beállítása céljából 10-10 *Festuca*, illetve *Stipa* által dominált gyepfoltot választottam ki random módon a fülöpházi homokbuckás területén. Minden mintaterületen kijelöltem egy 3 m × 3 m-es kvadrátot, melynek sarkaiban 4 db 1 m × 1 m-es kvadrát növényzete lesz a kísérletek helyszíne. A 4 kvadrát közül az egyikben úgy távolítom el a növényzetet (levágás vagy herbicides kezelés), hogy a talajfelszínt (és a kriptogám réteget) nem bontom meg. A második kvadrátban a domináns füvek eltávolítása felszínzavaráshoz is kötődik. A mérendő változó a domináns fűfaj adott területen megjelenő, illetve megtelepedő magoncainak a száma lesz. A vizsgálattal az első évben (illetve az első néhány évben) a két faj belső kolonizációs potenciálját hasonlí-

tom össze, míg hosszabb távon a modelleredmények tesztelésére adna lehetőséget a kvadrátokban lejátszódó szukcesszió nyomon követése. A kétféle kezelés segítségével azt a hipotézist is megpróbálnám tesztelni, miszerint a *Festuca* egy zavart homokfelszínen, míg a *Stipa* inkább egy megállapodott, esetleg kriptogámokkal borított felszínen tud jobban megtelepedni. A mintaterületek másik két 1×1 m-es kvadrátja közül az egyik kontroll lenne, a másik pedig egy olyan irtott kvadrát, amelyben az irtást minden évben megismételném, és ezáltal a megtelepedés évek közötti variabilitását vizsgálnám.

Az 1×1 m-es kvadrátok mellett mind a 20 mintaterületen kisebb léptékű kiirtásos kísérletet is végeznék, amelyekben csak a domináns faj 1-1 kifejlett egyedét távolítanám el (3 ismétlés: kezelés-kontroll tőpár). Az ebben a léptékben lejátszódó folyamatok alighanem lassúbbak és sztochasztikusabbak lesznek, mint a nagyobb kvadrátokban, viszont ez az a lépték, amelyben nagyon sok vegetációdinamikai folyamat realizálódik, és a STEPPE modell alapléptéke is a domináns faj egy kifejlett egyedéhez tartozó, illetve annak halálával felszabaduló mikrofolt, azaz gap.

A témában megjelent publikáció

Kröel-Dulay Gy.-Bartha S.-Wantuchné Dobi I.-Kovács-Láng E.-Coffin D. P.: Mechanisztikus szimulációs modellek alkalmazása száraz homoki gyepek klímaváltozással kapcsolatos dinamikájának predikciójára. In Dunkel Z. (szerk.): *Az éghajlatváltozás és következményei*. Budapest, 1998, OMSZ, 275-284.

Kisparcellás, hosszú távú növényökológiai kísérleti terv kialakítása a Kiskun-LTER keretében

A vizsgálatok célja egy hosszú távú kisparcellás terepkísérlet előkészítése volt. A tervezett kísérletben a homokpusztagyep vegetációjának szukcessziós mintázatát kívántuk tanulmányozni olyan részletességgel, hogy megállapíthassuk, hogy egyes funkciós csoportokhoz tartozó növények milyen időjárási körülmények között milyen mennyiségben szaporodnak és pusztulnak, illetve hogy milyen mértékben járulnak hozzá a vegetáció szerkezetének kialakításához. Az ilyen vizsgálathoz évente többször és részletesen kell mintavételezni a vegetációt, és bolygatásmentesen kell mérni az anyag- és energiaforgalom kulcsfontosságú elemeit.

Az elvégzett munka

A módszertani előkészítés részben korábbi, hasonló térbeli felbontású, kombinált populációs és funkciós szemléletű vizsgálatok kiértékelését jelentette, részben pedig egyes módszertani elemek kipróbálását, valamint lehetséges mintaterületek kijelölését. Az elvégzett munkát a kutatás munkatervének pontjai alapján ismertetjük.

1. Az 1997-ben a fülöpházi nyílt homokpusztagyepben készült kombinált botanikai és terepi sugárzásmérési vizsgálat adatainak kiértékelése. A vizsgálat botanikai mintavételezése és a produkciómérés azzal a technológiával készült, amit a terepkísérletben is alkalmazni kívánunk. Megállapítottuk, hogy a foltok közötti összehasonlítás szintjén a fajborítás-diverzitás és a becsült biomassa pozitív korrelációban van, ugyanakkor egy-egy folton belül ilyen kapcsolat nem mutatható ki.

2. További kombinált botanikai és terepi sugárzásmérési vizsgálatok a kanadai Grassland National Parkban, Saskatchewan. A mintaterületen 1995 óta folynak kombinált terepi felvételezések, közel természetes kevert fűvű prérivegetációban (*mixed-grass prairie*) évente több alkalommal, négyzetméterestől hektáros léptékig. Három legeletlen, egy legelt, egy *Agropyron*

cristatummal felülvetett és egy mérsékelt erodált lejtős területen összesen 9 foltot mintavételeztünk. A foltokban részletes botanikai felvételek készültek, valamint LAI becslések „*light interception*” módszerrel. Megállapítottuk, hogy az információstatistikai alapfüggvények maximumai, valamint a LAI mintázatát leíró geostatistikai függvények paraméterei között korreláció van. Ez az eredmény új, mintázat központú megvilágításba helyezi a diverzitás–produkció összefüggéseket. A tapasztalatok a tervezett hazai terepkísérletben is alkalmazhatók.

3. *Megfelelő kísérleti területek keresése és előzetes fölvételezése* a Kiskunságban, elsősorban Orgovány–Ágasegyháza térségében. Az Ágasegyháza környéki, tervezett LTER-kutatóállomás előkészületei a vártnál lassabban haladnak, így a korábban már alaposan megismert mintaterületeken is kerestünk megfelelő kísérleti területet. A legmegfelelőbbnek a Csévharaszt környéki, gazdag növényzetű homokpusztagyep egyes állományai ígérkeznek.

4. *A terepi sugárzásméréssel történő bolygatásmentes biomasszabecslés és a destruktív biomasszamérések közötti kapcsolat vizsgálata.* Erre a célra az 1997-ben a fülöpházi nyílt homokpusztagyepben készült kombinált botanikai és terepi sugárzásmérési felvételezés adatait elemeztük. Megállapítottuk, hogy a moha- és zuzmóborítás jelentősen befolyásolja a száras növények föld feletti biomasszájának terepi távérzékeléssel történő becslését. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a kellően pontos becsléshez kombinált „*light interception*” módszerű LAI-becslésre, terepi sugárzásméréssel történő NDVI-becslésre és NDVI kamerával való fényképezésre egyaránt szükség van, ha a moha- és zuzmóborítás nagy, illetve változik.

Eredmények

1. *Mintavételi terv javasolása.* A tervezett terepkísérletben szükség van az egyévesek és az évelők csírázásának idején a háromhetes mintavételi periódusra. A növényzet mintavételezésére a rajzolás megfelelő módszer, míg a föld feletti produkció becsléséhez kívánatos lenne többféle távérzékelési technikát alkalmazni.

2. *Mintaterület-javaslat.* A terepbejárások alkalmával megállapítottuk, hogy a tervezett terepkísérlet legmegfelelőbb helyszíne a csévharaszi mintaterület lenne. Mindazonáltal hangsúlyozzuk, hogy különbözően intenzív vizsgálatokat és megfigyeléseket nem feltétlenül kell ugyanazon a mintaterületen végrehajtani. Amennyiben elkészül a tervezett orgoványi LTER-kutatóállomás tereprendezése, ott manipulációs kísérleteket kívánunk majd beállítani.

3. *Kezelések javaslata.* Közvetlenül a terepkísérlet beállítása után el kívánjuk kezdeni a legfontosabb korlátozó környezeti tényező, a vízhiány vizsgálatát öntözéses kezeléssel.

Tervezzük szakcikk publikálását a kombinált botanikai és terepi sugárzás-mérési vizsgálatok eredményeiről. Előkészületben Csillag F., Kertész M., Mitchell, S., Davidson, A., Bartha S. tanulmánya *Relationships between diversity and production patterns in mixed-grass prairie* címmel. Az ebben a cikkben leírt megközelítést és részben az alkalmazott módszereket kívánjuk felhasználni a Kiskun-LTER keretében végzett és végzendő vizsgálatok, illetve azok kiértékelése során.

A kutatás célja olyan, terepen is alkalmazható műszeres rutinmódszer kialakítása, amely eldönti, hogy egy földből kismért gyökérdarab él-e, vagy elhalt. Első körben a *Stipa*, a *Koeleria* és a *Festuca* nemzetségek vizsgálándó, cél az aktív felszívó rögök mélységi tagozódásának megállapítása.

Az előkészítő munka

A gyökérszóna műszeres méréséhez beszerestünk az MTA Műszertechnikai Szolgálatáról egy Good Will ICR-614 típusú, nagy pontosságú kapacitás- és ellenállásmérő eszközt. A talaj nedvességtartalmaért egy TRIME-FM készülékkel mérjük. Saját forrásból a terepi kísérlések finanszírozhatóak voltak, de a Good Will készüléket csak 1993. november elején tudtuk megvenni, amikor a terepbotanikai igény már gyakorlatilag lezárult, ezért az ilyen jellegű mérések átbeszéltek a következő vegetációs periódusra. Ismert jelesnap, hogy terepi munkát igénylő kutatásoknál, a pénzügyi hozzájárulás tervezett átmenését „prosszimista módon” adják meg, hogy a szakmai tervezést ahhoz lehessen igazítani, mert időbeni kényszerek miatt a kérését gyorsabb munkával sem lehet betölteni.

Terepi gyökérfeltárást Büdöpházán és Gönyőn csinálunk. Búdóházán mintegy 120-150 cm mély gödrökben állunk, éreken megállapítottuk a vizsgált fajok maximális gyökerezési mélységét, és bolygatatlan talajmintavevővel 1-4 db 6 cm átmérőjű hengereket vittük ki a növények alól, tövüként 15-20 cm mélységből szintenként három. Ezekből szárazszárazméréssel becsültuk a gyökértömeget. A műszeres mérést Újpesten, nyílt homoki gyepen végeztük.

Eredmények és értékelésük

Büdöpházi és gönyői gyökérfeltárások kapcsán addigi eredményeinket a következő táblázat foglalja össze:

Nyílt homoki gyepekben élő fajok aktív gyökérszónájának vizsgálata

A kutatás célja olyan, terepen is alkalmazható műszeres rutinmódszer találása volt, amely eldönti, hogy egy földből kiemelt gyökérdarab él-e, avagy elhalt. Elsősorban a *Stipa*, a *Koeleria* és a *Festuca* nemzetség vizsgálandó, cél az aktív felszívó régió mélységi tagozódásának megállapítása.

Az elvégzett munka

A gyökérszóna műszeres méréseihez beszereztünk az MTA Műszertechnikai Szolgálatától egy Good Will LCR-814 típusú, nagy pontosságú kapacitás- és ellenállásmérő eszközt. A talaj nedvességtartalmát egy TRIME-FM készülékkel mértük. Saját forrásból a terepi kiszállások finanszírozhatóak voltak, de a Good Will készüléket csak 1998. november elején tudtuk megvenni, amikor a terepbotanikai idény már gyakorlatilag lezárult, ezért az ilyen jellegű mérések áthúzódtak a következő vegetációs periódusra. Ezért javaslom, hogy terepi munkát igénylő kutatásoknál, a pénzügyi hozzáférés tervezett ütemezését „pesszimista módon” adják meg, hogy a szakmai tervezést ahhoz lehessen igazítani, mert időbeni kényszerek miatt a késést gyorsabb munkával sem lehet behozni.

Terepi gyökérfeltárást Fülöpházán és Gönyűn csináltunk. Ennek során mintegy 120-150 cm mély gödröket ástunk, ezekben megállapítottuk a vizsgált fajok maximális gyökerezési mélységét, és bolygatatlan talajmintavevővel 100 köbcentiméteres hengereket vettük ki a növények alól, tövenként 15-öt, öt mélységből, szintenként hármat. Ezekből szárazsúlyméréssel becsültük a gyökértömeget. A műszeres mérést Újpesten, nyílt homoki gyepekben végeztük.

Eredmények és értékelésük

A fülöpházi és gönyői gyökérfeltárások kapcsán eddigi eredményeinket a következő táblázat foglalja össze:

Helyszín	Faj	Átlagos maximális gyökérmélység (cm)
Fülöpháza	<i>Festuca vaginata</i>	60
	<i>Stipa</i> sp.	71
	<i>Koeleria glauca</i>	65
Gönyű	<i>Festuca vaginata</i>	40
	<i>Stipa</i> sp.	55
	<i>Koeleria glauca</i>	45

A nedvesebb gönyői termőhelyen a várakozásnak megfelelően nem hatolnak olyan mélyre a gyökerek, mint Fülöpházán. Az egyes töveknél a talaj felszínén mérhető tőnyakátmérő és a maximális gyökérmélység között pozitív korreláció mutatkozott, de az eddigi megvizsgált tőszám nem elegendő a két változó közötti összefüggés statisztikai elemzésére. Ez utóbbi azért lenne fontos, mert objektíven csak olyan adatsorok összehasonlítása lehet korrekt, ahol a fajok nyakátmérő-eloszlásában nincsenek nagy különbségek. Ebben a vizsgálatban mindig lehetőség szerint nagy, a többitől jól elkülöníthető töveket vizsgáltam.

A műszeres vizsgálat eddigi eredményei a következők (számszerű adatokat nem adok meg, mert kis számuk miatt megfelelő értelmezésük egyelőre nem lehetséges):

- a gyökérnyak és a talajbani testelektród között mérhető kapacitásértéket, mely pikoFarád nagyságrendű, a talaj nedvességtartalma befolyásolja,
- klonális növények esetén két ramet között mérhető kapacitás felismerhetően kisebb, mint két független növény között, vagy a növény és a talaj között,
- azonos fajú töveknél a nagyobb termetű, nagyobb gyökérszerű egyedeknél a mért kapacitásérték magasabb,
- végül a szerintem szakmailag legfontosabb: a tő alatt levő, gyökérnek látszó, de elhalt (száraz, nagy elektromos ellenállású) gyökérrészek a kapacitásérték kialakításában nem vesznek részt, biológiailag és elektromosan egyaránt inaktívak.

Ezek az elővizsgálati eredmények kijelölik a jövőbeli, komoly eredményeket ígérő vizsgálatok irányát.

A *Fumana procumbens* egyedek kor-méret összefüggésének meghatározása

A kutatás célja *Fumana* kor-méret összefüggésének meghatározásával becsléseket adni az élő homokpusztagyep különböző állományainak korára, a bolygatások óta eltelt időtartamokra.¹

Az elvégzett munka

Az élő nyílt homokpusztagyep fülöpházi és gönyői mintaterületén elvégzett cönológiai felvételezés eredményeképpen tipizáltuk a gyepfoltokat az uralkodó fajok alapján.

Fülöpházán 13 db, Gönyűn 15 db különböző mérettartományba tartozó *Fumana* egyedeket ástunk ki teljes gyökérzetével egyetemben. A mintaelemzést korlátozza a gyepek védett státusa, amely a kiásással járó durva bolygatást tiltja, valamint a xylotomiai metszetek készítésének és értékelésének igen munkaigényes és hosszadalmas folyamata. A gyűjtött példányokon morfolometriai méréseket (összes hajtáshossz, törzsátmérő a gyökérnyaknál, gyökér/hajtás arány) végeztünk.

Az egyedek korának megállapítása céljából megfelelő mikrotechnikai eljárások alkalmazásával (vizes-glicerines áztatás, metszés, Javel-lúgos derítés, festés, víztelenítés, rögzítés) vizsgálható metszeteket készítettünk. A metszeten elvégzett évgyűrűszámlálással állapítottuk meg az egyedek korát.

Eredmények

1. A *Fumana procumbens* cönológiai státusa Fülöpházán és Gönyűn meg lehetőségen eltérő.

Fülöpházán nagy frekvenciával fordul elő, főleg a nyíltabb, szikárabb helyeken, gyakran szinte monodomináns foltokat alkot. Gyakori komponense azonban a nyílt *Festuca vaginatas* és *Stipa borysthénicas* állományfoltoknak is.

¹ Az egyedek kor-méret összefüggésének meghatározását xylotomiai és morfolometriai módszerek kombinálásával végeztük, egy szemiáriditási grádiens mentén.

A gönyői mintaterület jóval zártabb, *Festuca-Stipa* alkotta vegyes dominanciájú gyeppálmányaiban csak egy folton található *Fumana*. A mintaegyedek gyűjtését ezért részben a közeli lőtér bolygatottabb környékén kellett végeznünk.

A morfológiai elemzés a törzsátmérő és az ághosszak között elég szoros korrelációt mutat. A legidősebb *Fumana* tő a xylotomiai vizsgálatok alapján 24 évesnek bizonyult, a 20 év körüli egyedek már elérik a 11 mm körüli törzsátmérőt és a 400–600 cm összhajtáshosszúságot. A legnagyobb összhajtáshosszúság 1045 cm volt, amelyet Gönyűből származó példányon mértünk. Tájékoztatásul bemutatjuk 9 Fülöpházán gyűjtött minta hajtáshossz-, törzsátmérő- és koradatait:

Fülöpháza, 1998. június (*Fumana procumbens*)

Hajtáshossz (cm)	Törzsátmérő (mm)	Kor (év)
4,5	1,6	3
49,0	3,0	7
66,0	4,0	9
113,0	5,5	9
225,0	8,5	15
196,0	7,6	18
409,0	11,3	23
348,0	11,0	24
643,0	10,7	19

Az anyag további feldolgozása még folyamatban van, mert a későn megkapott pénzszekvők a feldolgozásban komoly akadályt jelentettek.

A témában megjelent publikáció

Kovács-Láng E.–Kröel-Dulay Gy.–Kertész M.–Mika J.–Rédei T.–Rajkai K.–Hahn I.–Bartha S.: Homokpusztagyeppek mintázatának változása egy szemiariditási grádiens mentén. In Dunkel, Z. (szerk.): *Az éghajlatváltozás és következményei*. Budapest, 1998, OMSZ, 137–146.

A *Fumana procumbens* (DUN.) GO. & GODR. ektomikorrhizái alföldi homoki gyepekben

A száraz alföldi területek természetes növénytársulásai anyagcsere-forgalmának és egyensúlyának fenntartásában komoly szerepet játszanak az ott élő fás szárú növények, törpecserjék ektomikorrhizái. Ezeket eddig hazánkban még senki nem vizsgálta.

A munka célja, hogy a homoki gyepekben élő *Fumana procumbens* és más fásszárúak természetes ektomikorrhiza partnereit azonosítsa és megvizsgálja, hogy azok különböznek-e a különböző gyeptársulásokban és az eltérő klimatikus viszonyok között.¹

Az elvégzett munka

A vizsgálati évben a fülöpházi területről háromszor, Gönyűről egyszer vettünk talajmintákat ektomikorrhiza-vizsgálathoz.

A minták sorszáma a gyűjtési helyek és időpontok szerint a következő:

1. Fülöpháza április 10.: *Fumana procumbens* gyökérrel, 20-30 cm mélyen (2 minta)
2. Fülöpháza, június 8.:
 - *Fumana procumbens* gyökérrel, 20-30 cm mélyen (3 minta),
 - *Populus alba* gyökérrel, 20-30 cm mélyen,
 - *Juniperus communis* gyökérrel, 20-30 cm mélyen.
3. Gönyű, szeptember 23.:
 - *Fumana procumbens* gyökérrel, *Inocybe* sp. termőtest alatt (HU 140 és HU 141 mikorrhiza),
 - *Fumana procumbens* gyökérrel (HU 142 és HU 143 mikorrhiza),
 - *Populus alba* gyökérrel, *Inocybe heimü* termőtest alatt (nem volt mikorrhiza).
4. Fülöpháza, október 22.:
 - *Fumana procumbens* gyökérrel *Hebeloma ammophilum* termőtest alatt (HU 204 mikorrhiza),

¹ A téma kidolgozásában részt vett: Magyar László, Majoros Éva és Sárközi László.

- *Fumana* gyökérrel *Inocybe heimii* termőtest alatt (HU 205) mikorrhiza,
- *Juniperus communis* gyökérrel (nem volt mikorrhiza),
- *Populus alba* gyökérrel (HU 206, HU 207, HU 208, HU 209 és HU 210 mikorrhizák).

Összegezve: 14 gyökeres talajminta vizsgálata során együttesen 11 különböző ektomikorrhizát találtunk. Az ektomikorrhizák vizsgálataihoz az Agerer által bevezetett, nemzetközileg elfogadott mikroszkópos-morfológiai és hisztokémiai módszereket alkalmaztuk.

Eredmények és értékelésük

Az eredményeket a következő pontokban foglalhatjuk össze:

1. A tavaszi és nyári időpontokban vett mintákból egyik növényfaj gyökeréről sem tudtunk ektomikorrhizát kimutatni. Ennek oka valószínűleg az, hogy a száraz időszakokban a mikorrhizálható, fiatal gyökércsúcsok csak a homok mélyebb rétegeiben fejlődnek ki, a vizsgált 30 cm-nél nagyobb mélységben.

2. A fülöpházi területen vett boróka-gyökérmintákból (az előző évek vizsgálataihoz hasonlóan) nem sikerült ektomikorrhizát kimutatni. Bár a boróka potenciálisan ektomikorrhizás növényfajnak tekinthető, eddig még egyetlen leírást sem jelent meg róla.

3. A *Fumana procumbens* gyökereiről az őszi mintavételek alkalmával a nedvesebb homokban Fülöpházán a *Hebeloma ammophilum* és az *Inocybe heimii* termőtestek alatt (mint ahogy az előző években is) megtaláltuk az említett gombafajok ektomikorrhizáit. Gönyűről, bár az *Inocybe heimii* termőtesteit megtaláltuk, egy másik *Inocybe* faj (valószínűleg az *I. maritima* Karst.) ektomikorrhizáját azonosítottuk. A pontos azonosítás a DNS ITS régiójának PCR analízisével folyamatban van.

4. A *Fumana procumbens*ről eddig még nem írtak le ektomikorrhizát. A *Hebeloma ammophilum* és az *Inocybe heimii* ezen növényfajjal képzett, a tudományban új ektomikorrhizáinak részletes morfológiai leírása elkészült és publikálás alatt áll.²

5. Mindkét területen jelentős *Populus alba* állományok találhatók. Ezek gyökereiről többféle ektomikorrhizát (elsősorban *Hebeloma* és *Russula* fajok) sikerült kimutatni. Feldolgozásuk még folyamatban van.

6. Az egyéves vizsgálat önmagában nem alkalmas a klimagradiens mentén elhelyezkedő, különböző éghajlatú területek ektomikorrhiza viszonyainak

² *Hebeloma ammophilum* + *Fumana procumbens*. Descriptions of Ectomycorrhizae 3 (in prep.),
Inocybe heimii + *Fumana procumbens*. Descriptions of Ectomycorrhizae 3 (in prep.).

rajok elterjedési viszonyaiban.

Homokpusztagyeppek mikroszimbionta gyökérkapcsolattal rendelkező növényei és a szárazságtűrésben betöltött szerepük

A vizsgálat során egy klímagrádiens mentén száraz homokpusztagyeppekben ellenőriztük a főbb (domináns) állományalkotó növények mikroszimbiontás infekcióját, illetve a szimbiózis működőképességét jelző arbuszkulumoknak az előfordulását.¹

Az elvégzett munka

Mintavételi helyek:

- a) Győr, Gönyű,
- b) Kecskemét, Fülöpháza.

Mintavétel időpontja: 1998. július 8. és 11.

Tesztnövények: *Fumana procumbens*, *Festuca vaginata*, *Stipa borysthenica*.

A kijelölt mintavételi helyeken a domborzati viszonyok figyelembevételével is általában 5-5 tesztnövény gyökérzetének begyűjtése történt, mikroszimbiontás kolonizáció megállapítása céljából. Az endomikorrhizas (AMF) szimbiózis meglétét anilinkékes festés után a *Kormanik* et al. (1989) által leírt mikroszkópi megfigyeléssel állapítottuk meg egy 5 skálás kiértékelési rendszert követve, ahol nemcsak az infekció megléte (frekvencia, F%), hanem a szimbiózis működőképességének megítélését segítő egyéb paraméterek (a mikorrhiza intenzitása -M, az arbuszkulumok mennyisége -a%, A%) is számolhatók.

Eredmények és értékelésük

Megállapítások:

– Legerősebb infekciót mindkét mintavételi helyen a domináns fűfajok (*Festuca vaginata*, *Stipa borysthenica*) esetében kaptunk. A *Fumana* mikor-

¹ A téma kidolgozásában részt vett: Takács Tünde.

rhizás infektáltságának nagyobb mértékű szórását a főgyökér-rendszerből következő változatosabb gyökérvastagságok és mintavételi gyökérmélységek következményének értékeljük.

– A szárazabb jellegű termőhelyen (Fülöpháza) mind az AM infekciója, mind a működőképességet leginkább mutató arbuszkulumok mennyisége (a%) is kisebbnek adódott mindhárom tesztnövénynél, de ott a 2. táblázathoz hasonló finomabb térszíni vagy társulási elkülönítések a minták között nem történtek meg.

– A természetes gyepereltörésével a mikorrhizás infekció nem változik lényegesen, az arbuszkulumok mennyiségének csökkenése ugyanakkor jelzi, hogy a szimbiózis hatékonysága kisebb.

– A kettős szimbiózisra is képes *Fumana* esetében az ektomikorrhizáltság látható jelenléte általában csökkenti az AM gombák hatékonyságát (a%), de a kevés mintaszám miatt ez további megerősítésre vár.

További vizsgálati lehetőségek

Az endomikorrhizás infekció nagysága és funkcionálása a vizsgált gyeptársulások domináns növényfajainál érzékeny indikátora a helyi és a növényzeti viszonyok alakulásának.

A mikorrhizáció működőképességének további megerősítése a talaj és az AM-re tesztelt növények elemtartalmának feltárásával lehetséges. A kolonizáció szezonális és szukcessziós változása állandó mintavételi területekről, az adott társulás egyéb fajainak a mikorrhizáltsági értékelésével együtt adhat további hasznos ismereteket.

1. táblázat

Főbb állományalkotó növényfajok mikorrhizás kolonizációja

Faj	Minta-szám	A mikorrhizáció paraméterei				Megjegyzés
		F%	M%	a%	A%	
Fumana procumbens	4	51,6±17,6	13,1 ± 7,5	1,6±1,5	0,24±0,22	EM
	1	53,3	12,0	0	0	
Festuca vaginata	5	83,3±13,3	42,6±16,1	7,1±4,6	2,9±2,2	
Stipa borysthenica	5	71,6±12,7	13,63±8,5	2,9±0,6	16,8±15,1	

Mintavétel: Fülöpháza, 1998. 06. 08.

F% – a mikorrhizás infekció gyakorisága

M% – a mikorrhizás infekció intenzitása

a% – a minta mikorrhizált részeinek arbuszkulumtartalma

A% – a teljes minta arbuszkulumtartalma, EM – ektomikorrhiza is előfordult

2. táblázat

Főbb állományalkotó növényfajok mikorrhizas kolonizációja

Minta jelzése és eredete	Minta jelzése és eredete				Megjegyzés
	F%	M%	a%	A%	
<i>Fumana procumbens</i> a) eredeti társulásból G-Fu 1, G-Fu 2	63,3±23,3	28,2±8,4	7,7±4,4	4,5±1,2	
b) bolygatott területről G-Fu 3, G-Fu 4	71,0±12,0	37,1±10,2	3,9±1,8	5,9±1,2	
c) kettős szimbiózissal G-Fu5	42,0	9,8	2,4	0,4	EM is, 1 minta
<i>Festuca vaginata</i> a) eredeti társulás G-Fe 1, G-Fe 2	89,9±13,3	51,44±15,9	7,6±4,2	4,1±2,6	
b) tiszta „Festucás” G-Fe3, G-Fe4	85,0±15,0	39,3±14,3	26±7,6	7,4±3,8	
c) magasabb térszínről G-Fe5	83,3	31,4	11,9	3,7	1 minta
<i>Stipa borysthena</i> G-St1, G-St2, G-St3, G-St4, G-St5	91,1±13,3	44,0±8,9	12,1±7,1	5,5±4,6	

Mintavétel: Gönyű, 1998. 06. 11.

Homoki gyepek stabilitási tulajdonságainak vizsgálata hosszú távú monitorozással

Mintavételi módszerek

A JATE (jelenleg SZTE) ökológiai tanszéke 1975 óta folytat rendszeres vizsgálatokat a bugaci pusztán kijelölt és bekerített 2,5 ha-os területen és környékén.¹ Az itt folyó kísérletek egyik fontos célkitűzése az életközösségek zavarástűrésének vizsgálata. A zavarástűrés kísérletes vizsgálatára 1987-ben jelöltek ki az 1975 óta nem legeltetett, bekerített területen hat mintavételi területet, háromat buckaközi, háromat pedig buckateteji pozícióban, valamint a kerítésen kívüli, folyamatosan enyhén legeltetett területen is egy buckaközi és egy buckateteji mintavételi helyet. A nem legeltetett területek közül mindkét pozícióban egyet-egyet évente egyszer (június végén) lekaszáltak, egyet-egyet pedig rendszeresen öntöztek. Ezek a kezelések 1995-ig folytak.

A vegetáció részletes vizsgálatát 1991-ben kezdtem el. Minden kijelölt mintavételi helyen 10-10 db, két sorban elrendezett 1 × 1 m-es kvadrátban a növényfajok százalékos borításértékét becsültem évente kétszer, június és szeptember első felében. Az időjárás évenkénti változását a *Pálfai-féle aszályosság index*² Kecskemétre és Kiskunfélegyházára megadott értékeinek segítségével értékeltem.

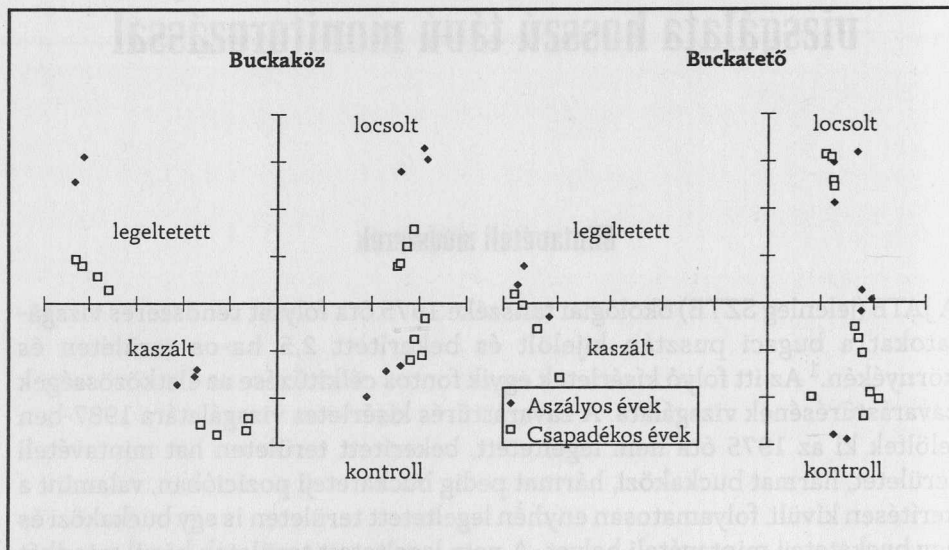
A vegetáció időbeli változása és a kezelések hatása

A vizsgálati időszak alatt egy szárazabb (1991–1994) és egy csapadékosabb (1995–1998) időszak volt. A kezelések (kaszálás, locsolás) 1995-ig folytak, ezért a kezelés megszűnésének hatása és a csapadékosabb évek hatása csaknem egybeesett. Az egyedi kvadrátok mintavételi helyenkénti borításátlagai-

¹ Rövid összefoglalást ld. Gallé L.: Hosszú távú ökológiai vizsgálatok, állapotfelmérés és monitoring a Kiskunsági Nemzeti Parkban. In Tóth K. (szerk.): *20 éves a Kiskunsági Nemzeti Park*. Kecskemét, 1996.

² Pálfai I.: Aszályok a Kiskunsági Nemzeti Parkban. In Tóth K. (szerk.): *20 éves a Kiskunsági Nemzeti Park*. Kecskemét, 1996, 115–119.

**A mintavételi helyek felvételeinek évenkénti átlagai.
PCoA pontdiagram százalékos különbözősége alapján**



nak júniusi és szeptemberi értékei közül a maximumot véve egy mintavételi helyet évenként jellemző felvételt kaptam, a mintavételi helyenkénti 10 felvétel átlagát főkoordináta-analízissel (PCoA)³ értékeltem. Valamennyi szórásdiagramon megfigyelhető, hogy a legeltetett mintavételi terület pontjai az első tengely mentén határozottan elkülönülnek a másik három, 1978-ban bekerített területen lévő mintavételi helytől (lásd 1. ábra). Tehát a folyamatos legeltetés erős hatással van a vegetációra. A bekerített területen az 1981 és 1988 között végzett állandó kvadrátos monitorozás eredményeinek értékelésénél Kőrmöczy L.⁴ már nem említi a szekunder szukcessziót, hanem az időjárás, elsősorban a csapadékmennyiség hatását tartja meghatározónak. Vizsgálataim megerősítették ezt a tapasztalatot. A PCoA szórásdiagramon az aszályos és a csapadékos évek pontjai többnyire elkülönülnek. Az elkülönülés mértéke függ a növénytársulás típusától, a buckaközben kifejezettebb, mint a buckatetőn. A locsolás csak a xerotoleránsabb buckatetőn ellensúlyozza az aszály hatását, a kaszálás pedig nem befolyásolja, vagyis az elkülönülés a kontrollhoz hasonló mértékű.

³ Podani J.: SYN-TAX-pc Computer programs for multivariate data analysis in ecology and systematics. Budapest, 1993, Scientia Publishing.

⁴ Kőrmöczy L.: Tér-idő mintázatok és mintázattanszformációk homokpusztai gyeptársulásokban. Kandidátusi értekezés, Szeged, 1994, JATE.

Az állományok gyakori és domináns fajainak populáció szintű változásait közösségi szinten lehet értelmezni. Az aszály mértéke hatással volt a dominanciaviszonyokra. Az aszályos években kevés faj erős dominanciája volt megfigyelhető a legtöbb kísérleti parcellában, a többi faj pedig igen kis borítás-értéket mutatott. A vizsgálat második felében megszűnt az aszály, és a dominanciaviszonyok sokkal kiegyenlítettebbé váltak. Ezt a jelenséget a locsolás nem volt képes elnyomni. Feltűnő a *Festuca pseudovina* rohamos térhódítása a csapadékos években, szinte valamennyi parcellán, ahol előfordult. Különösen szembevető ez a kontroll buckatetőn, ahol terjeszkedése a *Festuca vaginata* rovására történt. A locsolt buckaközben az aszály alatt csak lappangó *Schoenus nigricans* mennyisége 1995-től feltűnően növekedett.

Az aszály hatása a fajszám csökkenésében, fajok eltűnésében is detektálható volt. A csapadékos 1991 után a súlyosan aszályos 1992-es évben kiugróan magas az eltűnő fajok száma, a fajszám csaknem valamennyi egyedi kvadrátban csökken, és állományszinten is tapasztalható. 1993-ban azonban az aszály ellenére enyhe fajszám-növekedés történt, vagyis a vizsgált közösségek ebből a szempontból reziliensen viselkedtek. A fajszámváltozásokban is észlelhető a locsolás mérséklő hatása. Az 1995–1998 közötti kedvezőbb időjárású években jelentősebb fajszámváltozás nincs, azonban a kaszálás felhagyása után fokozatosan csökken a diverzitás.

A mintavételi helyek vegetációjának természetességét az állományszinten értelmezett természetes, zavarástűrő, valamint gyom- és adventív fajok számával jellemeztem. A nem legeltetett területeken a zavarástűrő és gyomadventív fajok száma lényegesen alacsonyabb, mint a természetes fajoké. A vizsgált állományok természetességi állapota jónak mondható. Védett fajok is előfordulnak a területen (*Onosma arenaria*, *Colchicum arenarium*, *Dianthus serotinus*, *Alkanna tinctoria*, *Sedum hillebrandti*), de a felvételezett kvadrátokba csak elvétve estek, így váltoásaikra ezek a vizsgálatok nem adnak információt, ahhoz célzott, populáció szintű adatok gyűjtésére lenne szükség. A legeltetett terület összes fajszáma magasabb a másik hároménál, de a plusz fajok zavarástűrők és gyomok, a 10 m²-re eső természetes fajok száma pedig 10-12%-kal kisebb, mint a nem legeltetett területeken.

Dél-kiskunsági sztyepprét-láprét komplexek vizsgálata

1988-ban a Ásotthalom község határában egy névtelen rét néhány hektárnyi területén elképesztően sok védett növényt találtak, köztük a fokozottan védett és erősen veszélyeztetett egyhajúvirág (*Bulbocodium vernum*) és mocsári kardvirág (*Gladiolus palustris*) jelentős méretű populációit. A hír gyorsan terjedt, és egyre többen látogattak ki a rétre, és egyre több védett növényt találtak. A védetté nyilvánítást a CSEMETE nevű természetvédelmi egyesület

kezdemenyezte, és rekordidő alatt megalakult az Ásotthalmi Láprét Természetvédelmi Terület, de sokan ma is csak „Csodarét”-ként emlegetik ezt a valóban csodálatos területet. A regisztrált védett fajok száma jelenleg 17, de ezek a 95 ha-os védett terület csak mintegy 8-10 ha-nyi területére koncentrálódnak. A teljes botanikai feltárás és leírás sokáig váratott magára. A védett terület eddigi legalaposabb botanikai leírását (vegetációtérkép, cönológiai felvételek, tájtörténet) Csete Sándor, 1997-ben, a JATE ökológiai tanszékén készített diplomadolgozatában készítette el.

Elgondolkoztató volt, hogy a régiót legjobban ismerő botanikusok (Bodrogközy György, Csongor Győző) sem ismerték korábban a területet. Ebből arra lehetett következtetni, hogy a régió botanikailag igen kevésbé feltárt, és további kutatások még sok eredményt hozhatnak. Ez be is bizonyosodott, amikor Gaskó Béla – már a jelenlegi és régi katonai térképek segítségével – bejárva a környéket néhány év alatt számos védett faj előfordulását regisztrálta, és több védetté nyilvánítási javaslatot is megfogalmazott. Értékes munkája sajnos még ma is csak kéziratos formában van.⁵

Egy, a tudományos felfedezésnél talán még fontosabb természetvédelmi szempont is indokolja azonban a további kutatást. A modern természetvédelmi biológiai szemléletmód egyik legfontosabb sarkköve a rezervátum szemlélet tarthatatlansága,⁶ vagyis az, hogy egy kisméretű értékes terület értékei nem védhetők meg önmagukban, passzív úton. Hasonló jellegű élőhelyek egész sorozatával együtt, egy hálózat részeként azonban sokkal nagyobbak a természetvédelmi értékek fennmaradásának esélyei.

A feladat tehát az, hogy feltárjuk azt az élőhelyhálózatot, amibe a Csodarét illeszkedik, megkeressük azokat a gyepfoltokat, amelyek vegetációja hasonló a Csodarét értékes növénypopulációinak élőhelyéhez. Ehhez egy megfelelően nagy terület teljes körű, valamennyi gyepfoltmaradványra kiterjedő, táji és helyenként lokális léptékű botanikai feltárása szükséges.

A vizsgált terület és az alkalmazott módszerek

A Dorozsma-Majsai-homokhát földrajzi kistáj déli részén Szeged, Mórahalom, Ásotthalom, Ruzsa, Bordány helységek térségében egy 20 × 24 km-es területen az 1:25 000 léptékű katonai térkép segítségével kijelöltük valamennyi nem túlságosan kicsi gyepfoltot. Így 33 db, egyenként 10–100 ha területű, kultúrtájba ékelődött füves terület vizsgálatát kezdtük meg. 14 gyepfolt vege-

⁵ Gaskó B.: *Természetes és természetközeli élőhelyek védelme Csongrád megyében*. Kézirat, 1995.

⁶ Pickett, S. T. A. – Parker, V. T. – Fiedler, P. L.: The new paradigm in Ecology: Implications for conservation biology above species level. In Fiedler, P. L. – Jain, S. K. (eds.): *Conservation biology*. New York, London, 1992, Chapman and Hall.

tációjáról előzetes adatok álltak rendelkezésre. 1997 és 1998 folyamán felkerestük a foltok 2/3 részét. Részletes vegetációtérképet egyenlőre nem készítettünk, mivel az egész terület durva letapogatása volt a célunk. A bejárás során térképen jelöltük a következő élőhelytípusok előfordulását: kiszáradó láprét, homoki sztyepprét, szikes mocsárrét, mézpázsitos szikfok, mocsár, másodlagos gyepek, valamint ezek jellemző vagy fontos fajainak előfordulásait. Különös figyelmet fordítottunk az első két élőhelytípusra, mivel a térségben ezek természetvédelmi jelentősége a legnagyobb. A természetvédelmi szempontból legértékesebbnek tűnő 5 homoki sztyeppréten és 5 lápréten cönológiai felvételeket készítettünk.

Eredmények

Az eddigi vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy valószínűleg nem létezik másik olyan gyepparadvány, amelyik a Csodaréttal azonos értékű lenne, valamennyi ott előforduló értékes növénypopuláció szintén megtalálható lenne rajta, de több olyan gyeppoltot találtunk, amely bizonyos populációk megvan-nak, és vegetációja fajgazdag, illetve magas természetességű. Két élőhelytípus érdemel különös figyelmet: a kiszáradó láprétek és általában a láprétekből vagy esetleg mocsárrétekből szigetszerűen kiemelkedő homokhátakon kialakult sztyepprétek.

1. Láprétek: Társulásalkotó faj általában a *Molinia hungarica*, jelentős borításértéket ér el még a *Carex acutiformis*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula tinctoria*, *Euphorbia palustris*, *Lysimachia vulgaris*, sőt néhol az *Iris sibirica* is. További jellemző fajok: *Carex panicea*, *Ranunculus acris*, *Centaurea jacea*, *Valeriana dioica*, *Schoenus nigricans*, *Galium verum*, *Phragmites communis*, *Thalictrum flavum*, *Genista tinctoria*, *Deschampsia caespitosa*, *Caltha palustris*, *Calystegia sepium*. A zombékos, üde változattól a kaszálás hatására egyenletessé vált és szélsőségesen kiszáradt, szikes mocsárrétek felé átmenetet mutató állományokig szinte folyamatos az átmenet. Az *Iris sibirica*n kívül – amely néhol több tízezres tőszámmal is előfordul – értékes fajai az *Iris spuria*, *Dianthus superbus*, *Gentiana pneumonanthe*, *Orchis laxiflora* ssp. *palustris*, *Dactylorhiza incarnata*, *Epipactis palustris*. A *Gladiolus palustris* és a *Parnassia palustris* még csak a Csodarétről ismert.

2. Sztyepprétek: A legtöbb esetben a *Chrysopogon gryllus* a legtömegesebb társulásalkotó, de jelentős a *Festuca rupicola* (vagy *pseudovina*) borítása is, valamint a *Koeleria cristata*, *Centaurea sadleriana*, *Salvia pratensis*, *Carex humilis* is jelentős borításértékű lehet. További jellemző fajok: *Anthyllis vulneraria*, *Euphrasia tatarica*, *Polygala comosa*, *Dianthus pottederae*, *Lotus corniculatus*, *Hypochoeris maculata*, *Filipendula vulgaris*, *Campanula sibirica*. A *Linum perenne*, *Rhinanthus grandiflora*, *Galium verum*, *Holoschoenus*

romanus, *Medicago falcata* a nedvesebb, átmenetibb állományokra jellemző. Igen gazdag értékes fajokban. A *Bulbocodium vernum*, *Iris variegata*, *Anacamptis pyramidalis*, *Ophrys sphecodes*, *Crocus reticulatus* nem minden állományban, de az *Orchis coriophora* és a *Muscari botryoides* szinte törvényszerűen, nagy egyedszámban megjelenik. Az átmeneti állományokban találunk *Orchis militaris*t és *Orchis x Timballii*t.

Értékelés, kitekintés

A vizsgált régió teljes botanikai leírásához szükség van a különböző szikes társulások, mocsárrétek, homoki legelők és pusztagyepék, magassásosok, nádasok feltárására is, amelyek a láprétekkel és a sztyepprétekkel izgalmas és változatos átmeneteket alkotnak. Bodroγκözy Gy.⁷ az ötvenes években végzett kiterjedt kutatásai alapján ezen társulások igen jó leírását adja, amely útmutatóul szolgál a most gyűjtött adatok kiértékelésében is. Sajnos a felvételeinek pontos földrajzi helye nem ismert, többségük az általunk vizsgált területtől északabbra készülhetett, és nem volt szempont a teljes körű vizsgálat.

A további vizsgálati szempontok és célok:

- Növényi metapopulációk vizsgálata: a tájléptékű populációmintázat feltárása, és a mintázat egyes momentumainak magyarázata.
- A természetvédelmi szempontból értékes és cönológiaiul kevésbé kutatott növénytársulások részletes cönológiai jellemzése.
- Az adatok feldolgozása térinformatikai módszerekkel, és az eredmények tájökológiai szempontú elemzése.
- Regionális élőhelyhálózat megtervezése, és az országos hálózathoz való illesztése.

⁷ Bodroγκözy Gy.: *Termőhely-ökológiai vizsgálatok a Dél-Kiskunság növénytakaróján*. Doktori disszertáció, Szeged, 1961.

1. táblázat

A vizsgált gyepfoltokon előforduló védett növények

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	CSR
<i>Adonis vernalis</i>																	G						
<i>Alcanna tinctoria</i>																		B1		X			
<i>Anacamptis pyramidalis</i>			X								X				CS		X			X			FK
<i>Astragalus asper</i>							X																CST
<i>Blackstomia acuminata</i>			X								X										G		
<i>Bulbocodium versicolor</i>																				G			FK
<i>Centaurea sadleriana</i>	X	X	X	G	G		X	X	X	X	X	X	X	X		G	X			G	G		FK
<i>Cephalanthera rubra</i>																		B1					
<i>Cirsium brachycephalum</i>	X		X				B2		X	X	X		X		X	G					G		CST
<i>Colchicum arenarium</i>							B2											B1					
<i>Crocus reticulatus</i>							B2								CS	G				G			
<i>Dactylorhiza incarnata</i>				G	G	KL																	
<i>Dianthus diutinus</i>																		B1					
<i>Dianthus serotinus</i>																				X			
<i>Dianthus superbus</i>			X		G						X										G	G	FK
<i>Epipactis helleborine</i>																			CS				
<i>Epipactis palustris</i>																					G		CST
<i>Eriophorum angustifolium</i>															CS								
<i>Gentiana pneumonanthe</i>				G	G										X					G			FK
<i>Gladiolus palustris</i>																							FK
<i>Gymnadenia conopsea</i>																							CST
<i>Iris arenaria</i>																		B1					
<i>Iris sibirica</i>		X	X	G	G	KL			X		X		X		CS		X			G			FK
<i>Iris spuria</i>		X	X		G								X	X	CS		X						FK
<i>Iris variegata</i>																G	X				G		
<i>Muscari botryoides</i>			X		X			X		X					CS	G	X			G	G		FK
<i>Onosma arenaria</i>																		B1		X			
<i>Ophioglossum vulgatum</i>																							CST
<i>Ophrys sphecodes</i>							X				X			X	CS	G	X			X			FK
<i>Orchis coriophora</i>	X		X	G	G			X	X		X			X		G	X		CS	X			FK
<i>Orchis laxiflora</i> ssp. <i>palustris</i>	X		X	G	G	KL			X	X	X	X	X			G	X		CS	G	G	G	FK
<i>Orchis militaris</i>														X			X						FK
<i>Orchis morio</i>															CS		X			G			FK
<i>Orchis Timbalii</i>													X	X									X
<i>Parnassia palustris</i>																							FK
<i>Scabiosa canescens</i>				G	G																		
<i>Spiraea crenata</i>																			CS				
<i>Spiranthes spiralis</i>							X																
<i>Stipa borysthenica</i>																		B1		G			FK
<i>Tragopogon floccosus</i>																		B1		G			
<i>Vinca herbacea</i>																					G		

A szerzők rövidítése: B1: Bodrogekőzy (1958), FK: Fűzné Kószó (1989), B2: Bodrogekőzy (1974), CS: Csongor (1992), CST: Csete (1997), G: Gaskó (1995), K: Körmöczi és Légrádi (1991), X: jelen vizsgálat még nem közölt előfordulási adata.

A témából megjelent publikáció

- Bojtos F.: *Rehabilitációs kutatások a KNP bócsai ősbőrökésében. Lycosidae populációk ökológiai vizsgálata.* Szakdolgozat, 1998.
- Margóczi K.-Urbán M.-Madarász B.: Csodarétek a Dél-Kiskunságban. *Kitaibelia*, 1998. 3. 275-278.
- Margóczi K.: Stability and regeneration ability of sand grassland in Bugac area. *Ecological Aspects of Grassland Management, Proceeding of the 17th Meeting of the European Grassland Federation*, Debrecen, 1998, 453-455.
- Margóczi K. (szerk.): *Élőhely-helyreállítás botanikai és zoológiai monitorozása a Kiskunsági Nemzeti Park bócsai területén.* Kutatási jelentés, Szeged, 1998.
- Németh A.: *Rehabilitációs kutatások a KNP bócsai ősbőrökésében. Az akác eltávolításának módszerei, az irtás sikerességének vizsgálata.* Szakdolgozat, 1998.
- Szabó A.: *Formicoidea-közösségek szerkezetváltozása természetvédelmi rehabilitációs eljárás során.* Diákköri dolgozat, 1999.
- Szabó A.: Természetvédelmi rehabilitáció hatása *Formicoidea-közösségek szerkezetére.* Mintázat és háttérmechanizmus a szünbiológiában. *Szegedi Ökológiai Napok 98.* Kivonatok, 1999.
- Zalatnai M.-Krízsis V.-Németh A.-Margóczi K.: Rehabilitációs kutatások a KNP bócsai ősbőrökésében. *Kitaibelia*, 1998. 3. 365.
- Zalatnai M.-Németh A.-Margóczi K.: Kísérletek homoki gyepek helyreállítására magvetéssel. Mintázat és háttérmechanizmus a szünbiológiában. *Szegedi Ökológiai Napok 98.* Szeged, 1998. Kivonatok, 1998, 77.

A Síkfőkút-LTER projekt

Hosszú távú (long-term) kísérletes természetvédelmi és környezetvédelmi kutatások cseres-tölgyes erdei ökoszisztémában

A kutatási program előzményei és célkitűzései

A „Síkfőkút projekt” komplex és interdiszciplináris long-term (LTER) bioszféra-kutatási programot 1973-ban létesítettük.¹

A kutatás fő célkitűzése kezdetben az IBP és a MAB nemzetközi programokkal összhangban egy hazai klimazonális cseres-tölgyes erdő szerkezetének és működésének feltárása volt. A Bükk hegység déli részén, Eger melletti mintaterületen kiépített erdőökológiai laboratórium mintegy 25 éve fennálló monitoring kutatásaiba az eltelt idő folyamán az ország több mint 25 kutatóintézete, ill. egyetemi tanszéke kapcsolódott be. Ez idő alatt gyakorlatilag szinte az ország minden ökológiai kutatásokkal foglalkozó szakembere végzett kutatásokat a területen.

A project főbb kutatási témakörei az 1972–1979 közötti időszakra vonatkozóan a következők voltak:

- A primer és a szekunder produkció mérése.
- A víz- és tápanyagciklusok, valamint az energiaáramlás folyamatainak feltárása.
- A háttértényezők (klimatikus és talajtani) folyamatos, monitoring jellegű vizsgálata.
- Az autotróf és heterotróf szintek térbeli és időbeli struktúrájának, dinamikájának nyomon követése.

Az eredmények összefoglaló szintézisére a Jakucs Pál által szerkesztett „*Ecology of an oak forest in Hungary. Results of Síkfőkút Project*” című, 546 oldalas tanulmánykötetben került sor.²

¹ A jelentés elkészítésében részt vett: Béres Csilla, Berki Imre, Bodea Teodora, Godány Szilvia, Jakucs Pál, Justyák János, Kárász Imre, Kiss Gyula, Mészáros Ilona, O’Heix Bruno, Papp László, Papp Mária, Szabó László, Taar Károly, Tóth János Attila, Tóthmérész Béla.

² Kiadta az Akadémiai Kiadó 1985-ben.

A globális környezeti tényezők megváltozása következtében 1979-től kezdődően az erdőben – hasonlóan az ország más erdőihez – jelentős mértékű fapusztulás indult meg. Ezért a kutatások ettől kezdve az erdő egészségi állapotában bekövetkező változások tisztázására, a kocsánytalantölgy-pusztulás okainak a feltárására, a fapusztulással összefüggő erdőszerkezeti és -működési változások vizsgálatára irányultak.

Az 1990-es évektől kezdődően az ún. long-term kutatások kerültek előtérbe, azaz a korábban végzett vizsgálatoknak a továbbvitele alapján képet kívánunk kapni az eltelt 25 év folyamán bekövetkezett globális változások tendenciájára, irányára. Jelen kutatásaink célja a „Síkfőkút projekten” hosszú évek óta folyamatosan végzett monitoring mérések folytatása, a tölgypusztulással összefüggő ökológiai változások regisztrálása és kutatása. Ezekhez a vizsgálatokhoz alapul szolgálnak az 1970-es évektől folyamatosan rögzített botanikai, mikrobiológiai, zoológiai és mikroklimatikus viszonyokkal összefüggő adatsorok. A „Síkfőkút projekt” mintegy 25 éves vizsgálati adatai önmagukban is felbecsülhetetlen tudományos értéket jelentenek, mindemellett ezek a legrégebbi folyamatos magyarországi long-term adatsorok.

Eredmények

Mikroklímamérések

A meteorológiai méréseket a „Síkfőkút projekten” a kutatás kezdete, azaz 1973 óta a KLTE (jelenleg: DE) meteorológiai tanszék munkatársai végzik. Az 1973 óta rendelkezésre álló meteorológiai adatok elemzése alapján a klímaváltozással kapcsolatban a következő megállapításokat tehetjük:

1. A vizsgált időszak alatt egyaránt nőtt az éves középhőmérséklet és a nyári hónapok középhőmérséklete is, a biocönózis szempontjából fontos nyári hónapok középhőmérséklete meredekebben emelkedett, mint az éves középhőmérséklet (*lásd 1. ábra*).

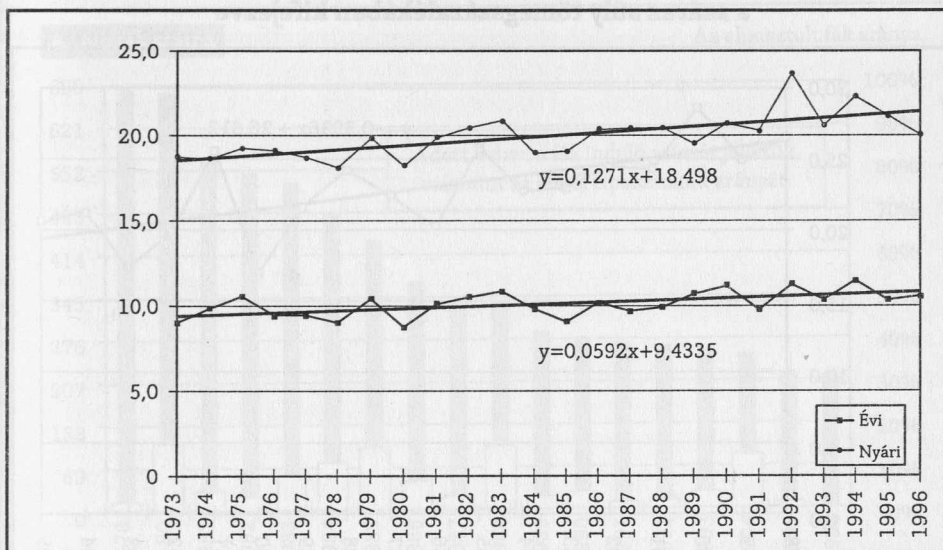
2. Az évi, valamint a nyári csapadékösszegek jelentősen csökkentek (*lásd 2. ábra*).

3. A vegetációs periódus legaktívabb időszakában a nyári hőmérsékletek emelkedése a csapadékmennyiség csökkenése a relatív légnedvesség-tartalom jelentős mérséklődését eredményezte.

A síkfőkúti tölgyes számára nagyon fontos a talajnedvesség, mivel a tölgyek kevésbé tudják hasznosítani a levegő páratartalmát. A talajnedvesség mérése 1978 óta folyamatosan történik. A 3. ábrán látható, hogy a tölgygyökerekkel leginkább átszőtt talajrétegek nedvességtartalma – a csapadék csökkenésének és a hőmérséklet emelkedésének következtében – szintén jelentősen csökkent a vizsgált időszak alatt.

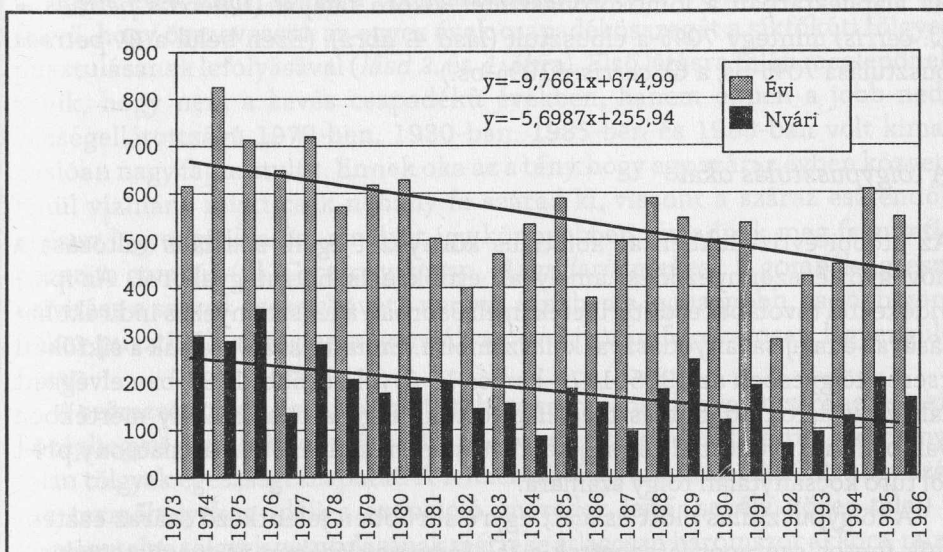
1. ábra

A nyári és az évi középhőmérséklet (°C) alakulása Sikfőkúton
(1973–1996)



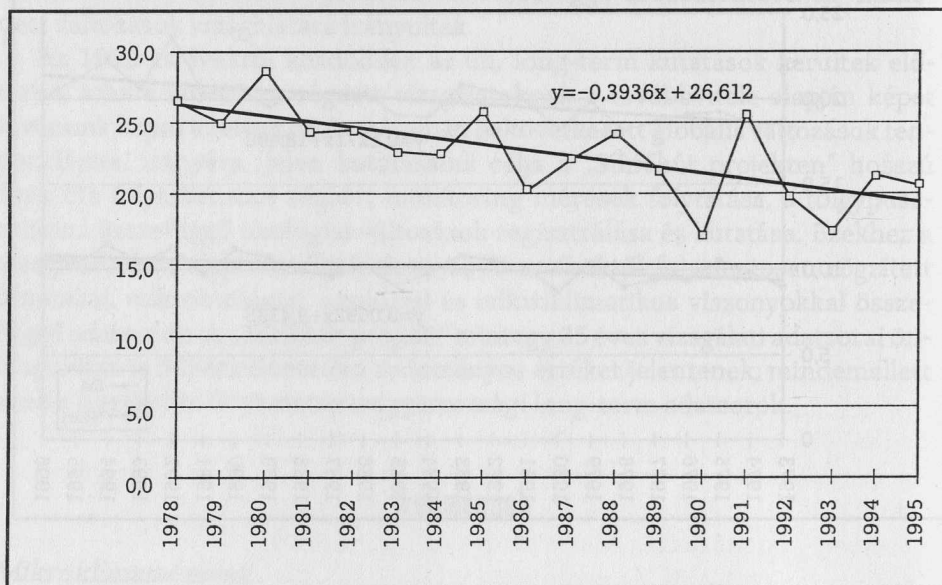
2. ábra

A nyári és az évi csapadékösszegek (mm) alakulása Sikfőkúton
(1973–1996)



3. ábra

A síkfőkúti erdőtalaj 0–60 cm-es rétegének nedvességtartalom-változása a IV–VII. hónapok átlagában, a száraz súly tömegszázalékában kifejezve



Lombkoronaszint

Az alaphektárban a lombkoronaszintet alkotó fafajok (*Quercus petraea* + *Q. cerris*) mintegy 70%-a elpusztult (lásd 4. ábra). (Ezen belül a *Q. petraea* pusztulása 70%-os, a *Q. cerris*-é 10%-os.)

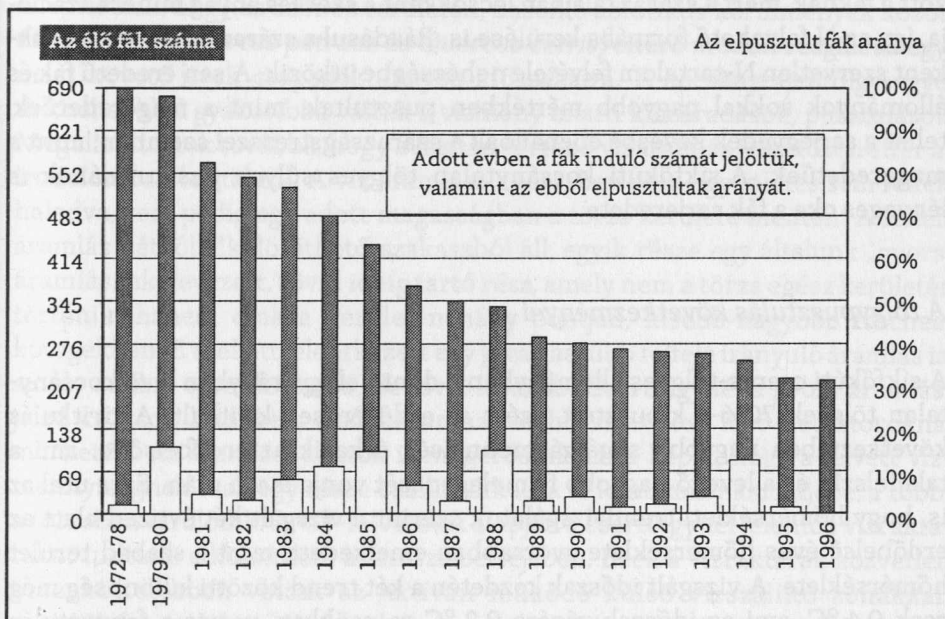
A tölgypusztulás okai

Az utóbbi évtizedekben az abiotikus környezet egyik speciális változása a növekvő légszennyeződés, amely az erdőkre is hatást gyakorol. Az iparvidékektől távolabbi erdőterületeken elsősorban a légszennyezés indirekt hatásával, a talaj savanyodásával kell számolni. Emiatt összevetettük a síkfőkúti cseres-tölgyesben az 1975–1976-ban és 10 évvel később, 1986-ban elvégzett talajvizsgálatok adatait és megállapítottuk, hogy a talaj csekély mértékben valóban savanyodott, de a talaj kémhatása nem kedvezőtlen az alacsony pH-t jól tűrő kocsánytalan tölgy számára.

A tölgypusztulás előtt és alatt egyre sűrűbben jelentkező száraz esztendő fontos szerepet játszhattak a fák legyengülésében és megbetegedésében.

4. ábra

A kocsánytalan tölgyek pusztulása a síkfőkúti 1 ha-os mintaterületen (1972–1996)



A KLTE (jelenleg: DE) ökológiai tanszék kutatásai nyomán

ben. Ennek megfelelően lényeges annak elemzése is milyen az összefüggés az egyes évek időjárása és a fák pusztulásának éves értékei között. Kézenfekvő, hogy összevegyük az egyes évek csapadékösszegét a síkfőkúti tölgyes pusztulásának lefolyásával (lásd 2. és 4. ábra). Első látásra talán meglepőnek tűnik, hogy nem a kevés csapadékú években, hanem éppen a jobb nedvességellátottságú 1979-ben, 1980-ban, 1985-ben és 1988-ban volt kimagaslóan nagy fapusztulás. Ennek oka az a tény, hogy egy száraz évben közvetlenül vízhiány miatt csak néhány fa szárad ki, viszont a száraz esztendőket erősen legyengítik a fát, amelyet így könnyebben támadnak meg fakultatív parazita gombák (pl. *Ceratocystis* sp., *Armillaria mellea*). E gombák agresszivitása a száraz éveket követő nedves években a legnagyobb, és többnyire ekkor pusztítják el végleg a gombák az évek során fokozatosan legyengülő fákat.

A szárazság tölgypusztulásban betöltött szerepének bizonyítására az Északi-középhegységben számos száraz, ill. nedves termőhelyen felmértük a kocsánytalan tölgyek egészségi állapotát. A felmérésből egyértelműen kitűnt, hogy száraz termőhelyeken (déli expozíció, meredek lejtő, sekély köves talaj) a kocsánytalan tölgyek pusztulásának mértéke átlagosan háromszor akkora, mint

a nedves termőhelyű (sík vagy enyhén északias kitettségű, mély termőrétegű) állományok esetében.

A szárazság nemcsak vízhiányt, hanem esetenként nitrogénhiányt is okozott a fáknek, mert a száraz talajban lecsökkent a szerves anyag mineralizációja, így az N felvehető formába kerülése is. Ráadásul a száraz talajból a lecsökkent szerves N-tartalom felvétele nehézségbe ütközik. A sarj eredetű fák és állományok sokkal nagyobb mértékben pusztultak, mint a mageredetűek, tehát a sarjegyedek kevésbé ellenállóak a szárazságstresszel szemben, mint a mageredetűek. A síkfőkúti kocsánytalan tölgyes súlyos pusztulásának is lényeges oka a fák sarjeredete.

A tölgypusztulás következményei

A síkfőkúti cseres-tölgyes állományban a döntő elegyarányban levő kocsánytalan tölgyek 70%-a kipusztult, ezért az erdő erősen kiritkult. A kiritkulás következtében nagyobb sugárzásmennyiség érkezik az erdőbelsőbe, ami a talajfelszín és a levegő nagyobb felmelegedését vonja maga után. Erre utal az is, hogy hőmérsékleti trendvizsgálatok szerint a vizsgált két évtized alatt az erdőbelső éves hőmérséklete gyorsabban emelkedett, mint a szabad terület hőmérséklete. A vizsgált időszak kezdetén a két trend közötti különbség még csak 0,4 °C, ami az időszak végére 0,2 °C-ra csökken, vagyis a fapusztulás miatt kisebb lett a szabad terület és az erdőbelső közötti hőmérséklet-különbség. A nyári hónapok középhőmérséklete tekintetében az erdőbelső hőmérséklet-emelkedése az állomány kiritkulása miatt szintén nagyobb, mint a szabad területen. Az időszak elején a két terület közötti átlaghőmérséklet-különbség 1,0 °C, ami az 1990-es évtized közepére 0,5 °C-re csökkent.

Az Északi-középhegység tölgyeseit vizsgálva megállapíthattuk, hogy a szárazsághoz jól alkalmazkodott csertölgy alig pusztult, ami azt eredményezte, hogy a tölgypusztulás következtében cseres-tölgyes állományainkban jelentősen megnőtt a csertölgy részaránya. E változás a síkfőkúti tölgyesben is szembevetődött: míg 1973-ban a *Q. cerris* 20%-nál kisebb részesedési arányban vett részt a lombkoronaszintben, a *Q. petraea* nagymértékű pusztulása miatt ez az arány napjainkra már közel 50%-ra emelkedett.

A melegedő és szárazabbá váló klíma hatása az erdő két domináns fafájának vízforgalmára

A két tölgyfaj (*Quercus petraea* és *Quercus cerris*) vízáramlási sebességének összehasonlító vizsgálatára ciklotron által termelt, gyors felezési idejű izotópokat, mint direkt módszert, valamint hőáramlásos indirekt módszert

alkalmaztunk, míg a vízszállítási keresztmetszetek meghatározására mobil komputertomográfot, nagyfelbontású orvosi komputertomográfot, valamint mágneses rezonancia tomográfot használtunk.³ A vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy az azonos területen, hasonló abiotikus körülmények között élő két faj (*Quercus petraea* és *Quercus cerris*) eltérő módon reagált az egy-mást követő évek csapadékhányos időszakaira. A kocsánytalantölgy-egyedeknél sokkal gyakoribbá váltak a vízhiány miatti kiszáradások, pusztulások. Megállapítottuk továbbá, hogy a fákban történő vízáramlás jelentősen eltér az irodalomban leírtaktól. A víz áramlása a törzsben nem egyenletes sem felfelé haladva, sem pedig egy adott magasságban a törzs kerülete mentén. A felfelé áramlás két jól elkülöníthető szakaszból áll, egyik része egy általunk „gyors” áramlásnak nevezett, rövid ideig tartó rész, amely nem a törzs egész kerületén történik, hanem csak a kerület néhány pontján, kisebb-nagyobb trachea-kötegekben. E mellett jelentkezett egy jóval lassúbb felfelé irányuló áramlás is, amely sokkal egyenletesebb, de jóval lassúbb. Csertölgynél a gyors áramlást jelző csúcsok kisebbek, elsősorban az alsóbb szinteken lévő detektoroknál mérhetők. Az áramlási adatok is megerősítik azt a képet, hogy a felvett vízmennyiségnek csak egy része szállítódik itt a fa lombkoronaszintjébe, a többi a törzsben tárolódik. A CT-felvételek alapján a csertölgynél jelentős vízraktárat tudtunk elkülöníteni a fatörzs belsejében. Ezek a vízraktárak közvetlen összeköttetésben voltak az aktívan működő külső vízszállító zónákkal. Az MRI-felvételeken jól látszik, hogy ezek az „összekötő csatornák” szabad, nem struktúrákhoz kötött vizet tartalmaznak. Kocsánytalan tölgynél az összekötő csatornák szintén kimutathatók, de számuk és méretük jóval kisebb a csertölgynél. Ez a különbség magyarázza azt, hogy a csertölgy miért képes jobban elviselni a hosszan tartó vízhiányt.

Cserjeszint

A „Síkfőút projekt” keretében 1972-től tanulmányozzuk az erdő cserjeszintjében lezajló fiziognómiai változásokat. A terület „A” négyzetében 4-5 évenként a cserjeszint teljes felmérését elvégezzük, amelynek során a pontos lokalizációt, az egyedek talajszinten mérhető törzsvastagságát, magasságát és lombvetületét mérjük és lombvetületi térképet készítünk.

³ Béres Cs.–Fenyvesi A.–Rasschi A.–Ridder, H. W.: Field experiment on water transport of oak trees measured by computer tomograph and magnetic resonance imaging. *Chemosphere*, 1998. 36. 4–5. 925–930.; Fenyvesi A.–Béres Cs.–Raschi, A.–Tognietti, R.–Ridder, H. W.–Molnár T.–Röfler J.–Lakatos T.–Csiha I.: Sap-flow velocities and distribution of wet-wood in trunks of healthy and unhealthy. *Quercus robur*, *Quercus petraea* and *Quercus cerris* oak trees in Hungary. *Chemosphere*, 1998. 36. 4–5. 931–936.

Az 1997. évben ötödik alkalommal került sor a felmérésre. Az adatok feldolgozása folyamatban van (lombvetületi térkép megrajzolása, lombborítási értékek planimetriás meghatározása, előző felmérésekkel való összevetés), így jelenleg csupán a fajsza és egyedsza (talaj feletti hajtássza) jelenlegi értékeiről, az 1993. évi felméréshez viszonyított változásáról tudunk adatokat közölni.

Az 1997. évi felméréskor a síkfőkúti cseres-tölgyes cserjeszintjében hektárra számítva 80 014 db talaj feletti hajtás élt, amely 17 fajhoz tartozott. Az előző (1993. évi) felméréstől eltérően *Sorbus* fajok (*S. domestica*, *S. torminalis*) jelenleg nincsenek a területen. A legfeltűnőbb változás, hogy az *Euonymus verrucosus* egyedek nagyszámban elérték a magas cserjeszintet, s jelenleg az *Acer campestre* és *Cornus mas* megelőzve a legnagyobb egyedszámot adják a magas cserjék között. Arányuk az alacsony cserjeszintben is megváltozott. Megelőzve az eddigi felmérésekkor a legnagyobb dominanciájú *Ligustrum vulgare*, jelenleg az összes egyed 44,9%-át képezik.

A magas cserjeszint egyedszáma jelentősen nőtt, jelenleg a cserjék 6,06%-át teszik ki. Az összes cserje mennyisége mintegy 111%-kal nőtt (36 470 db/ha-ról 77 083 db/ha-ra) a tölgymagoncok nélkül számítva.

Lágyszárúszint

A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő lágyszárú szintjében 1973 óta folynak vizsgálatok, 5-6 éves intervallumokban. A legutolsó felmérés 1991 nyarán történt. A változások regisztrálására folytatni kívánjuk a struktúra- és a produkcióvizsgálatokat ebben a szintben is.

A lágyszárú növényzettel kapcsolatos kutatásainkat szaporodásbiológiai vizsgálatokkal kívánjuk kiegészíteni. A síkfőkúti erdő alaphektárában regisztrált domináns fajok közül a *Poa nemoralis* és a *Melica uniflora* vegetatív és reprodukzív stratégiaváltásának vizsgálatát tervezzük. A vizsgálatok kiterjednek a reprodukzív szaporodás hatékonyságának (maghozam, csírákéesség, megjelenő juvenilis egyedek aránya) tanulmányozására is.

Az erdőszegély növényzetének dinamikája és ökofiziológiai vizsgálata

Az erdő/nyílt terület átmenetekben a növényzetszerkezet dinamikájának és az ökofiziológiai háttér folyamatoknak a komplex és együtt történő vizsgálatát 1981-ben kezdtük el. Az erdő északkeleti szélére merőlegesen 5 db 4 × 20 m nagyságú permanens transzszektet építettünk ki, ahol 4 × 4 m-es kvadrátokban elvégeztük az aljnövényzeti szintek felvételezését, és megállapítottuk a fajösszetétel, a borítás, a hajtássza, a faj-borítás és a faj-hajtássza diverzi-

tás térbeli változásait. A növényzeti változások nyomon követésére a felvételezéseket a transzektekben 1991-ben és 1996-ban megismételtük.

1981 óta rendszeresen végzünk az erdőállomány belsejében és az erdőszegélyben összehasonlító ökofiziológiai vizsgálatokat is, amelyek során a hangsúly a produktivitást meghatározó jellegek és folyamatok vizsgálatán van. Kutatásainkat egyrészt szabadföldi *in situ*, másrészt laboratóriumi mérések segítségével végezzük. A vizsgálatok célja, az erdőszegélyben egyes, az állományszerkezet oldaláról fontosnak ítélt fajok ökofiziológiai viselkedésének feltárása (levélnövekedés, fotoszintézis, pigmentösszetétel, gázcsere és fotokémiai aktivitás, primer N-anyagszere-jellemzők).

Az északkeleti erdőszélen az elmúlt évtizedek során erdőművelési tevékenységet nem végeztek, az erdőállomány itt a fátlan területtől falszerűen záródott cserjeszegéllyel határolódik el.

Az erdővel szomszédos, korábban mezőgazdasági terület művelését 1984-ban felhagyták, ami a cserjeszegélynek a jelenleg *Calamagrostis epigeios* uralta terület felé napjainkra már 2,5–3 m-es kiszélesedéséhez vezetett.

A szegélynövényzetben a cserjefajok 70-80%-a megtalálható az erdőállomány belsejében is. Ezek közül mindkét helyen dominánsan fordul elő az *Acer tataricum*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus verrucosus*, *Ligustrum vulgare* és a *Cornus mas*. A közös fajok mellett kisebb-nagyobb dominanciával jelen van még a *Prunus spinosa*, a *Crataegus oxyacantha*, a *Viburnum lantana*, a *Berberis vulgaris*, a *Frangula alnus* és a *Rubus idaeus*. Az utóbbi fajok részaránya azonban az erdő belseje felé csatlakozó részeken lecsökken. A kiszélesedő, fiatal szegélyrészen dominánsan előforduló faj a *Prunus spinosa* és a *Rosa canina*.

Kimutattuk, hogy 15 év alatt a korábbi cserjenövényzet struktúrájának átrendeződése következett be. A nyílt terület felé magas borítással és denzitással a cserjenövényzet előrenyomult, és az itt megtelepedő cserjék oldalirányú árnyékoló hatása miatt a korábbi szegélynövényzet külső és belső sávaiban 1996-ra az 1981. évi értékekhez képest a cserjék borítása és hajtásdenzitása 30–60%-kal csökkent. Az erdő szegélyében a nagy hajtásdenzitás-értékek a sarjtelepképzés felerősödését jelzik, nemcsak a tipikus szegélyfajok, hanem az erdei cserjefajok esetében is. Az utóbbiak közül a föld feletti hajtásdenzitás-értékek alapján a polycormonképzés a *Ligustrum vulgare* (főként a szegély szélén), az *Euonymus verrucosus* és a *Cornus sanguinea* (elsősorban a szegélynek az erdőállomány belseje felé csatlakozó részein) cserjefajoknál jelentkezik nagymértékben. Hasonló polycormonképzés-felerősödési tendencia jelentkezik az utóbbi években a pusztuló erdőállomány belsejében is, ami a lombkorona-nyiladékokban az aljnövényzeti szintek szerkezeti dinamikájában meghatározó szerepet kap. Az eddigi felvételezések azt jelzik, hogy a fajborítás-diverzitás az erdőszegély szélső részén magas, a fajhajtásszám-diverzitás pedig az erdőszegély belsőbb sávaiban.

Megállapítottuk, hogy az erdőszegélyben a sajátos aljnövényzeti összetétel és struktúra elsődlegesen az egyes fajok eltérő fény/árnyék akklimatizációjával és toleranciájával hozható összefüggésbe, de a másodlagosan fellépő magas hőmérséklet és az időszakosan fellépő szárazságstressz hatásai is fontosak.

Míg az erdőállomány belsejében az aljnövényzet fajainak egyedszámát, produkcióját a fényért folyó kompetíció, a fellazult lombkorona alatt erdőszéli helyzetben, a fényhez való fotoszintetikus alkalmazkodás sikeressége, az ún. felesleges fényt kivédendő mechanizmusok és jellegek határozzák meg, egyes, tömegesen megjelenő erdei fajnál (*Ligustrum vulgare*, *Euonymus verrucosus*, *Cornus sanguinea*) a fényintenzitással korrelációban növekszik a fotoszintetikus aktivitás és ezt a növekedési, ill. a reprodukív sajátosságok plasztikus változása is követi (polycormon-képződés).

Kimutattuk, hogy az erdők szélén az aljnövényzetben a fény egyfajta „uniformalizáló” hatása érvényesül, és az erdőállomány belsejében specialistaként viselkedő fajok generalista jegyeket mutatnak.

Heterotrófokkal kapcsolatos vizsgálatok

A „Síkfőkút projekt” mintaterületén az elmúlt években is megtörténtek az ízeltlábú fauna összetételével és mennyiségi viszonyaival, valamint az erdő életében betöltött szerepükkel kapcsolatos vizsgálatok.

Folytatódott a lombfogyasztó *Lepidoptera* lárvák mennyiségi viszonyainak 1976-tól kezdődően folyamatosan végzett felmérése. Ez az utóbbi években kiegészült a fákon és cserjéken élő *endofág* (aknázó és gubacskepítő) közösségek vizsgálatával.

A területen folyamatosan működő fénycsapda anyagának feldolgozása egyebek mellett rámutat az erdő mikroklímájában bekövetkező változásokra is. Az erdő belsejének felmelegedése úgy tűnik hatással van bizonyos *Microlepidoptera* fajok fenológiájára is. A fák pusztulásának és az erdő felritkulásának kezdeti szakaszában (1981, 1984), valamint a később (1989, 1994 és 1995) végzett feldolgozások eredményei arra utalnak, hogy az erdőben jelentős számban felnövekvő, viszonylag nagy hőigényű és így viszonylag későn, többnyire júniusban rajzó fajok rajzáskezdetének időpontjai előbbre tolódtak. Ez a következő fajok esetében a legszembetűnőbb: *Archypus xylosteana* (1981. június 18., 1984. június 19., 1989–1995: június 2–június 5.), *Ailemma loeflingiana* (1981. június 9., 1984. június 21., 1989–1995: május 28–június 5.), *Croesia bergmanniana* (1981. június 9., 1984. június 14., 1989–1995: június 3–június 5.), *Harpypterix xilostella* (1981. június 11., 1984. június 15., 1989–1995: május 30–június 7.).

Azzal összefüggésben, hogy az erdőbelső korábbi évekhez képest tapasztalt felmelegedése a növekedési szezon kezdetén még nem olyan kifejezett, a legnagyobb egyedszámban jelenlevő, kisebb hőigényű és korábban (többnyire május

közepétől) rajzó fajok (*Pardia cynosbatella*, *Tortrix viridana*, *Pandemis ribeana* és *Choristoneura sorbiana*, stb.) esetében ez a tendencia nem tapasztalható.

Minden bizonnyal az erdő felritkulásával és az ezzel együtt járó felmelegedésével magyarázható az is, hogy a talaj futóbogár- (*Carabidae*) faunájában megnövekedett az inkább nyílt területekre jellemző *Harpalus* fajok száma (*H. picipennis*, *griseus*, *aeneus* stb.), bár ezek még csak kis egyedszámokban kerültek elő.

A fák mintaterületen tapasztalt igen nagy mértékű száradása és az ottmaradt elszáradt faanyag eredményezi a korhadó fában fejlődő *Microlepidoptera* fajok (*Euplocamus anthracinalis*, *Schiffermülleria schaefferella*, *Oecophora bractella* és *O. staintoniella*) befogott egyedszámában bekövetkezett jelentős mértékű növekedést (az említett fajokból befogott egyedek összes száma: 1981: 8 db, 1984: 20 db, 1989: 148 db, 1993: 143 db, 1994: 56 db, 1995: 112 db).

A klimatikus változások hatása az avarbomlás sebességére

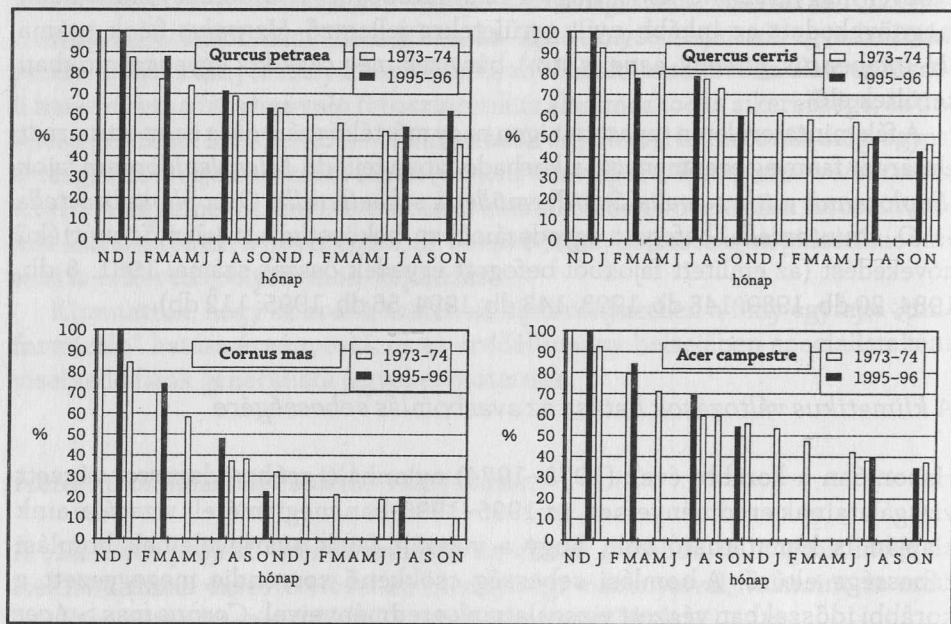
Hasonlóan a korábbi évek (1973–1974) nylonháló zsákmódszerrel végzett vizsgálatainak eredményeihez, az 1995–1996-ban megismételt vizsgálataink alapján is kimutatható volt, hogy a vizsgált fajok avarleveleinek bomlási sebessége eltérő. A bomlási sebesség csökkenő sorrendje megegyezett a korábbi időszakban végzett vizsgálataink eredményeivel: *Cornus mas* > *Acer campestre* > *Quercus petraea* > *Quercus cerris* (lásd 5. ábra). Ugyancsak megállapítható volt az is, hogy a tölgyfajok avarleveleinek bomlási sebessége, hasonlóan a korábbi időszak vizsgálataihoz, csak csekély mértékben különbözött egymástól. Az avarlevelek eltérő bomlási sebességéért – mivel a környezeti tényezők egyformán hatottak mindegyik avarfélésegre – az avarlevelek eltérő szöveti felépítése, mechanikai ellenálló képessége, kémiai összetétele a felelős.

Az 1973–1974 és az 1995–1996-os időszakban mért bomlási % értékek nem különböztek lényegesen egymástól, az adatsorok jól illeszkednek a korábbi mérésekhez (lásd 5. ábra). A fentiek alapján tehát megállapítható, hogy a „Síkfőkút projekten” bekövetkezett, fentebb említett klimatikus változások, azaz az erdőklíma melegebbé és szárazabbá válása, valamint a talaj nedvességtartalmának csökkenése az avarbomlás sebességét nem befolyásolta lényegesen. Ezt a jelenséget az ökoszisztéma avaralrendszer speciális vízszabályozó szerepének tulajdonítjuk, ami bizonyos mértékű függetlenséget biztosít mind a légnedvességtartalom, mind pedig a talaj nedvességtartalmának változásától.

Az avar legfelső rétege (A'_{00} szint) van leginkább kitéve a légnedvességtartalommal való egyensúly kialakulása folyamán a legnagyobb mértékű vízaktivitás- (a_w) változásnak, amelynek értéke a levegő relatív légnedvességtartalmának megfelelően szélső határok között változik (lásd 1. táblázat).

5. ábra

**A *Quercus petraea*, a *Q. cerris*, a *Cornus mas*
és az *Acer campestre* avar lebomlása 1973–1974 és 1995–1996 között**



1. táblázat

**Hosszú, száraz periódus utáni avar vízaktivitási értéke (a_w)
és nedvességtartalma (1997. augusztus 28.)**

Avarszint	Vízaktivitás (a_w)	Nedvességtartalom %
A'00	0,62	1,23
A''00	1,00	3,79
A _F	1,00	21,25

2. táblázat

**Eső utáni nedves avar vízaktivitási értéke (a_w)
és nedvességtartalma (1997. augusztus 29.)**

Avarszint	Vízaktivitás (a_w)	Nedvességtartalom %
A'00	1,00	68,48
A''00	1,00	34,21
A _F	1,00	18,43

A vízáktívítás sokszor a kritikus $a_w = 0,6$ érték közelébe vagy az alá csökkenhet, ilyenkor a vízáktívítás gátló (limitáló) tényezővé válik. Az (A'_{00}) szint ugyanakkor záróréteget képez az alatta lévő többéves avarréteg (A''_{00} szint) számára, így az A''_{00} szint vízáktívítása kiegyenlítettébbé válik, az a_w érték csak nagyon ritkán csökken 0,6 alá. Az A'_{00} és A''_{00} szintek együttes záró hatása következtében a fermentációs szintben (A_F szint) a vízáktívítás már teljesen kiegyenlített, az esetek túlnyomó részében az a_w értéke 1,0 vagy 1,0 közelében van, a víz tulajdonképpen megszűnik limitáló tényező lenni (lásd 2. táblázat). Az avarréteg érdekes tulajdonsága, hogy a vizet szivacs módjára képes tárolni (lásd 2. táblázat). Kisebb csapadék esetén a víz emiatt nem is jut le a talajba, így csapadékhiányos időszakokban, az avarréteg biztosítja a szerves anyag bontásához szükséges vizet.

A talaj baktérium- és gombaszámának long-term vizsgálata

A talajbaktériumok és talajgombák számával kapcsolatban megállapítottuk, hogy az 1994–1995 és 1996-ban mért adatok általában alacsonyabbak voltak az 1973-ban mért adatoknál. A talajbaktériumok és talajgombák csíraszám-csökkenése feltehetően a talaj nedvességtartalmának és pH-csökkenésének tulajdonítható.

A „Síkfőkút projekt” utóbbi 5 évben megjelent közleményei

- Tóth J. A.: A Síkfőkút projekt talaj-mikroorganizmusainak long-term mennyiségi változása. *Az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testülete, a Bessenyei György Tanárképző Főiskola, a SCOPE Magyar Nemzeti Bizottsága (MTA Biológiai Osztálya) és a Magyar Mikrobiológiai Társaság Mezőgazdasági és Élelmiszer-mikrobiológiai Szekciójának IX. Mikrobiológiai Tudományos ülése, Nyíregyháza, 1994. október 7–8.*
- Mészáros I.–Módy I.–Marschall M.: Effect of air pollution on the condition of sessile oak forests in Hungary. In Vernet, J-P. (ed.): *Environmental Contamination. Studies in Environmental Science*, 55. Amsterdam, London, New York, Tokyo, 1993, Elsevier Sci. Publ., 23–35.
- Mészáros I.–Lőrinci G.–Gebefügi I.: Akkumulation von Pestiziden und chlorierten Kohlenwasserstoffen in braunen Waldböden. In Heinisch, E.–Kettrup, A.–Wenzel-Klein, S. (eds.): *Schadstoff-atlas Osteuropa*. Landsberg, 1994, ecomed Verlagsgesellschaft AG&Co. KG, 61–63.
- Mészáros I.: Changes in fluorescence and photosynthetic pigment levels of plants under different environmental conditions. *1st Report COST Programme on Relationships between carbon reduction cycle and energy dissipation processes under stress conditions*, Viterbo–Brno–Budapest–Debrecen, 1994, 73–94.
- Mészáros I.–Tóth R. V.–Veres Sz.: Physiological background of the formation of secondary forest ecotones. *Abstract of 7th European Ecological Congress*, Budapest, 1995, 93.

- Tóth J. A.: Hosszú távú mikrobiális ökológiai kutatások a Síkfőkút projekten. *Erdő és klíma konferencia*. Noszvaj, 1994. június 1–3., KLTE, Debrecen, 1995, 126–131.
- Antal E.–Berki I.–Justyák J.–Kiss Gy.–Tar K.–Vig P.: *A síkfőkúti erdőtürsulás hő- és vízháztartási viszonyainak vizsgálata az erdőpusztulás és az éghajlatváltozás tükrében*. Debrecen, 1997, KLTE meteorológiai tanszék.
- Bodea T.–Tóth J. A.–O’Heix, B.: Forest litter decomposition in relation to climatic changes. Studies in the framework of Síkfőkút Project. *Proceeding of the 2th Scientific Seminar*, Nagyvárad – Románia, 30–31 May 1997.
- O’Heix, B.–Jakucs P.–Tóth J. A.–Bodea T.–Dizengremel P.: Compilation of long term researches on forest ecosystem in Hungary – Síkfőkút-Project 1973–1997. *Proceeding of the 2th Scientific Seminar*, Nagyvárad – Románia, 30–31 May 1997.
- O’Heix, B.–Bodea T.–Lakatos T.–Tóth J. A.–Dizengremel P.: *Photosyntetic activity, transpiration and stomatal resistance disturbances induced by ozone stress applied on Quercus robur*. *Proceeding of the 2th Scientific Seminar*, Nagyvárad – Románia, 30–31. May 1997.
- Tóth J. A.–Bodea T.–O’Heix, B.: Az avarbomlás sebessége és a klimatikus változások közötti összefüggés tanulmányozása a Síkfőkút-Project keretében. 2. *Erdő és klíma konferencia*, Sopron, 1997. június 4–6.
- Bodea T.–O’Heix, B.–Tóth J. A.–Jakucs P.–Tóthmérész B.–Dizengremel P.: A fapusztulás és a klimatikus változások közötti összefüggés a Síkfőkút-project keretében. 2. *Erdő és klíma konferencia*, Sopron, 1997. június 4–6.
- O’Heix, B.–Bodea T.–Lakatos T.–Tóth J. A.–Dizengremel P.: Effect of ozone on *Quercus robur* under slight drought conditions. 2. *Erdő és klíma konferencia*, Sopron, 1997. június 4–6.
- Bodea T.–Tóth J. A.–Godány Sz.: Hosszú távú klimatikus változások hatása az avarbomlás sebességére. Az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testülete, A Magyar Mikrobiológiai Társaság Mezőgazdasági és Élelmiszer-biológiai Szekciója, a SCOPE Magyar Nemzeti Bizottsága, az MTA–GATE Környezetvédelmi Mikrobiológiai Tanszéki Kutatócsoportja, a Bessenyei György Tanárképző Főiskola és a DOTE Egészségügyi Főiskolája XII. Mikrobiológiai Tudományos Ülése. Nyíregyháza, 1997. október 10–11.
- Béres Cs.–Fenyvesi A.–Raschi A.–Ridder, H. W.: Field experiment on water transport of oak trees measured by computer tomograph and magnetic resonance imaging. *Chemosphere*, 1998. 36. 4–5. 925–930.
- Fenyvesi A.–Béres Cs.–Raschi, A.–Tognietti, R.–Ridder, H. W.–Molnár T.–Röfler J.–Lakatos T.–Csiha I.: Sap-flow velocities and distribution of wet-wood in trunks of healthy and unhealthy. *Quercus robur*, *Quercus petraea* and *Quercus cerris* oak trees in Hungary. *Chemosphere*, 1998. 36. 4–5. 931–936.
- O’Heix, B.–Tóth J. A.–Bodea T.–Diezengremel P.: Information about studies of Hungarian forest ecosystems. Selected research – papers and future investigations os Síkfőkút long-term project (1973–1998). In *Annales des Sciences Forestières*. Under press, accepted on 5 februar 1998.

Zoológiai kutatások a Síkfőkút projekt mintaterületén

Vizsgálataink kettős célkitűzéssel indultak: egyrészt ki akartuk mutatni egy Magyarországon tipikusnak mondható klimax társulás 100 × 100 m-es kvadrátjában, a lehetőségek szerinti közel teljes fajgazdagságot különböző állategyüttesek esetén. Faunisztikai feltárását kívántuk adni az adott homogén *Quercetum petraeae-cerris* társulásnak, továbbá képet kívántunk kapni arról, hogy milyen nagyságrendű értéket vehet fel az adott lokális élőhely teljes állategyüttesének fajgazdagságként értelmezett biodiverzitása, valamint hogy egy lokális élőhelyen, kifejezetten nagy ráfordításokkal végzett vizsgálat milyen faunisztikai feltártságot jelez.¹

Célkitűzésünk második pontjaként folytatni kívántuk a területen folyó hosszú távú adatgyűjtést, a talajfelszínen kialakuló *Arthropoda* együttesek közösségszerkezeti változásának megfigyelését a meteorológiai tényezők és a tölgypusztulás következtében fellépő, a növényzet struktúráját érintő változások függvényében.

Vizsgálatainkat Eger közelében a Síkfőkút projekt mintaterületén végeztük, homogén cseres-tölgyes társulásban. A biodiverzitási vizsgálatok során az *Arthropoda* együttesek gyűjtésére rostálást, talajcspadázást, fűhálózást, kopogtatást, sárga- és fehértálakat, szívó-, Malaise- és fénycspadákat alkalmaztunk. A gerinces fauna feltárása a területen végzett alkalmi megfigyelések, valamint kisemlős csapdák felhasználásával történt. A gyűjtéseket 1998-ban lezártuk, a teljes faunalista publikálása folyamatban van.

¹ Együttműködő partnerek: Kondorosy Előd (Pannon Agrártudományi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Állattani és Állatelettani Tanszék, Keszthely) Mészáros Zoltán (Kertészeti és Élelmiszer-ipari Egyetem, Rovartani Tanszék). Résztvevő kutatók: Ábrahám Levente (Somogy Megyei Múzeumok Igazgatósága), Ádám László, Bakó Botond (GATE, Állattani és Ökológiai Tanszék), Bankovics Attila (MTM, Madártár), Basky Zsuzsa (MTA, NKI), Kádár Ferenc (MTA NKI), Nagy Barnabás (MTA NKI), Rácz István András (KLTE, Evolúciós Állattani Tanszék), Szentkirályi Ferenc (MTA, NKI), Szinetár Csaba (BDTF, Állattani Tanszék), Thraser György (Soproni Egyetem, Erdő, és Faanyagvédelmi Intézet), Thúröczy Csaba (Hymenopterológiai Kutatócsoport, Kőszeg).

A hosszú távú monitoring eljárás során tíz talajcsapda által gyűjtött *Arthropoda* anyagot dolgoztuk fel. Az etilénlikollal feltöltött és tetővel ellátott Barber-féle talajcsapdák egymástól minimum 5 m távolságra voltak elhelyezve és hetente ürítettük azokat. Az 1998-as gyűjtések a hosszú távú vizsgálatok kilencedik éves adatait szolgáltatták.

A terület zoológiai feltárásának eredményeként összesen 2719 állatfajt mutattunk ki a Síkfőkút projekt mintaterületének 100 × 100 m-es kvadrátjából. A fajgazdagabb taxonokat megemlítve a *Collembola*, *Thysanoptera*, *Heteroptera*, *Coleoptera*, a *Lepidoptera* és *Auchenorrhyncha* együttesek esetén a kigyűjtés közel teljesnek tekinthető. A részletes adatok ismeretében – főként a *Hymenoptera* (395 faj) és *Diptera* (371 faj) rendek feldolgozásának hiányai-ból kiindulva – a vizsgált homogén klimax erdőtársulás teljes fajgazdagságát 4000–4500 fajra becsülhetjük. Összehasonlításuképpen megemlíthetjük, hogy a Magyarország faunisztikai szempontból leginkább kutatott területéről, Bátorligetről (60 ha-os terület) 5450 taxon került elő, a Kiskunsági Nemzeti Park területéről (30 000 ha) 8843 faj, a Bükki Nemzeti Park területéről (40 000 ha) 8932 faj és a Hortobágyi Nemzeti Park (50 000 ha) területéről 7384 faj került kimutatásra. Eredményeink felhívják a figyelmet arra, hogy egyrészt a több ezer hektáros természetvédelmi területek kigyűjtöttsége valószínűsíthetően kifejezetten alacsony, másrészt a lokális élőhelyeken megfigyelhető fajgazdagság jelentős mértékben nagyobb lehet azoknál az értékeknél, amelyek a korábbi faunisztikai munkák eredményeiből következnének.

A talajcsapdás vizsgálatok 1998 novemberében még nem zárultak le. Az eddig feldolgozott adatok szerint az 1976–1978 között hasonló metodikával végzett megfigyelésekhez képest az 1993-tól folyó vizsgálatok során a *Staphylinidae* együttesek denzitásának növekedését tapasztaltuk, míg ugyanilyen változást a *Carabidae* együtteseken belül nem tudtunk megfigyelni. Mindkét csoport esetén az együttesek összetételében jelentős változások következtek be, így a holvák esetén az *Ocypus* genus fajainak jelentős dominanciabeli növekedését regisztráltuk, míg a *Carabidae* együttesek esetén az elterjedésüket tekintve egyes európai-szibériai, valamint észak- és közép-európai elterjedésű fajok eltűnését, valamint főként európai-szibériai valamint dél- és közép-európai, illetve dél-európai és szibériai elterjedésű fajok megjelenését regisztráltuk. A habitatokat tekintve a *Carabidae* együtteseken belül a nyíltabb ligeterdőkhöz kötődő és a zavart élőhelyeken előforduló fajok arányának növekedését regisztráltuk. Mindeközben a megfigyelt futóbogár-együttes fajgazdagsága nem változott. Bár tényleges következtetéseket majd csak a meteorológiai és botanikai háttéradatokkal való egybevetés után vonhatunk le, a fenti változások összefüggése a mintaterületen 1979-től fellépő tölgypusztulással nyilvánvaló.

A Síkfőkút-LTER projekt 1998. évi kutatásainak szervezése és koordinálása

A komplex és szerteágazó, különböző szakterületeket érintő kutatási terv megvalósítása jelentős kutatásszervezési-menedzseri munkát igényelt. Ennek során fontos feladatunk volt a résztémák kutatásainak megindítása, nyomon követése, a kutatók munkájának összehangolása, eredményeik összefogása és integrálása, adatbázisok létrehozása és fenntartása, a projekt hazai és nemzetközi kapcsolatrendszerének ápolása, továbbá a terepkutatás infrastrukturális feltételeinek biztosítása, a terület őrzésének és fenntartásának megszervezése.

Kutatási terv

A Síkfőkút-LTER projekt középtávú kutatási tervét a Kelet-közép-európai Természetvédelmi Kutatóhálózathoz való csatlakozásunk alkalmával a területen dolgozó kutatók bevonásával 1997-ben készítettük el. Ennek alapján az MTA Ökológiai Központ által a Kelet-közép-európai Természetvédelmi Kutatóhálózat kialakítása című KTM-MTA egyezményes program 3.5.2. pontja alatt meghirdetett „Hosszú távú (long-term) kísérletes természet- és környezetvédelmi kutatások cseres-tölgyes erdei ökoszisztémában (Síkfőkút projekt)” c. témára az alábbiakban felsorolt, önálló, de ugyanakkor szervesen tartozó, egymásra épülő pályázatokat nyújtottuk be:

1. A Síkfőkút-LTER projekt 1998. évi infrastrukturális fenntartása, a kutatás szervezése és koordinálása. Témavezető: Tóth János Attila, DE Ökológiai Tanszék, Debrecen.
2. A síkfőkúti cseres-tölgyes faszintjének strukturális változásai. Témavezető: Tóthmérész Béla, DE Ökológiai Tanszék, Debrecen.
3. A síkfőkúti cseres-tölgyes cserjeszintjének strukturális változásai. Témavezető: habil. Kárász Imre, EKTf Környezettudományi Tanszék, Eger.
4. Változások a lágyszárú növényzetben a síkfőkúti cseres-tölgyes erdőben és környékén 25 év távlatában. Témavezető: Papp Mária PhD, DE Növénytan Tanszék, Debrecen.

5. Növényököfiziológiai válaszok és toleranciaváltozások a síkfőkúti cseres-tölgyes erdőben a fapusztulással összefüggő környezeti heterogenitás hatására. Témavezető: Mészáros Ilona, DE Növénytan Tanszék, Bérés Csilla, DE Ökológiai Tanszék, Debrecen.
6. Ecophysiological responses of three native Hungarian oak species (*Quercus petraea*, *Quercus cerris* and *Quercus robur*) under an ozone stress. Témavezető: O'Heix Bruno, DE Ökológiai Tanszék, Debrecen.
7. Zoológiai kutatások a Síkfőkút projekt mintaterületén. Témavezető: Markó Viktor, Kertészeti és Élelmiszer-ipari Egyetem, Rovartani Tanszék, Budapest.
8. Lombfogyasztó rovarlárvák mennyiségi viszonyainak, közösségsszerveződésének és anyagforgalmi szerepének vizsgálata. Szabó László, DE Ökológiai Tanszék, Debrecen.
9. A Síkfőkút-LTER projekt 1998. évi mikrobiális ökológiai kutatásai. Témavezető: Tóth János Attila, DE Ökológiai Tanszék.
10. Talajszennyezések mikrobiológiai szóródása. Témavezető: Balázs Sándor, BGYTF, Növénytan Tanszék, Nyíregyháza.
11. Az infrastrukturális háttér felújítása a további erdőklíma-kutatásokhoz a síkfőkúti cseres-tölgyes erdei ökoszisztémában. Témavezető: Tar Károly, DE Meorológiai Tanszék, Debrecen.

Kutatásszervezési feladatok

Faszint

Az 1 ha-os mintaterületen (core area) minden egyes fa számmal van ellátva. Az egyes fák egészségi állapotát minden évben ellenőrizzük. 1998-ban is elvégeztük a tölgypusztulásra vonatkozó felmérésünket a fapusztulás menetének további trendjeinek a feltárására. (A felmérést 1998. október 8-án végeztük.) A felmérésben a Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék munkatársai vettek részt: Tóthmérész Béla, Tóth János Attila, Szabó László József, Várbíró Gábor, Zólyomi Szilárd, Koncz Csabáné. A kapott eredményeket jelen kötetben a Tóthmérész Béla által készített tanulmány tartalmazza.

Cserjeszint

A fajokban és egyedszámban gazdag cserjeszint fiziognómiai jellemzőinek vizsgálatára először 1973-ban került sor. Azóta meghatározott időközönként, 1978-ban, 1982–83-ban, 1988-ban, 1993-ban, ismétlődő felméréseket végeztünk. A következő felmérésre, illetve feldolgozásban 1997–98-ban

került sor. A vizsgálat célja a modellterület ún. „A” négyzetében a cserjeszint fiziognómiai szerkezetének és fitomasszájának teljes felmérése, az adatok alapján szerkezetváltozási tendenciájának megállapítása volt. A munka konkrét kivitelezése a *Kárász Imre* által vezetett önálló kutatási pályázati program keretében történt, részt vevő intézmény az EKTf Környezet-tudományi Tanszéke. A kapott eredményeket ebben a kötetben Kárász Imre tanulmánya tartalmazza.

Lágyszárúszint

Az erdő lágyszárúszintjének florisztikai és produkcióbiológiai célzatú felmérése 1998 augusztusában történt, az alaphektár „A” negyed hektárában, 4×4 méteres négyzetekben, a korábbi években alkalmazott módszerekkel. A munka konkrét kivitelezése a *Papp Mária* által vezetett önálló kutatási pályázati program keretében történt, részt vevő intézmény a Debreceni Egyetem Növényteni Tanszéke. A kapott eredményeket Papp Mária tanulmánya tartalmazza.

Heterotrófokkal kapcsolatos kutatások

A heterotrófokkal kapcsolatos kutatásokat a *Markó Viktor* és *Szabó László József* által vezetett kutatócsoportok végezték, a kapott eredményeket az említett szerzők tanulmányai tartalmazzák.

Talajmikrobiológiai vizsgálatok

A mikrobiális ökológiai biomonitoring rendszer azokat a vizsgálatokat foglalja magában, amelyeket ugyanezen a területen mintegy 25 évvel ezelőtt alkalmaztunk. Így lehetőség nyílik a környezetminőségben bekövetkezett változások felmérésére, a tölgypusztulás mikrobiális ökológiai okainak feltárására. A mikrobiális ökológiai vizsgálatokat a *Tóth János Attila* által vezetett mikrobiális ökológiai kutatócsoport végzi a Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszékén.

1998. évi vizsgálatainkban az avar vízaktivitása, hőmérséklete és szén-dioxid-termelése közötti összefüggést tanulmányoztuk egy általunk kidolgozott terepen alkalmazható műszeres eljárás segítségével. A kapott eredményeket részletesen a *Tóth János Attila* e kötetben található következő tanulmánya tartalmazza.

A mikroklímamérések vonatkozásában a Debreceni Egyetem Meteorológiai Tanszékén több mint 25 éves adatsorok állnak rendelkezésünkre, ezek a legrégábbi magyarországi cseres-tölgyesre vonatkozó long-term adatsorok. A vizsgálatok alapján a mi adataink is jelzik a globális felmelegedést, a mikroklíma-változást. Kimutattuk továbbá, hogy a fapusztulás következtében a felmelegedés az erdőben nagyobb mértékű, mint a szabadföldi területen. Adataink jelzik a fokozódó szárazodást is.

A Síkfőkút projekt területén a mikroklíma mérésére két hagyományos klímaállomás áll rendelkezésünkre: egy a szabadföldi területen, egy pedig az erdő belsejében. A mikroklíma mérésére mindkét területen ezzel párhuzamosan 1977-ben automatikus mérőhálózatot is kiépítettünk. Az adatgyűjtést kezdetben lyukszalagos, a későbbiekben mikroprocesszoros adatgyűjtő berendezéssel végeztük. Sajnos ez a berendezésünk már elavult, működésképtelenné vált, ezért az automatikus méréseket 1996-ban le kellett állítanunk. Az adatok folyamatos fenntartása érdekében 1997-ban visszatértünk a hagyományos manuális leolvasási-mérési módszerre. A műszerek leolvasására két nyugdíjas dolgozót alkalmaztunk, akik a szabad területen és az erdő belsejében is napi háromszori alkalommal végezték a méréseket. Ezért a munkáért mindkettőjüknek összesen havi 20 000 Ft-ot tudtunk fizetni, különböző kutatási pályázataink terhére.

Sajnálatos módon pályázataink lejártával, illetve az újonnan beadott síkfőkúti pályázataink sorozatos elutasításával (OTKA 1996, MKM 1997, KKA 1998) ez a lehetőség is megszűnt, így 1998-ban először fordult elő a projekt negyedszázados történetében, hogy egy teljes évig nem történtek mikroklímamérések a területen. Ez azt mutatja, hogy a long-term projektek meteorológiai méréseinek folyamatosságát, illetve finanszírozását nem lehet egyéni pályázatokból fenntartani, erre a célra az MTA-nak külön költségvetési keretet kellene biztosítania.

Felismerve a helyzet súlyosságát ezzel kapcsolatban a következő intézkedéseket tettük: 1998-ban az OTKA felé nagyműszerpályázatot adtunk be a meteorológiai mérőhálózat teljes cseréjére vonatkozóan. A műszerpályázatunkban igényelt műszerek kompatibilisak a hazai LTER hálózat meteorológiai műszereivel.

Időközben megtudtuk, hogy egy amatőr meteorológus-fizikatanár a szabadföldi területen önszorgalomból 1998-ban folyamatos meteorológiai méréseket végzett. Ezeket az adatokat megvásároltuk azzal a céllal, hogy az erdőterületre vonatkozó adatokat statisztikai módszerekkel helyreállítsuk. A feladat elvégzésére a Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék és a DE Meteorológiai Tanszék közös szakdolgozati témát írt ki „A síkfőkúti erdőklímaadatok rekonstrukciója” címmel.

Új kutatási irányok

Növény-ökológiai vizsgálatok

A kutatási területen az utóbbi években a növény-ökológiai kutatások a domináns fajok vízforgalmának, tápanyag-hasznosításának és fotoszintézis-fiziológiai viselkedésének, valamint különböző abiotikus és biotikus tényezőkkel szembeni tolerancia-mechanizmusok vizsgálatára irányulnak, élettani, biokémiai és biofizikai módszerekkel. A kutatáshoz rendelkezésre áll a Debreceni Egyetem Növénytan Tanszékén kiépített hordozható, *in situ* mérésekre alkalmas ökológiai laboratórium.

A kutatás két fő részterületen folyik, egyrészt a tölgypusztulás fiziológiai háttérfolyamatainak a feltárása, másrészt az aljnövényzeti szintek fajainak lombkorona-fellazulással (nyiladék) és megnyitással (szegély/irtás) megváltozott környezeti feltételekre adott ökológiai válaszainak a vizsgálata. A kutatásokat Mészáros Ilona és Béres Csilla koordinálja.

Az ózon károsító hatásának vizsgálata

A már megkezdett long-term kutatások folytatása mellett, vizsgálatainkat néhány új kutatási iránnyal is kiegészítettük. Az erdőpusztulás okainak további feltárása érdekében a „rossz” ózon esetleges károsító szerepét kívánjuk tisztázni, klímakamrában végzett laboratóriumi kísérletekben. A munka konkrét kivitelezése a Bruno O’Heix által vezetett önálló kutatási program: „Ecophysiological responses of three native Hungarian oak species (*Quercus petraea*, *Quercus cerris* and *Quercus robur*) under an ozone stress” keretében történik (lásd az említett szerző tanulmányát e kötetben).

Talajszennyeződések mikrobiológiai szóródása

Az aerobiológia-kutatás rohamos nemzetközi fejlődése, fontosságának előtérbe helyezése, a környezetvédelmi tanulmányok légtérre való kiterjesztése, korunk népbetegségének, az allergiás tüneteknek évenkénti több mint 10%-os növekedése Magyarországon is indokoltá teszi a légkör mikrobiológiai felmérését és egyre intenzívebb kutatását. A talajszennyező anyagok propagulumok segítségével történő szóródásáról meglehetősen kevés információ áll rendelkezésünkre. Az ilyen jellegű kutatások újszerűnek tekinthetők. A kapott eredmények a gyakorlat számára hasznos információt nyújthatnak a kockázati tényezők meghatározásával és a lokális hatás felmérésével. A munka konkrét kivitelezése a Balázs Sándor által vezetett „Talajszennyeződések

mikrobiológiai szóródása" c. kutatási program keretében történt (lásd az említett szerző tanulmányát e kötetben).

A projekttel kapcsolatos egyéb feladatok

Nemzetközi jubileumi tudományos ülés megszervezése

A „25 éves a Síkfőkút projekt” jubileumi tudományos ülés megszervezésére a Noszvajai Oktatási Központban került sor 1998. május 25–26. között. Jubileumi tudományos ülésünkön mintegy 30 tudományos előadás hangzott el, és 7 poszter került bemutatásra. Ezen a rendezvényen túlnyomórészt a Síkfőkúton elért tudományos eredményeket ismertettük a közönséggel. A tudományos ülésen öt francia és egy német kutató is részt vett. Az elhangzott előadásokat külön kötet formájában, angol nyelven kívánjuk megjelentetni.

Adatbázisok létrehozása és fenntartása

Long-term kutatásaink során nagy súlyt helyeztünk az adatszerzésre, az adatsorok folyamatos fenntartására és karbantartására, adatbázisok, információs rendszerek kiépítésére, a trendek megállapítására, amelyek jelentős mértékben megkönnyítik az adatok kiértékelését. Az adatbázisok alapján lehetőség nyílik az adatok egységes rendszerbe foglalására, az adatok keresésére, a gyors adathozzáférésre, azok javítására és egymással történő összehasonlítására. Az adatbázisok könnyen hozzáférhetővé tehetők mások számára is az internet hálózatán keresztül.

Az adatbázisokat a Microsoft Access program segítségével hoztuk létre. Jelenleg kísérletképpen feldolgoztuk az 1972–1980 közötti évekből származó avarprodukció adatait, valamint a projekt keretében elkészült szak- és diplomamunkák, valamint kandidátusi értekezések, TDK-dolgozatok adatainak felvitelét. Folyamatban van a projekttel kapcsolatos publikációk adatbázisba rendezése is.

A „Síkfőkút projekt” mintegy 25 éves vizsgálati adatsorai önmagukban is felbecsülhetetlen tudományos értéket jelentenek, ezek a legrégebbi magyarországi cseres-tölgyesre vonatkozó folyamatos long-term adatsorok. Ezek adatbázisba való rendezését folyamatosan végezzük.

A Síkfőkút projekt „home page” folyamatos, naprakész fenntartása

A Síkfőkút projekt keretében folyó kutatások bemutatására, a kutatásokban részt vevő kutatók gyors informálására nagyon alkalmas az internethálózat,

ami a hazai és a nemzetközi kapcsolattartást nagymértékben leegyszerűsíti és felgyorsítja. Elkészítettük a Síkfőkút Projekt „home page” magyar és angol nyelvű változatát, amely az interneten a <http://micro2.ecol.klte.hu> cím alatt található. Az elkészült változat információs anyagának frissítése napi feladataink közé tartozik.

A projekt hazai és nemzetközi kapcsolatrendszerének kiépítése és fenntartása

A „Kiskun-LTER projekt”-tel – amelynek vezetője *Fekete Gábor* akadémikus, programmenedzsere pedig *Kovács-Láng Edit* (aki egyébként a magyarországi LTER projekthálózat vezetője, illetve tagja az ILTER-bizottságnak, illetve egyéb nemzetközi long-term bizottságoknak is) –, valamint a „Balaton projekt”-tel megalakítottuk a hazai LTER projektek hálózatát, ezen keresztül csatlakoztunk a nemzetközi ILTER hálózathoz is. Csatlakozási szándékunkat bejelentettük a GTOS (Global Terrestrial Observing System) felé, ugyanakkor csatlakoztunk a NoLIMITS (Networking of Long-term Integrated Monitoring in Terrestrial Systems) hálózathoz is.

A Síkfőkút projekt képviselőjében 1998. szeptember 15–18. között részt vettünk a Varsóban rendezett ILTER workshopon, amelyen 5 közép-európai ország képviselői, továbbá az USA LTER reprezentánsai vettek részt. Az ülés határozata értelmében megalakult a közép-kelet-európai LTER hálózat, amelyhez a hazai LTER hálózaton keresztül a Síkfőkút projekt is csatlakozott.

Az OMFB 19 100 USD támogatást biztosított „International co-operation studies on the climate and atmospheric pollutants causes relating to the observed oak decline in Hungarian forest ecosystem” című pályázatunkhoz, amelynek megvalósítására a franciaországi HPU-val és az INRA-val való nemzetközi együttműködés keretében 1998–1999-ben került sor. A projekt során a francia szakemberekkel való együttműködés keretében, felhasználva a síkfőkúti tapasztalatokat is, tisztázni szeretnénk az európai tölgypusztulás lehetséges – köztük mikrobiális ökológiai – okait és következményeit is.

A projekt nemzetközi kapcsolatainak további szervezését és fejlesztését az egyes résztémákhoz kapcsolódóan az alprogramok témavezetői látják el.

Infrastruktúra fenntartása és fejlesztése

A „Síkfőkút projekt” az egyik legrégebbi hazai long-term projekt. Létesítményei közül az alábbiakat emeljük ki: egy 25 m magas meteorológiai megfigyelő- és műszertorony, két kutatói faház, szabadföldi meteorológiai mérőállomás, folyamatosan működő kihelyezett mérőműszerek, villanyáram, telefon. Sajnos,

a pályázaton elnyert összegek nem tették lehetővé a karbantartási feladatok el-
látását.

Eredmények

A long-term kutatási eredmények birtokában képet kaphatunk a környeze-
tünkben bekövetkező lassú globális és regionális környezeti változások trend-
jéről, irányáról, az erdő ökoszisztémájának hosszú távú változásairól. Vár-
hatóan árnyaltabb képet alkothatunk a hazánkban 1979-ben fellépett
tölgypusztulás lehetséges okairól, mechanizmusáról, tisztázhatjuk a klímá-
nak, a légszennyezésnek (pl. savas ülepedés, ózon), a biotikus károsítóknek, a
mikroorganizmusoknak stb. a fapusztulásban játszott szerepét. Eredménye-
inket hazai és külföldi idegen nyelvű folyóiratokban, kongresszusokon folya-
matosan publikáljuk.

1998-ban megjelent publikációk

Kovács-Láng E.-Herodek S.-Tóth J. A.: LTER in Hungary. In *The International Long Term Ecologi-
cal Research Network*. Compiled by the US LTER Network Office Albuquerque New Mexico,
1998, 38-43.

O'Heix, B. C.-Tóth J. A.-Bodea T.-Kiss Gy.-Víg P.-Jakucs P.-Dizengremel P.: Information about
studies on Hungarian forest ecosystems. Selected research-papers and future investigations of
Síkfőkút long-term projekt (1973-1998). *Ann. Sci. For.*, 1998. 55. 613-618.

A síkfőkúti erdő fapusztulási dinamikájának monitoringja

A fapusztulás 1998-ban is viszonylag nagy volt annak ellenére, hogy ez az év az elmúlt évtizedek egyik legcsapadékosabb éve volt a tavasz, a nyár és az ősz tekintetében is. Az öt kiszáradt egyed ennek tükrében nem tekinthető kevésnek. Mindegyik *Quercus petraea* volt, mint ahogyan a megbetegedett egyedek

1. táblázat

Az évenkénti pusztulások megoszlása a Síkfőkút projekt negyedhektárjaiban (A, B, C, D) és az összesített értékek

Év	A	B	C	D	Összes	Élő	Elpusztult
1972						690	
1973-78	10	2	2	0	14	676	14
1979-80	42	15	33	19	109	567	123
1981	8	5	2	11	26	541	149
1982	6	4	3	3	16	525	165
1983	15	10	10	7	42	483	207
1984	11	12	10	22	55	428	262
1985	11	10	30	12	63	365	325
1986	10	9	4	1	24	341	349
1987	3	5	2	0	10	331	359
1988	8	11	19	11	49	282	408
1989	3	1	4	0	8	274	416
1990	2	1	7	2	12	262	428
1991	1	1	0	1	3	259	431
1992	2	1	0	1	4	255	435
1993	1	3	2	3	9	246	444
1994	4	1	12	10	27	219	471
1995	1	0	9	1	11	208	482
1996	1	1	2	1	5	203	487
1997	2	6	4	13	25	178	512
1998	2	0	0	3	5	183	517

is ehhez a fajhoz tartoztak. Az újonnan megbetegedett fák száma még jelentősebb, mint az elpusztultaké. 1998-ban összesen 10 megbetegedést észleltünk, ami némi emelkedést mutat az elmúlt évekhez viszonyítva.

1998-ban az egészséges fák száma: 183 darab. Ez kevesebb, mint az 1972-ben meglévő 690 egyedes állomány 30%-a, azaz a pusztulás több mint 70%-os! Ez a pusztulási arány jóval nagyobb, mint ami a természetes ritkulással magyarázható. A pusztulás üteme évről évre erőteljesen ingadozik. Hasonló mondható el a pusztulás területenkénti eloszlásáról is. Az 1. táblázat adataiból jól látható, hogy az egyes negyedhektárokból igen változékony a pusztulás nagysága.

1. táblázat
Az évenkénti pusztulás mértékének területenkénti eloszlása a 1. negyedhektárban (A, B, C, D) az évek szerint

Év	A	B	C	D	Összes
1972	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0
1978	0	0	0	0	0
1979	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	0
1982	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0
1984	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0

A síkfőkúti erdő cserjeszintjének strukturális változásai

A „Síkforkút projekt” keretében 1972 óta tanulmányozzuk az erdő cserjeszintjében lejárló fiziognómiai változásokat. A terület „A” négyzetében 4-5 évenként a cserjeszint teljes felmérését végezzük el, amelynek során a pontos lokalizációt, az egyedek talajszinten mérhető törzsvastagságát, magasságát és lombvetületét mérjük meg és lombvetületi térképet készítünk.

1997-ben 5. alkalommal került sor a felmérésre. 1998-ban az adatok feldolgozása megtörtént. Ennek során megrajzoltuk a magascserjeszint lombvetületi térképét, elkészítettük a sűrűségi térképet alszintenként és összesítve, planimetriás módszerrel meghatároztuk a lombborítási értékeket faji bontásban és összesítve és faj-egedszám (talaj feletti hajtásszám) illetve faj-lombborítás diverzitást számítottunk. Folyamatban van az 1997. évi adatok összevetése az előzőekkel és a fiziognómiai struktúraváltozás főbb elemeinek és irányának a meghatározása az adatok elemzésével.

Eredmények

Talaj feletti hajtásszám (egedszám)

Az 1997. évi felméréskor a síkfőkúti cseres-tölgyes cserjeszintjében hektár-ra számítva 80 014 db talaj feletti hajtás élt, amely 17 fajhoz tartozott. Az előző (1993. évi) felméréstől eltérően *Sorbus* fajok (*S. domestica*, *S. torminalis*) jelenleg nincsenek a területen. Az egyes fajok egedszámát és megoszlását az alacsony, illetve magas cserjeszintben az 1. táblázat mutatja. A legfeltűnőbb változás, hogy az *Euonymus verrucosus* egyedek nagyszámban elérték a magas cserjeszintet s jelenleg az *Acer campestre*t és *Cornus mas*t megelőzve a legnagyobb egedszámot adják a magas cserjék között. Arányuk az alacsony cserjeszintben is megváltozott. Megelőzve az eddigi felmérésekkor legtömegesebb *Ligustrum vulgare*t, jelenleg az összes egyed 44,9%-át képezik.

A magas cserjeszint egedszáma jelentősen nőtt, jelenleg a cserjék 6,06%-át teszik ki. Az összes cserje mennyisége mintegy 111%-kal nőtt

(36 470 db/ha-ról 77 083 db/ha-ra) a tölgy magoncok nélkül számítva (lásd 1. ábra a függelékben).

1. táblázat

A cserjék talaj feletti hajtásainak száma és %-os megoszlása az „A” négyzetben és hektáronként 1997-ban

Fajnév	Db/„A” négyzet			Db ha ⁻¹			Százalék		
	alacsony	magas	össz.	alacsony	magas	össz.	alacsony	magas	össz.
Acer campestre	543	210	753	2357	911	3268	3,09	23,68	4,08
Acer tataricum	781	60	841	3390	260	3650	4,45	6,76	4,56
Cerasus avium	12	2	14	52	9	61	0,07	0,23	0,08
Cornus mas	258	189	447	1120	820	1940	1,47	21,31	2,42
Cornus sanguinea	477	42	519	2070	182	2253	2,72	4,74	2,82
Crataegus monogyna	218	69	287	946	299	1246	1,24	7,78	1,56
Euonymus europaeus	2098	22	2120	9106	95	9201	11,96	2,48	11,50
Euonymus verrucosus	8052	232	8284	34948	1007	35955	45,89	26,16	44,94
Juglans regia	2	2	4	9	9	17	0,01	0,23	0,02
Ligustrum vulgare	4303	41	4344	18676	178	18854	24,52	4,62	23,56
Lonicera xilosteuum	72	2	74	313	9	321	0,41	0,23	0,40
Quercus cerris*	505	3	508	2192	13	2205	2,88	0,34	2,76
Quercus petraea*	165	2	167	716	9	725	0,94	0,23	0,91
Rhamnus catharticus	17	1	18	74	4	78	0,10	0,11	0,10
Ribes sp.	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Rosa canina	37	10	47	161	44	205	0,21	1,13	0,25
Sorbus domestica	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorbus torminalis	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Tilia cordata	8	0	8	35	0	35	0,05	0,00	0,04
Összesen	17548	887	18435	76163	3850	80014	100	100	100,00

* A Quercus fajok esetében az alacsony cserjék értékei a magoncok számát jelenti.

Sűrűség

A cserjeszint sűrűségéről alszintenként és összesítve a 2. ábra (lásd függelék) ad áttekintést. A cserjeszintben kiségyzetenként (16 m²) átlagosan 6 db magascszerje és 128 db alacsonycserje él. A magascszerjék eloszlása egyenletesnek mondható. Az adatok a lombkoronaszint összevetésével adnak az erdő változására vonatkozó értékelhető információt. Erre a későbbiekben kerül sor.

A cserjék mérete

A magascserjeszint egyedeinek mérete az 1993. évi felmérés óta tovább nőtt, jelezve, hogy a koronaszintből elpusztult tölgyek helyére a cserjék fanerofita életformára is képes fajainak egyedei törnek fel. A méretbeli változást jelzi, hogy jelenleg 3 faj egyedei jelentősen „kinőttek” a cserjeszintből. A negyed-hektáros „A” négyzetben az alábbi fajok adatait emelem ki:

Fajnév	Magasság		Legnagyobb törzs- átmérő (cm)
	5–10 m között (db)	10–13 m között (db)	
Acer campestre	95	17	21,0
Acer tataricum	17	–	20,3
Cornus mas	53	–	13,4

Az „A” négyzetben fenti három faj 1 m-nél magasabb egyedeinek átlagos magasság és törzsátmérő adata az 1972. évihez képest az alábbi módon változott meg:

Fajnév	Átlagos magasság (m)		Átlagos törzsátmérő (cm)	
	1972-ben	1997-ben	1972-ben	1997-ben
Acer campestre	2,29	5,21	2,60	6,83
Acer tataricum	2,68	3,75	2,41	4,63
Cornus mas	2,36	3,87	2,45	4,89

Lombborítás

Az 1997. évi lombvetületi térkép (lásd 3. ábra a függelékben) és az összesített lombborítási viszonyokat mutató 4. ábra (ld. függelék) szemlélteti, hogy jelenleg az „A” négyzet 79,5%-át borítja cserjelomb, ami mintegy 5%-kal kisebb, mint az előző felvételnél mért borítás. Megközelítően ugyanilyen mértékben (34,87%-ról 41,5%-ra) nőtt azonban a kettős vagy többszörös cserjelomb-terület nagysága, amelyből arra következtethetünk, hogy az összes levélfelület nem csökkent, inkább némi növekedést mutat.

Diverzitás

A faj-talaj feletti hajtás, illetve a faj-lombborítás diverzitás egyaránt némi csökkenést mutat (lásd 5. ábra a függelékben).

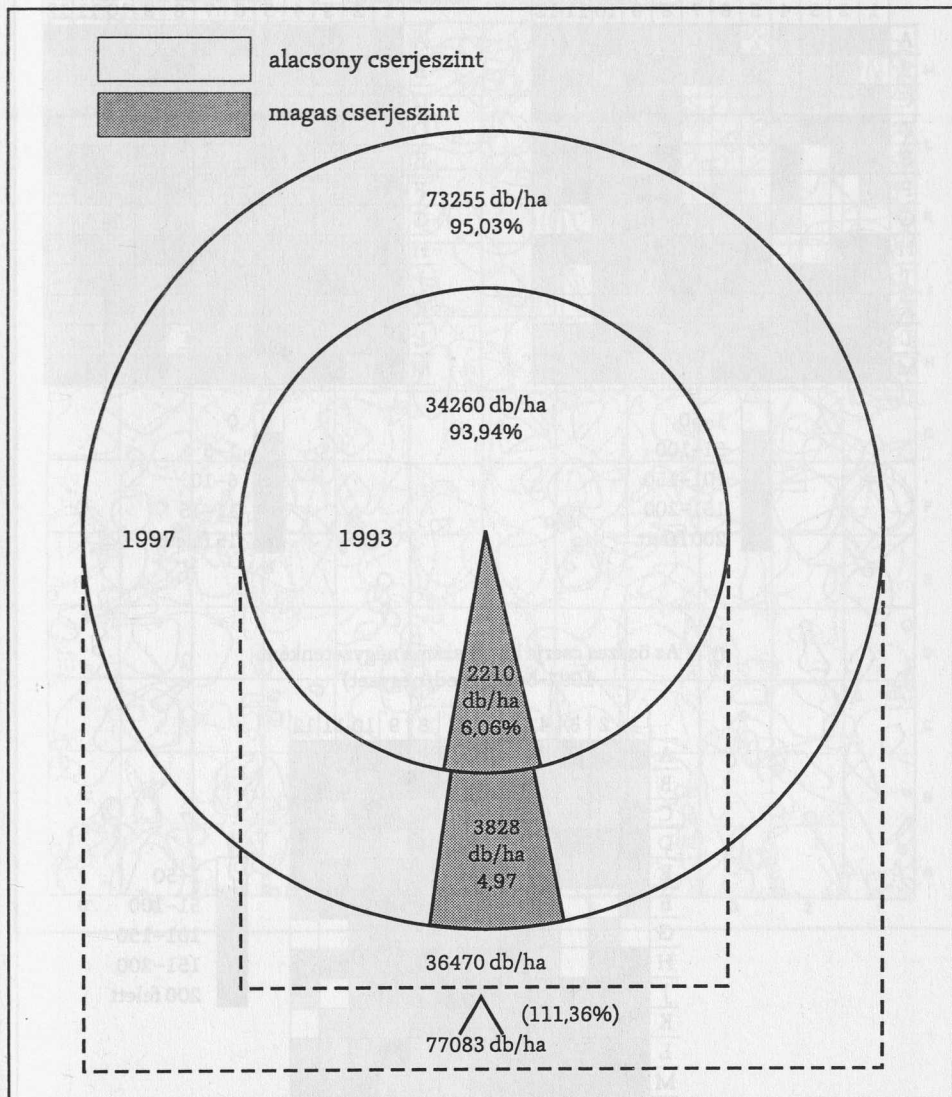
Az elmúlt 25 év cserjeszintbeli változásainak összehasonlító elemzése és ökológiai értékelése folytatódik, hosszabb időt igényel. A feldolgozás jelenlegi szintjén is kirajzolódik azonban, hogy az erdő fitostruktúrájában a korona-

szint ritkulásával olyan változások indukálódtak, amelyek a biomassza és produktivitás csökkenésének megállítását és a tölgypusztulás előtti állapothoz közeli értéken való stabilizálódását szolgálják. A kieső koronaszintbeli „helyet” a rendszer a cserjeszintjéből igyekszik betölteni (lásd 6. ábra a függelékben).

Függelék

1. ábra

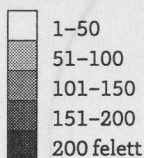
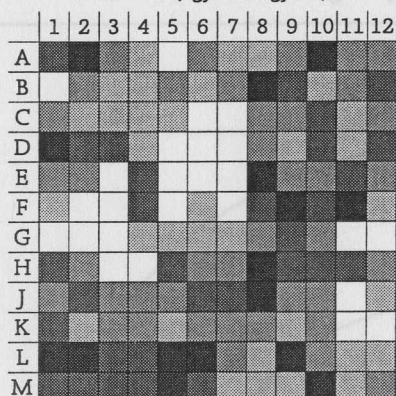
**A hajtásszám megoszlása és változása a cserjeszintben
1993 és 1997 között a tölgymagoncok nélkül**



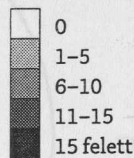
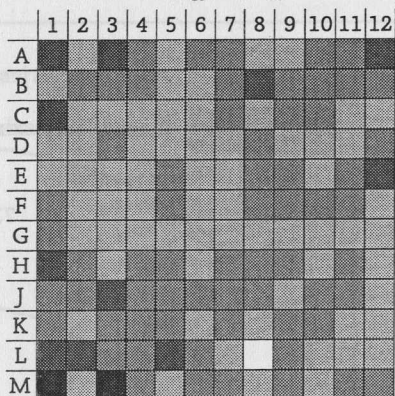
2. ábra

A síkfőkúti tölgyes cserjeszintjének sűrűségi térképe 1997-ben

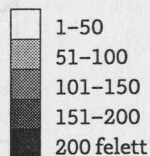
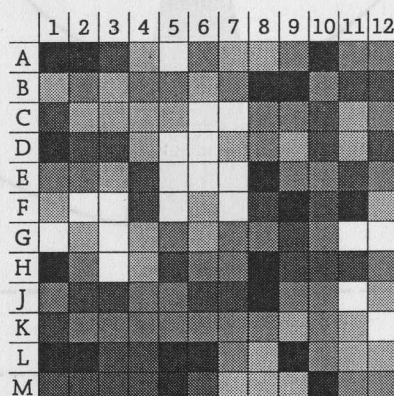
Alacsony cserjék hajtásszáma négyzetenként
1997-ben (egyed/négyzet)



Magas cserjék hajtásszáma négyzetenként
1997-ben (egyed/négyzet)

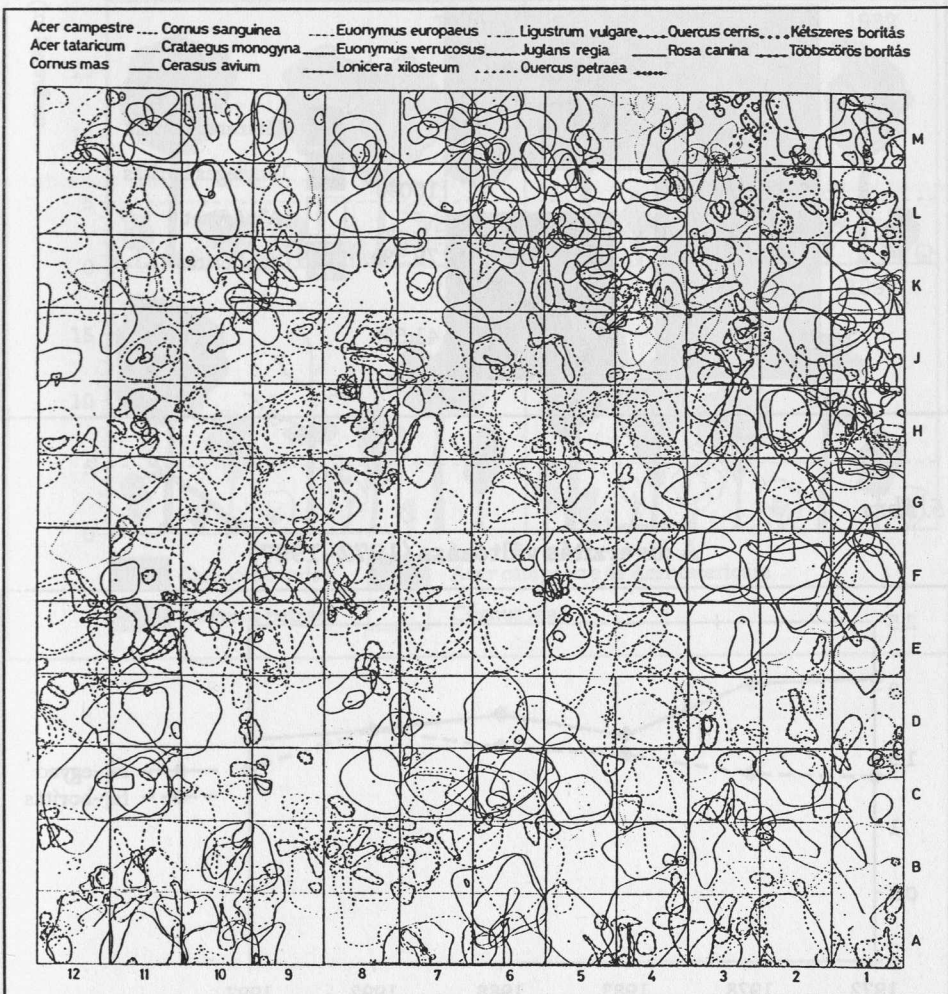


Az összes cserje hajtásszáma négyzetenként
1997-ben (egyed/négyzet)



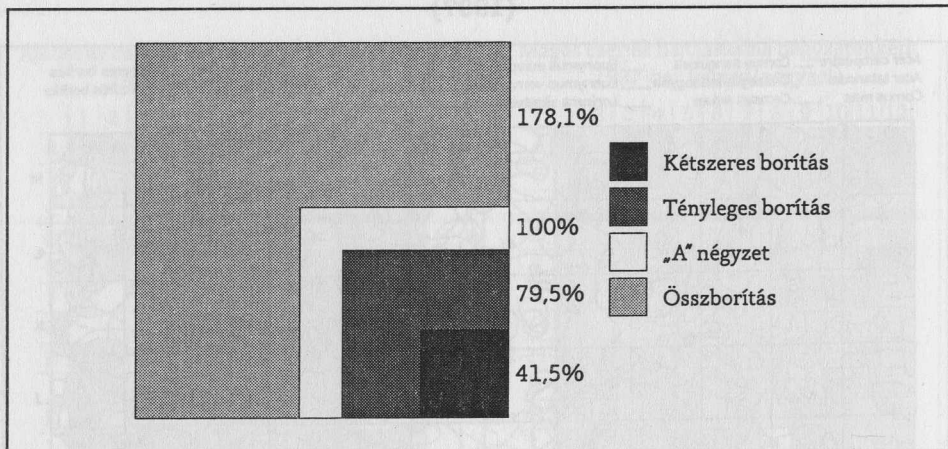
3. ábra

A „Síkfőkút projekt A terület” magascserjeszintjének vetülettérképe
(1997)



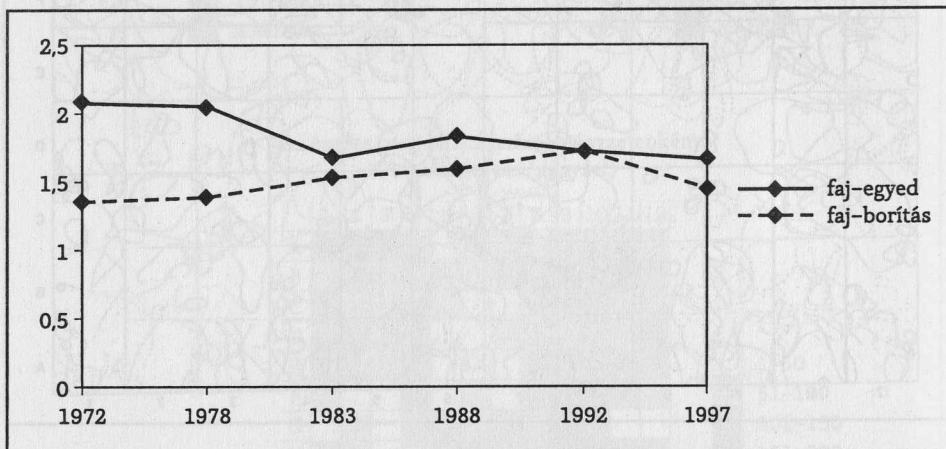
4. ábra

Lombborítási viszonyok az „A” négyzetben 1997-ben



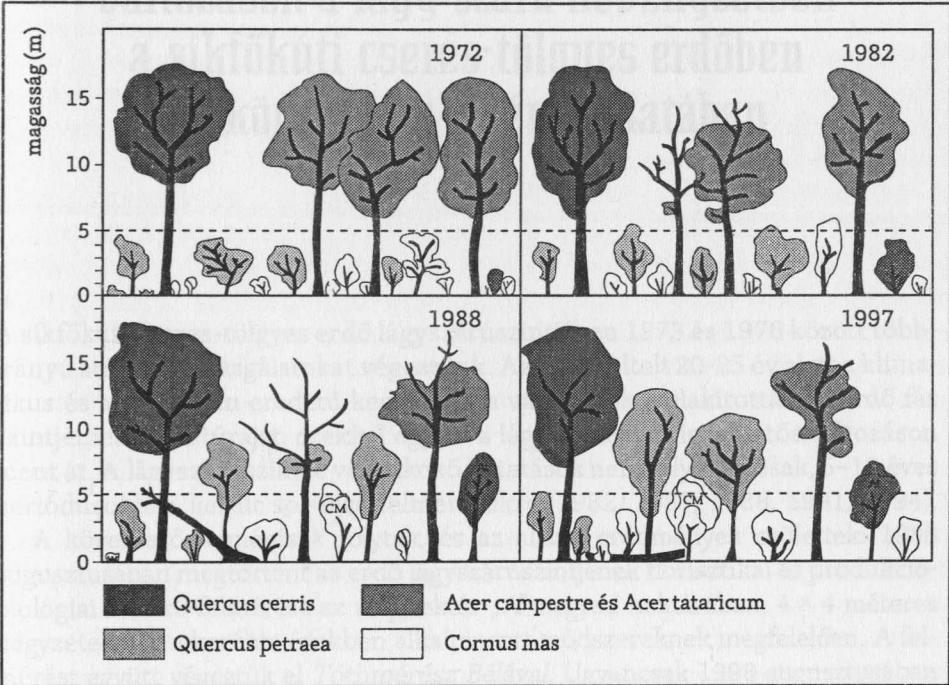
5. ábra

A diverzitás változása (1972–1997)

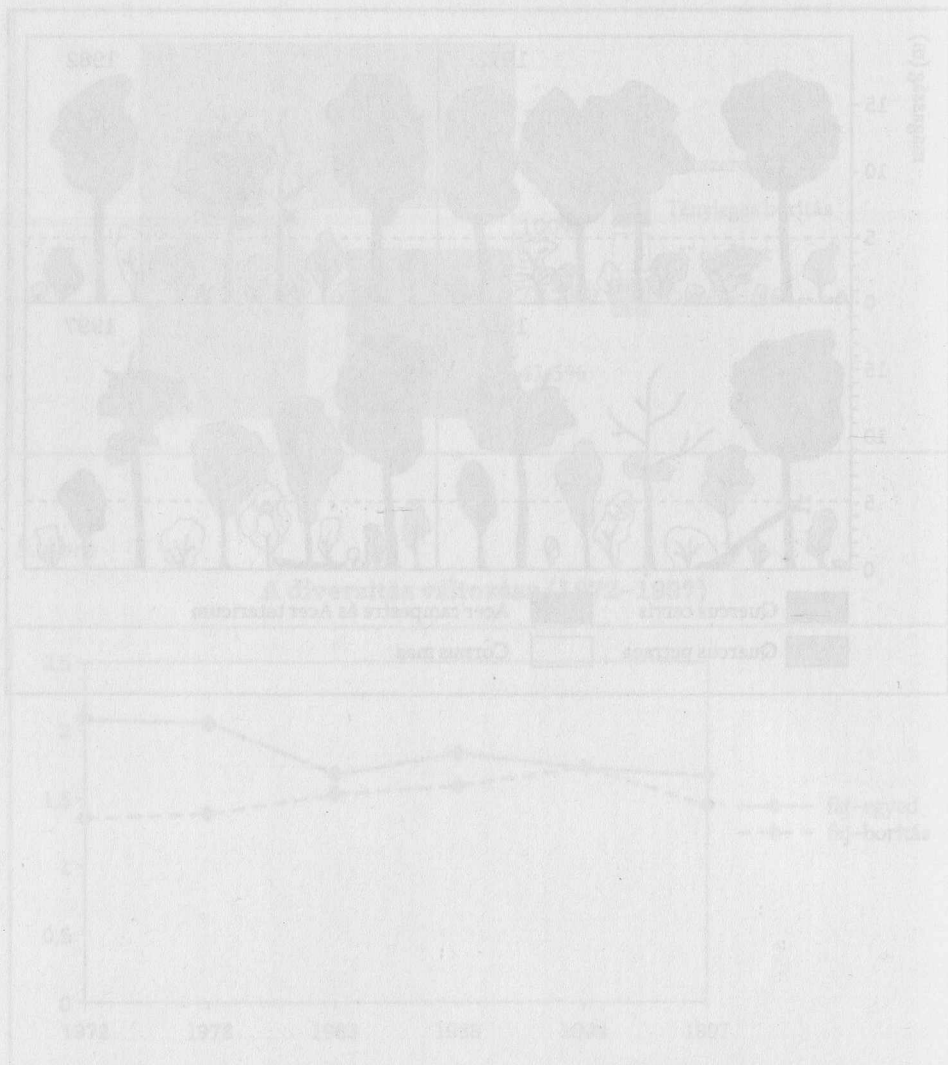


6. ábra

Az erdő fiziognómiájának változása sematikusán



1975-1976 Annual Report of the Forest Service



Változások a lágyszárú növényzetben a síkfőkúti cseres-tölgyes erdőben és környékén 25 év távlatában

A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő lágyszárúszintjében 1973 és 1976 között többirányú struktúravizsgálatokat végeztünk. Az azóta eltelt 20-25 év alatt a klimatikus és antropogén eredetű kedvezőtlen változások átalakították az erdő fás szintjeinek struktúráját, ezekkel együtt a lágyszárúszint is jelentős változáson ment át. A lágyszárúszintre vonatkozó kutatások nem folyamatosak, 5-10 éves periódusokban került sor újra felmérésekre (1982, 1987, 1988, 1991, 1994).

A következő felmérések folytak, és az alábbi eredmények születtek: 1988 augusztusában megtörtént az erdő lágyszárúszintjének florisztikai és produkciobiológiai célzatú felmérése az alaphektár „A” negyed hektárában, 4×4 méteres négyzetekben, a korábbi években alkalmazott módszereknek megfelelően. A felmérést együtt végeztük el *Tóthmérész Bélával*. Ugyancsak 1998 augusztusában felmértük a kutatási területtől kb. 6 km távolságra lévő, völgyperemi helyzetű cserdomináns erdő 1979. évi tarra vágása után kialakult lágyszárú növényzetét is.

Eredmények

A lágyszárú növényzet a síkfőkúti erdő alaphektárában, 1998

1. *Fajsza és egyedszám.* A faj- és egyedszámot tekintve a lágyszárú szint erősen átalakult 25 év alatt (lásd 1. táblázat a függelékben). Az edényes növények jelenlegi *fajsza* 48, ami majd kétszeres növekedés az 1994-ben regisztrált 28 fajhoz képest, de még jelentősebb a növekedés ha az 1974. évi első felmérés *fajsza* mával hasonlítjuk össze (19). A hektáronkénti egyedszám ugyanakkor az 1994-ben mért kisebb növekedés után újra csökkent. 19 424 egyed számoltunk egy hektárra. Ez az 1974. évinek csupán 1,26%-a, az 1994. évinek pedig 51,4%-a. A számadatoknál sokkal többet mondanak maguk a fajok, azok tömegviszonyai, illetve jelző értékei.

1998-ban, az erdő 1974-ben jelen lévő lágyszárú fajai közül, csupán a *Melica uniflora* foglalt el domináns pozíciót. Mellette egyedszámban rendre a *Galium*

aparine (hasonlóan már 1994-ben is), a *Chelidonium majus* és a *Geranium robertianum* következnek. A *Poa nemoralis* a negyedik helyen szerepel, csupán 210 egyeddel, ami minimális az 1974. évi egyedszámahoz képest. A 48 fajból álló lista 31%-a – 15 faj – gyom. Egyedszámban jóval kisebb a jelentőségük, de jelenlétük mindenképpen indikálja a megsűrűsödő cserjeszint és egyidejűleg a talajszárazság hatását. Látnunk kell, hogy a gyomok lágyszárúsztbe kerülésének oka lehet az alaphektár és a negyedhektárok körüli utak használatával járó antropogén hatás is.

2. *Borítás.* Ahogyan egyedszámban, úgy a borításban is erőteljes csökkenés figyelhető meg. Az 1974. évi 31,78%-ról az 1980-as évek elejétől – amikor már csupán 12,3% volt a borítás – fokozatos ez a csökkenés, bár az 1990-es évektől kisebb mértékű emelkedés is megfigyelhető. Az 1998-ban becsült érték 6,9%. A cseres-tölgyes fajai közül egyedül a *Melica uniflora* borítása számottevő, de borítását meghaladja mind a *Chelidonium majus*, mind a *Galium aparine* borítása (lásd 1. táblázat a függelékben).

3. *A fitomassza alakulása.* Az egyedszámadatoknak megfelelően a fitoprodukción is kismértékű csökkenést mutat az 1994. évihez képest, így továbbra is messze elmarad a 25 évvel ezelőtt mért és számolt értéktől (569 kg/ha). 1998-ban 16,149 kg-ot számoltunk a meglévő súlyadataink és a hektárra átszámolt egyedszámadatainkból. A fajlistát ez évben gazdagító 22 faj egyedszámban csupán 182. Az összegyedszámból való részesedés arányában fitomasszájukat 0,2 kg/ha-ra becsültük, mivel e fajokból nem állt rendelkezésünkre száritott átlag fitomasszaérték.

A föld alatti és a föld feletti fitomassza aránya továbbra is magas (1,55) az 1974. évihez viszonyítva (1,1). Ez azt jelzi, hogy a nagyobb tömegű raktározó föld alatti szervekkel rendelkező fajok száma növekedett, ami egyféle alkalmazkodás is lehetett a szárazodó klímához. Az fitomassza megoszlását bemutató adatok a 2. táblázatban láthatók (lásd függelék).

A lágyszárú növényzet struktúrája a Síkfőút project közelében fekvő 1979-ben tarra vágott erdő helyén

A tarra vágott erdő helyén 1980-tól három éven keresztül a feltáróúttal párhuzamos három transzszektben folytak másodlagos szukcessziós folyamatok követségére irányuló kutatások, amelynek eredményeiről több dolgozat jelent meg.¹

¹ Papp M.–Précényi I.: Diversity change in the herb layer of a Quercetum petraeae-cerris forest after deforestation. *Acta Biol. Debrecina*, 1980. 17. 21–27.; Papp M.: Secondary succession in a herbaceous vegetation after deforestation. *Acta Bot. Hung.*, 1984. 30. 139–154.; Papp M.: A six year study of a secondary succession after deforestation North Hungary. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 1987. 22. 405–413.

Az azóta eltelt években történt változásokról teszünk itt kiemelést az ez évi felmérés alapján.

16 év elteltével az erdő helyén részben sarjrol, de dominálón a rendszeres erdészeti tisztító munkák eredményeként makkról újult növedékerdő nőtt fel 3-4 m körüli magassággal. Az 1980-as évek elején kijelölt transzszektek közül az első az erdőszegélyt képviselő, vagyis a feltáráúthoz legközelebb eső. Ez továbbra is gyepterjellegű maradt, lévén a fásszáruak borítása itt csupán 5-8% (kisebberjerék vannak jelen). A vele párhuzamos átmeneti zónát képviselő második transzszekt az erős fás száru borítás miatt inkább a belső transzszekthez hasonló. A belső transzszektben 60-70%-os a 3-4 méter magas *Quercus cerrisek* borítása, alattuk a cserjeszint is kialakulóban van, további 50%-os borítással (*Ligustrum vulgare*, *Crataegus* fajok, *Rosa* sp.). Ennek eredményeként az aljnövényzetet kevés fény éri. A második transzszektben a lágyszáru szint borítását 10%-ra becsültük, míg a legbelső, harmadik transzszektben 6%-ra. Felmérést az első és a harmadik transzszektekben készítettünk, ennek eredményét a 3. táblázat tartalmazza (lásd függelék), összevető jelzéseket használva a korábbi felmérések adataival.

Az első transzszekt egykori 100%-os lágyszáru borítása ez évben 82,3% volt, de továbbra is megtartotta gyepterjellegét. 1980-82 között évenként három időpontban történt felméréshez képest (66 faj) továbbra is magas a fajszám. Az egyszeri, nyár végi felmérés 40 faj jelenlétét hozta (ebből hiányoznak a tavaszi, kora nyári egyévesek és néhány, nyár végére leszáradó hemikriptofiton). A lista 27 faj a korábbi listákban is szerepel, 13 fajjal – a szomszédos sztyepprét fajaival – tovább gazdagodott a transzszekt. Továbbra is dominál az *Agrostis tenuis* és a *Festuca rupicola et valesiaca*. Gyomfajok nincsenek jelen.

A belső transzszekt lágyszáru szintje jelentős átalakuláson ment át. A korábbi teljes fénynek kitett, folyamatosan cserjésedő transzszekt lágyszáru borítása nagyon lecsökkent (6,4%-ra), a fajok többsége csak szálanként van jelen. A fajszámcsökkenés kevésbé látványos az egyedszámokkal összevetve (58 fajról 25-re). A minőségi átalakulás is figyelemre méltó. A 25 fajnak kevesebb mint fele szerepel a korábbi listákban (11 faj), míg a további 14 az árnyéket tűró erdei fajok magkészletéből, propagulumaiból újonnan jelent meg. *Quercus-Fagea* és *Quercetea pubescenti-petraeae* elemek vannak jelen, mint a *Poa nemoralis*, *Dactylis polygama*, *Viola sylvestris* stb., továbbá *Astragalus glycyphyllos*, *Betonica officinalis*, *Carex pairei*, *Clinopodium vulgare*, *Sedum maximum*, *Silene vulgaris*. Gyomfajok közül, amelyek az erdészeti munkák során kerülhettek be, csak kettőt regisztrálunk, elhanyagolható jelenléttel.

A felmérés azt mutatja, hogy a fiatal növedékfák erős árnyékolása 16 év után már elindítja a termőhelynek megfelelő erdőre jellemző lágyszáru növényzet kialakulását. A sűrű borítottság miatt a fényt kedvelő *Quercetea* elemek még nem a jellemző számban vannak képviselve, és a fajok dominanciaviszonyai sem a tapasztalt arányokat mutatják. Viszont a lágyszáru szint egészséges szuk-

cessziós folyamata már egyértelműen az adott termőhely klimazonális erdejére jellemző légyszárúsztint kialakulása felé mutat.

Irodalom

- Jakucs P.-Papp M.: Production investigations in the herbaceous layer of a Quercetum petraeae-cerris forest ecosystem. *Acta Bot. Hung.*, 1974. 20. 295-308.
- Papp M.-Jakucs P.: Phytozonologische Charakterisierung des Quercetum petraeae-cerris Waldes des Forschungsgebits „Sikfőkút Project“ und seiner Umgebung. *Acta Biol. Debrecina*, 1976. 13. 109-119.
- Papp M.: Changes in the phytomass and production of the herbaceous layer in the Quercetum petraeae-cerris forest after selecting by foresters. *Acta Biol. Hung.*, 1977. 23. 179-192.
- Papp M.: Fitomassza- és produktívizsgálatok a síkfőkúti cseres-tölgyes erdő légyszárúsztintjében 1974-ben és 1975-ben. *Bot. Közlem.*, 1979. 66. 233-241.
- Papp M.-Jakucs P.: Phytosociology of the forest. In Jakucs P. (ed): *Ecology of an Oak Forest in Hungary*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 39-50.
- Papp M.: Phytomass and production of herbs. In Jakucs P. (ed): *Ecology of an Oak Forest in Hungary*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 180-208.
- Papp M.-Jakucs P.-Tóthmérész B.: Herb layer deterioration in a forest (North Hungary). *Proceedings of the 5th International Conference of Bioindicators Deteriorationis Regionis I*. Ceske Budejovice, 1989, 67-71.

Függelék

1. táblázat

A lágyszárúszint felmérése, 1998. augusztus

Fajnév	Db/ha	Borítási %
Ajuga reptans	16	0,02
Alliaria petiolata	10	0,04
Carex digitata	22	0,01
Carex michelii	35	0,03
Carex montana	30	0,01
Carex pairei	33	0,02
Chalamagrostis arundinacea	30	0,02
Chelidonium majus	535	1,54
Chenopodium album	1	0,01
Cirsium arvense	26	0,07
Dactylis polygama	12	0,01
Dictamnus albus	7	0,06
Epilobium sp.	1	0,01
Galium aparine	2 128	1,21
Galium sulthesii	161	0,11
Geranium robertianum	269	0,67
Geum urbanum	2	0,02
Glechoma hirsuta	2	0,01
Hordelymus europeus	15	0,01
Hypericum perforatum	3	0,01
Iris graminea	1	0,01
Lactuca serriola	3	0,02
Lapsana communis	1	0,01
Lathyrus niger	10	0,06
Lathyrus vernus	26	0,11
Lithospermum purpureo c.	18	0,01
Lysimachia nummularia	2	0,01
Melica nutans	84	0,08
Melica uniflora	15 384	1,03
Melittis grandiflora	6	0,04
Mycelis muralis	3	0,01
Poa nemoralis	210	0,11
Polygonatum latifolium	37	0,1
Polygonatum multiflorum	5	0,02
Polygonum dumetorum	182	0,94
Pulmonaria mollissima	1	0,01
Sambucus ebulus	1	0,01
Satureja vulgaris	5	0,01
Solanum nigrum	4	0,01
Sonchus arvensis	1	0,01
Stachys sylvatica	12	0,06
Stellaria media	23	0,08
Symphytum nodosum	2	0,01
Taraxacum officinale	5	0,03
Triticum sp.	1	0,01
Veronica chamaedrys	10	0,05
Viola hirta	35	0,08
Viola sylvestris	14	0,04
Osszesen	19 424	380

2. táblázat

A lágyszárúszint fitomasszája 1998-ban

Fajnév	G/egyed		Db/ha	Kg/ha	
	a	b		a	b
Alliaria petiolata	0,41	1,04	10	0,004	0,010
Carex michelii	0,22	0,29	35	0,008	0,010
Carex montana	0,20	0,37	30	0,006	0,011
Carex pairei	0,28	0,27	33	0,009	0,009
Chelidonium majus	0,25	1,07	535	0,134	0,572
Cirsium arvense	0,11	1,09	26	0,003	0,028
Dactylis polygama	0,39	0,34	12	0,005	0,004
Dictamnus albus	21,78	26,84	7	0,152	0,188
Erigeron canadensis	0,13	0,09		0,001	0,000
Galium aparine	1,13	1,80	2 128	2,405	3,830
Galium sulthesii	0,32	0,30	161	0,052	0,048
Geranium robertianum	0,12	0,38	269	0,032	0,102
Lactuca serriola	0,13	0,10	3	0,000	0,000
Lapsana communis	0,18	0,51	1	0,000	0,000
Lathyrus niger	1,11	2,56	10	0,011	0,026
Lathyrus vernus	0,46	1,39	26	0,012	0,036
Melica nutans	0,26	0,08	84	0,022	0,007
Melica uniflora	0,21	0,31	15 384	3,230	4,769
Melittis grandiflora	0,27	0,19	6	0,002	0,001
Mycelis muralis	0,22	0,66	3	0,001	0,002
Poa nemoralis	0,14	0,12	210	0,029	0,025
Polygonatum latifolium	2,70	0,90	37	0,100	0,033
Polygonum dumetorum	0,01	0,08	182	0,002	0,015
Satureja vulgaris	0,04	0,16	5	0,000	0,001
Sonchus arvensis	0,09	0,08	1	0,000	0,000
Sonchus oleraceus	0,12	0,10		0,000	0,000
Veronica chamaedrys	0,04	0,05	10	0,000	0,000
Viola hirta	0,07	0,02	35	0,002	0,000
Összesen:				153	
+22 faj (181 egyed) becsült fitomasszája 1998-ban				0,200	
Teljes fitomassza				16,322	
A fitomassza megoszlása:					
Föld feletti fitomassza				6,322	
Föld alatti fitomassza				9,827	
Föld alatti-feletti aránya				1,55	

Jelmagyarázat: a: föld feletti élő és föld alatti holt fitomassza; b: föld alatti fitomassza (száraz súlyban).

3. táblázat

Tarra vágott csertölgyesállomány lágyszárúszintjének újrafelmérése két transszektben 16 év után, 1998

Fajnév I. transszekt (szegélyzóna)	Borítás %	Fajnév III. transszekt (erdő belseje)	Borítás %
* <i>Achillea collina</i>	0,2	-	
+ <i>Adonis vernalis</i>	0,2	+	
* <i>Agrostis tenuis</i>	20,0	-	
+ <i>Ajuga genevensis</i>	1,0	* <i>Ajuga genevensis</i>	0,2
* <i>Anthericum ramosum</i>	1,0	-	
		+ <i>Astragalus glycyphyllos</i>	0,2
+ <i>Betonica officinalis</i>	2,0	+ <i>Betonica officinalis</i>	0,1
+ <i>Brachypodium sylvaticum</i>	2,0	* <i>Brachypodium sylvaticum</i>	0,4
+ <i>Bromus ramosus</i>	2,0		
+ <i>Campanula patula</i>	1,0		
+ <i>Campanula sibirica</i>	0,5		
		+ <i>Carex pairei</i>	0,2
* <i>Carex caryophyllea</i>	0,6	* <i>Carex caryophyllea</i>	0,1
		+ <i>Chenopodium album</i>	0,1
		+ <i>Clinopodium vulgare</i>	0,1
+ <i>Dactylis polygama</i>	0,6	+ <i>Dactylis polygama</i>	0,6
* <i>Eryngium campestre</i>	1,0		
* <i>Euphorbia cyparissias</i>	3,0	* <i>Euphorbia cyparissias</i>	0,3
+ <i>Festuca heterophylla</i>	1,0	* <i>Festuca heterophylla</i>	0,6
* <i>Festuca rupicola et valesiaca</i>	12,0	-	
* <i>Filipendula vulgaris</i>	1,0	* <i>Filipendula vulgaris</i>	0,1
* <i>Fragaria vesca</i>	1,0	* <i>Fragaria vesca</i>	0,3
* <i>Galium verum</i>	4,0	-	
-		* <i>Geum urbanum</i>	0,1
* <i>Helianthemum ovatum</i>	4,0		
* <i>Hieracium pilosella</i>	2,0		
+ <i>Hieracium umbellatum</i>	1,0		
* <i>Hypericum perforatum</i>	0,5		
* <i>Koeleria glauca</i>	2,0		
* <i>Leontodon hispidus</i>	1,0	-	
* <i>Luzula campestris</i>	6,0		
+ <i>Pimpinella saxifraga</i>	0,5		
		+ <i>Poa nemoralis</i>	0,6
-		+ <i>Prunella vulgaris</i>	0,1
* <i>Pulsatilla nigricans</i>	0,5		
* <i>Sedum acre</i>	0,5		

3. táblázat folytatása

Fajnév I. transszekt (szegélyzóna)	Borítás %	Fajnév III. transszekt (erdő belseje)	Borítás %
		+ <i>Sedum maximum</i>	0,1
* <i>Seseli annuum</i>	0,4		
		+ <i>Silene vulgaris</i>	0,1
* <i>Silene otites</i>	1,0	+ <i>Silene otites</i>	0,2
		+ <i>Stellaria media</i>	0,4
* <i>Teucrium chamaedrys</i>	1,0	* <i>Teucrium chamaedrys</i>	0,6
+ <i>Thesium linophyllon</i>	0,5		
* <i>Thymus</i> sp.	2,0	–	
* <i>Trifolium alpestre</i>	1,0	–	
* <i>Verbascum phoeniceum</i>	1,0	–	
* <i>Veronica chamaedrys</i>	1,0		
+ <i>Veronica spicata</i>	0,5	–	
–		+ <i>Viola sylvestris</i>	0,3
* <i>Viola hirta</i>	0,8	* <i>Viola hirta</i>	0,2
* <i>Viscaria vulgaris</i>	1,0	–	
		* <i>Vicia lathyroides</i>	0,2
		+ <i>Veronica officinalis</i>	0,2
Összesen	137		6,4

Jelmagyarázat: – eltűnt faj; + újonnan megjelent faj; * 16 évvel ezelőtt is jelenlévő faj.

Három hazai tölgyfaj (*Quercus petraea*, *Q. cerris* és *Q. robur*) ózon-stresszre adott ökofiziológiai válaszai

Elméleti megfontolások

Erdőkről lévén szó, az ökoszisztéma-analízis a kutatási célnak megfelelően egy sokszorosán kombinált stressz zavaró hatásainak feltárására irányult. Ez a tény egyaránt felvetette az erdei ökoszisztéma rendkívül komplex jellegének problémáját, egyszersmind annak szükségességét, hogy az erdőt teljes egységnek tekintsük. Mindezen túlmenően tekintetbe kellett vennünk a fák hosszú élettartamát, mint a legfőbb akadályát annak, hogy a stressz iránti fogékonyság kritériumait felismerhessük.

Mivel a kísérletek a fák esetében gyakran csak fiatal csemetéken végzett kezelések (pl. szennyező anyagokkal való permetezés, UV-B besugárzás vagy magas CO₂-tartalmú légkörben tartás) formájában történtek, bizonyos mértékig kérdéses (és egyben kritikus) az eredmények felnőtt fákra való kiterjesztése.

Célkitűzés

Kísérleteink célja az volt, hogy adatokat szolgáltatassunk a magyarországi tölgypusztulás tanulmányozásához és igazoljuk azt a hipotézist, amely szerint az ózon jelentős szerepet játszhat azok között az okok között, amelyek Magyarországon az utolsó 20 évben lezajlott erdőpusztuláshoz vezettek.

A vizsgálatok fő célja az volt, hogy a projekt számára konkrét válaszokat adjon a légszennyezés szerepének kérdéséről az Észak-Magyarországon megfigyelt erdőpusztulásban.

A kérdés megválaszolása érdekében jobban meg kell határoznunk a magyarországi erdei ökoszisztéma és a mezoklimatikus változások kölcsönhatásait. Ennek ellenére néhány szilárd fogódzót kívánunk nyújtani ahhoz, hogy rezisztens fenotípusokat válogassunk ki az újraerdősítés céljára és erdei biocönózis diverzitásának megőrzésére.

Műszer és jegyzőkönyv

Gázkezelés a Nancy Egyetem által rendelkezésre bocsátott ózongenerátor segítségével, monitorozása pedig egy ózongáz-analizátorral történt (utóbbit a Környezetvédelmi Minisztérium regionális Környezetvédelmi Igazgatósága bocsátotta rendelkezésre). 1998 novemberében egy új fitotron érkezett, amely lehetővé tette a kezelt növényminták számának háromszorosra növelését, egyúttal a statisztikai számítások megalapozását.

Ütemterv és jegyzőkönyv

Tudományos és biológiai korlátok

Az ózon legfontosabb hatása a szén-allokáció megzavarása a stresszelt növényben. Mint korábban kifejtettük, komoly nehézséget jelent a csemetéken észlelt tünetek kifejtett fákra való vonatkoztatása. Azt hisszük, hogy néhány molekulárisan vezérelt szabályozó mechanizmus, mint a sztóma-záródás vagy a fotoszintézis (az elektron transzport lánc mechanizmusok) sajátos körülmények közt is tanulmányozható, s az adott válaszok alkalmazhatók az ózonnak a felnőtt fákra gyakorolt hatásaira.

A jegyzőkönyvi adatok főleg a morfológiai, fenológiai paraméterekre irányulnak. A vizsgálatokkal párhuzamosan enzimanalíziseket (RubisCO és PEPc), továbbá fluoreszcencia-teszteket és az antioxidánsok mérését (szuper-oxid diszmutázt) végeztük el.

Módszer

A fiatal csemetéket 120 ppb ózonnal kezeltük naponta két órán keresztül, hat héten át, vagyis az első és harmadik felhevülés között.

A vizsgálat célkitűzése csak abban az esetben teljesülhet, ha a csemeték kezelését egészen fiatal korban kezdjük el, mielőtt az első felhevülés teljesen végbemegy.

Ezért a kísérlet csak akkor lehet sikeres, hogyha a feltételek végig megfelelnek a következő oldalon található ütemezésnek.

Feladat/Esemény	Időpont
Quercus petraea makk gyűjtése Franciaországban	1998. 09. 20.
Quercus rubra és Q. robur gyűjtése Debrecenben	1998. 09. 28.
Quercus petraea és Q. cerris gyűjtése Síkfőkúton	1998. 10. 12.
Hőkezelés 41 °C-on, kezelés Benlate vegyszerrel	1998. 10. 18.
595 makk elvetése, barna erdőtalaj, homok és tőzeg 40:30:30 arányú talajkeverékben, két hét után fagyasztva átteleltetés céljából	1998. 11. 04.
Elhelyezés a fitotron kamrában	1998. 11. 23.
A csemeték átültetése külön-külön edényekbe	1998. 12. 01.
A fák elhelyezése a kamrába akklimatizáció céljából legalább 1 hónapra	1998. 12. 05.
Az ózonkezelés megkezdése 120 ppb napi 4 órai dózissal	1999. 01. 05.
Első vízstressz	1999. 01. 19.
Második vízstressz	1999. 02. 05.
Kezelés vége, minták betakarítása	1999. 02. 20.

Folyamatos mérések

1. Fluoreszcenciás mérések,
2. CO₂ gázcsere-analízis (légzés, párologtatás, PA, sztóma-vezérlés stb.),
3. Enzimaktivitás (Rubisco, SOD),
4. Fotoszintetikus pigmenttartalom (klorofill a és b karotinoidok),
5. Flavonoidok,
6. WSD,
7. Morfológiai vizsgálatok (turgor, levélszám, magasság, sztómaszám, levél-area),
8. Fenológiai vizsgálatok (növekedés, száraz anyag, hajtás/gyökér arány).

Ajánlott vizsgálatok:

1. Mikorrhiza-képződés,
2. Tápanyagfelvétel,
3. Szén-allokáció helye.

A témában megjelent publikációk

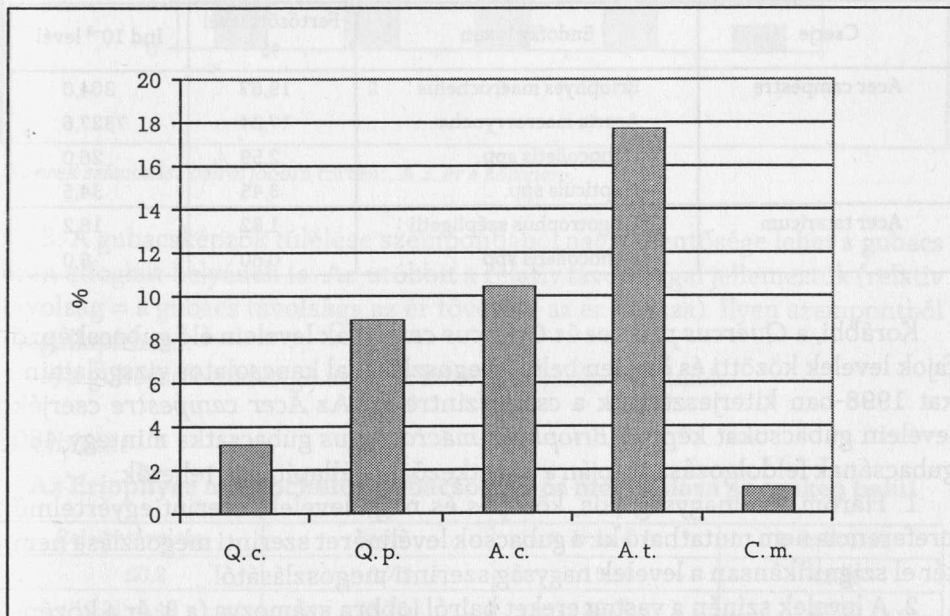
- O'Heix, B., C.-Tóth J. A.-Bodea T.-Kiss Gy.-Víg P.-Jakucs P.-Dizengremel P.: Information about studies on Hungarian forest ecosystems. Selected research-papers and future investigations of Síkfőkút long-term project (1973-1998). *Ann. Sci. For.*, 1998. 55. 613-618.
- O'Heix B.-C.-Bodea T.-Tóth J. A.-Mészáros I.-Dizengremel P.: Possible pathways of ozone contributing to ecosystem disturbances in forest stands. *Proceedings of the Symposium „Pathways and Consequences of the Dissemination of Pollutants in the Biosphere”*, Prague, 1998.

Lombfogyasztó rovarlárvák mennyiségi viszonyainak, közösségszerveződésének és anyagforgalmi szerepének vizsgálata

1998-ban folytattuk az erdő lombkorona- és cserjeszintjében a lombfogyasztó rovarlárvák fogyasztásának becslését. A tavasz végén végzett felméréseink alapján megállapítható, hogy az utóbbi években a fogyasztás *Quercus petraea* fákon tapasztalt növekedése az idén megállt, a fogyasztás ismét 10% alatt volt. Ebben valószínűleg a hernyók fejlődésének nem kedvező csapadékos időjárás is jelentős szerepet játszott.

1. ábra

A fogyasztás átlagos értékei fákon és cserjéken



Jelmagyarázat: Q. c. = *Quercus cerris*, Q. p. = *Quercus petraea*, A. c. = *Acer campestre*, A. t. = *Acer tataricum*, C. m. = *Cornus mas*

A cserjéken végzett mintavételek eredményei azt mutatják, hogy ebben az évben is az egyedszám és borítás szempontjából egyaránt meghatározó *Acer campestre* és *Acer tataricum* volt jelentősebb fogyasztás, bár nem olyan mértékű, mint az előző években (10,47 és 17,69%).

A cserjéken felnövekvő endofág (aknázó és gubacsképző) ízeltlábú-közösség felmérése során az *Acer campestre* leveleiben két gubacsatka (*Eriophyes macrochelus*, *Aceria macrorryncha* - *Acarina: Eriophyidae*) gubacsait, valamint két mikrolepke genus (*Lithocolletis* spp. és *Nepticula* spp.) aknáit, az *Acer tataricum* leveleiben pedig egy gubacsszúnyog (*Oligotrophus szépligetii* - *Diptera: Cecidomyiidae*) gubacsait és *Lithocolletis* aknákat találtunk (a két mikrolepke faji hovatartozását kineveléssel fogjuk megállapítani). A fertőzöttség mértéke, valamint az endofágok egyedsűrűsége egyaránt az *Acer campestre* cserjéken volt a legnagyobb (lásd 1. táblázat). Az *Aceria macrorryncha* (*Acarina: Eriophyidae*) feltűnően nagy egyedsűrűség-értéke azzal magyarázható, hogy bár a fertőzött levelek száma 20% alatti volt, a fertőzött levelekben az atka által kiváltott kis méretű gubacsok száma 30–80 között változott.

1. táblázat

Endofág taxonok egyedsűrűsége *Acer campestre* és *Acer tataricum* cserjék leveleiben

Cserje	Endofág taxon	Fertőzött levél %	Ind 10 ⁻³ levél
<i>Acer campestre</i>	<i>Eriophyes macrochelus</i>	19,67	304,0
	<i>Aceria macrorryncha</i>	17,24	7327,6
	<i>Lithocolletis</i> spp.	2,59	26,0
	<i>Nepticula</i> spp.	3,45	34,5
<i>Acer tataricum</i>	<i>Oligotrophus szépligetii</i>	1,82	18,2
	<i>Lithocolletis</i> spp	0,60	6,0

Korábbi, a *Quercus petraea* és *Quercus cerris* fák levelein élő gubacsképző fajok levelek közötti és levélen belüli megoszlásával kapcsolatos vizsgálatainkat 1998-ban kiterjesztettük a cserjeszintre is. Az *Acer campestre* cserjék levelein gubacsokat képező *Eriophyes macrochelus* gubacsatka mintegy 480 gubacsának feldolgozása alapján a következő megállapítások tehetők:

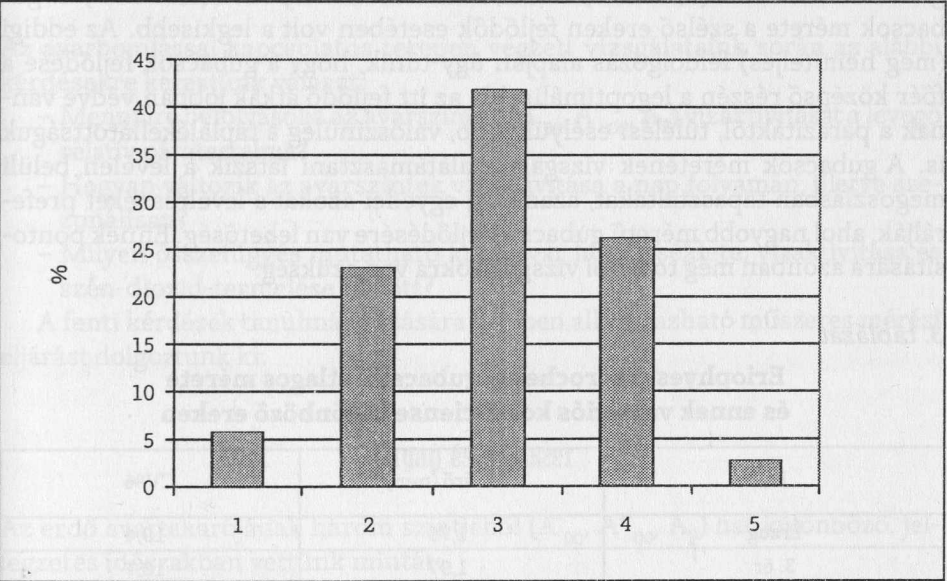
1. Három levélnagyság (kis, közepes és nagy levelek) szerint egyértelmű preferencia nem mutatható ki: a gubacsok levélméret szerinti megoszlása nem tér el szignifikánsan a levelek nagyság szerinti megoszlásától.

2. A levelek színén a vastag ereket balról jobbra számozva (a 3. ér a közép-ér) vizsgáltuk a gubacsok levélen belüli elhelyezkedését. A gubacsok 88%-a az öt nagy méretű éren található. Az ezen erek között elhelyezkedők vékonyabb

ereken fejlődnek. Az adatok arra utalnak, hogy e faj egyértelműen a levél középerét preferálja, az attól távolabb elhelyezkedők részaránya jóval kisebb (lásd 2. ábra). Ez a preferencia valószínűleg a főeren fejlődő gubacsok jobb tápanyag-ellátottságával van összefüggésben, ami a benne élő atka gyorsabb fejlődését, nagyobb túlélési esélyét eredményezheti.

2. ábra

Eriophyes macrochelus gubacsok megoszlása a levél erei között



Az erek számozása balról jobbra történt. A 3. ér a középér.

3. A gubacsképzők túlélése szempontjából nagy jelentősége lehet a gubacs éren elfoglalt helyének is. Az utóbbit a relatív távolsággal jellemeztük (relatív távolság = a gubacs távolsága az ér tövétől / az ér hossza). Ilyen szempontból megállapítható:

a) a gubacsok többsége az erek középső részén található.

2. táblázat

Az Eriophyes macrochelus gubacsok %-os megoszlása az ereken belül

Relatív távolság	3. ér	2. ér és 4. ér	1. ér és 5. ér
≤0,2	6,76	15,56	42,86
0,21–0,40	33,78	20,00	21,30
0,41–0,60	52,70	54,44	21,43
≥0,6	6,76	10,00	14,29

b) a főértől távolodva a gubacsok egyre közelebb találhatók az ér tövéhez.

A gubacsok ereken megfigyelhető ilyen megoszlása felhívja a figyelmet arra is, hogy e faj esetében a tápanyag-ellátottságon kívül valószínűleg más tényezők is szerepet játszanak a levélen belüli megoszlás kialakításában.

4. Az *Eriophyes macrochelus* gubacsok méret szerinti feldolgozása még folyamatban van. Az eddig elvégzett mérések alapján úgy tűnik, hogy a legnagyobb méretű gubacsok a főéren találhatók és itt a legkisebbek a méretben adódó szórások is. A levelek tövén az erek szétágazásánál (érzug) fejlődő gubacsok kisebbek (1,75 mm) voltak, mint a főéren fejlődők (1,97 mm). A gubacsok mérete a szélső ereken fejlődők esetében volt a legkisebb. Az eddigi (még nem teljes) feldolgozás alapján úgy tűnik, hogy a gubacsok fejlődése a főér középső részén a leoptimálisabb, az itt fejlődő atkák jobban védve vannak a parazitákól, túlélési esélyük jobb, valószínűleg a táplálékellátottságuk is. A gubacsok méretének vizsgálata alátámasztani látszik a levélen belüli megoszlásban tapasztaltakat, azaz e faj egyedei azokat a levélrészeket preferálják, ahol nagyobb méretű gubacs kifejlődésére van lehetőség. Ennek pontosítására azonban még további vizsgálatokra van szükség.

3. táblázat

***Eriophyes macrochelus* gubacsok átlagos mérete és ennek variációs koefficiense különböző ereken**

ÉR	Átmérő (mm)	CV%
Érzug	1,75	19,4
3. ér	1,97	10,7
2. és 4. ér	1,68	25,9
1. és 5. ér	1,47	25,2

A tervezett, a fák rágottsága mintázatával kapcsolatos vizsgálatok az igen kis mértékű fogyasztás, a lombfogyasztó lárvák anyagforgalmi szerepével kapcsolatos vizsgálatok pedig az anyagi források hiánya miatt nem valósultak meg.

A Síkfőkút projekt 1998. évi mikrobiális ökológiai kutatásai

Az avarbomlással kapcsolatos terepen végzett vizsgálataink során az alábbi kérdésekre kerestünk választ:

- Mennyire befolyásolja az avarszintek (A'_{00} , A''_{00} , A_F) vízaktivitását a levegő relatív páratartalma?
- Hogyan változik az avarszintek vízaktivitása a nap folyamán, illetve szezonálisan?
- Milyen összefüggés mutatható ki az avar hőmérséklete, vízaktivitása és szén-dioxid-termelése között?

A fenti kérdések tanulmányozására terepen alkalmazható műszeres mérési eljárást dolgoztunk ki.

Anyag és módszer

Az erdő avartakarójának három szintjéből (A'_{00} , A''_{00} , A_F) hat különböző, jellegzetes időszakban vettünk mintát:

1. Egy hosszú és meleg nyári időszak után (1997. augusztus).
2. Az ezt követő rövid nyári eső után (1997. augusztus).
3. Egy hosszú, meleg őszi időszak után (1997. október).
4. Egy hideg, száraz, késő őszi időszakban (1997. november).
5. Egy hűvös, száraz, kora tavaszi időszakban (1998. március).
6. Egy közvetlen ezt követő rövid tavaszi eső után (1998. március).

Az avarleveleket az általunk kifejlesztett speciális mérőüvegedényekbe helyeztük. Ezek az üvegek a termelt CO_2 mérése mellett, lehetővé tették a páratartalom és hőmérséklet egyidejű mérését is. Az üvegekben hőmérséklet és relatív páratartalom mérése Cole-Parmer 37950-00 Termohygrometer segítségével történt. A termelt CO_2 mennyiségét Geotechnical Instruments gyártmányú, hordozható infravörös gázanalizátor (MK IIC) segítségével határoztuk meg. A mérőedényekbe helyezett minták egyensúlyi relatív páratartalmának (RH%) ismeretében az avarlevelek vízaktivitása (a_w) könnyen kiszámolható az alábbi összefüggés segítségével:

$$a_w = \frac{RH\%}{100}$$

Az avarminták nedvességtartalmát szárítószekrényes eljárással határoztuk meg 105 °C-on. A képződött szén-dioxid mennyiségét mg CO₂/g száraz avarértékben adtuk meg.

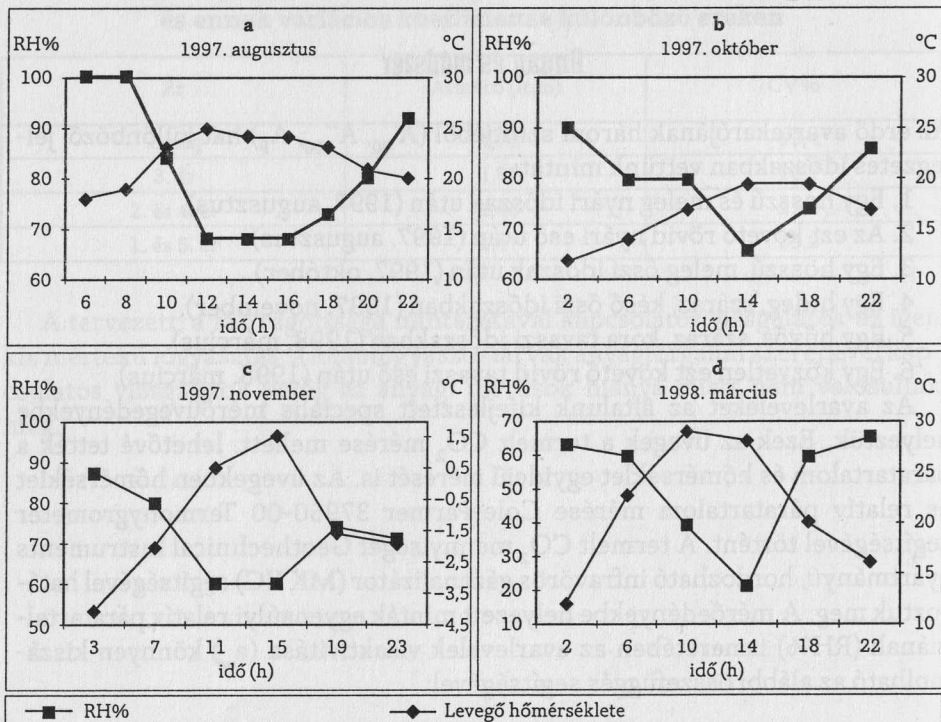
A levegő relatív páratartalmának hatása az avar vízakivitására

Közismert, hogy a levegő hőmérséklete és a relatív páratartalma között szoros összefüggés áll fenn: a hőmérséklet növekedésével a levegő relatív páratartalma (RH%) csökken, illetve fordítva, a hőmérséklet csökkenésével a levegő relatív páratartalma nő (lásd 1. ábra).

Az augusztusi mérésünk alkalmával a napi középhőmérséklet 17,1 °C, a hőingás pedig 12 °C volt. A reggeli órákban a levegő relatív páratartalma 100%-ról indult, ami a nap folyamán a hőmérséklet emelkedésével délutánra 67%-ra csökkent, majd ismét növekedett (lásd 1.a ábra).

1. ábra

A léghőmérséklet és a relatív légnedvesség tartalom napszakos változása



Az októberi mérésünk folyamán a napi középhőmérséklet $16,5^{\circ}\text{C}$, a hőingás 10°C volt. A levegő relatív páratartalma 65–90% között változott. A reggeli órákban mért páratartalom-értékek alacsonyabbak voltak az augusztusi adatokhoz képest (lásd 1.b ábra).

A novemberi méréskor a napi középhőmérséklet $-1,2^{\circ}\text{C}$, a hőingás pedig $5,5^{\circ}\text{C}$ volt. A reggeli órákban a relatív páratartalom közel 90%-os volt, ami a nappali órákban sem csökkent 60% alá (lásd 1.c ábra).

A márciusi mérés folyamán a napi középhőmérséklet $3,6^{\circ}\text{C}$, a hőingás pedig $8,5^{\circ}\text{C}$ volt. A relatív páratartalom 21–65% között változott, az előző mérési időszakhoz képest ezek a relatív páratartalom-értékek voltak a legalacsonyabbak (lásd 1.d ábra).

A fentiek alapján megállapítható, hogy augusztusban, októberben és novemberben a levegő relatív páratartalma, illetve az ebből számítható vízaktivitási értékek ($a_w = 0,60\text{--}1,00$) nagyobbak voltak a mikroorganizmusok növekedéséhez szükséges minimális vízaktivitási értéknél ($a_w = 0,60$), ezzel szemben a márciusi értékek jó része ($a_w = 0,21\text{--}0,65$) ez alatt volt. Feltételezve, hogy a levegő relatív páratartalma és az avarréteg között a vízaktivitás szempontjából egyensúlyi helyzet alakul ki, megállapíthatjuk, hogy augusztusban, októberben és novemberben az avarban vagy legalábbis az avar legfelső rétegében (A'_{00}) kialakulhatnak a mikroorganizmusok szaporodásához szükséges minimálisnál nagyobb ($a_w > 0,60$) vízaktivitási értékek, vagyis a vízaktivitás nem lehet gátló tényezője az avarbomlásnak. Ezzel szemben márciusban csapadékhányos időszakban a levegő túlságosan alacsony relatív páratartalma, illetve vízaktivitása ($a_w = 0,21\text{--}0,65$) következtében az avar legfelső rétegében (A'_{00}) olyan alacsony egyensúlyi vízaktivitási értékek alakulhatnak ki, amelyek kisebbek a mikrobák szaporodásához szükséges minimális vízaktivitási értéknél ($a_w = 0,60$), azaz az a vízaktivitás már gátolhatja az avarbomlást.

Az avarszintek vízaktivitásának és nedvességtartalmának napszakos változásai

Augusztusban az avarrétegből eső előtt és eső után vettünk mintát. Az eső előtti minták esetében a legkisebb vízaktivitása ($a_w = 0,62$) és nedvességtartalma a legfelső (A'_{00}) szintnek volt, ami megközelítette a mikroorganizmusok minimális növekedéséhez szükséges határértéket ($a_w = 0,60$), azaz az avarbomlás szempontjából a vízaktivitás ebben a rétegben limitáló tényező volt (lásd 1. táblázat). Az A''_{00} szint vízaktivitása maximális volt ($a_w = 1$), megegyezett az alatta következő (A_F) szint vízaktivitásával, nedvességtartalma viszont alacsonyabb volt. A legnagyobb vízaktivitása és nedvességtartalma a legalsó szintnek, azaz a fermentációs rétegnek (A_F) volt. Az eső utáni mintáknál mindhárom szintben a vízaktivitás maximális értéket ért el ($a_w = 1,0$), a ned-

vességtartalom azonban különböző volt, a mélység függvényében fokozatosan csökkent (lásd 2. táblázat).

1. táblázat

Avarszintek vízáktívátása (a_w) és nedvességtartalma egy hosszú, száraz nyári periódus után (1997. augusztus)

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	0,62	1,23
A''_{00}	1,00	3,79
A_F	1,00	21,25

2. táblázat

Avarszintek vízáktívátása (a_w) és nedvességtartalma eső után (1997. augusztus)

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	1,00	68,48
A''_{00}	1,00	34,21
A_F	1,00	18,43

Figyelemre méltó, hogy a fermentációs szint (A_F) nedvességtartalma az eső után lényegében nem változott, ami azt jelzi, hogy a felette lévő avarszintek (A'_{00} és A''_{00}) tárolják a beérkező csapadékot és megakadályozzák annak mélyebb szintre történő lejutását.

Októberben az avarrétegből reggel, délben és este vettünk mintákat. A reggeli minták esetében mind a három szint vízáktívátási értéke maximális volt ($a_w = 1,0$), ugyanakkor az avarszintek nedvességtartalma az avarréteg mélységének függvényében csökkent (lásd 3. táblázat). A felső szint (A'_{00}) magas nedvességtartalmát a reggeli páraképződésnek tulajdonítjuk. A déli és az esti órákra a hőmérséklet emelkedése, illetve a levegő relatív páratartalmának csökkenése következtében az A'_{00} és az A''_{00} szintek vízáktívátása és nedvességtartalma is erőteljesen lecsökkent, ugyanakkor a fermentációs réteg (A_F) vízáktívátása és nedvességtartalma napszakosan csak kismértékű változást mutatott, ami a felső két szint záró hatásának tulajdonítható (lásd 4. és 5. táblázat).

A novemberi mintavétel alkalmával a vízáktívátás és lényegében a nedvességtartalom is az avarréteg mélységének függvényében nőtt (lásd 6. táblázat).

Márciusban ugyanazon a napon először száraz időszakban reggel, másodszor pedig délután közvetlenül eső után vettünk mintát. A márciusi százaz

3. táblázat

Avarszintek vízaktivitása (a_w) és nedvességtartalma reggeli mintánál (1997. október)

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	1,00	63,12
A''_{00}	1,00	39,64
A_F	1,00	17,47

4. táblázat

Avarszintek vízaktivitása (a_w) és nedvességtartalma déli mintánál (1997. október)

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	0,76	15,64
A''_{00}	0,89	20,73
A_F	0,95	18,34

5. táblázat

Avarrétegek vízaktivitása (a_w) és nedvességtartalma esti mintánál (1997. október)

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	0,85	16,54
A''_{00}	0,77	21,21
A_F	1,00	22,48

6. táblázat

Avarszintek vízaktivitása (a_w) és nedvességtartalma egy reggeli mintánál (1997. november)

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	0,75	25,26
A''_{00}	0,85	68,07
A_F	1,00	50,34

időszakban a legalacsonyabb vízakaktivitási értéket a legfelső (A'_{00}) szint esetében kaptuk, ami nyilvánvalóan a levegő alacsony relatív nedvességtartalmával áll összefüggésben (lásd 7. táblázat). Eső után a két felső avarszint (A'_{00} és A''_{00}) vízakaktivitása és nedvességtartalma növekedett, a fermentációs réteg vízakaktivitása és nedvességtartalma a felső két réteg záró hatása miatt viszont változatlan maradt (lásd 8. táblázat).

7. táblázat

**Avarszintek vízakaktivitása (a_w) és nedvességtartalma
száraz tavaszi időszakban (1998. március)**

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	0,46	26,45
A''_{00}	0,83	38,01
A_F	0,95	51,86

8. táblázat

**Avarrétegek vízakaktivitása (a_w) és nedvességtartalma
tavaszi esős időszak után (1998. március)**

Avarréteg	a_w	Nedvességtartalom %
A'_{00}	1,00	56,98
A''_{00}	1,00	44,23
A_F	0,95	52,13

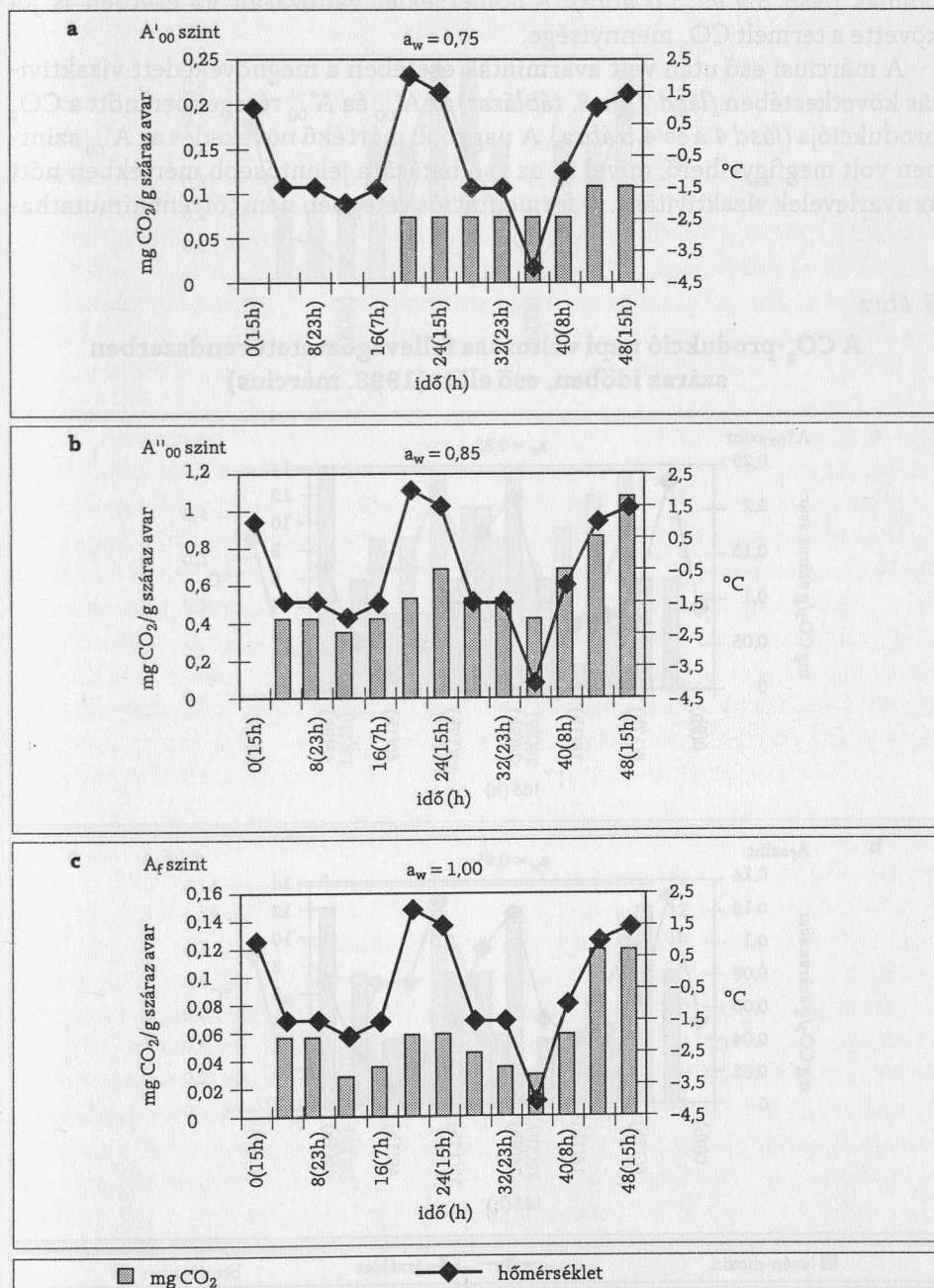
A szén-dioxid-képződés dinamikája az avarbomlás folyamán

Az avarbomlás során termelt CO_2 -produkció mérésére szabadföldi körülmények között a novemberi és márciusi vizsgálataink során került sor.

Novemberben az A'_{00} rétegben csekély mennyiségű CO_2 termelődött, ami az avarlevelek alacsony vízakaktivitásának ($a_w = 0,75$) tulajdonítható (lásd 2.a ábra). Az A''_{00} szintben a nagyobb vízakaktivitás ($a_w = 0,85$) következtében a CO_2 -produkció lényegesen megnőtt (lásd 2.b ábra). A fermentációs rétegben az igen nagy vízakaktivitás ellenére a CO_2 -termelés nem érte el az alacsonyabb vízakaktivitási értékkel rendelkező A''_{00} szint aktivitását, amit a nehezebben bontható szubsztrátnak tulajdonítható (lásd 2.c ábra). Figyelemre méltó, hogy a hőmérséklet napi ingadozásait a CO_2 -termelés intenzitása jól követi. Szükséges továbbá megjegyezni, hogy a CO_2 -képződés azaz az avarbomlás még alacsony hőmérsékleten sem szünetel, 0°C fok alatt is folyik.

2. ábra

A CO_2 -produkciónapi változása fellevegőztetett rendszerben (1997. november)

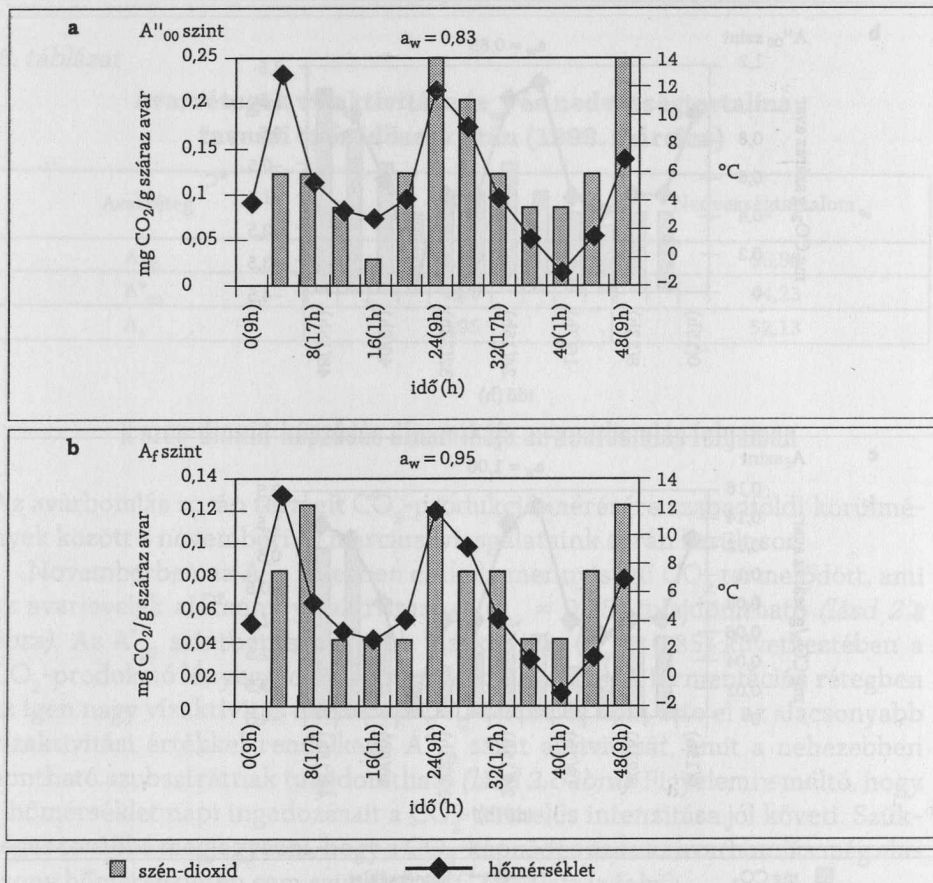


A márciusi száraz időben vett mintáknál az A'_{00} rétegben a túlságosan alacsony vízaktivitás ($a_w = 0,46$) miatt gyakorlatilag nem volt mérhető CO_2 -produkció, és a másik két rétegben is igen alacsony intenzitással zajlott az avarbomlás (lásd 3.a és 3.b ábra). A hőmérséklet változásait ez esetben is jól követte a termelt CO_2 mennyisége.

A márciusi eső után vett avarminták esetében a megnövekedett vízaktivitás következtében (lásd 7. és 8. táblázat) az A'_{00} és A''_{00} rétegekben nőtt a CO_2 produkciója (lásd 4.a és 4.b ábra). A nagyobb mértékű növekedés az A'_{00} szinten volt megfigyelhető, mivel itt az eső hatására jelentősebb mértékben nőtt az avarlevelek vízaktivitása. A fermentációs rétegben nem történt kimutatható

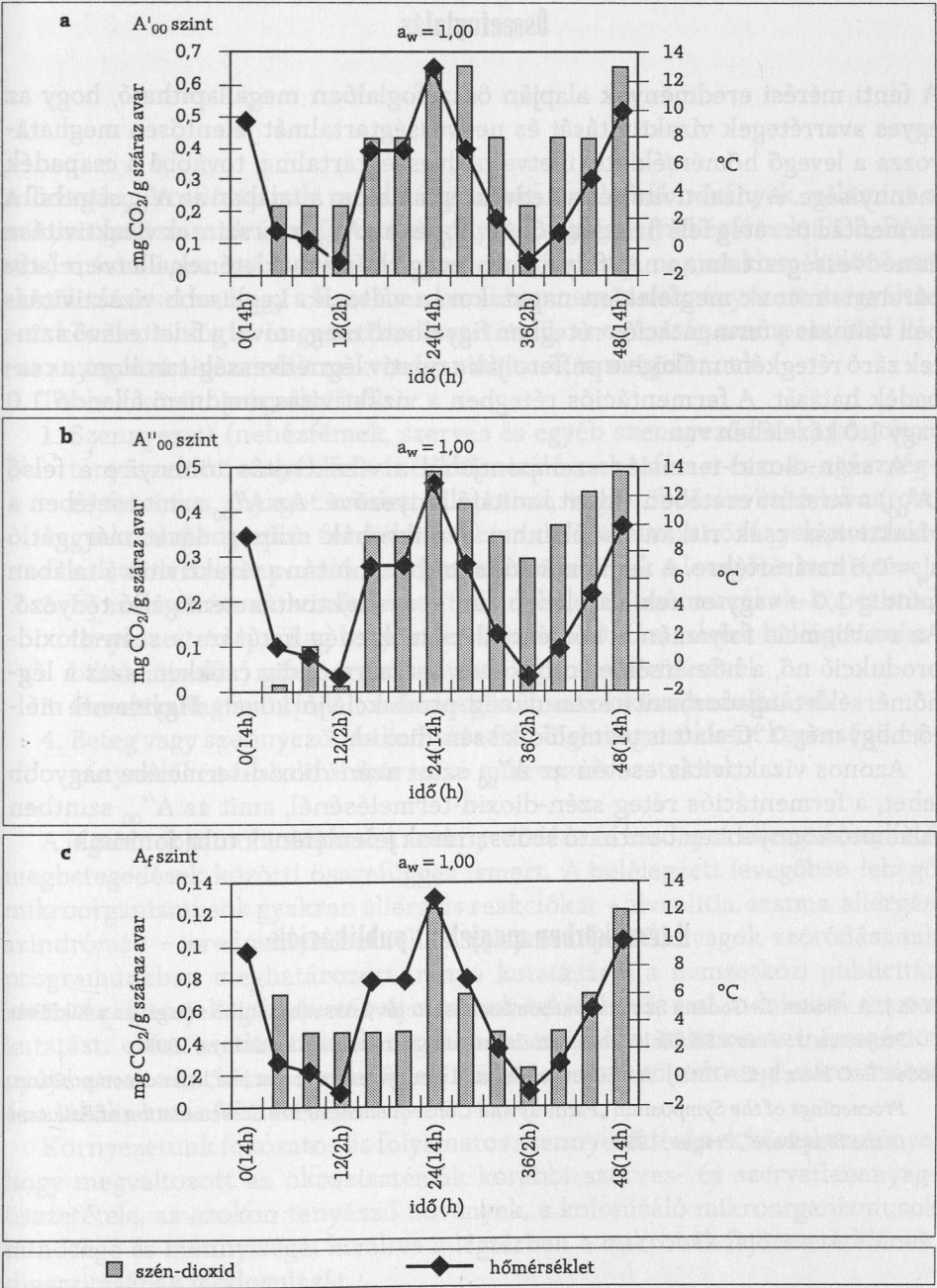
3. ábra

A CO_2 -produkció napi változása fellevegőztetett rendszerben száraz időben, eső előtt (1998. március)



4. ábra

A CO₂-produkciónapi változása fellevegőztetett rendszerben közvetlenül eső után (1998. március)



tó változás, mivel az eső után a két felső réteg záró hatása következtében a víz-aktivitás nem változott (lásd 4.c ábra).

Összefoglalás

A fenti mérési eredmények alapján összefoglalóan megállapítható, hogy az egyes avarrétegek vízaktivitását és nedvességtartalmát jelentősen meghatározza a levegő hőmérséklete, illetve nedvességtartalma, továbbá a csapadék mennyisége. A vízaktivitás és a nedvességtartalom általában az A'_{00} szintből a fermentációs réteg felé haladva nő. Az A'_{00} és az A''_{00} avarszintek vízaktivitása és nedvességtartalma a nap folyamán a levegő hőmérsékletének, illetve relatív páratartalmának megfelelően napszakosan változik. Legkisebb vízaktivitásbeli változás a fermentációs rétegben figyelhető meg, mivel a felette lévő szintek záró réteggént működve pufferozzák a relatív légnedvesség-tartalom, a csapadék hatását. A fermentációs rétegben a vízaktivitás majdnem állandó 1.0 vagy 1.0 közelében van.

A szén-dioxid-termelés szempontjából a vízaktivitás többnyire a felső (A'_{00}) avarszint esetében válhat limitáló tényezővé. Az A''_{00} szint esetében a vízaktivitás csak ritkán csökkenhet a mikrobák szaporodását már gátló $a_w = 0,6$ határértékre. A fermentációs szintben miután a vízaktivitás általában mindig 1,0 – vagy ennek közelében van –, a vízaktivitás nem gátló tényező. Az avarbomlás folyamán a hőmérséklet-emelkedés hatására a szén-dioxid-termelés nő, a hőmérséklet-csökkenés hatására pedig csökken, azaz a lég-hőmérséklet ingadozásait a szén-dioxid-termelés jól követi. Figyelemre méltó, hogy még $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt is termelődik szén-dioxid.

Azonos vízaktivitás esetén az A''_{00} szint szén-dioxid-termelése nagyobb lehet, a fermentációs réteg szén-dioxid-termelésénél, amit az A''_{00} szintben található könnyebben bontható szubsztrátok jelenlétének tulajdonítunk.

A témakörben megjelent publikációk:

- Tóth J. A. – Bodea T. – Godány Sz.: Az avarbomlás hosszú távú összehasonlító vizsgálata a Síkfőkút Projecten. 25 éves a Síkfőkút Project jubileumi tudományos ülés kiadványa, 1998.
- Bodea T. – O'Heix B. C. – Tóth J. A.: Effects of dry and wet cycles on forest leaf litter decomposition. *Proceedings of the Symposium „Pathway and Consequences of the Dissemination of Pollutant in the Biosphere”*, Prague, 1998.

Talajszennyeződések mikrobiológiai szóródása

A levegő mikroflórájának tanulmányozását, a talajból növények, valamint a mikroorganizmusok által felvett szennyező anyagok (nehézfémek, PCB, PAH stb.) másodlagos szóródásának nyomon követését napjainkban különösen aktuálissá teszi az, hogy a légtérben korábban nem tanulmányozott, megváltozott kémiai, biológiai és genetikai összetételű, az egészség szempontjából káros anyagokat akkumulált mikroorganizmusok is megjelennek.

Többek között számolni kell:

1. Szennyezett (nehézfémek, szerves és egyéb szennyeződések) talajokon tenyésztett növények felszínét kolonizáló, nehézfémeket és más, egészségre ártalmas anyagot eredeti állapotban vagy többé kevésbé lebontott, gyakran mérgezőbb formában akkumuláló, illetve a növények pusztulása után a dekomponáló mikroorganizmusoknak a levegőbe kerülésével.
2. Új szubsztrátumokon (szerves hulladékok, olajszármazékok, köpet stb.) tenyésztett és iparilag tenyésztett (komposztálás, talajok biológiai rehabilitációja stb.) mikroorganizmusok légtérbe kerülésével.
3. Genetikailag manipulált mikroorganizmusok kiszabadulásával.
4. Beteg vagy szennyeződés hatására fiziológiailag csökkent képességű növényekről és állatokról származó mikroszervezetekkel.

A légtérnek mint biotópnek a szennyeződése és bizonyos allergiás eredetű megbetegedések közötti összefüggés ismert. A belélegzett levegőben lebegő mikroorganizmusok gyakran allergiás reakciókat – alveolitis, asztma, allergén szindrómák – eredményezhetnek. A talajszennyező anyagok szóródásának programunkban meghatározott irányú kutatásáról a nemzetközi publicitás kicsi. Az ilyen jellegű felvetés újszerűnek tekinthető, ami indokoltá teszi a kutatást, ezért eredményeink a gyakorlat számára is hasznos információt nyújthatnak a kockázati tényezők előfordulási jellemzőinek meghatározásával és a lokális hatás felmérésével.

Környezetünk fokozatos és folyamatos szennyeződésének következménye, hogy megváltozott az ökoszisztémák korábbi szerves- és szervetlenanyag-összetétele, az azokon tenyésző növények, a kolonizáló mikroorganizmusok minősége és mennyisége, kiváltva a légtérben a mikrobák fajösszetételének, diverzitásának módosulását.

Sajnálatos módon a társulásokban idegen, főleg allergén gyomnövények is megjelentek (pl. *Abrosia elatior*), növelve a variabilitást és a mikrobiológiai szennyeződés terjedésének lehetőségeit. A pollenek felszínén mikroorganizmus-progagulumok jelenhetnek meg, ami fokozza az allergizáló hatást.

Az aerobiológiai-allergológiai, valamint környezet-mikrobiológiai kutatások nemzetközi rohamos fejlődése, fontosságának előtérbe helyezése, a környezetvédelmi tanulmányok légtérre való kiterjesztése, korunk népbetegségének, az allergiás tüneteknek évenkénti több mint 10%-os növekedése, Magyarországon is indokoltá teszi a légkörbe kerülő mikrobák felmérését.

Kutatási célkitűzésünk a szennyeződő városi légtérnek és környezetének mikrobiológiai monitorozása volt, amelyet össze kívántunk hasonlítani a Síkfőkút projekt és környezetének, mint viszonylag tiszta, szennyezetlen kontrollterület légtérének mikrobiológiai komponenseivel.

Anyag és módszer

Kutatásainkat 1998. március 12-én kezdtük, vizsgálatainkba nagy számban vontunk be főiskolai hallgatókat is. A mintavételek Nyíregyházán heti és havi rendszerességgel, Síkfőkúton két mintavételi alkalommal történtek.

A mintavételezést „Airstest Omega” készülékkel végeztük, a baktériumok és gombák identifikálására a szakirodalomban rendelkezésre álló szokásos eljárásokat alkalmaztuk.

Eredmények

Vizsgálati eredményeinket az 1–7. ábrán és az 1–3. táblázatban tüntettük fel (lásd függelék).

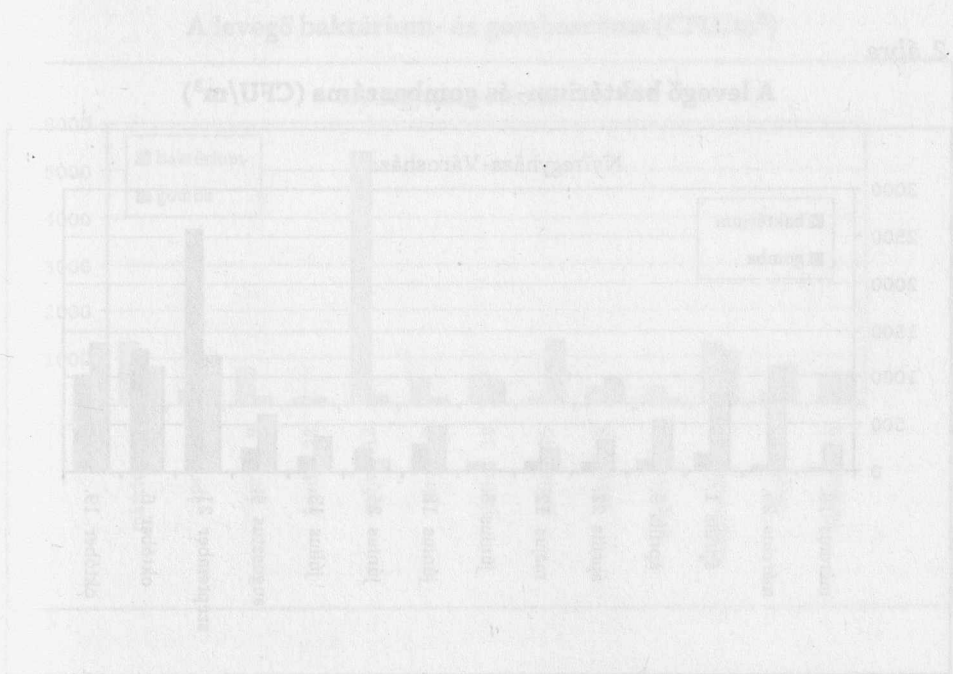
Az eddigi nagyszámú mérési eredmény részletes ismertetésétől e helyen eltekintünk, inkább csak a Síkfőkúttal kapcsolatos vonatkozásokat emeljük ki.

Várakozásainkkal ellentétben a Síkfőkút projekt területén, illetve környékén a levegőben lévő baktériumok száma a vizsgált egyéb mintavételi helyekhez viszonyítva viszonylag alacsony volt, eltekintve az étterem környéki szennyezett levegőjű mintavételi helytől, lényegében megfelelt a tiszta kontrollterületre vonatkozó elképzelésünkkel.

A különböző mintavételi helyek légtereinek mikroorganizmus-populációiban az eddigiekben 18 gombanemzetséget különítettünk el. A nagymérvű lokális szennyezések miatt, illetve következtében a városi levegő mikrobiológiai terheltsége nő, az önmagában is karcinogén (*Alternaria*, *Cladosporium*) gombák spórái előtérbe kerülnek. Ezért különösen váratlan és meglepő volt számunkra, hogy a projekten és környékén – a többi mintavételi helyekkel össze-

hasonlítva – a legmagasabb gombaszámértékeket kaptuk. Véleményünk szerint ez azzal állhat összefüggésben, hogy az erdő kiváló élettérül szolgálhat a különféle szaprofita mikroszkopikus gombáknak, amelyeknek propagulumai könnyen a levegőbe kerülhetnek. Ez felhívja a figyelmet az erdő légtérének további részletesebb mikológiai vizsgálatára.

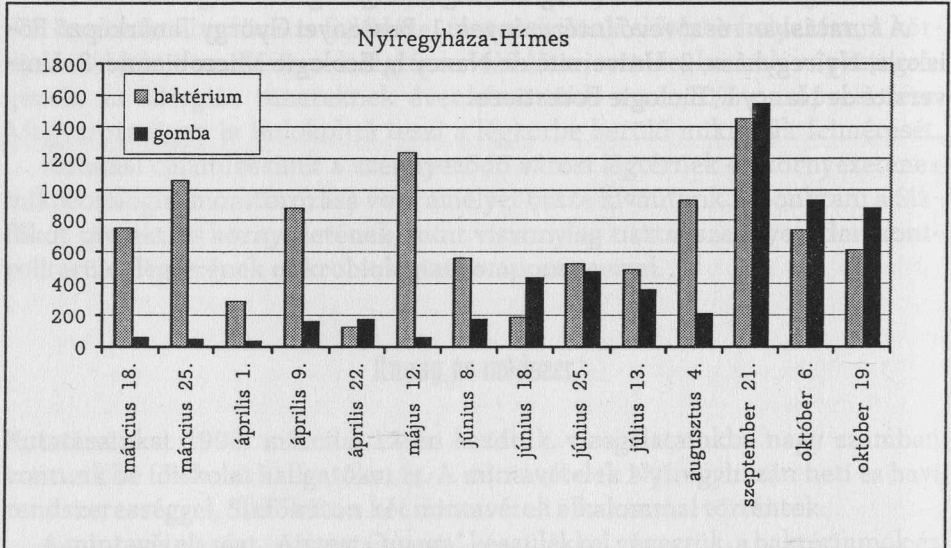
A kutatásban részt vevő intézmények: 1. Bessenyei György Tanárképző Főiskola, Nyíregyháza, 2. Université de Nancy I., Ecologie Microbienne, 3. Université de Nancy I., Biologie Forestiere.



Függelék

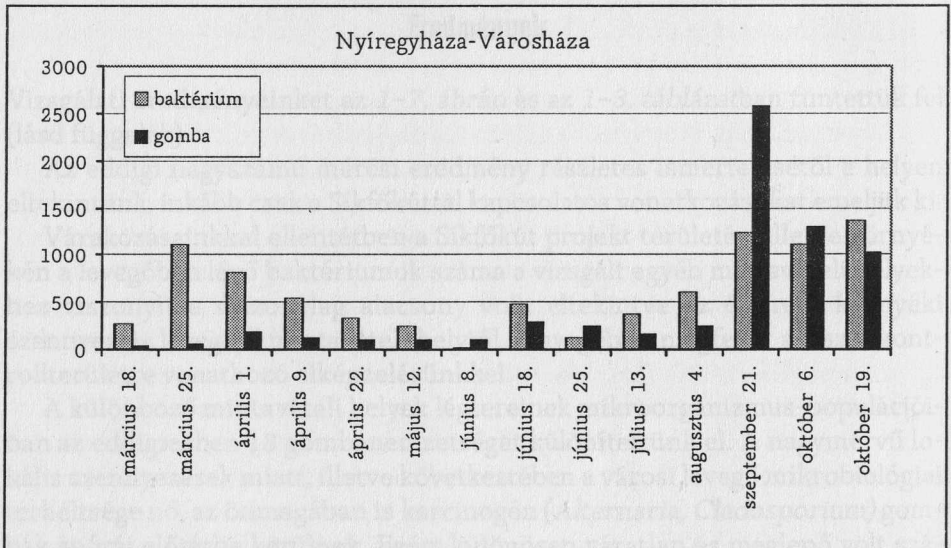
1. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



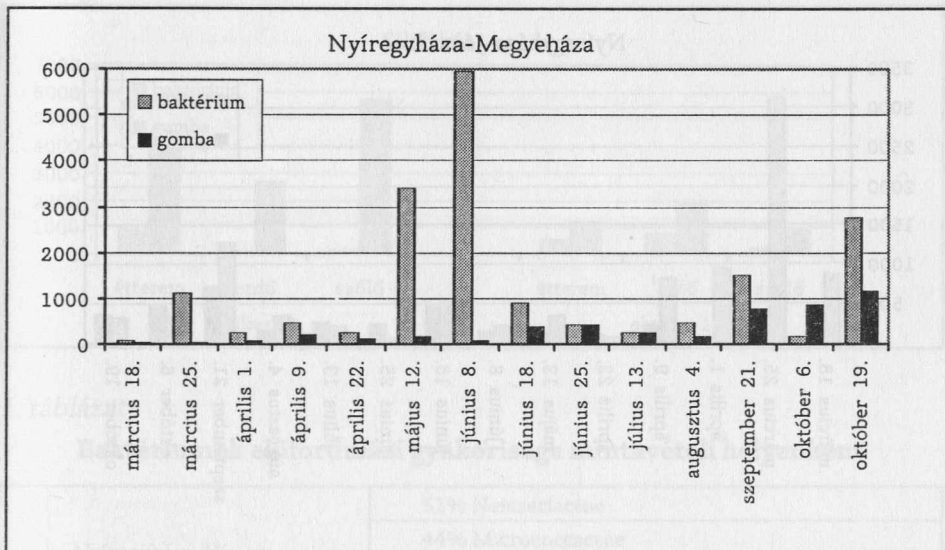
2. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



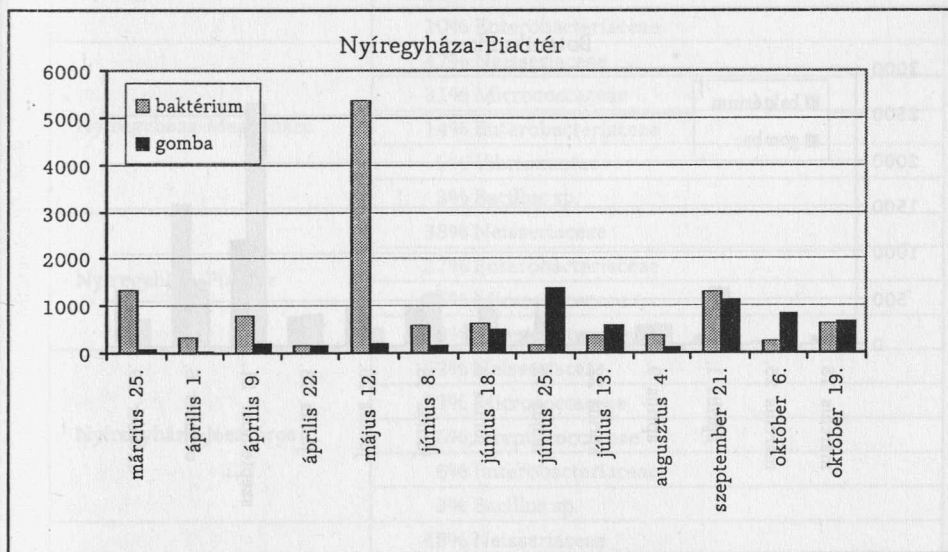
3. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



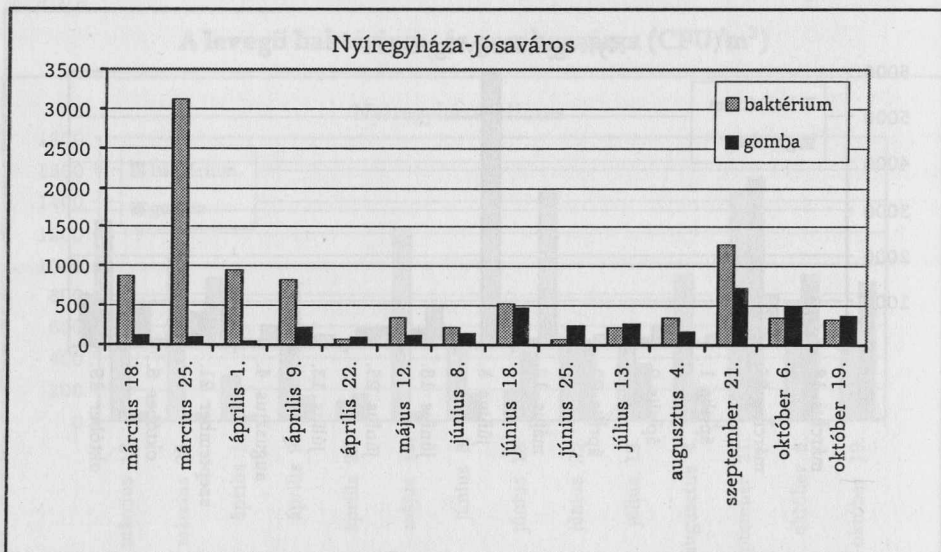
4. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



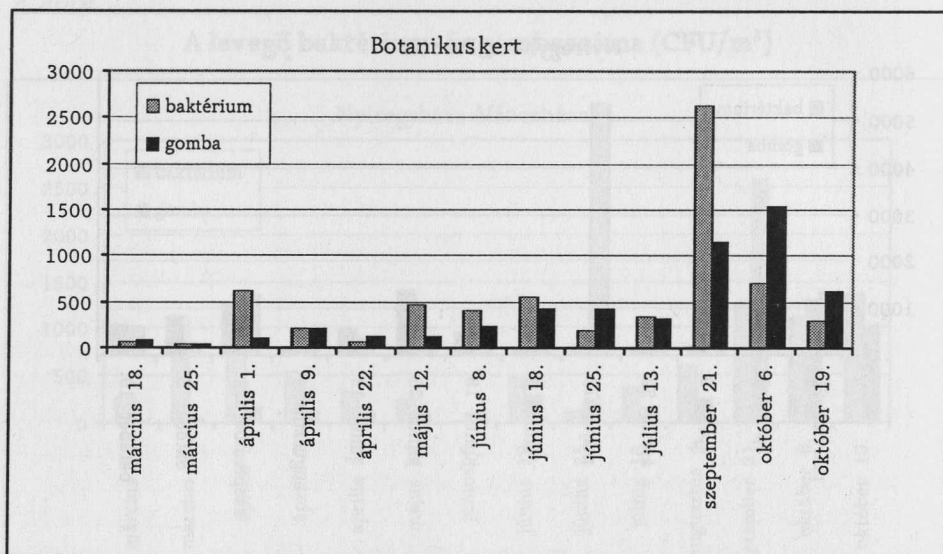
5. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



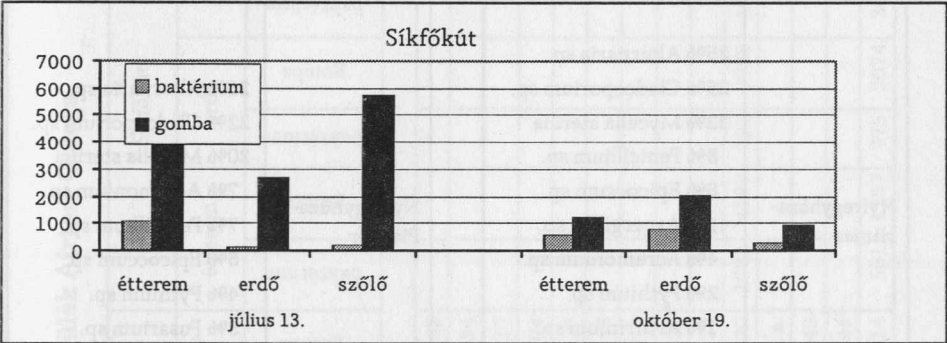
6. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



7. ábra

A levegő baktérium- és gombaszáma (CFU/m³)



1. táblázat

Baktériumok előfordulási gyakorisága mintavételi helyenként

Mintavételi helyek	Nyíregyháza-Hímes	51% Neisseriaceae
		44% Micrococcaceae
		3% Enterobacteriaceae
		2% Vibrionaceae
	Nyíregyháza-Városháza	61% Neisseriaceae
		29% Micrococcaceae
		10% Enterobacteriaceae
	Nyíregyháza-Megyháza	47% Neisseriaceae
		31% Micrococcaceae
		14% Enterobacteriaceae
		5% Vibrionaceae
		3% Bacillus sp.
	Nyíregyháza-Piac tér	38% Neisseriaceae
		27% Enterobacteriaceae
		26% Micrococcaceae
		9% Streptococcaceae
	Nyíregyháza-Jósvaváros	52% Neisseriaceae
		33% Micrococcaceae
		6% Streptococcaceae
		6% Enterobacteriaceae
		3% Bacillus sp.
	Nyíregyháza-Botanikus kert	48% Neisseriaceae
		39% Micrococcaceae
		11% Streptococcaceae
		2% Enterobacteriaceae

2. táblázat

Gombák előfordulási gyakorisága mintavételi helyenként

Mintavételi helyek	Nyíregyháza- Hímes	25% <i>Alternaria</i> sp. 25% <i>Cladosporium</i> sp. 22% <i>Mycelia sterilia</i> 8% <i>Penicillium</i> sp. 6% <i>Epicoccum</i> sp. 5% <i>Aspergillus</i> sp. 4% <i>Acremonium</i> sp. 2% <i>Pythium</i> sp. 1% <i>Arthrimum</i> sp. 1% <i>Fusarium</i> sp. 1% <i>Phytophthora</i> sp.	Mintavételi helyek	Nyíregyháza- Piac tér	26% <i>Alternaria</i> sp. 22% <i>Cladosporium</i> sp. 20% <i>Mycelia sterilia</i> 7% <i>Acremonium</i> sp. 7% <i>Penicillium</i> sp. 6% <i>Epicoccum</i> sp. 4% <i>Pythium</i> sp. 3% <i>Fusarium</i> sp. 2% <i>Phoma</i> sp.
	Nyíregyháza- Városháza	24% <i>Mycelia sterilia</i> 24% <i>Alternaria</i> sp. 16% <i>Cladosporium</i> sp. 12% <i>Penicillium</i> sp. 6% <i>Fusarium</i> sp. 6% <i>Acremonium</i> sp. 6% <i>Epicoccum</i> sp. 3% <i>Phoma</i> sp. 1% <i>Humicola</i> sp. 1% <i>Rhizopus</i> sp. 1% <i>Aspergillus</i> sp.		Nyíregyháza- Jósaváros	24% <i>Cladosporium</i> sp. 23% <i>Mycelia sterilia</i> 21% <i>Alternaria</i> sp. 14% <i>Penicillium</i> sp. 5% <i>Epicoccum</i> sp. 4% <i>Mucor</i> sp. 3% <i>Fusarium</i> sp. 2% <i>Humicola</i> sp. 1% <i>Acremonium</i> sp. 1% <i>Arthrimum</i> sp.
	Nyíregyháza- Megyeháza	30% <i>Alternaria</i> sp. 25% <i>Mycelia sterilia</i> 8% <i>Penicillium</i> sp. 8% <i>Cladosporium</i> sp. 8% <i>Epicoccum</i> sp. 3% <i>Humicola</i> sp. 2% <i>Acremonium</i> sp. 2% <i>Aspergillus</i> sp. 1% <i>Fusarium</i> sp. 1% <i>Mucor</i> sp. 1% <i>Phoma</i> sp. 1% <i>Phytophthora</i> sp. 1% <i>Trichoderma</i> sp.		Nyíregyháza- Botanikus kert	34% <i>Mycelia sterilia</i> 21% <i>Alternaria</i> sp. 20% <i>Cladosporium</i> sp. 13% <i>Penicillium</i> sp. 4% <i>Acremonium</i> sp. 3% <i>Epicoccum</i> sp. 2% <i>Aspergillus</i> sp. 1% <i>Arthrimum</i> sp. 1% <i>Fusarium</i> sp. 1% <i>Trichoderma</i> sp.

257

Egyéb hosszú távú projektek

Stratégiai fontosságú, különösen veszélyeztetett területek hosszú távú [long-term] kutatása, különös tekintettel a nagyvárosi populáció intenzív antropogén természet- és környezethasználatára

Nem kétséges, hogy Földünk erdővel borított területei, melyek kiterjedése összesen kb. 3,5 milliárd ha, jelentős tárházai a biológiai diverzitásnak és egyben kritikus szerepet játszanak a bioszféra egészének működésében.¹ A teresztrikus rendszerek között ezért kiemelt prioritásúak az erdős területek populációs és szünbiológiai megközelítésű szerkezet- és működésvizsgálatai. Az erdők természet- és környezetvédelmi szerepének világméretű növekedését erősítik a riói nyilatkozatban foglalt ajánlások is.² Ez a felismerés hívta létre az ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszéke viselkedőökológiai csoportjának azon kutatásait, melynek keretén belül 1982 óta vizsgálják különböző gerinces populációk denzitásváltozásait és életmenetjellegzetességeit. A kutatások a Pilis hegység védett erdőterületein folynak, melyek egy része a Pilis Bioszféra Rezervátumban, ill. a Pilis Tájvédelmi Körzetben helyezkedett el, ill. az 1997-ben több mint 57 ezer ha-os Duna-Ipoly Nemzeti Park megalakulásával ezek a területek a nemzeti park fennhatósága alá kerültek.

A hosszú távú gerincesökológiai vizsgálatok jelentősége

Külföldi monitorozási programok³ bizonyítják, hogy a teresztris ökoszisztémákban végzett madártani monitorozás eredményesen használható a hosszú

¹ Noble, R.-Dirzo, R.: Forests as Human-Dominated Ecosystems. *Science*, 1997. 277. 522–525.

² Solymos, R.: Erdeink jövője. *Ezredforduló*, 1997. 2. 13–18.

³ Koskimies, P.: Birds as a tool in environmental monitoring. *Ann. Zool. Fennici*, 1989. 26. 153–166.; Morrison, P.: Bird populations as indicators of environmental change. *Current. Ornithol.*, 1986. 3.

távú élőhelyváltozások és egyéb környezeti hatások (pl. nehézfémterhelés változása stb.) nyomon követésére. A hosszú távú vizsgálatokkal kapott adatok elsősorban azt teszik lehetővé, hogy a környezeti változásokat pontosabban érzékeljük és a problémát tisztábban lássuk (pontosabban fogalmazzuk meg és interpretáljuk azokat). E cél mellett a monitorozással nyert adatok fontos részét képezhetik a tervezett ökológiai vizsgálatoknak és konzervációbiológiai kérdésekhez is információt szolgáltathatnak.

A monitorozásban végzett fizikai-kémiai méréseket jól kiegészítik az élő szervezetek vizsgálatával nyert adatok. Sőt sokszor ezek használhatóbbak a következő szempontok miatt: a környezeti változások sokszor erősen fluktuáló változók együttes hatásaként jelentkeznek, így azokat néhány előre kiválasztott fizikai-kémiai módszerrel nem lehet biztonságosan becsülni, másrészt a hatások kombinációja néha fontosabb, mint egy-egy faktor mérésével becsülhető hatás, és előfordulhat az is, hogy a fizikai-kémiai módszerek sokkal időigényesebbnek bizonyulnak, mint egyes élő szervezetekkel végzett monitorozás.

Az egyik legnagyobb probléma, hogy elkülönítsük az emberi behatás okozta populációs változásokat a „természetes” változásoktól. Ez körülmények között adatinterpretációt követel. A *Koskimies P.* által ismertetett interpretációs módszerek közül mi a populációs modell (*population model approach*) és a guild (*monitoring guild approach*) módszer ötvözetét fogjuk használni. Ennek lényege, hogy nemcsak egy faj populációját, hanem több, funkcionálisan hasonló, de taxonómiaiilag nem feltétlenül rokon faj populációs folyamatainak (pl. költési denzitás, költési siker, túlélés-mintázatok, területhűség, párzási rendszerek, utódgondozás-mintázatok) változásait elemezzük. Sajnos pénz-, energia-, idő- és munkaerőkorlátok miatt néhány eseményt csak egyetlen fajhoz tartozó populáción tudunk nyomon követni.

A komplex elemzésekre (bár csak egy fajra vonatkoztatva) jó példa a fogolymadáron (*Perdix perdix*) végzett angliai hatástanulmány.⁴ A monitorozás rávilágított, hogy a fogolyállomány csökkenésének közvetlen oka a fiókamortalitás növekedése. Egyéb vizsgálatokkal kiderítették, hogy ennek oka a potenciális rovartáplálék mennyiségi fogyatkozása, amit viszont a rovarölő

429–451.; Tiainen, J.: Monitoring bird populations in Finland. *Ornis Fennica*, 1985. 62. 80–89.; Salwasser, H.: Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates – the managers' viewpoint. In Verner, J.–Morrison, M. L.–Ralph, C. J. (ed.): *Wildlife 2000. Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. Madison, 1986, Univ. Wisconsin Press, 419–424.; Goodman, G.–Henriksen, A.–Jarvinen, O.–McIntyre, A.–Mayer, R.–Stalling, D.–Whalpdale, D.: International evaluation of the environmental monitoring programme, PMK. *National Swedish Environmental Protection Board Report*, 1986. 3090. 1–25.

4 Potts, G. R.: The effect of modern agriculture, nest predation and game management on the population ecology of partridges *Perdix perdix* and *Alectoris rufa*. *Adv. Ecol. Res.*, 1980. 11. 1–82.

szerek és a modern farmergazdasági technikák intenzív alkalmazása eredményezett. A nyilvánvaló összefüggéseket azonban összezavarta az, hogy a foglyot különböző intenzitással vadászták és egyes területeken visszatelepítéseket alkalmaztak, máshol viszont a potenciális predátorait szorították vissza más fajokkal párhuzamosan végzett vizsgálatokban. Még tovább bonyolította az adatértelmezést egy elterjedt parazita nematoda, melynek mennyisége az utóbbi években jelentősen csökkent olyan környezeti változások miatt, amelyek nem kapcsolódnak az angliai fogolypopulációhoz.

A fentiek egyik legfontosabb tanulsága, hogy az adatokat óvatosan és körültekintően kell interpretálni, másrészt a hosszú távú megfigyelések mellett nélkülözhetetlenek a kísérletes vizsgálatok.

Mindezek figyelembevételével a PILIS-projekt a Pilis Bioszféra Rezervátum területén alábbi célok megvalósítását tűzte ki célul:

I. Madarak életmenet-stratégiáinak adaptációs mechanizmusai

1. Odúban fészkelő madárpopulációk („hole-nesting avian subguild”) folyamatos és hosszú távú vizsgálata gyertyános tölgyesekben (1982 óta).
2. Mezoklimatikus tényezők (standard mérőállomással, automatikusan) folyamatos regisztrálása a vizsgálati területeken.
3. Tervezett kísérletekkel énekesmadarak életmenet-jellegzetességeinek (denzitásfüggés, fészekalj-optimalizáció, költéskezddés-optimalizáció, reprodukciós kiadások, párválasztási stratégiák, utódgondozási stratégiák, predációs kockázat kivédése, túlélési mintázatok) vizsgálata.

II. Kétéltűek életmenet-stratégiáinak adaptációs mechanizmusai

1. Pilis hegységi kistavak és vízgyülemek kétéltű populációinak vizsgálata különös tekintettel a perturbációk okozta életmenet-változásokra a pettyes gőte (*Triturus vulgaris*), barna varangy (*Bufo bufo*) és az erdei béka (*Rana dalmatina*) esetében.

Eredmények

Madarak életmenet-stratégiáinak adaptációs mechanizmusai

1. Alapadatbázis továbbfejlesztése. 1997-ben 16 évesre bővült az a gerinces-ökológiai adatbázis, amely egyedülálló Közép-Kelet-Európában. Az adatok számítógépre vitele jelenleg is tart.

2. Területhűség becslése odúköltő fajoknál. A területhűséget figyelembe kell venni a populációbiológiai és a viselkedésökológiai elemzésekben, mert a területhűség hatással lehet a populációk demográfiai paramétereire (korcsoport-szerkezet, ivararány stb.), valamint befolyásolhatja a túlélésbecslések

1. táblázat

Az örvös légykapó, a széncinege és a kékcinege költési területhűsége a Pilis hegységi populációkban*

	Tojó		Hím	
	fiatal	adult	fiatal	adult
Örvös légykapó		358		129
		(562)		(141)
Széncinege	85	62	65	120
	(36)	(39)	(8)	(10)
Kékcinege	105	95	75	71
	(16)	(23)	(8)	(8)

* A területhűséget két egymás utáni költés közötti távolsággal (m-ben megadva) jellemeztük, a területhűség mediánja alatt zárójelben az adatszám található.

eredményességét. A ki- és bevándorlások génfrekvenciákat módosító hatása miatt evolúciós biológiai megfontolásokból is nélkülözhetetlenek a terület-hűségi adatok.⁵

A három leggyakoribb odúköltő énekes az örvös légykapó, a széncinege és a kékcinege költési területhűségét elemeztük (lásd 1. táblázat). Eredményeink szerint a légykapóknál a területhűséget elsősorban az előző évi költés siker-telensége csökkenti, függetlenül attól, hogy ténylegesen mi okozta a sikertelen-séget. Mindkét cinegefajnál a költés sikertelensége a költési szezonon belüli te-rülethűséget csökkentette, de a szezonok közötti területhűségre nem hatott.⁶

3. Párválasztási stratégiák vizsgálata az örvös légykapónál. Az örvös légyka-pók április elején érkeznek meg a Szaharán túli téli pihenő területeikről, előbb a hímek, majd a tojók. A hímek territóriumot és azon belül odúkat foglalnak. A tojók a vizsgálatok szerint nem randomizáltan, hanem aktív folyamat ered-ményeként, és feltehetően nem közvetlenül a hímek tulajdonságai alapján, hanem az odú és a „territórium” minősége alapján választanak párt maguknak.

A tojó párválasztása természetesen nem mentes a kockázattól. Ha pl. a tojó (bizonyos okok miatt) elutasít egy hímet, de később nem talál egy jobb párt (költési lehetőséget), az előző választási lehetőség már nem áll rendelkezé-sére. A választás gyors folyamat, általában néhány territórium átnézése után megtörténik. A gyorsaság mögött az áll, hogy az először elutasított territóriu-mot gyorsan elfoglalhatja egy másik tojó.

⁵ Perrins, C. M.: Dispersal and gene flow. *Population Biology of Passerine Birds*, 1990, NATO ASI G-24. 475–480.

⁶ Könczey R.–Tóth L.–Török J.: Site fidelity of Great and Blue Tits in the Pilis-Visegrád Moun-tains. *Opusc. Zool. Budapest*, 1997. 29–30. 103–111.

Az örvös légykapónál a *monogámia* a tipikus párkapcsolat, vagyis egy hím egy tojóval áll párba. Néhány morfológiai bélyeg heritabilitás vizsgálata, ill. az 1980-as években elterjedt, DNS-alapú rokonsági vizsgálatok alapján kiderült, hogy nem minden utód származik a pár hím tagjától. Több vizsgálatban megfigyeltek illegitim párosodásokat (EPC, „extra pair copulation” vagy párkapcsolaton kívüli párosodás, PKP), amelyeket később genetikai rokonságvizsgálatokkal bizonyítottak be. Az EPC-vel kapcsolatos kutatások hívták életre a *spermiumversengés* néven összefoglalt hipotézist. A *stratégia lényege*, hogy a tojó fertilis periódusában a hímek igyekeznek az „utolsó kopulátor” státuszra szert tenni. A genitáliák felépítése olyan, hogy az utolsónak raktározott spermiumok termékenyíthetik meg elsőnek a petesejtet. A spermiumok között a legintenzívebb versengést az első tojás lerakása előtti napon, ill. az „inszeminációs ablak” idején tapasztaljuk.

A hímek a spermiumversengés elkerülése végett (vagyis az EPC megakadályozására) őrzik a *tojókat* (pl. egy norvég populációban nincs „mate guarding”, mert alacsony a denzitás) a fertilis periódusban.

Az örvös légykapó rokon fajánál, a kormos légykapónál már megfigyelték, hogy a hímek egy része (egyes esetekben akár 50%-a) elhagyja a párját (primer tojó) és távolabb egy második (szekunder) territóriumot is foglal. Ezt a folyamatot nevezik *politerritorialitásnak* (PT). A második territóriumot foglalt hímek kb. 20%-a sikeresen talál magának párt (szekunder tojó) és nevel fel fiókákat.

E szociális viselkedési forma előnye, hogy a PT hím szekunder fészekaljával nagyobb rátermettséget realizálhat, mint a monogám hímek. A primer tojó szempontjából a PT hátrányt jelent, mert a szekunder fészekalj felnevelése bizonyos mértékben csökkenti a hím fiókanevelési tevékenységét a primer fészekaljnál. A PT *stratégia lényege*, hogy a hímek törekednek másodlagos territórium tartásra és a szekunder tojóval való párosodásra, a primer tojó viszont meg akarja akadályozni a hím poliginiáját.

A párosodási rendszerrel kapcsolatban a kérdéseink a következők voltak:

- Milyen gyakori a poligámia és mik a jellemzői a hazai örvös légykapó populációiban?
- Monogám és poligín hímek költéssikere különbözik-e?
- Monogám tojó, ill. primer és szekunder tojó költéssikere különbözik-e?

Az analíziseket az 1994–1997 között végzett vizsgálatok adatainak felhasználásával végeztük. Összesen 29 poligín hímet találtunk, a monogám párok száma 324 volt. Feltehetően a pilisi populációban hímek 8–10%-a válik poliginné. A primer és a szekunder fészkek sokkal közelebb vannak egymáshoz, mint az északi populációkban (kb. 250 m), és kb. 5 nap különbség van a két tojó fészkelése között (lásd 2. táblázat).

A primer fészkek produkciója a monogám fészkektől nem különbözött. A szekunder fészkek alacsonyabb reprodukciós sikert mutattak a monogá-

2. táblázat

A poligín hímek primer és szekunder fészkei közti eltérések

	Távolság (m)	1. tojás lerakása közti különbség (nap)	Fiókák kelése közti különbség (nap)
1994	89	4	5
1995	63	7	6
1996	151	5	5
1997	77	3	3
Átlag:	85	5	5

3. táblázat

A monogám és poligín hímek primér és szekunder fészkeinek sikeressége 1994–1997 között

	Monogám pár (57)	Poligín pár (29)	
		Primer f.	Szekunder f.
Tojásszám	6,7	6,8	6,4
Kikelt fiókák	6,0	6,3	5,8
Kirepült fiókák	5,5	4,9	4,0**
Fiókák tömege	15,2	14,0*	13,2***

mokhoz képest, szignifikáns eltérést a kirepült fiókák számában és kirepülési kondíciójukban (13 napos tömegükben) kaptunk (lásd 3. táblázat).

A poligín viselkedés előnye, hogy a két fészkealj révén a poligín hím összességében nagyobb szaporodási sikert realizálhat egy monogám hímhez képest. A tojók szempontjából viszont hátrányos lehet egy ilyen poligín hímmel történő párba állás, mert a két fészkealjjal rendelkező hímnek két helyen kell majd megosztania utódgondozási (etetési) aktivitását. Kevesebb hímsegítséggel csak kevesebb és rosszabb kondíciójú fiókákat tudnak reptetni. Azt, hogy milyen arányban vesz részt a hím a fiókák etetésében, a különböző (monogám, poligám primer és szekunder) fészkealjaknál több hipotézis magyarázhatja. A *kizárólagosság hipotézise* szerint a poligín hím csak a primer fészkeknél segít, mivel az itteni fiókák korábban kelnek, mint a szekunder fészkebeliek. Ebben az esetben a hím legalább akkora rátermettséget ér el, mint a monogám hímek. Azonban a *megosztás hipotézise* szerint a hím meg is oszthatja etetését a két fészke között. Vagy úgy, hogy a primer fészkealjat kirepülésig gondozza, utána megy át a szekunder tojóhoz segíteni; vagy a szekunder fiókák kelése után a hím mindkét fészkeknél etet. Ilyenkor a hím nagyobb reprodukciós sikerhez jut,

mint a monogám hímek. Ezen hipotézisek érvényességének tesztelése a következő évek feladata lesz.

4. Utódgondozási stratégiák vizsgálata. Az előző részben láttuk, hogy a hím a másodlagos fészeknél nem segít, vagy csak kismértékben vesz részt az utódgondozásban. Felmerül a kérdés: képes-e az egyik szülő egyedül felnevelni az utódokat?

Kísérletet terveztünk, melynek során 32 fészeknél a fiókák 5 napos korában kifogtuk a hímeket és elszállítottuk őket kb. 100 km-re a költő területtől. Hét hím 48 órán belül visszatalált az eredeti fészkéhez, 25 tojó azonban egyedül nevelte a fiókáit ezek közül 20 sikeresen ki is reptette a fiatalokat. Az egyszülős utódgondozás nem volt olyan sikeres, mint a kétszülős gondozás. Az özvegy tojók költéssikere és a repülős (13 napos) fiókák tömege és tarsuszhossza szignifikánsan kisebb volt, mint a kétszülős fészkekben nevelkedett fiókáké (lásd 4. táblázat).

Az egyszülős tojók súlyvesztesége is szignifikánsan nagyobb volt, mint a kétszülős tojóké, ami feltehetően az etetési aktivitás növekedésével függ össze. Ezt a problémát a következő években kívánjuk vizsgálni.

5. Környezeti faktorok hatása a szaporodási periódus időzítésére. A már elérhető költési adatbázis felhasználásával többváltozós regresszióanalízissel vizsgáltuk az örvös légykapó költéskezdésének időzítését és a fészekalj-nagyság időbeni csökkenését, ill. ezek okozati hátterét.

Két hipotézis ismeretes a fészekalj-nagyság szezonális trendjének magyarázatára: a *környezeti hipotézis* szerint egy vagy több környezeti változó időbeni változása okozza a fészekalj-nagyság változását. A *kondíciós hipotézis* szerint a madarak mindenkori kondíciója (mérete, tömege stb.) szabja meg a fészekalj-nagyságot és a tojásszám időbeni csökkenése annak köszönhető, hogy a jó kondícióban lévő madarak korábban, a rossz kondícióban lévők később költenek.

4. táblázat

Az egyszülős és kétszülős utódgondozást kapó fészkek reprodukciós sikere

	Kétszülős fészkek (n = 68, 58)	Egyszülős fészkek (n = 25, 20)
Kirepült fiókák	5,1	3,5 ***
Költéssiker (%)	84	57 ***
Fiókák tömege (g)	14,2	12,0 **
Fiókák tarsusza (mm)	17,3	16,8 ***

Az adatszámok közül az első érték a kirepült fiókaszáma és a költéssikerre, a második a tömeg- és tarsuszhosszmérésekre vonatkozik.

Vizsgálataink szerint a költéskezdés mindig hatott a fészekalj nagyságra. Kontrollálva a költéskezdést a kondíciós paraméterek közül csak a kor hatása maradt meg. A többi kondíciós paraméter csak a költéskezdéssel mutatott összefüggést. Úgy tűnik, hogy az örvös légykapó fészekalj nagyságának szezonális változását a környezeti hipotézissel lehet a legjobban magyarázni, ugyanakkor a néhány kondíciós paraméter időbeni változása közvetetten szintén hathat a szezonális trendre.

6. Háttérváltozók mérése. Ebben az évben két mezoklíma-változót (hőmérséklet és csapadék) mértünk automatikus regisztrálóinkkal. A mérések április 1-jétől június 30-ig óránként történtek. A lombfogyasztó hernyóbiomassza becslésére (ami az erdei énekesek legfőbb táplálékkészlete) három foltban 5-5 db 0,25 m²-es hernyóürülék-gyűjtő tálcat alkalmaztunk. A mintákat átlagosan 3 naponta gyűjtöttük be. A feldolgozás precíz és hosszadalmas munkája még várat magára.

1997-ben végzett munkák

Kételtűek életmenet-stratégiáinak adaptációs mechanizmusai. Megkezdtük a Pilis-Visegrádi hegység kis tavainak és vízgyűlemeinek katasztterezését légi fotós elemzése és terepbejárások alapján. 1997-ben 7 kis tóban végeztünk felméréseket, melyek eredményeit az 5. táblázat tartalmazza. Beszereztük a hegység északkeleti-keleti részének műhold- és légi fotóit, melyek elemzése folyamatban van. Nyolc alkalommal végeztünk terepbejárásokat a kora tavaszi-tavaszi periódusban a kételtűek szaporodási helyeinek feltérképezésére. Két élőhelyen – Szarvasszerű és Mélymocsár – speciális élve fogó csapdákkal kvalitatív becsléseket végeztünk a farkos kételtű fajok előfordulásának megállapítására.

5. táblázat

A Szentendrét Visegráddal összekötő panorámaúttól északkelet-keletre található hét kis tó kételtű faunája a szaporodási időszakban

Fajok	Hosszú-rét	Mélymocsár	Szarvasszerű 1	Szarvasszerű 2	Paprért 1	Paprért 2	Paprért 3
T. vulgaris	+	+	+	-	+	-	-
B. bufo	+	+	+	+	+	+	+
B. viridis-	+	-	-	+	+	+	-
R. temporaria	-	-	+	-	+	+	+
R. dalmatina	+	+	+	+	+	+	+
R. esculenta	+	+	+	+	+	+	+
H. arborea	+	+	+	-	+	-	-

A témához kapcsolódó publikációk és konferencia-előadások

- Török J.-Sheppers, J.: The Common Treecreeper. In Hagemeier, E. J. M.-Blair, M. J. (eds.): *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance*. London, 1997, T & A D Poyser, 652-653.
- Kovács T.-Török J.: Determination of minimum sample-size to estimate diet diversity in anuran species. *Herpetological Journal*, 1997. 7. 43-47.
- Könczey R.-Tóth L.-Török J.: Site fidelity of Great and Blue Tits in the Pilis-Visegrád Mountains. *Opuscula Zoologica (Budapest)*, 1997. 29-30. 103-111.
- Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.-Könczey R.: A fészekaljnagyságot befolyásoló tényezők az örvös légykapónál. IV. *Magyar Ökológus Konferencia*, Pécs, 1997.
- Török J.-Tóth L.-Könczey R.: Az örvös légykapó reprodukciós stratégiája. IV. *Magyar Ökológus Konferencia*, Pécs, 1997.
- Michl G.-Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.: Döntéshozatal az örvös légykapónál predációs nyomás alatt. IV. *Magyar Ökológus Konferencia*, Pécs, 1997.
- Szöllősi M.-Török J.-Tóth L.-Könczey R.: Fészekalj-manipuláció az örvös légykapónál. IV. *Magyar Ökológus Konferencia*, Pécs, 1997.
- Ludvig É.-Török J.-Vanicsek L.-Csörgő T.: Az aszinkron kelés lehetséges okai a feketeterigónál. IV. *Magyar Ökológus Konferencia*, Pécs, 1997.
- Garamszegi L. Zs.-Michl G.-Szöllősi G.-Török J.: Pair selection of female Collared Flycatchers, *Ficedula albicollis*: a radio-tracking study. XXV. *Int. Ethological. Cong.*, Vienna, Austria, 1997.
- Török J.-Tóth L.-Garamszegi L. Zs.-Michl G.: Mono- and biparental care in a small passerine species (Aves, Muscicapidae). XXV. *Int. Ethological. Cong. Satellite Meeting*, Alsógöd, 1997.
- Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.-Könczey R.: Relationship among morphology, laying date and clutch size in the Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). 1st *Meeting of the European Ornithological Union*, Bologna, Olaszország, 1997.
- Michl G.-Török J.-Garamszegi L. Zs.-Tóth L.-Pukli P.: Decision making by the Collared Flycatcher under predation pressure. 1st *Meeting of the European Ornithological Union*, Bologna, Olaszország, 1997.

Biodiverzitás-változások becslése a budapesti agglomeráció vonzáskörzetében

Vizsgálati terület és infrastruktúra

A 110 hektáros kutatási területen (MAB Bioszféra Rezervátum, a Duna-Ípoly Nemzeti Park része) 1982 óta folynak populációbiológiai és viselkedésokológiai kutatások. A kutatási terület vegetációtípusa: *Quercu-petraeae-Carpine-tum* (85% *Q. petraea*, 10% *Q. cerris*, 5% egyéb), kis foltokban *Melico-Melitti-Fagetum*. A fák kora kb. 80 év (1998).

A legtöbb vizsgálatot az erdei énekesmadárfajokkal végeztük, de hosszabb ideje vizsgáljuk a kisméltós- és kétéltű-populációkat is. 1998-ban elkezdődött a talaj- és avarlakó egysejtűek, valamint a herbivór rovarközösségek hosszú távú kutatása is.

A területet a Pilisi Parkerdő Rt. 2025-ig kivonta az erdészeti kezelés alól, éppen az ott folyó kutatások miatt. Jelenleg az ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék munkatársai és a tanszéken működő viselkedésokológiai csoport kutatói dolgoznak a területen. Az infrastruktúra egy faházból, egy napelemes energiaszolgáltató rendszerből és a kb. 6 milliós műszerparkból áll. A rövid és hosszú távú vizsgálatokon kívül a kutatási terület számos oktatási tevékenységnek is bázisául szolgál.

Három diverzitásváltozási probléma párhuzamos vizsgálatát terveztük:

1. Gerinces közösségek faj-egyed diverzitásának, élőhelyválasztásának és szaporodásának vizsgálata környezeti és antropogén diszturbációk hatására.
2. Modellként választott gerinces populáció életmenet-komponenseinek hosszú távú monitorozása és a viselkedésmintázatok diverzitásának becslése.
3. Direkt antropogén diszturbációk hatása talajok és mohák mikrofaunájára.

Jelen tanulmányban elsősorban az 1. és a 3. pontokban tervezett kutatások eredményeiről számolunk be.

Gerinces közösségek faj-egyed diverzitásának, élőhelyválasztásának és szaporodásának vizsgálata környezeti és antropogén diszturbációk hatására

E kérdéskör egy viszonylag „fajszegény”, de fokozott védelemre szoruló állatcsoport, a kétéltűek (*Amphibia*) élőhelyfüggő faj- és egyedszám-diverzitásának becsléséhez kapcsolódik. A Pilis hegység északkeleti részén található 11 kisméretű tó, illetve állandó vízgyűlem – mint potenciális vagy tényleges szaporodási élőhely – vizsgálatával becsültük a környező területek kétéltűfaunájának összetételét és a gyakoribb kétéltűfajok szaporodásihely-választásában szerepet játszó környezeti tényezőket. A „kistavak” eltérő mérete, mélysége, vízminősége és vegetációja, valamint különböző mértékű antropogén zavarása lehetőséget adott az egyes kétéltűfajok szaporodási feltételeinek feltérképezésére is.

Az elmúlt évtizedben egyre több cikk jelent meg a kétéltűek egyedszámcsökkenéséről, ami ma már úgy tűnik, nem lokális, hanem – legalábbis a kiváltó okok tekintetében –, általános probléma. Elsődleges okként az antropogén nyomást jelölik meg a vizsgálatok. Ez a hatás a Pilis hegységben igen erősen jelentkezik, hiszen a terület hétvégeken és ünnepnapokon kedvelt és igen látogatott kiránduló célpontja a 2,5 millió lakosú fővárosnak és környékének. Ez teszi indokolttá és szükségessé a Pilis hegység kétéltűfaunájának vizsgálatát. Az eredmények elősegíthetik e veszélyeztetett állatcsoport hatékonyabb védelmét.

A kétéltűek élőhely- és petézőhely-választását külföldön többféle megközelítésből is vizsgálták már.¹ Az irodalomban sokszor találkozunk egymásnak ellentmondó eredményekkel, amelyek azt feltételezik, hogy a populációk preferenciáját más-más élőhelyen eltérő tényezők határozzák meg. Magyarországon ilyen jellegű felmérést még nem végeztek, így az általunk elindított kutatás kérdésfeltevésében, módszereiben és eredményeiben is újszerűnek tekinthető, ami nagymértékben hozzájárulhat a hazai kétéltűfajok életfeltételeinek megismeréséhez.

Munkánkat egy hosszabb távú program kezdetének tekintjük, és tervezzük annak vizsgálatát is, hogy mennyiben tapasztalható a hazai kétéltűeknél a vi-

¹ Ancona, N.–Capietti, A.: Analysis of the breeding site characteristics of amphibians in a pre-alpine area (Triangolo Lariano). *Scientia Herp. S.*, 1995. 160–164.; Augert, D.–Guyétant, R.: Space occupation for egg deposition in amphibians living in plain woodland and pasture land (east of France). *Scientia Herp. S.*, 1995. 165–169.; Beebee, T. J. C.–Griffin, J. R.: A preliminary investigation into Natterjack toad (*Bufo calamita*) breeding site characteristics in Britain. *J. Zool., Lond.*, 1977. 181. 341–350.; Cooke, A. S.: Spawn site selection and colony size of the frog (*Rana temporaria*) and the toad (*Bufo bufo*). *J. Zool., Lond.*, 1975. 175. 29–38.; Ildos, A. S.–Ancona, N.: Analysis of amphibian habitat preferences in a farmland area (Po plain, northern Italy). *Amph. Rept.*, 1994. 15. 307–316.

lág több pontján kimutatott, ezért feltehetően globálisnak tekinthető populációcsökkenés.²

Módszerek

A vizsgálati területen két, kis vízhozamú (kevesebb mint 1000 liter percenként) patak található: a Pismány-patak vagy Sztaravoda, illetve a Száraz-patak. 1998-ban – a száraz ősz és tél hatására – tavaszra mindkettő elapadt. Meg kell jegyeznünk, hogy a Pismány átfolyik a 11 vízgyűlem egyikén, a Nedves Folt nevű tavacsán, így az ebben a tulajdonságában igen jelentősen eltér a többi kistótól, hiszen a többi közül egy sem áll ilyen közvetlen kapcsolatban állandó folyó vízzel.

A tavak fizikai-kémiai változóit azonos időpontban, 1998 márciusának közepén mértük mindegyik vizsgálati területen. A paraméterek többsége a szaporodási időszak alatt változhat. A tavak tengerszint feletti magassága 255 m-től 520-ig terjed. A legmélyebb tó a szaporodási időszakban félméteres, a legsekélyebb 15 cm-es volt. A legnagyobb vízfelület 650 m², a legkisebb viszont csak 30 m². A terület kétéltűfajokban igen gazdag.

A kísérleti tavakat a kora tavaszi-tavaszi periódusban 4–16 alkalommal mintavételeztük. A következő változókat regisztráltuk:

1. *A víz első megjelenése:* Feljegyeztük azt a napot, amikor már látható volt legalább 1 m² víz a tófenéken. Ezek alapján két csoportra osztottuk a tavakat: változó (az év bizonyos szakában kiszáradó) és állandó vízű tavakra. Az első csoportba tartozik az Égeres-tó, a Nedves Folt, az FKE tava, a kisebbik Felső-Hosszúréti-tó és a János-tó, az utóbbi csoportot az Ilona-tó, a Papréten elhelyezkedő három tó, a nagyobbik Felső-Hosszúréti-tó és az Alsó-Hosszúréti-tó alkotja. A továbbiakban március 1-jéhez képest adjuk meg a víz megjelenésének időpontját.
2. *Vízmélység:* A tó nagyságától függően 3 v. 4 helyen mértük meg a mélységet, az iszap felszínétől a vízfelszínig, centiméteres pontossággal.
3. *Vízfelület:* Minden tó felületét egy négyszöggel közelítettük, ezért a szélességet és a hosszúságot mértük le méteres pontossággal, majd megbecsültük a vízfelszín területét, amit m²-ben adtunk meg.
4. *Nyílt vízfelület százaléka:* Megbecsültük, hogy a tó felszínének hány százalékát nem borítja a vízből kiálló növényzet.
5. *Nyílt vízfelület nagysága m²-ben:* Nyílt víz százalékából és a tó felületéből számoltuk.

² Cohn, P. J.: Enzymes mediate UV damage. *BioScience*, 1995. 45. 11–12.; Licht, L. E.: Amphibian decline still a puzzle. *BioScience*, 1996. 46. 172–173.; Peterson, Ch. R.–Kock, E. D.–Corn, P. S.: *Monitoring amphibian populations in Yellowstone and Grand Teton National Parks*. University of Wyoming, 1992, National Park Service Research Center.

6. *Vegetációs borítottság*: A nyílt vízfelület azon, százalékban megadott része, amelyet fű, hínár vagy békalencse borított.
 7. *Tengerszint feletti magasság*: 1 : 25 000 katonai térképről leolvastuk, és méterben adtuk meg.
 8. *Partoldal meredeksége*: 1–4-ig terjedő, általunk felállított skálán jelöltük. 1-es a leglaposabb, 4-es a legmeredekebb part. Átlagos meredekséget adtunk meg.
 9. *Egységnyi területre eső napos órák száma*: Becsültük, hogy a tó felületének 1 m²-e hány óra napsütést kap 1 nap alatt. A déltől 16 óráig tartó erősebb napsugárzást dupla értékkel vettük figyelembe.
 10. *Víz alatti növényzet I.*: A vízfelület hány százaléka alatt található vízi növényzet. (Az algákat és a magasabbrendű növényeket összevontan néztük.) 20%-os beosztással 1–5-ig terjedő skálán jelöltük, ahol „5” 80–100%-os víz alatti flórát jelent. Ez a paraméter a lárvák táplálék-készletét minősíti.
 11. *Víz alatti növényzet II.*: Csak a magasabb rendű növényzetet vettük figyelembe. Ez a paraméter a petecsomók/zsinórok rögzítésének lehetőségét minősíti.
 12. *Parti növényzet mennyisége I.*: Négy kategóriát különböztettünk meg: cserjést, magassásost, egyéb lágyszárút, növényzetmentes részt (földet). A vízfelület szélétől 5 m-es körzetben becsültük ezek százalékos arányát, majd 1–10-ig terjedő skálán adtuk meg. Ez a paraméter a juvenilis állatok kezdeti élőhelyét minősíti.
 13. *Parti növényzet mennyisége II.*: Kiszámoltuk a növényzettel borított rész és a földes rész arányát, majd 1–10-es skálázással kezeltük. „0” jelenti azt, hogy nincs föld, „10” pedig azt, hogy nincs növényzet. Ez a paraméter a tavak növények által befolyásolt megközelíthetőségét minősíti.
 14. *Környező növényzet mennyisége I.*: Megbecsültük, hogy 100 m-es körzetben hány százalék erdő, cserjés, illetve rét van. Ezeket az értékeket szintén 1–10-ig terjedő skálán adtuk meg. Ez a paraméter a nyári élőhelyet és a juvenilis állatok első évi élőhelyét minősíti.
 15. *Környező növényzet mennyisége II.*: A növényzettel borított rész és a rét arányát kiszámoltuk, majd átszámítottuk 1–10-ig terjedő skálára. „0” az érték ott, ahol nincs rét, „10” pedig ahol 100% a füves terület.
- Megszámoltuk, illetve magas egyedszám esetén megbecsültük a vízben vagy a tó környékén található állatok egyedszámát. Külön becsültük a magányos és az amplexusban lévő egyedek, valamint a petecsomók és petezsinórok számát.
- A területen élő kétéltűfajok közül 4 fajt vizsgáltunk részletesebben, ezeknél a következő szaporodásbiológiai változókat mértük:
- a) *Szaporodás kezdete*: Az első petecsomó (zsinór) lerakásának időpontja, március 1-jéhez viszonyítva.

- b) *Szaporodási periódus időtartama*: Az első petecsomó, -zsinór lerakásától az utolsóig eltelt idő, amit napokban adtunk meg.
- c) *Petecsomók és petezsinórok száma*: Megbecsültük az egyes tavakban található petecsomók és petezsinórok számát. (Jelen vizsgálatban nem néztük a petecsomókban lévő peték számát.)

Eredmények és értékelésük

Az 1998. évi vizsgálatok szerint a tavakban összesen 8 kétéltűfaj szaporodott: pettyes götte (*Triturus vulgaris*), vöröshasú unka (*Bombina bombina*), barna varangy (*Bufo bufo*), barna ásóbéka (*Pelobates fuscus*), zöld levelibéka (*Hyla arborea*), gyepi béka (*Rana temporaria*), erdei béka (*R. dalmatina*) és a kecskebéka komplex (*R. esculenta* syncomplex) fajai. Részletesebben a barna varangyot, a zöld levelibékát, a gyepi békát és az erdei békát vizsgáltuk.

A víz első megjelenése alapvető jelentőségű, hiszen nélküle az adott négy fajnál nem következik be petézés, bár a szaporodási tóhoz odavándorolhatnak a békák, illet tapasztalt *W. R. Grosse* a levelibékáknál,³ a varangyoknál pedig részben már vándorlás közben kialakulnak a párok, létrejön az amplexus, más fajoknál pedig a petézés is bekövetkezhet (*Alytes* sp.). A vízmélység, a vízfelület mérete, a tengerszint feletti magasság, a tó kitettsége a napnak, a partmeredekség, a vízi és a környező növényzet kvalitatív és kvantitatív tulajdonságai a megelőző munkákban fontosnak adódtak.⁴ Az előzőekhez képest új változókat is vizsgáltunk, feltételezve azok lehetséges befolyását a petézőhely minőségére. Ilyen volt a vízi, a part menti és a tavak környezetében lévő növényzet több szempontból történt figyelembevétele. Az alábbiakban a kétéltűek petézőhely-választására vonatkozó vizsgálatainkat fajonként összegezve ismertetjük.

1. *Gyepi béka*. *N. Ancona* és *A. Capietti* (1995) észak-olaszországi prealpin területen (tengerszint feletti magasság: 350–1435 m; meleg, esős, mérsékelt övi klíma) azt kapták, hogy a gyepi béka a magasabban fekvő, alacsonyabb lég-hőmérsékletű, nagyobb relatív páratartalmú, házaktól, utaktól és más tavaktól távol eső, gyér növényzetű, kis szabad vízfelületű és nyáron melegebb vizű szaporodási helyeket kedveli. *D. Augert* és *R. Guyetant* (1995) kelet-franciaországi síkvidéken arra az eredményre jutottak, hogy a gyepi béka preferenciát mutat a szaporodási hely környékén elhelyezkedő erdőségre és inkább a

³ Grosse, W. R.: Zum Wachstum der Kaulquappen und zur Längenentwicklung des Laubfrosches (*Hyla a. arborea* [L.] Amphibia, Anura, Hylidae). *Zool. Abh. Mus. Tierkde. Dresden*, 1988. 44. 11–18.

⁴ Lásd az 1. jegyzetben i. m.

nagy tavakban szaporodik. A. S. Cooke (1975) igen nagy számú adatot felhasználva vont le azt a következtetést, hogy a gyepi béka a sekélyebb vizű helyeket választja, az egyes tavakon belül pedig ugyancsak a sekélyebb részeket.

Vizsgálatunk szerint területünkön nem befolyásolta a tengerszint feletti magasság a választást. Ennek oka az lehet, hogy nálunk csak 265 m a legnagyobb szintkülönbség a tavak közt, míg N. Ancona és A. Capietti területén ez 1085 m, így ott a skálázás léptéke más volt, aminek következtében más eredményt kaphattak. Emellett nálunk a kis szintkülönbségből adódó csekélyebb mértékű klimatikus változatosságot a jóval nagyobb mikroklimatikus változatosság könnyen elfedi. Léghőmérsékletet közvetlenül nem mértünk, de a tavak elhelyezkedésének és napnak való kitettségének ismeretében megállapíthatjuk, hogy területünkön ez sem befolyásolja a választást. A relatív páratartalomról ugyanez mondható el. A házaktól, utaktól és más tavaktól való távolságban a mi esetünkben nem tehető nagy különbség a tavak közt, így ezt nem vizsgáltuk. Ellentétben N. Ancona és A. Capietti munkájával, nálunk a tavak vegetációja nem befolyásolta a gyepi béka petézőhely-választását, mint ahogy a töméret sem.

Eredményeink számos változó tekintetében *eltérnek* N. Ancona és A. Capietti eredményeitől. Hiszen az ő vizsgálati területükön jóval nagyobb tengerszint feletti magasságkülönbségek vannak az egyes vizsgált tavak között. A mi esetünkben a vizsgálati területek között nem volt olyan markáns különbség. Tehát a diszkrepanciák egyik oka feltehetően az eltérő skálázás.

D. Augert és R. Guyetant erdőségre vonatkozó preferenciát mutatott ki. Ezt mi is alátámaszthatjuk, mivel vizsgálati területünket 90%-ban erdő borítja, és a gyepi béka nagy egyedszámban volt jelen. A. S. Cooke a vizek mélységét jelöli meg mint lehetséges befolyásoló tényezőt. Mi a gyepi békák esetében azonban nem találtuk ezt fontosnak.

A gyepi béka esetében a szaporodást egyedül meghatározó tényezőnek 1998-ban a víz megléte, illetve hiánya adódott. Minden más, esetleg meglévő preferenciát háttérbe szorított ez az alapvető fontosságú paraméter.

2. *Erdei béka.* N. Ancona és A. Capietti szerint az erdei béka a jól fejlett vízi növényzetet kedveli a tó fenekén, a vízfelszínen és a part mentén. Ilyen helyek vizsgálati területükön a kisebb tengerszint feletti magasságokban találhatóak. Emellett az erdei béka tavasszal a magasabb lég- és víz hőmérsékletet és az alacsonyabb relatív páratartalmat preferálta. D. Augert és R. Guyetant ugyanazt az eredményt kapta az erdei békára, mint a gyepi békára.

A mi vizsgálati területünkön az erdei béka preferenciát mutatott a napnak jobban kitett tavakra, ott nagyobb egyedszámban petézett. Ez megfelel N. Ancona és A. Capietti azon eredményének, hogy a magasabb lég- és víz hőmérsékletet kedveli. Ennek oka a lárvák hőmérsékletfüggő fejlődési sebességében és annak predációval való kapcsolatában keresendő. Minél magasabb ugyanis

a hőmérséklet, annál jobban lerövidülhet az embrionális és a lárvális fejlődés, aminek következtében megnő az utódok túlélése, mert a vízben uralkodó igen erős predációs nyomás elől hamarabb kimenekülhetnek a szárazföldre.

A vízmélység is fontosnak mutatkozott vizsgálatunkban az erdei béka petézőhely-választásában. Minél mélyebb volt ugyanis a tó, annál több petét találtunk benne. Ez a tó mérettel való összefüggésének lehet a következménye. Másrészt a gőték általi predáció elkerülését célozhatja ez a viselkedés. Az erdei béka petecsomói lerakásuk és a vízfelvételt követő megduzzadás után, a gyepi békáéival ellentétben, nem emelkednek fel a víz felszínére, hanem a tó fenekén maradnak. A gőték pedig elsősorban a vízfelszín közelében mozognak és keresik táplálékukat. Így, ha kellően mély a tó, a gőték csak kevésbé veszélyeztetik az utódokat az embrionális és korai lárvális életszakaszokban.

A vízi növényzet és a szaporodási hely választása között nem találtunk összefüggést. Az erdőre vonatkozó preferenciára ugyanaz vonatkozik, mint a gyepi békánál.

3. *Barna varangy.* D. Augert és R. Guyetant arra az eredményre jutottak, hogy a barna varangy is preferenciát mutat a szaporodási hely környékén elhelyezkedő erdőségre és inkább a nagy tavakban szaporodik. A. S. Ildos és N. Ancona szerint a Pó-síkságon, Észak-Olaszországban, a barna varangy szaporodásihely-választása erős pozitív korrelációban volt a tófelület méretével, a vízmélységgel és a tó környékén jelenlévő a füves területtel, negatív összefüggést pedig a part nyári vegetációs borítottságával tapasztaltak. A. S. Cooke úgy találta, hogy a barna varangy a mélyebb vizű tavakat választja, az egyes tavakon belül pedig ugyancsak a mélyebb részeket.

Az erdőre mutatott preferenciára ugyanaz vonatkozik, mint a gyepi és az erdei békára, tehát a mi vizsgálatunk megerősíti, ezen a túlnyomóan erdős területen talált nagy egyedszámok miatt, ezek erdős élőhelyre vonatkozó preferenciáját. A vízmélység és a petézőhely-választás között mi is találtunk kapcsolatot. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy a nagy vízmélység egyben az utódok nagyobb arányú túlélését biztosítja a nem állandó vizű tavakban, hiszen ahol több víz van, ott csökken a kiszáradás következtében történő katasztrofikus utódpusztulás valószínűsége. Megfigyeléseink szerint a petezsinórokat a tavakon belül elsősorban a mélyebb részekben helyezik el a varangyok, így alátámaszthatjuk A. S. Cooke másodikként említett megfigyelését is.

A tófelülettel nem találtunk összefüggést, ahogyan a tó környékének vegetációjával sem. Pozitív összefüggést találtunk a petezsinórok száma és a közvetlen napsugárzásnak való kitettség között. Ez jól magyarázható a lárvák fejlődése, a víz hőmérséklet és a predáció összefüggéseinek ismeretében. A partoldal meredeksége is fontosnak bizonyult a barna varangy élőhely-választásában. Minél meredekebb volt ugyanis a part, annál kevesebb petezsinórt találtunk az egyes tavakban. Ennek egyik lehetséges magyarázata,

hogy az ivarérett állatok elkerülik a nehezen megközelíthető petézőhelyeket. Egy másik magyarázat szerint a juvenilis, éppen átalakult állatoknak nagymértékben csökken a túlélésük azáltal, hogy nehezen tudják csak elhagyni szülővizüket. Saját tapasztalatok és irodalmi adatok szerint pedig a barna varangy (és részben a zöld levelibéka) korai átalakult formája a legkevésbé mozgékony, és ez rendelkezik a legkevesebb energiatartalékkal a vizsgált fajok közül. Ezzel magyarázható, hogy miért éppen ennél a fajnál kaptunk a partoldal meredeksége és az egyedszám közötti kapcsolatra szignifikáns eredményt.

4. *Zöld levelibéka.* D. Augert és R. Guyetant azt tapasztalta, hogy a zöld levelibéka inkább a nyílt környezetű, kisméretű tavakban szaporodik. A. S. Ildos és N. Ancona szerint a zöld levelibékára pozitívan leginkább az erdő tő körüli jelenléte, a tófenék tavaszi %-os vegetációs borítottsága és a lebegő növényzet jelenléte, míg negatívan a partmeredekség befolyásolta a szaporodásihely-választását.

A mi vizsgálatunk nem mutatott ki összefüggést a szaporodásihely-választás és a környező növényzet között. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az egész területen csak kis egyedszámban van jelen a levelibéka, aminek egyik oka lehet az, hogy vizsgálati területünk túlnyomórészt erdővel borított. A tőméret, illetve a partmeredekség és a petézőhely-választás között mi nem találtunk összefüggést.

D. Augert és R. Guyetant szerint a zöld levelibéka a nyílt területen elhelyezkedő tavakat kedveli, míg A. S. Ildos és N. Ancona úgy találta, hogy erdős területet igényel a tő környezetében. Előbbiek vizsgálati területén erdők és legelők váltják egymást, utóbbiakén intenzív mezőgazdasági tevékenység folyik. Egyik esetben feleslegben van jelen az erdő – és emiatt a nyílt terület túl kevés –, másik esetben a mezőgazdasági növénytermesztés szorítja ki a fás részeket, így az válik befolyásos tényezővé. Ez alapján már értelmezhető a két eredmény, amennyiben a zöld levelibéka kedveli a nyílt területen elhelyezkedő tavakat, de fás területet is igényel a tő környezetében.

Összefoglalás

Előzetes feltevéseink szerint a tavak napnak való kitettsége, a tavak vízének mélysége, a partoldal meredeksége és a tavak vegetációs borítottsága befolyásolják a vizsgált kétéltűfajok petézőhely-választását.

Predikcióinktól eltérően azonban a tengerszint feletti magasság, a vízfelület nagysága, a parti és környező növényzet minősége nem játszott szerepet az élőhely-választásban.

A vizsgált fajok minden petézőhelyen ugyanolyan sorrendben kezdték meg a peterakást: elsőként a gyepi béka (nászidőszaka 8-10 napig tartott), máso-

dikként az erdei béka (10-15 napos nászidőszak), harmadikként a barna varangy (5-35 napos nászidőszak), negyedikként pedig a zöld levelibéka (5-6 napos nászidőszak).

A vízhiány legerősebben a gyepi békára volt hatással, ami peterakásának időpontjához való szigorú ragaszkodása miatt csak azoknál a tavaknál szaporodott, amelyekben már március elején, a nászidőszakában, is volt víz.

Modellként választott gerinces populáció életmenet-komponenseinek hosszú távú monitorozása és a viselkedésmintázatok diverzitásának becslése

1982 óta vizsgálunk különböző terresztrikus madárpopulációkat. Az utóbbi években ökológiai és molekuláris biológiai módszerek együttes alkalmazásával kívánjuk felderíteni egy énekesmadár-populáció szaporodási stratégiáit, valamint az e fajra jellemző kétszülős utódnevelési rendszer evolúciós jelentőségét.

A modellfajnak választott örvös légykapók (*Ficedula albicollis* TEMMICK) április elején érkeznek meg a Szaharán túli téli pihenő területeikről, előbb a hímek, majd a tojók. A hímek territóriumot és azon belül odúkat foglalnak. A tojók a vizsgálatok szerint nem randomizáltan, hanem aktív folyamat eredményeként, és feltehetően nem közvetlenül a hímek tulajdonságai alapján, hanem az odú és a „territórium” minősége alapján választanak párt maguknak.

A tojó párválasztása természetesen nem mentes a kockázattól. Ha pl. a tojó (bizonyos okok miatt) elutasít egy hímeket, de később nem talál egy jobb párt (költési lehetőséget), az előző választási lehetőség már nem áll rendelkezésére. A választás gyors folyamat, általában néhány territórium átnézése után megtörténik. A gyorsaság mögött az áll, hogy az először elutasított territóriumot gyorsan elfoglalhatja egy másik tojó.

Az örvös légykapónál a *monogámia* a tipikus párkacolat, vagyis egy hím egy tojóval áll párba. Több vizsgálatban megfigyeltek azonban párkapcsolaton kívüli párosodásokat (*EPC*, „extra pair copulation”), amelyeket később genetikai rokonságvizsgálatokkal bizonyítottak be. Az *EPC*-vel kapcsolatos kutatások hívták életre a *spermium-versengés* néven összefoglalt hipotézist. A *stratégia lényege*, hogy a tojó fertilis periódusában a hímek igyekeznek az „utolsó kopulátor” státuszra szert tenni. A genitáliák felépítése olyan, hogy az utolsóknak raktározott spermiumok termékenyíthetik meg elsőnek a petesejtet. A hímek a spermium-versengés elkerülése végett (vagyis az *EPC* megakadályozására) *őrzi a tojókat* a fertilis periódusban.

Az örvös légykapó rokon fajánál, a kormos légykapónál már megfigyelték, hogy a hímek egy része (egyes esetekben akár 50%-a) elhagyja a párját (primer tojó) és távolabb egy második (szekunder) territóriumot is foglal. Ezt a folyamatot nevezik *politerritorialitásnak* (PT). A második territóriumot foglalt hímek kb. 20%-a sikeresen talál magának párt (szekunder tojó) és nevel fel fiókákat.

E szociális viselkedési forma *előnye*, hogy a PT hím szekunder fészekaljával nagyobb rátermettséget realizálhat, mint a monogám hímek. A primér tojó szempontjából a PT *hátrányt* jelent, mert a szekunder fészekalj felnevelése bizonyos mértékben csökkenti a hím fiókanevelési tevékenységét a primer fészekalnál. A PT *stratégia lényege*, hogy a hímek törekednek másodlagos territóriumtartásra és a szekunder tojóval való párosodásra, a primer tojó viszont meg akarja akadályozni a hím poligíniáját.

Jelen vizsgálati periódusban a szaporodási, párzási és utódgondozási viselkedés diverzitásának részletesebb vizsgálatát tűztük ki célul.

Módszer

Rádiotelemetriás nyomon követés, távcsöves és teleszkópos megfigyelés, színes műanyag, illetve számozott alumíniumgyűrűs egyedi jelölések, automata aktivitás-regisztrálók alkalmazása. A legfontosabb költésfenológiai és morfológiai változók folyamatos regisztrálása. Az adatok gyűjtéséhez és feldolgozásához speciális saját fejlesztésű szoftvereket, a statisztikai kiértékeléshez az SPSS PC+ (DOS változat) és a STATISTICA for WINDOWS programcsomagokat használjuk.

Eredmények és értékelésük

1997-ben összesen 8 madár, 1998-ban 4 hím és 5 tojó madár rádiotelemetriás nyomon követését végeztük a párörzési viselkedés felderítésére. A nyomon követéseket a egyedenként változó időpontban, de általában a fészeképítés kezdetétől a teljes fészekalj lerakásáig végeztük. Előzetes vizsgálatok szerint a hímek a pilisi populációban is őrzik a tojókat, bár az őrző viselkedés nagy variációt mutat. Vannak olyan hímek, melyek inkább területet védenek és így közvetetten védik az EPC-vel szemben a tojójukat.

1994–1997 között összesen 29 poligín hím, míg 1998-ban újabb 5 poligín hím találtunk a vizsgálati területeken. Adatainkból úgy tűnik, hogy a pilisi populációban hímek 8–10%-a válik poligínné. A primér és a szekunder fészkek sokkal közelebb vannak egymáshoz, mint az északi populációkban (kb. 250 m), és kb. 5 nap különbség van a két tojó fészkelése között. A primér fészkek produkciója a monogám fészkektől nem különbözött. A szekunder fészkek alacsonyabb reprodukciós sikert mutattak a monogámokhoz képest, szignifikáns eltérést a kirepült fiókák számában és kirepülési kondíciójukban (13 napos tömegükben) kaptunk.

Tapasztalatunk szerint érdeklentét alakul ki a pár tagjai között. A hím poligíniára törekszik, a tojó monogámiára. A poligín hím összességében nagyobb szaporodási sikert realizálhat egy monogám hímhez képest. A tojók

szempontjából viszont hátrányos lehet egy ilyen poligín hímekkel történő párbaállítás, mert a két fészekaljjal rendelkező hímnek két helyen kell majd megosztania utódgondozási (etetési) aktivitását. Kevesebb hím segítséggel csak kevesebb és rosszabb kondíciójú fiókákat tudnak rejtetni. Azt, hogy milyen arányban vesz részt a hím a fiókák etetésében a különböző (monogám, poligám, primer és szekunder) fészekaljaknál több hipotézis magyarázhatja. A *kizárólagosság hipotézise* szerint a poligín hím csak a primer fészeknél segít, mivel az itteni fiókák korábban kelnek, mint a szekunder fészekbeliek. Ebben az esetben a hím legalább akkora rátermettséget ér el, mint a monogám hímek. Azonban a *megosztás hipotézise* szerint a hím meg is oszthatja etetését a két fészek között. Vagy úgy, hogy a primer fészekaljat kirepülésig gondozza, utána megy át a szekunder tojóhoz segíteni; vagy a szekunder fiókák kelése után a hím mindkét fészeknél etet. Ilyenkor a hím nagyobb reprodukciós sikerhez jut, mint a monogám hímek. Ezen hipotézisek érvényességének tesztelését nem sikerül 1998-ban elvégeznünk, ennek ellenére úgy tűnik, hogy a hím segítsége nem eszenciális a fészekalj kirepítése szempontjából, hiszen az 1997-ben végzett özvegyítéses kísérletünk szerint az egyszülős (csak tojó etetés) fészkekből is repülnek ki fiókák, bár ezek kondíciója messze alulmarad a kétszülős (tojó és hím etetés is) fészkekből repültekéhez képest. Ez a tény viszont arra világít rá, hogy a hím reprodukciós (etetési) erőfeszítésének növekedésével nő a reprodukciós siker is.

Környezeti faktorok hatása a szaporodási periódus időzítésére

A már elérhető költési adatbázis felhasználásával többváltozós regresszióanalízissel tovább vizsgáltuk az örvös légykapó költéskezdésének időzítését és a fészekaljnagyság időbeni csökkenését, illetve ezek okozati hátterét.

Két hipotézis ismeretes a fészekaljnagyság szezonális trendjének magyarázatára: a *környezeti hipotézis* szerint egy vagy több környezeti változó időbeni változása okozza a fészekaljnagyság változását. A *kondíciós hipotézis* szerint a madarak mindenkor kondíciója (mérete, tömege stb.) szabja meg a fészekaljnagyságot és a tojásszám időbeni csökkenése annak köszönhető, hogy a jó kondícióban lévő madarak korábban, a rossz kondícióban lévők később költenek.

Vizsgálataink szerint a költéskezdés mindig hatott a fészekaljnagyságra. Kontrollálva a költéskezdést a kondíciós paraméterek közül csak a kor hatása maradt meg. A többi kondíciós paraméter csak a költéskezdéssel mutatott összefüggést. Úgy tűnik, hogy az örvös légykapó fészekaljnagyságának szezonális változását a környezeti hipotézissel lehet a legjobban magyarázni, ugyanakkor a néhány kondíciós paraméter időbeni változása közvetetten szintén hathat a szezonális trendre.

Háttérváltozók mérése

Az előző évekhez hasonlóan 1998-ban is két mezo-klimaváltozót (hőmérséklet és csapadék) mértünk automatikus regisztrálóinkkal. A mérések április 1-jétől június 30-ig óránként történtek. A lombfogyasztó hernyóbiomassza becslésére (ami az erdei énekesek legfőbb táplálékkészlete) három foltban 5-5 db 0,25 nm-es hernyóürülék-gyűjtő tálcát alkalmaztunk. A mintákat átlagosan 3 naponta gyűjtöttük be.

Direkt antropogén diszturbációk hatása talajok és mohák mikrofaunájára

Jelen vizsgálat során a talaj-mikrofauna jelentős komponenseként számon tartott házas amőbák (*Protozoa*, *Rhizopoda*, *Testacea*) diverzitás viszonyait vizsgáltuk természetközeli élőhelyek és direkt antropogén diszturbációnak kitett területek vonatkozásában. A közvetlen célunk az volt, hogy megfigyeljük, mutat-e szignifikáns különbséget a talajlakó *Testaceák* diverzitása háborítatlan és taposott erdei élőhelyeken.

A Pilis hegység területén korábban is végeztünk kvalitatív jellegű faunisztikai megfigyeléseket.⁵ E területről más kutatók azonban még nem közöltek adatokat, így a jelen vizsgálat faunisztikai szempontból is új eredményekkel (hazai faunára új fajok előfordulásával) kecsegtetett.

Módszer

A mintavétel a Pilisszentlászló és Visegrád között húzódó patak völgyben történt, a jelzett turistaút mentén három helyen: Pilisszentlászló után kb. 2 kilométerrel, a Szent László-völgyben (1.), majd tovább haladva észak felé az Apátkúti-völgyben az Alpár-forrás közelében (2.) és végül a Kaán-forrás közelében (3.). Mivel két szezomban is történt gyűjtés, a mintavételi helyek kiválasztásánál az is szempont volt, hogy a második alkalommal ugyanazon helyeket sikerüljön felkeresni. Így esett a választás a két, befoglalt forrás környékére, illetve az 1. gyűjtőhelyre, amely egy viszonylag jellegzetes, kiszélesedő völgyszakaszban könnyen újra megtalálható volt az őszi mintavételnél. A gyűjtések időpontja 1998. június 6. és október 11. volt. A területen a néhol бүкkel elegyes gyertyános-tölgyes volt jellemző.

A direkt antropogén hatás vizsgálatára a mintákat közvetlenül a turistaút szegélyéről vettük: az útszegélyen nyár elején erősen felaprózódott, bomló

⁵ Bereczky M.: Fixations- und Färbungsschnellverfahren bei quantitativen ökologischen Untersuchungen von Protozoen in Binnengewässern. *Arch. Protistenkd.*, 1985. 129. 187-190.

avar és más növényi maradványok látszóttak, ősszel ugyanezt a részt már friss avar borította. Ezen a részen még szemlátomást érvényesültek emberi hatások, ui. mindkét esetben jól látszott a taposás nyoma. Kontrollként az úttól távolabb, a patak közelében (de nem annak közvetlen partján!) vettünk mintákat. Valamennyi helyen és alkalommal a talaj legfelső, bomló növényi anyagokat is tartalmazó részét gyűjtöttünk be (A_0 réteg). Minden helyről három parallel mintát szedtünk, melyeket a helyszínen szublimáttal fixáltunk és brómfenolkékkel festettünk,⁶ hogy az élő, aktív sejtek a mikroszkópos vizsgálat során a valós mennyiségi viszonyokat tükrözzék.

A kvalitatív és szemikvantitatív elemzés során minden mintából egy csepet végigvizsgáltunk, a fajokat azonosítottuk és számoltuk az üres vázakat, élő egyedeket és a cisztákat. Az élő egyedek százalékos abundanciájának átlagával (3 párhuzamos!) számoltunk.

A faj-egyed diverzitást (Shannon-Weaver index) és az eltérések szignifikanciáját (t-próba) a NUCOSA program⁷ segítségével számoltuk.

Eredmények és értékelésük

Összesen 52 faj 4440 egyedét sikerült megfigyelni, közülük 1264 élő, és 3176 üres vázat láttunk.⁸ A faunisztikai eredményeket gyarapította a hazánkban először most megtalált *Edaphonobiotus campascoides* faj is,⁹ melynek két üres vázát sikerült megfigyelni. (Az egyik vázból tartós preparátum és mindkettőről fotó is készült.) A következő fajoknak szintén csupán üres vázait találtuk: *Centropyxis* sp1. *Cyclopyxis arcelloides* (PENARD), *Geopyxella sylvicola* (BONNET & THOMAS), *Nebela lageniformis* PENARD, *N. collaris* (EHRENBERG), *Plagiopyxis oblonga* (BONNET & THOMAS).

A további kalkulációk kizárólag az élő házas amőbákra vonatkoznak. A házas-amőba-fajok százalékos relatív gyakorisági értékeit az 1. táblázatban foglaltuk össze. A 2. táblázat a minták Shannon-Weaver diverzitás-indexeit és az erdei, illetve útról származó minták értékeire végzett t-próba eredményeit mutatja.

⁶ Bereczky M.: i. m.

⁷ Tóthmérész B.: Comparative Analysis of Different Methods of Diversity Orderings. *J. Veg. Sci.*, 1995. 6. 283-290.

⁸ Bonnet, L.-Thomas, R.: Thécamoebiens du Sol - Faune terrestre et d' eau douce des Pyrénées Orientales. *Fascicule*, 1960. 5.

⁹ Schönborn, W.-Foissner, R.-Meisterfeld, K.: Licht- und Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Schalenmorphologie und Rassenbildung Bodenbewohnender Testaceen (Protozoa: *Rhizopoda*) sowie Vorschläge zur Biometrischen Charakterisierung von Testaceen-Schalen. *Protistologica*, 1983. 19. 4. 553-566.

1. táblázat

Házass amóbák százalékos relatív gyakorisága
az egyes mintavételi helyeken

	1.1e	1.1u	1.2e	1.2u	1.3e	1.3u	2.1e	2.1u	2.2e	2.2u	2.3e	2.3u
Arcella arenaria (Greef)	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0,56	0
Arcella hemisphaerica (Perty)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Assulina muscorum (Greef)	2,5	0	0	0	1,63	0,72	0,9	1,67	0	0	0,56	1,66
Centropyxis aerophila (Deflandre)	2,5	0	3,57	0	0	0,72	1,82	0	0	0	0,56	0
Centropyxis aerophila sphagnicola (Deflandre)	0	2,27	1,19	1,59	0,8	4,35	1,82	5,82	2,02	3,1	0	1,66
Centropyxis cassis (Wallich)	0	0	0	3,17	0	1,46	2,72	0	0	0,388	0,56	0
Centropyxis elongata (Penard)	0	0	1,19	0	0,8	0	0	0	3,05	1,16	0,56	0,82
Centropyxis minuta (Deflandre)	0	0	0	0	1,63	0	0	0	0	0	2,85	1,66
Centropyxis orbicularis (Deflandre)	0	9,1	0	1,59	4,07	0,72	0	0	0	0	0	0
Centropyxis plagiostoma (Bonnet & Thomas)	0	0	13,1	4,76	0	4,35	1,82	0	1,02	0,39	0,56	0
Centropyxis platystoma (Penard)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corythion dubium (Taranek)	0	4,54	2,38	0	0	0	0,9	0	0	0	2,85	0
Cyclopyxis eurytoma (Deflandre)	0	0	0	0	0	0	0,9	0	2,02	0	0	0,82
Cyclopyxis kahli (Deflandre)	7,5	2,27	0	0	0,8	1,46	0,9	0,82	0	0	0,56	1,66
Diffugia lucida (Penard)	0	2,27	0	1,59	0	1,46	1,82	4,17	12,19	5,03	1,14	0,82
Diffugia sp.	0	0	10,71	0	0	0	0	0	5,07	0	1,71	0
Diffugiella oviformis (Penard)	7,5	15,9	32	25,4	16,27	9,41	25,4	28,25	7,62	9,69	6,882	5,78
Euglypha alveolata (Dujardin)	5	0	0	0	0	0	0,9	0	5,58	0	0	0
Euglypha ciliata (Ehrenberg)	0	0	0	0	0	1,46	0,9	0	0	0,78	1,14	0
Euglypha ciliata glabra (Wailes)	0	2,27	0	0	0	0	2,72	1,67	0,5	0,39	0	0
Euglypha cristata (Leidy)	2,5	0	4,76	0	0,8	0	10	0,82	3,55	0,788	2,27	0
Euglypha laevis (Ehrenberg)	15	27,3	4,76	3,17	2,44	7,98	1,82	5	0,5	3,49	3,97	0,82
Euglypha rotunda (Wailes & Penard)	0	2,27	0	0	0	0	0	0	3,55	0	2,85	0
Euglypha strigosa (Ehrenberg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Euglypha tuberculata (Dujardin)	0	0	0	0	0	0	0	0	2,02	3,87	3,41	0
Euglypha sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,02	4,65	0	0
Euglypha sp. 2	0	0	1,19	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Euglypha sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Euglypha sp. 4	0	0	0	0	4,88	6,52	0,9	0,82	1,02	12,79	0	0,82
Heleopera rosea (Penard)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	1,14	0
Heleopera sylvatica (Penard)	0	0	1,19	0	0	0	0,9	0	0	0,79	20,98	0
Hyalosphaenia subflava (Cash)	0	0	0	0	0	0	0	0,82	0	0	0	0,82
Phryganella acropodia (Hertwig & Lesser)	0	0	2,388	1,59	0	0,72	2,72	0	3,05	0	1,7	0
Plagiopyxis callida (Penard)	0	0	0	0	7,32	1,46	1,82	0,82	2,55	2,32	0	0
Plagiopyxis declivis (Thomas)	2,5	0	0	1,59	0,8	7,98	0	0	1,02	0	3,98	0
Plagiopyxis intermedia (Bonnet)	0	4,54	7,14	23,8	7,32	9,41	0,9	3,32	2,55	3,1	2,85	0,82
Pseudochlamys patella (Claparède & Lachmann)	0	13,6	0	9,52	0,8	1,46	0	1,67	3,55	2,7	1,7	23,15
Schoenbornia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,82
Schwabia terricola (Bonnet & Thomas)	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0,5	2,7	0,56	0
Tracheleuglypha dentata (Moniez)	10	0	3,57	6,35	10,56	7,24	5,45	5,82	4,57	3,49	0,56	1,66
Trachelocorythion pulchellum (Penard)	10	0	1,19	1,59	2,44	0	2,72	4,17	4,57	1,55	0,56	1,66
Trinema complanatum (Penard)	5	0	0	0	3,24	0	0	3,32	0,5	0,39	0	0,82
Trinema enchelys (Ehrenberg)	15	0	0	0	6,51	1,46	7,27	1,67	15,24	21,28	9,67	5,78
Trinema lineare (Penard)	10	13,6	9,52	14,3	24,4	29,8	19,97	29,25	9,15	14,76	22,7	46,4
Trinema penardi (Thomas & Chardez)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,56	1,66

(e = erdő, u = út, 1, 2, 3: helyszín)

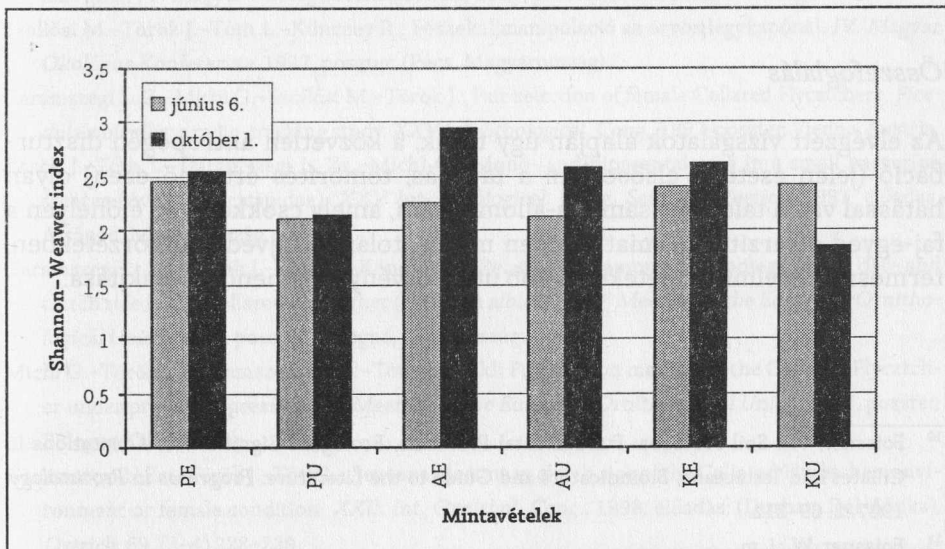
2. táblázat

Erős (út) és gyenge (erdő) antropogén hatásnak kitett területek házas amőbáinak faj-egyed diverzitása

Gyűjtés időpontja	Helye	Minta típusa	Kódja	Shannon-Weaver index	t-érték (erdő és út mintapárookra)	df	p < 0,05-nél szignifikáns különbség van-e
1998 VI. 6.	1	erdő	1PE	2,4667	3,649	179	van
	1	út	1PU	2,1188			
	2	erdő	1AE	2,2541	0,964	199	nincs
	2	út	1AU	2,1255			
	3	erdő	1KE	2,4087	0,096	197	nincs
	3	út	1KU	2,422			
1998 X. 11.	1	erdő	2PE	2,5482	2,38	200	van
	1	út	2PU	2,1591			
	2	erdő	2AE	2,9442	2,738	198	van
	2	út	2AU	2,5901			
	3	erdő	2KE	2,6185	4,228	194	van
	3	út	2KU	1,8542			

1. ábra

Házassamőba-állományok diverzitásának alakulása nyári eleji és őszi mintákban



Az erdei és az út széléről vett minták csupán két mintánál nem mutattak szignifikáns különbséget a diverzitás tekintetében. A többi négyenél az erdei minták diverzitása $p = 0,1\%$ szinten szignifikánsan nagyobb volt a turistaúti-akénál. Ez az eredmény megfelel a szakirodalmi adatoknak, amennyiben taposott területeken a talaj tömörülése megszünteti talajszemcsék közti hézago-
kat, csökkenti a talaj szellőzését, ezáltal tönkreteszi a *Testaceák* biotópját.¹⁰ A maradék kettő minta közül egy esetben igen kicsi különbség volt az erdei minta javára, míg egyetlen mintánál az eredmény fordított volt: a Kaán-forrás közelében az út széléről vett mintában az egysejtűek diverzitása csekély mértékben meghaladta az erdeieket. A feldolgozás során ez a minta egyedsűrűség tekintetében igen szegénynek bizonyult. A gyűjtőhelyre a meglehetősen száraz, kevés aljnövényzettel és avarral borított, vékony talajtakaró volt jellemző. Valószínű, hogy a minta viszonylag magas fajszáma és az alacsony egyedsűrűség okozta a kiugró értéket. A legutóbbi eset kivételével az eredmények azt mutatják tehát, hogy az út szegélye rendszerint kisebb diverzitású állománnyal rendelkezik, mint a taposásmentes erdei talaj.

Az 1. ábrán szemléltettük a diverzitásértékek alakulását a kora nyári és az őszi szezonban végzett gyűjtésekre. Látható, hogy a diverzitás némiképp magasabb volt ősszel, mint júniusban. Ez várható is volt, mivel a csapadékosabb időjárás rendszerint kedvezőbb számukra, több az aktív egyed, gyorsabban osztódnak.¹¹ Csupán a Kaán-forráshoz közeli gyűjtőhelyen, a turistaúton gyűjtött mintánál alakult ismét fordítva a helyzet: ősszel találtunk kisebb diverzitást. A többi értékkel összehasonlítva azonban a júniusi diverzitásérték látszik feltűnően magasnak (2,422). A magyarázat ez esetben is az lehet, mint fent.

Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok alapján úgy tűnik, a közvetlen antropogén diszturbáció (jelen esetben elsősorban a taposás, tömörítés értendő ezen) olyan hatással van a talaj házasamóba-állományára, amely csökkenti az élőhelyen a faj-egyed diverzitást. Emiatt erősen megfontolandó tájvédelmi körzetekben, természetvédelmi területeken újabb utak, ösvények, pihenők kialakítása.

¹⁰ Foissner, W.: Soil Protozoa: Fundamental Problems, Ecological Significance, Adaptations in Ciliates and Testaceans, Bioindicators and Guide to the Literature. *Progress in Protistology*, 1987. 2. 69–212.

¹¹ Foissner, W.: i. m.

A témához kapcsolódó publikációk

Publikációk

- Kovács T.-Török J.: Determination of minimum sample-size to estimate diet diversity in anuran species. *Herpetological Journal*, 1997. 7. 43-47.
- Könczey R.-Tóth L.-Török J.: Site fidelity of Great and Blue Tits in the Pilis-Visegrád Mountains. *Opuscula Zoologica (Budapest)*, 1997. 29-30. 103-111.
- Török J.-Tóth L.: Asymmetric competition between two tit species: a reciprocal removal experiment. *J. Animal Ecology*, 1999. 68. 76-85.

Kéziratok

- Garamszegi L. Z.-Török J.-Tóth L.: The effect of timing and female quality on reproduction in the Collared Flycatcher: a multivariate approach (submitted to *Journal of Animal Ecology*).
- Michl G.-Török J.-Garamszegi L. Zs.-Tóth L.: Sex-dependent risk-taking under predation pressure in the collared flycatcher *Ficedula albicollis* in the breeding period (submitted to *Animal Behaviour*).
- Török J.-Tóth L.-Michl G.-Garamszegi L. Zs.-Hegy G.: Uni- and biparental care in the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*. (submitted to *Behavioral Ecology and Sociobiology*).

Konferencia-előadások és posztterek

- Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.-Könczey R.: A fészekaljnyagságot befolyásoló tényezők az örvös légykapónál. *IV. Magyar Ökológus Konferencia*, 1997, előadás, (Pécs, Magyarország).
- Török J.-Tóth L.-Könczey R.: Az örvös légykapó reprodukciós stratégiája. *IV. Magyar Ökológus Konferencia*, 1997, előadás, (Pécs, Magyarország).
- Michl G.-Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.: Döntéshozatal az örvös légykapónál predációs nyomás alatt. *IV. Magyar Ökológus Konferencia*, 1997, poszter, (Pécs, Magyarország).
- Szöllősi M.-Török J.-Tóth L.-Könczey R.: Fészekaljmanipuláció az örvös légykapónál. *IV. Magyar Ökológus Konferencia*, 1997, poszter, (Pécs, Magyarország).
- Garamszegi L. Z.-Michl G.-Szöllősi M.-Török J.: Pair selection of female Collared Flycatchers, *Ficedula albicollis*: a radio-tracking study. *XXV Int. Ethological. Cong.*, 1997, poszter, Vienna, Austria.
- Török J.-Tóth L.-Garamszegi L. Zs.-Michl G.: Mono- and biparental care in a small passerine species (Aves, Muscicapidae). *XXV Int. Ethological. Cong. Satellite Meeting*, 1997, előadás, Alsógöd, Magyarország.
- Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.-Könczey R.: Relationship among morphology, laying date and clutch size in the Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). *1st Meeting of the European Ornithological Union*, 1997, poszter, Bologna, Olaszország.
- Michl G.-Török J.-Garamszegi L. Zs.-Tóth L.-Pukli P.: Decision making by the Collared Flycatcher under predation pressure. *1st Meeting of the European Ornithological Union*, 1997, poszter, Bologna, Olaszország.
- Garamszegi L. Zs.-Török J.-Tóth L.: Seasonal decline in clutch size of the Collared Flycatcher: environment or female condition. *XXII. Int. Ornithol. Cong.*, 1998, előadás, (Durban, Dél-Afrika), *Ostrich*, 69. (3-4) 228-229.

- Hegy G.-Michl G.-Tóth L.-Garamszegi L. Zs.-Török J.: Within pair asymmetry of risk-taking in the Collared Flycatcher: cooperation or selfishness? *XXII. Int. Ornithol. Cong.*, poszter, (Durban, Dél-Afrika), *Ostrich*, 69. (3-4) 253.
- Michl G.-Török J.-Garamszegi L. Zs.-Tóth L.: Sex-dependent risk-taking strategies in the Collared Flycatcher under predatory threat. *XXII. Int. Ornithol. Cong.*, 1998, poszter, (Durban, Dél-Afrika), *Ostrich*, 69. (3-4) 260.
- Tóth L.-Török J.-Könczey R.-Szöllősi M.: Trade-offs in the reproduction of the Collared Flycatcher (*Ficedula albicollis*). *XXII. Int. Ornithol. Cong.*, 1998, poszter, (Durban, Dél-Afrika), *Ostrich* 69. (3-4) 338.
- Török J.-Garamszegi L. Zs.: Local survival patterns of *Ficedula albicollis* nestlings. *VII. International Congress on Ecology*, 1998, előadás, Firenze, Olaszország.
- Török J.-Tóth L.-Garamszegi L.-Michl G.: Uni- and biparental care in the Collared Flycatcher (*Aves, Muscicapidae*). *XXII. Int. Ornithol. Cong.*, 1998, poszter, (Durban, Dél-Afrika), *Ostrich* 69. (3-4) 337.

Egyéb előadások

- Garamszegi L. Zs.: A szezonális fészekaljméret-csökkenést kialakító tényezők az örvös légykapónál (*Ficedula albicollis*). *MBT Állattani Szakosztály 879. ülése*, 1998, előadás, Budapest, Magyarország.
- Michl G.: Az örvös légykapó (*Ficedula albicollis*) döntéshozatala és kooperációja predációs nyomás alatt. *MBT Állattani Szakosztály 880. ülése*, 1998, előadás, Budapest, Magyarország.
- Pukli P.-Török J.: Az örvös légykapó aktivitásának vizsgálata automata adatrögzítő rendszerekkel a tojásrakás és a kotlás időszakában. *MBT Állattani Szakosztály 888. ülése*, 1998, előadás, Budapest, Magyarország.
- Török J.: A poligámia előnyei és hátrányai. *MBT Ökológiai Szakosztály*, 1998, előadás, Budapest, Magyarország.

Egyéb (népszerűsítő munkák, szakdolgozatok, TDK dolgozatok)

- Garamszegi L. Zs.: Házasságtörő madarak a Pilisben. *Természet*, 1997. 4. 12. 453-455.
- Jermendy Á.: Az örvös légykapó viselkedési sokfélesége. *Természet Világa*, 1998. 129. 1. 504.
- Jermendy Á.: Csapodár légykapó. *TermészetBúvár*, 1998. 6. 41.
- Riport az ELTE Viselkedésbiológiai Csoport madártani kutatásairól (kb. 3 perc)
MTV 1 *Tudományos Híradó*, 1997. május 16.
- Riport az ELTE Viselkedésbiológiai Csoport egyik munkatársával (kb. 3 perc)
MTV 1 *Tudományos Híradó*, 1997. június 30.
- Riport az ELTE Viselkedésbiológiai Csoport madártani kutatásairól (kb. 2 perc)
MTV 1 *Delta*, 1998. augusztus

Szakdolgozatok:

- Garamszegi L. Zs.: Szezonális fészekaljméret-csökkenés az örvös légykapónál (*Ficedula albicollis*).
ELTE, TTK, Budapest, 1998, szakdolgozat.
- Marosits T.: Az egy- és kétszülős utódgondozás összehasonlítása az örvös légykapónál. ELTE, TTK, Budapest, 1997, szakdolgozat.

Garamszegi L. Zs.: Poligínia az örvös légykapónál. ELTE, TTK, Budapest, 1997, Házi TDK Konferencia III. hely.

Hettyey A.-Nagy K.-Lourice, E.: Kétéltűek szaporodásihely-választásának vizsgálata a Visegrádi-hegység területén. ELTE, TTK, Budapest, 1998, Házi TDK Konferencia III. hely.

A *Global Change* kifejezés összefoglaló nemzetközi elnevezése mindazoknak a természeti és mesterséges környezetekben lejátszó hosszú távú változásoknak, amelyek a légkör fizikai és kémiai tulajdonságának, összetételének megváltozása következtében egész Földünkre kiterjedően jelentkeznek. A Nemzetközi Geoszféra-bioszféra Program (IGBP) az az a célul indult 1987-ben, hogy a globális környezeti változások jelentőségét és várható következményeit kutatassa és előrejelze.

A kutatások homlokterében áll a légköri változások által indukált éghőhatásváltozások kiterjedésének, természetének és irányának megismerése, valamint a földrendszernek és bioszféra-nak a változásokra adott várható válaszainak felmérése és megértése.

Az elővilág részéről az éghőhat megvalósására adandó legkézenfekvőbb válasz az élőlények populációinak ill. az élő közösségeknek valamilyen irányú térbeli elmozdulása, amelybe egy-egy beletartozik a növénytakaró eltolódása, mint a fajpopulációk migrációja egészen a nérvándorlás jellegű társadalmi mozgásig.

A klímaváltozás és a növénytakaró eltolódás közötti kapcsolat várakozásainak egy folyamatos és folytonos változás. Az ok, amiért ezt napjainkban tanulmányozniuk kell, hogy a folyamat azelőtt már mértékben lezajlott, annyira hogy másznak gazdasági és társadalmi következmények, és egy emberöltőn belül már többször is alkalmazkodni szükséges. A jelenlegi vegetációváltozás sajátossága multiventrális természete és multifaktoriális szabályozottsága. Multiventrális természet azt jelenti, hogy egyidejűleg több fontos változás zajlik, mint a klímaváltozás, a környezeti savasodás, az eutrofizáció és a vázagsodás. A multifaktoriális szabályozás pedig azt jelenti, hogy a folyamatok nagyrészt környezeti tényező különböző módon és mértékben befolyásolják térben és időben egyaránt.

Ezen természetes következmények, hogy a klímaváltozás hatása a különböző éghőlati és növényzeti övekben más-más módon jelentkezik, s ennek megfelelően a környezeti válaszok is különbözőek. Ezért szükségesnek mutatkozott, hogy a Föld és ezen belül Európa, különböző klíma- és vegetációzónákban megfigyelően vizsgáljunk, illetve mintaterületeken hosszú távú rend-

A klímaváltozás bioindikációjának kutatása

A *Global Change* kifejezés összefoglaló nemzetközi elnevezése mindazoknak a természeti és mesterséges környezetünkben lezajló hosszú távú változásoknak, amelyek a légkör fizikai és kémiai tulajdonságainak, összetételének megváltozása következtében egész Földünkre kiterjedően jelentkeznek. A Nemzetközi Geoszféra-bioszféra Program (IGBP) azzal a céllal indult 1987-ben, hogy a globális környezeti változások jelenségeit és várható következményeit kutassa és előrejelezze.

A kutatások homlokterében állt a légköri változások által indukált éghajlatváltozás kiterjedésének, természetének és irányának megismerése, valamint a hidroszférának és a bioszférának e változásokra adott várható válaszainak felderítése és megértése.

Az élővilág részéről az éghajlat megváltozására adandó legkézenfekvőbb válasz az élőlények populációinak, ill. az élő közösségeknek valamilyen irányú térbeli elmozdulása, amelybe éppúgy beletartozik a növénytakaró eltolódása, mint a fajpopulációk migrációja egészen a népvándorlás jellegű társadalmi mozgásokig.

A klímaváltozás és a növénytakaró ehhez kapcsolódó eltolódása valójában egy folyamatos és folytonos változás. Az ok, amiért ezt napjainkban tanulmányoznunk kell, hogy e folyamat szokatlan mértékben felgyorsult, annyira hogy hatásainak gazdasági és társadalmi következményeihez egy emberöltőn belül akár többször is alkalmazkodni szükséges. A jelenlegi vegetációváltozás sajátossága *multivektoriális természete* és *multifaktoriális szabályozottsága*. A multivektoriális természet azt jelenti, hogy egyidejűleg több fontos változás zajlik, mint a klímaváltozás, a környezeti savasodás, az eutrofizálódás és a sivatagosodás. A multifaktoriális szabályozás pedig azt jelenti, hogy e folyamatokat nagyszámú környezeti tényező különböző módon és mértékben befolyásolja, térben és időben egyaránt.

Ennek természetes következménye, hogy a klímaváltozás hatása a különböző éghajlati és növényzeti övekben más-más módon jelentkezik, s ennek megfelelően a környezeti válaszok is különbözőek. Ezért szükségesnek mutatkozott, hogy a Föld és ezen belül Európa különböző klíma- és vegetációövezeteiben megfelelően kiválasztott, állandó mintaterületeken hosszú távú rend-

szeres vizsgálatokkal tárjuk fel a változások mibenlétét, mechanizmusát, irányát és várható következményeit.

A mintaterületek leírása

A klímaváltozásoknak a flórára és a növénytakaróra gyakorolt hatását az erre a célra legalkalmasabbnak tartott mintaterületeken jelöltük ki. Mivel az előrejelzések térségünkben felmelegedést és szárazodást prognosztizáltak, az ország legdélibb részein, a Mecsek és a Villányi-hegység meredek, déli kitettségű sziklás lejtőin, természetes védett gyeptársulásokban és erdőállományok tisztásain választottuk ki mintaterületeinket, ahol az extrazonális termőhely a vizsgálandó klímahatásokat mikro- és mezoklimatikus formában továbbberősíti. A mikroklimatikus hatás erősítése érdekében mindenütt gyepterő ökotonokat jelöltünk ki vizsgálatra, hogy az átmenet szerkezeti sajátágaiból (szegélyhatás!) adódó termikus többletet kihasználjuk.

Négy mintaterületet jelöltünk ki, amelyek mindegyike eltérő ökológiai minőséget képviselt.

1. A villányi Szársomlyó meredek déli lejtőjén, 350 m tengerszint feletti magasságban 35 fok meredekségű déli lejtőn, kemény krétamészkövön sziklagyepek-karsztbokorerdő komplexben végeztük a vizsgálatokat, 6 darab 4×4 m-es és 28 darab 1×1 m-es állandó négyzetben. Az ekoton a *Sedo sopianae-Festucetum dalmaticae* sziklagyeptársulásból és az *Inulo spiraeifoliae-Quercetum pubescentis* nevű karsztbokorerdő-társulásból, valamint a kettő átmenetéből állt. Fontosabb fajok a sziklagyepekben: *Agropyron intermedium*, *Artemisia alba* ssp. *saxatilis*, *Carex liparicarpos*, *Ceterach javorkaeum*, *Chrysopogon gryllus*, *Convolvulus cantabrica*, *Crupina vulgaris*, *Dianthus giganteiformis*, *Dictamnus albus*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca dalmatica*, *Geranium molle*, *Melica ciliata*, *Orlaya grandiflora*, *Phleum phleoides*, *Potentilla arenaria*, *Sedum neglectum* ssp. *sopianae*, *Stipa capillata*, *Teucrium chamaedrys*, *Thymus praecox*, *Trigonella gladiata*, a karsztbokorerdőben pedig: *Quercus pubescens*, *Q. virgiliana*, *Fraxinus ornus*, *Cornus mas*, *Euonymus verrucosus*, *Alliaria petiolata*, *Arum maculatum*, *Dictamnus albus*, *Fallopia convolvulus*, *Geranium molle*, *Inula spiraeifolia*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Polygonatum odoratum*, *Ruscus aculeatus*, *Tamus communis*, *Veronica hederifolia*.

2. A második mintaterület a Mecsekben a Misina déli lejtőjén, 300 m tengerszint feletti magasságban található, meredek löszgyep-karsztbokorerdő ökoton, a Pintér-kert természetvédelmi területén 40 fokos délnyugati lejtőn. Az ökotont a *Serratulo radiatae-Brometum pannonicum* zárt lejtősztyepp és az *Inulo spiraeifoliae-Quercetum pubescentis* nevű karsztbokorerdő-társulás, mint átmeneti szegély, valamint a szubklimax molyhos-tölgyes erdő (*Tamo-*

Quercetum virgilianae) alkotta. Jellemző fajok a sztyepplejtőn: *Allium flavum*, *Artemisia alba* ssp. *saxatilis*, *Bromus pannonicus*, *Cleistogenes serotina*, *Convolvulus cantabrica*, *Erysimum odoratum*, *Galium lucidum*, *Inula spiraeifolia*, *Melica ciliata*, *Serratula radiata*, *Teucrium chamaedrys*, *Thymus degenianus*. A karsztbokorerdőben és a molyhos-tölgyesben: *Quercus pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Cornus mas*, *Cerasus mahaleb*, *Prunus spinosa*, *Staphylea pinnata*, *Alliaria petiolata*, *Brachypodium pinnatum*, *Dictamnus albus*, *Euphorbia cyparissias*, *Glechoma hirsuta*, *Laser trilobum*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Melampyrum nemosorum*, *Melittis carpatica*, *Tamus communis*, *Teucrium chamaedrys*, *Viburnum lantana* és a *Viola alba* a fontosabb fajok. A vizsgált transzekt 4 darab 4×4 m-es és 16 darab 1×1 m-es állandó mintanegyzetből állt.

3. A harmadik mintaterület mérsékeltlen meredek (15 fokos lejtésű) mészkő sziklalejtő, a Tubesen kb. 450 m tengerszint feletti magasságban, délnyugati kitettségben. Az ökotont *Serratula radiatae*-*Brometum pannonici* zárt sziklagyep, *Inula spiraeifolia* szegélytársulás és olasztölgyes erdő (*Tamo-Quercetum virgilianae*) alkotta. A gyep-társulás fontosabb fajai: *Artemisia alba* ssp. *saxatilis*, *Bromus pannonicus*, *Carex humilis*, *Centaurea triumfettii*, *Convolvulus cantabrica*, *Dictamnus albus*, *Eryngium campestre*, *Euphorbia cyparissias*, *Festuca rupicola*, *Galium lucidum*, *Helianthemum ovatum*, *Koeleria cristata*, *Melica ciliata*, *Potentilla arenaria*, *Salvia pratensis*, *Sedum neglectum*, *Serratula radiata*, *Teucrium chamaedrys*, *Thymus degenianus*, *Verbas-cum phoeniceum*, *Veronica austriaca*, *Vinca herbacea*. Az erdő-társulásban: *Quercus virgiliana*, *Fraxinus ornus*, *Cornus mas*, *Euonymus verrucosus*, *Ligustrum vulgare*, *Aconitum anthora*, *Anthericum ramosum*, *Arabis turrita*, *Carex humilis*, *Dictamnus albus*, *Helleborus odoratus*, *Inula spiraeifolia*, *Mercurialis ovata*, *Polygonatum odoratum*, *Sedum maximum*, *Stellaria holostea*, *Tamus communis*, *Trifolium alpestre*, *Vincetoxicum hirundinaria* és *Viola alba* játszottak jelentősebb szerepet. A transzekt 4 darab 4×4 m-es és 16 darab 1×1 m-es állandó mintanegyzetből állt.

4. A negyedik mintaterület savanyú talajú gyep-bokorerdő ökoton volt vörös permi homokkövön, Pécs-től nyugatra, a Jakabhegy déli lejtőjén Cserkút fölött, dél-délnyugati 25 fokos lejtőn. A mészkerülő sziklagyep fontosabb fajai a következők voltak: *Agrostis tenuis*, *Aira caryophyllea*, *Genista pilosa*, *Hieracium bauginiformis*, *Jasione montana*, *Polygonatum odoratum*, *Rumex acetosella*, *Viscaria vulgaris*, *Veronica dillenii*, *Vulpia myuros*, *Cladonia pyxidata*, *C. rangiferina*, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum*. A mészkerülő bokorerdő (*Genisto pilosae*-*Quercetum polycarpae*) fontosabb fajai a következők: *Quercus dalechampii*, *Q. polycarpa*, *Q. pubescens*, *Fraxinus ornus*, *Juniperus communis*, *Anthericum ramosum*, *Genista pilosa*, *Hieracium bauginiformis*, *H. sabaudum*, *H. umbellatum*, *Luzula campestris*, *Polygonatum odoratum*, *Rumex acetosella*, *Sedum maximum*, *Solidago virga-aurea*, *Veronica*

dillenii, *Viola tricolor*, *Viscaria vulgaris*, *Hypnum cupressiforme* és *Polypodium attenuatum*. A transzekt 4 darab 4×4 m-es és 16 darab 1×1 m-es állandó mintanegyzetből állt.

Valamennyi mintanegyzetet évente kétszer, tavasszal és nyáron vizsgáltuk 1991-től 1994-ig. A vizsgálat a társulások szerkezetére és mintázatára, a faji összetételre és borítására terjedt ki.

Értékelési módszer

A négy mintaterület ökotonjainak valamennyi standard kvadrátjáról készült populáció dinamikai felvételezését a klímaváltozás paraméterei szempontjából kellett értékelni. A növénytársulások összetételében és a fajok tömegviszonyaiban beállt elmozdulások objektív értékelésére nem használhattunk műszeres méréseket, mivel nem voltak korábbi terepadatok, amelyeket e célra referenciaként használhattunk. A változások értelmezésére egy bioindikációs rendszert kellett bevezetni, amely magukat a megfigyelt fajokat használta műszernek, azaz biométernek. Ehhez új fogalmakat és új mérési rendszert vezettünk be, annak érdekében, hogy az IGBP GCTE core programja keretében meghirdetett Plant Functional Type fogalomkörét módszertanilag megközelítsük. Így vezettük be a „szociális magatartástípus” – angolul: Social Behaviour Type (SBT) – fogalmát, amelynek végleges változatát az 1991-ben készült vitaindító anyag elkészülte és kritikai megvitatása után 1993-ban végleges formába öntöttünk és könyv alakban megjelentettünk. (Ennek az anyagnak javított és bővített változata angol nyelven 1995-ben jelent meg. Ez a változat a teljes bennszülött magyar flórára és a behurcolt, ill. kultivált növényekre is kiterjed, és összesen 2594 fajt, alfajt és változatot foglal magában.)

Ahhoz, hogy a változásokat ökológiailag sokoldalúan értékelhessük elkészítettük az anyaghoz *Ellenberg* ökológiai mutatószámainak a magyar flórára való alkalmazását. Ez a munka mintegy 1500 fajra nézve követi az *Ellenberg*-féle adatokat, mintegy 150 fajra módosításokat tartalmaz – az adott fajoknak a Pannon-medencében mutatott eltérő ökológiai viselkedése alapján – végül, az *Ellenberg*nél hiányzó több mint 800 fajra teljesen új ökológiai skálarendszert tartalmaz. Ez egy 7 ökológiai karakterre kidolgozott ökológiai mutatószámrendszer, amely 6 ökológiai tényezőre vonatkozóan 9 fokozatú – a vízmutatóra vonatkozóan 12 fokozatú – skálán helyezi el a magyar flóra valamennyi fajtát. Ez az óriási táblázatos anyag, amely több mint 25 000 ökológiai rangkategóriát tartalmaz, nemcsak a mi vizsgálataink számára bizonyult hasznosnak. 1995-ben felkerült a magyar flóra adatbázisára is, és ma már sok kutató alkalmazza társulások és habitatok ökológiai leírására.

Ezzel párhuzamosan elkészült a magyar flóra, valamint a szociális magatartástípusoknak – a behurcolt fajok kivételével összesen 2233 fajnak – az ökológiai térben való elhelyezése és elemzése.

Mindezek az anyagok, azon túlmenően, hogy a kutatási programhoz egy objektív mérési rendszert teremtettek, egyúttal alkalmassá váltak mindenféle termőhely alapállapotának multifaktoriális, számszerű értékelésére és mindenfajta termőhely-átalakulás mértékének és irányának meghatározására. A módszer használata széles körben elterjedt. Számos dokori értekezésben felhasználták, évi idézettsége 10 és 20 között mozog.

Eredmények

Egyévesedés (therofitizáció)

Az ökológiai mérőszámok jó és megbízható indikációkat nyújtottak a vizsgált mintaterületeken történt populációdinamikai elmozdulások természetéről. A szélsőséges kitettségű sziklagyep-bokorerdő ökotonban, a Szársomlyón találtuk a leghatározottabb változást. Itt az 1. ábra tanúsága szerint (lásd függelék) – beleértve bizonyos ingadozásokat is – a hőmutatók csoporttömegre számított átlagértéke (mT) 6-ról, 6,5-re nőtt, miközben a nedvességmutatók tömegátlaga (mW) 4-ről 3,5-re csökkent, tehát megközelítően ugyanolyan mértékben változott, ellenkező irányban. A talaj reakciómutatói átlagértékben számolva 7,2-ről 7,6-ra emelkedtek, ami a nedvességmutató változásával van összhangban. A tápanyag-háztartást indikáló nitrogénmutató meglehetősen tág határok közt ingadozik, a kontinentalitási mutatók átlaga rendkívül erős emelkedést mutat 3,9-ről 4,6-ra és vele tart a fénymutató átlagértékének szintén jelentős emelkedése 6,3-ről 6,9-re.

Ezek a változások egyértelműen a sziklagyep borításának csökkenését és ennek ökológiai hatásait mutatják.

A borítás csökkenése együtt jár a gyeptakaró szerkezeti változásával, nevezetesen az évelő füvek és lágyszárúak, illetve az egyéves növények arányának megváltozásával.

A függelékben található 2. ábra azokat a változásokat mutatja be, amelyek az évelő és az egyéves füvek és a lágyszárú növények relatív borításában következtek be a négy különböző mintaterületen. Tekintetbe véve az egyes években bekövetkezett ingadozásokat is, a változások általános trendje nyilvánvaló: az évelő növények borítása csökkent és a szabaddá váló felszíneket egyre növekvő mértékben foglalták el az egyévesek. Hangsúlyozni kell, hogy ezek az egyévesek nem gyomok, hanem a nyílt sziklagyep természetes pionír elemei. Ez az oka annak, hogy a folyamatot nem tekintjük degradációnak, hanem egy természetes eseménysorozatnak, amelyet therofitizációnak, vagyis „egyévesedés”-nek

nevezünk, és amelyet a szukcesszióknak egy, az őshonos flóra elemeiből, alacsonyabb szintről való újraindulásaként értékelünk.

Hogy e folyamatról faj és populáció szinten is fogalmat nyerjünk, a 3. ábra mutatja az évelő domináns fajok borításának csökkenő tendenciáját olyan fajok esetében, mint a *Festuca dalmatica* és a *Melica ciliata*, továbbá mint a generalista félcserjés *Helianthemum ovatum*. Ezzel egyidejűleg a tömeges megjelenését láthatjuk az egyéves *Medicago minimának*, a Szársomlyó nyílt sziklagyepében.

Még konkrétabb változásokat mutat a 4. ábra, amely a Szársomlyó c67-es számú mintanegyzetéből készült, ahol a geofiton *Iris variegata* populáció lassú növekedése, a törpe tavaszi efemer *Lithospermum arvense* rapszodikus változásai, az egyéves *Medicago minima* és *Orlaya grandiflora* következetesen növekvő populációs trendjei tartanak egyensúlyt az évelő domináns *Melica ciliata* csökkenő populációival. Végül a különböző évelő életformákat képviselő fajok – a félcserjés *Potentilla arenaria* és *Thymus praecox*, a hemikryptophyton *Sedum neglectum* ssp. *sopianae* – populációinak folyamatos csökkenése figyelhető meg, szemben az egyéves *Orlaya grandiflora* populációinak 10 nyílt sziklagyep-mintanegyzet átlagában mutatott határozott kiterjeszkedésével (lásd 5. ábra).

Nyilvánvaló, hogy 4 év megfigyelései és vizsgálatai túl rövid időtartamot fognak át ahhoz, hogy a változások trendjéről messzemenő következtetéseket vonhassunk le. Mégis, megállapítható a *therophytonok* és *geophytonok* borításának világosan megnyilvánuló növekedése, amely változás összhangban van a kelet-szubmediterrán és mediterrán vegetáció általános jellemvonásával. A klímaváltozás a Kárpát-medencében nemcsak melegedő, hanem egyúttal szárazodó tendenciát is mutat. Az 1980-as évek folyamán – 10 éves időszak alatt – kerek egy esztendő átlagos csapadékmennyisége vészett el. Ugyanakkor a sziklagyepekben a változási folyamatba egyetlen idegen faj sem kapcsolódott be, sem régi, sem új elem. Az egyetlen kivétel – mind ez ideig – az egyéves holdvioletnek (*Lunaria annua*), egy kerti dísnövénynek a kiszökése a Mecsekben az olasztölgyes (*Tamo-Quercetum virgilianae*) társulás gyepszintjébe, és a Villányi-hegységben egy gyertyános-tölgyes (*Asperulo taurinae-Carpinetum*) állományba, mindkét helyen igen lokális jelleggel. Ebből az a következtetés vonható le, hogy az őshonos természetes növénytársulások még nem jutottak el a sérülékenységnak arra a fokára, hogy idegen elemeket engedjenek be állományaikba.

Folyondárosodás (lianizáció)

Ezt a folyamatot a Mecsek hegységben, a 400 és 600 m közé eső magassági övben figyeltük meg és tanulmányoztuk déli kitettséű olasztölgyes- (*Tamo-Quercetum virgilianae*) állományban. A referenciául szolgáló felvételi anyagot

Horvát A. O. készítette 1949 és 1960 között és az akkori ismereteknek és cönológiai felfogásnak megfelelően *Orno-Quercetum pubescentis mecsekense*¹ Soó 1961-nek nevezte el.² Ezeket a felvételeket az 1. számú táblázat tartalmazza (lásd függelék). Újabban Kevey és Morschhauser tanulmányozták a társulást ugyanezen területen. Kevey Balázs felvételeiből választottunk ki 10 mintát, amelyek a Horvát-féle felvételekkel megközelítően azonos helyekről származtak. Ezeket találjuk a 2. számú táblázatban *Tamo-Quercetum virgilianae* (Borhidi and Morschhauser 1996) társulásnév alatt. A két különböző név azt sugallja, mintha két különböző társulásról lenne szó, valójában azonban ugyanazt a növényösszetételt tárgyaljuk. Az új név alkalmazását egyrészt az időközben bevezetett nemzetközi nevezéktani szabályok alkalmazása tette szükségessé.³ Másrészt a 40 évvel ezelőtt készített felvételeknél még nem különböztettük meg a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea* csoport: *Q. petraea* s. str., *Q. dalechampii*, *Q. polycarpa*) és a molyhos tölgy (*Quercus pubescens* csoport: *Q. pubescens* s. str., *Q. virgiliana*) kisfajait. Ezek megkülönböztetésére nálunk először Borhidi A. (1969) tett kísérletet.

A társulás megjelenését tekintve a legszembetűnőbb jelenség az erdő cserjeszintének jelentős növekedése, amelyet több liánfaj egyedei fonnak sűrű bozótta. Ezek a liánok a jerikói lonc (*Lonicera caprifolium*), a pirítógyökér (*Tamus communis*), amelyek 3-4 m magasra felkúsznak a cserjékre. Hozzájuk társul az örökzöld borostyán (*Hedera helix*) is, amelyet a korábbi felvételekben nem jeleznek az állományokból, csak az árnyas, üde vagy nedves (mezo- és higrofil) lomberdőkben volt közösleges.

Ha az említett három faj borítási értékeit összevetjük, azt találjuk, hogy az 1949 és 1960 közt készült felvételekben ezek legfeljebb 2 m magasra kúsztak fel, átlagos borításuk pedig nem érte el a minták összterületének 2,5%-át. Ezzel szemben az 1991 és 1994 között készült felvételekben a liánok átlagos borítása meghaladja a mintaterületek egyharmadát (37%), maximális magasságuk pedig a 4,5 m-t. A *Tamus communis* egyedei immár nemcsak a cserjékre, hanem a fák törzsére is felkúsznak. Ezt a jelenséget – amelyhez hasonló trópusi erdőkben lehet tapasztalni a lombkorona megnyitása után – *folydárosodásnak* vagy *lianizációnak* nevezhetjük.

Ezzel a folyamattal egyidejűleg egy másik változás is kiolvasható a táblázatokból: ez pedig a geofiton fajok számának megnövekedése az 1990-es évek-

¹ Horvát A. O.: *A pécsi Mecsek természetes növényösszetevései*. (Phytoassociationes naturales montis Mecsek ad civitatem Pécs in Hungaria.) Pécs, 1946.

² Horvát A. O.: *Die Vegetation des Mecsekgebirges und seiner Umgebung*. Budapest, 1972, Akadémiai Kiadó.

³ Borhidi A. – Thúry B. Zs.: Barkman-Rauschert-Moravec: Code of the Syntaxonomic Nomenclature. Hungarian translation with original examples. In Borhidi A. (ed.): *Critical Revision of the Hungarian Plant Communities*. Pécs, 1996, Janus Pannonius Univ., 7–43.

ben készült felvételekben. Mind a fajok számában (12 korábban nem detektált faj megjelenése!), mind azok borításában jelentős növekedés tapasztalható az 1940-es, 1950-es évek felvételeihez képest.

Mindkét tapasztalt szerkezeti változás a klíma felmelegedésére utal. Mind a liánok, mind pedig a geofitonok a mediterrán vegetáció közönséges szerkezeti elemei és sokkal kevésbé jellemzőek a szubmediterrán termofil lombhullató erdőkre.

Nemzetközi kitekintés

A fent leírt jelenségek és változási tendenciák helyes értékeléséhez érdemes megvizsgálni, hogy milyen hasonló vagy eltérő vegetációs válaszokat tapasztalnak más területek kutatói. Európa nedvesebb, enyhébb telű tájain, így Írországban és Dél-Svájcban a mienkkel egyidejűleg merőben más jellegű változást írtak le a növénytakaróban, nevezetesen a babérlombosodás, a *laurophyllizáció* jelenségét. Ennek lényege abban áll, hogy más tájakról származó örökzöld dísznövények életképessége és agresszivitása megnő, és a kertekből kiszökve meghódítják a természetes erdők aljnövényzetét. Dél-Svájcban főleg a kelet-ázsiai babérlombú fák és cserjék, valamint a pálmák válnak terhes erdei gyomokká (*Elaeagnus latifolia*, *Trachycarpus fortunei*, *Cinnamomum camphora*) a kőrises-bükkösök (*Fraxino-Fagetum*) természetes, sőt védett állományaiban.⁴ Írországban is hasonló folyamat játszódik le. Ott a savanyú talajú nyíres-tölgyesek alját lepi el egy különben gyönyörű virágú cserje, a Fekete-tenger déli partvidékéről származó örökzöld *Rhododendron ponticum*. Hogyan nevezhetjük ezeket az idegen bevándorlók által végrehajtott inváziókat? Talán a növényvilág globalizációjának.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők hálása a Lauphyllisation-Symposium szervezőinek, különösen F. Klötzli professzornak, G.-R. Walter és G. Carraro kollégáknak, a Zürichi Technische Hochschule munkatársainak a szakmai bemutatókért és megbeszélésekért, hasznos tanácsaikért. Az itt bemutatott munka az OTKA 1298 és az OTKA T 1666 támogatásával készült.

⁴ Gianoni, G.-Carraro, G.-Klötzli, F.: Thermophile, an laurophyllen Pflanzenarten reiche Gesellschaften im hyperinsubrischen Seengebiet des Tessins. *Ber. Geobot. Inst. ETH. Zürich*, 1988, Stiftung Rübel, 54. 164-180.; Klötzli, F.: On the global position of the evergreen broad-leaved (non-ombrophilous) forest in the subtropical and temperate zones. *Veröff. Geobot. Inst. ETH. Zürich*, 1988, Stiftung Rübel, 98. 169-196.; Klötzli, F.-Walther, G.-R.-Carraro, G.-Grundmann, A.: Anlaufender Biomwandel in Insubrien. *Verhandl. Ges. f. Ökologie*, 1996, 26. 537-550.

- Bartha D.-Kevey B.-Morschhauser T.-Pócs T.: Hazai erdőtársulásaink. *Tilia*, 1995, 1. 8–86.
- Borhidi A.: *A magyar flóra szociális magatartástípusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai*. Social Behaviour Types of the Hungarian Flora, its naturalness and relative ecological indicator values. Janus Pannonius Tud. Egy. Kiadványai, Pécs, 1993, 95 pp.
- Borhidi A.: Social behaviour types, their naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants of the Hungarian Flora. *Acta Bot. Hung.*, 1995. 39. 97–182.
- Borhidi A.: An annotated checklist of the Hungarian plant communities, I. The non-forest vegetation. In Borhidi A. (ed.): *Critical Revision of the Hungarian Plant Communities*. Pécs, 1996, Janus Pannonius Univ., p. 43–94.
- Borhidi A.–Dénes A.: A Mecsek és a Villányi-hegység sziklagyeptársulásai. (The rock sward communities of the Mecsek and Villány Mts.) *Studia Phytologica Jubilaria*, Pécs, 1997, 45–66.
- Borhidi A.–Kevey B.: An annotated checklist of the Hungarian plant communities, II. The forest vegetation. In Borhidi A. (ed.): *Critical Revision of the Hungarian Plant Communities*. Pécs, 1996, Janus Pannonius Univ., 95–138.
- Borhidi A.–Morschhauser T.: Social Behaviour Types (SBTs) a new tool for assessing naturalness and ecology of plant communities. *Eureco 95 Conf. Proceedings*, 1995, 215.
- Borhidi A.–Morschhauser T.–Albert É.: Global change induced vegetation dynamics in extreme exposed grassland-bushwoodland ecotones. *Eureco 95 Conf. Proceedings*, 1995, 87.
- Borhidi A.–Thúry B. Zs.: Barkman-Rauschert-Moravec: Code of the Syntaxonomic Nomenclature. Hungarian translation with original examples. In Borhidi A. (ed.): *Critical Revision of the Hungarian Plant Communities*. Pécs, 1996, Janus Pannonius Univ., 7–43.
- Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*, 1974. 9. 1–97.
- Ellenberg, H.–Weber, H. E.–Düll, R.–Wirth, W.–Werner, W.–Paulissen, D.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 1991, 18. 1–248.
- Gianoni, G.–Carraro, G.–Klötzli, F.: Thermophile, an lauophyllen Pflanzenarten reiche Gesellschaften im hyperinsubrischen Seengebiet des Tessins. *Ber. Geobot. Inst. ETH*. Zürich, 1988, Stiftung Rübel, 54. 164–180.
- Horvát A. O.: *A pécsi Mecsek természetes növényközvetkezetei*. (Phytoassociationes naturales montis Mecsek ad civitatem Pécs in Hungaria.) Pécs, 1946.
- Horvát A. O.: *Die Vegetation des Mecsekgebirges und seiner Umgebung*. Budapest, 1972, Akadémiai Kiadó.
- Klötzli, F.: On the global position of the evergreen broad-leaved (non-ombrophilous) forest in the subtropical and temperate zones. *Veröff. Geobot. Inst. ETH*. Zürich, 1988, Stiftung Rübel, 98. 169–196.
- Klötzli, F.–Walther, G.-R.–Carraro, G.–Grundmann, A.: Anlaufender Biomwandel in Insubrien. *Verhandl. Ges. f. Ökologie*, 1996, 26. 537–550.
- Landolt, E.: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. *Veröff. Geobot. Inst. Zürich*, 1977, Stiftung Rübel, 64. 1–208.
- Morschhauser, T.: A mecseki Tübes növényzete. *Tilia*, 1995. 1. 199–210.

1. táblázat

Orno-Quercetum pubescentis mecsekense, Soó 1961

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acer campestre	A	-	-	+	-	-	+	-	1	1	-
	B	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	C	+	1	-	+	-	-	-	-	-	-
Fraxinus ornus	A	-	-	+	1	1	1	3	1	1	1
	B	2	2	-	2	1	1	1	-	-	-
	C	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Quercus cerris	A	-	-	+	+	1	-	-	-	-	-
Quercus petraea & dalechampii	A	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-
	B	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	C	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Quercus pubescens & virgiliana	A	4	4	3	3	4	1	5	3	4	4
	B	1	-	+	+	-	-	+	-	-	-
	C	+	+	-	1	-	-	-	-	-	-
Sorbus torminalis	A	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	B	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
	C	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
Tilia tomentosa	A	-	-	+	-	1	+	+	1	1	+
Ulmus minor	A	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Acer tataricum	B	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Cornus mas	B	3	2	1	2	2	1	1	1	1	1
Crataegus monogyna	B	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1
Euonymus verrucosus	B	-	-	+	+	-	-	-	1	-	1
Ligustrum vulgare	B	-	-	+	+	-	-	1	1	1	1
Prunus spinosa	B	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
Rosa arvensis	B	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Rosa canina	B	+	1	+	+	-	-	1	-	-	1
Rosa gallica	B	-	-	+	+	+	-	-	1	1	-
Lonicera caprifolium	B	+	+	+	+	+	1	-	1	1	1
Tamus communis	C	1	+	+	+	+	+	+	-	+	1
Aconitum anthora	C	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Arabis turrita	C	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-
Brachypodium pinnatum	C	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Brachypodium sylvaticum	C	3	3	1	1	1	2	-	3	1	1
Bromus pannonicus	C	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Calamintha clinopodium	C	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Calamintha officinalis	C	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-

<i>Campanula bononiensis</i>	C	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campanula persicifolia</i>	C	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Campanula rapunculoides</i>	C	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Carex flacca</i>	C	2	3	3	-	3	3	-	-	-	-
<i>Carex humilis</i>	C	-	+	-	-	-	3	1	-	4	-
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	C	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Coronilla varia</i>	C	+	1	+	-	+	+	+	-	+	-
<i>Cytisus supinus</i>	C	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
<i>Dactylis aschersoniana</i>	C	1	1	1	+	+	+	+	1	1	-
<i>Dictamnus albus</i>	C	-	+	-	+	+	-	+	-	1	-
<i>Dorycnium herbaceum</i>	C	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Epipactis microphylla</i>	C	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erysimum odoratum</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
<i>Euphorbia cyparissias</i>	C	-	+	+	+	+	+	-	1	1	1
<i>Euphorbia polychroma</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Festuca heterophylla</i>	C	-	+	+	+	+	+	-	-	1	1
<i>Festuca valesiaca</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	3	5	-
<i>Filipendula vulgaris</i>	C	+	-	+	+	+	-	-	1	-	1
<i>Fragaria moschata</i>	C	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Galium lucidum</i>	C	+	1	+	+	1	+	+	1	-	1
<i>Genista nervata</i>	C	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Geum urbanum</i>	C	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Glechoma hirsuta</i>	C	-	+	+	1	-	-	1	1	-	1
<i>Helleborus odoratus</i>	C	+	+	+	1	+	+	+	1	1	1
<i>Helianthemum ovatum</i>	C	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Hieracium bauginii</i>	C	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Iris graminea</i>	C	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Lactuca quercina</i>	C	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lathyrus niger</i>	C	-	-	-	+	+	-	2	-	+	-
<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i>	C	-	-	-	-	+	+	-	1	1	+
<i>Melampyrum nemorosum</i>	C	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Melica uniflora</i>	C	-	-	-	+	-	-	+	-	3	-
<i>Melittis grandiflora</i>	C	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Platanthera bifolia</i>	C	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Polygonum dumetorum</i>	C	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-
<i>Sedum maximum</i>	C	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Silene viridiflora</i>	C	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Stellaria holostea</i>	C	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Symphytum tuberosum</i>	C	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>Teucrium chamaedrys</i>	C	+	-	+	+	+	-	-	-	1	-
<i>Trifolium alpestre</i>	C	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Verbascum austriacum</i>	C	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	C	+	-	+	+	+	-	-	-	1	-
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	C	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Viola alba</i>	C	+	+	+	+	+	+	1	-	-	-

2. táblázat

Tamo-Quercetum virgilianae, Borhidi et Morschhauser 1996

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fraxinus ornus	A1	+	+	1	1	2	2	3	2	2	1
	A2	2	2	1	1	+	+	+	+	+	2
	B1	2	2	+	2	1	1	1	+	+	+
	B2	+	+	2	+	+	2	2	2	1	2
	C	+	+	+	+	1	+	+	+	1	+
Quercus cerris	A1	-	+	+	+	1	1	+	+	-	+
	A2	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	B1	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
	B2	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
	C	+	+	+	+	1	1	+	+	+	3
Quercus dalechampii	A1	1	1	2	2	+	3	-	1	+	-
	A2	+	-	-	-	1	-	-	+	-	-
	B1	1	+	1	-	-	+	-	-	+	-
	B2	-	1	+	1	-	1	-	2	-	-
	C	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-
Quercus virgiliana	A1	4	4	3	3	4	1	5	3	4	4
	A2	+	-	-	1	-	1	-	-	-	-
	B1	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	B2	+	-	-	1	1	2	1	+	+	+
	C	+	+	+	+	+	+	+	1	1	+
Quercus pubescens	A1	1	-	+	+	-	-	+	-	1	-
	B2	+	1	1	1	-	-	+	-	+	2
	C	+	+	-	1	+	-	-	-	-	-
Sorbus domestica	A2	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	B1	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	B2	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
	C	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Sorbus torminalis	A1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	A2	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	B1	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
	B2	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-
	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Tilia tomentosa	A1	-	-	-	-	1	-	-	1	1	-
	A2	-	-	+	-	+	1	1	-	-	-
	B1	-	-	1	-	+	+	+	+	-	1
	B2	-	-	+	-	2	1	1	1	2	+
	C	+	+	-	1	+	-	-	+	+	1

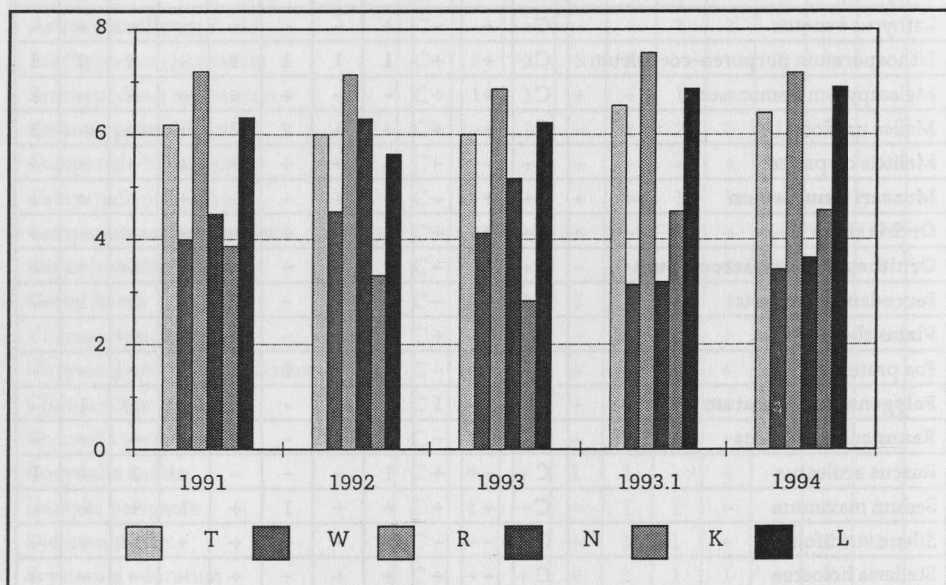
Acer campestre	B1	-	+	+	-	-	+	-	1	1	-
	B2	-	+	+	+	-	+	-	1	1	1
Cornus mas	B1	3	2	1	2	2	2	2	1	1	2
	B2	+	+	2	+	1	+	+	2	2	+
	C	+	+	+	+	+	+	1	1	2	+
Crataegus monogyna	B1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1
	B2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2
Euonymus verrucosa	B2	+	+	1	1	1	1	+	+	-	1
	C	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Ligustrum vulgare	B1	+	+	1	1	1	+	+	+	+	1
	B2	1	1	2	+	2	2	+	+	+	+
	C	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Prunus spinosa	B1	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
	B2	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	C	1	1	+	+	-	-	1	+	1	-
Pyrus pyraeaster	B1	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-
	B2	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
	C	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+
Rosa arvensis	B1	+	+	+	+	-	-	-	1	-	1
	B2	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-
	C	+	+	+	-	-	1	+	+	-	+
Rosa canina	B1	+	1	+	+	-	-	1	-	-	1
	B2	-	+	+	1	+	-	-	-	1	+
	C	1	1	+	+	+	1	+	-	+	+
Rosa gallica	B2	-	-	-	+	+	-	-	1	1	-
Viburnum lanata	B1	1	1	2	2	-	-	-	1	2	2
	B2	2	+	+	+	-	-	-	+	+	+
	C	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Hedera helix	B2	+	1	1	-	-	+	-	-	-	1
	C	+	+	1	+	-	+	-	-	-	+
Lonicera caprifolium	B1	1	1	+	+	1	-	-	-	-	1
	B2	2	2	1	3	2	1	1	2	2	1
	C	+	1	2	+	-	2	2	-	-	-
Tamus communis	B1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1
	C	1	2	2	2	3	3	1	1	+	2
Aconitum anthora	C	-	-	+	1	-	-	-	+	-	+
Adonis vernalis	C	-	-	-	-	-	-	-	+	1	1
Ajuga genevensis	C	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-
Alliaria petiolata	C	+	+	1	1	+	+	+	+	-	+

Allium oleraceum	C	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
Anacamptis pyramidalis	C	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Anthericum ramosum	C	-	+	+	-	-	-	-	1	+	+
<i>Arabis turrita</i>	C	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Arum maculatum s. str.	C	+	+	-	-	1	1	+	-	-	-
<i>Brachypodium pinnatum</i>	C	2	2	3	1	-	-	1	+	-	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	C	1	1	+	+	1	+	+	-	-	+
Bromus pannonicus	C	-	1	-	2	2	1	1	-	-	1
<i>Campanula bononiensis</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Campanula persicifolia</i>	C	+	+	+	+	1	1	+	-	-	+
<i>Campanula rapunculoides</i>	C	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Carex humilis	C	-	+	-	-	-	3	1	-	4	-
Carex flacca	C	2	2	3	+	3	3	+	+	-	+
<i>Chamaecytisus supinus</i>	C	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>	C	+	+	+	-	+	+	1	-	-	1
<i>Clinopodium vulgare</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Coronilla varia</i>	C	+	1	+	-	-	-	+	-	-	-
Corydalis solida	C	+	+	1	1	-	+	+	-	-	-
<i>Dactylis polygama</i>	C	1	+	+	1	1	+	+	1	1	-
<i>Dictamnus albus</i>	C	+	+	+	1	1	+	1	1	2	1
<i>Erysimum odoratum</i>	C	+	+	+	1	1	1	+	+	-	+
<i>Euphorbia cyparissias</i>	C	-	+	+	+	+	+	-	1	1	1
<i>Euphorbia polychroma</i>	C	+	+	+	+	-	-	-	+	1	1
<i>Fallopia dumetorum</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Festuca heterophylla</i>	C	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Festuca rupicola</i>	C	-	-	-	-	-	-	-	3	5	-
<i>Festuca valesiaca</i>	C	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Filipendula vulgaris</i>	C	+	-	+	+	1	1	-	1	-	1
<i>Fragaria vesca</i>	C	-	+	+	+	+	1	+	-	-	-
<i>Fragaria viridis</i>	C	+	-	-	-	+	1	-	-	-	-
<i>Galium lucidum</i>	C	+	1	+	+	1	1	+	1	1	1
<i>Genista ovata</i> ssp. <i>nervata</i>	C	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Geranium sanguineum</i>	C	+	1	1	+	-	-	-	-	-	-
<i>Geum urbanum</i>	C	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
<i>Glechoma hirsuta</i>	C	+	+	+	1	+	+	1	1	-	1
<i>Helleborus odoratus</i>	C	+	+	+	1	+	+	+	1	1	1
<i>Hieracium bauhini</i>	C	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Inula spiraeifolia</i>	C	1	1	-	-	+	-	-	-	-	1
Iris graminea	C	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-
Iris variegata	C	-	-	-	-	-	-	-	1	+	+
<i>Lactuca quercina</i> ssp. <i>sagittata</i>	C	+	+	+	+	1	+	-	-	-	1

<i>Laser trilobium</i>	C	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Laserpitium latifolium</i>	C	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Lathyrus niger</i>	C	-	-	+	+	+	-	2	-	-	+
<i>Lathyrus pannonicus</i>	C	+	+	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Lathyrus venetus</i>	C	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lithospermum purpureo-coeruleum</i>	C	+	+	1	1	1	1	+	2	2	1
<i>Melampyrum nemorosum</i>	C	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Melica uniflora</i>	C	+	+	+	+	2	2	+	-	-	3
<i>Melittis carpatica</i>	C	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
Muscari tenuiflorum	C	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+
Orchis simia	C	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+
Ornithogalum sphaerocarpum	C	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
<i>Peucedanum cervaria</i>	C	+	-	-	-	-	-	-	1	1	+
Platanthera bifolia	C	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	C	+	-	+	+	1	1	-	-	-	-
Polygonatum odoratum	C	1	1	-	-	-	-	-	1	1	-
Ranunculus illyricus	C	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
<i>Ruscus aculeatus</i>	C	-	+	1	-	-	-	-	2	-	1
<i>Sedum maximum</i>	C	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+
<i>Silene viridifolia</i>	C	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
<i>Stellaria holostea</i>	C	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Symphytum tuberosum</i>	C	1	1	+	1	+	+	+	-	-	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>	C	1	1	+	+	+	1	1	2	2	+
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	C	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-
<i>Trifolium alpestre</i>	C	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Verbascum austriacum</i>	C	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	C	+	-	+	+	+	-	-	-	1	-
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	C	1	1	+	+	1	1	+	+	-	+
<i>Viola alba</i>	C	+	1	+	+	1	1	1	+	-	+
<i>Viola odorata</i>	C	1	+	+	1	+	-	-	-	-	1
<i>Waldsteinia geoides</i>	C	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2

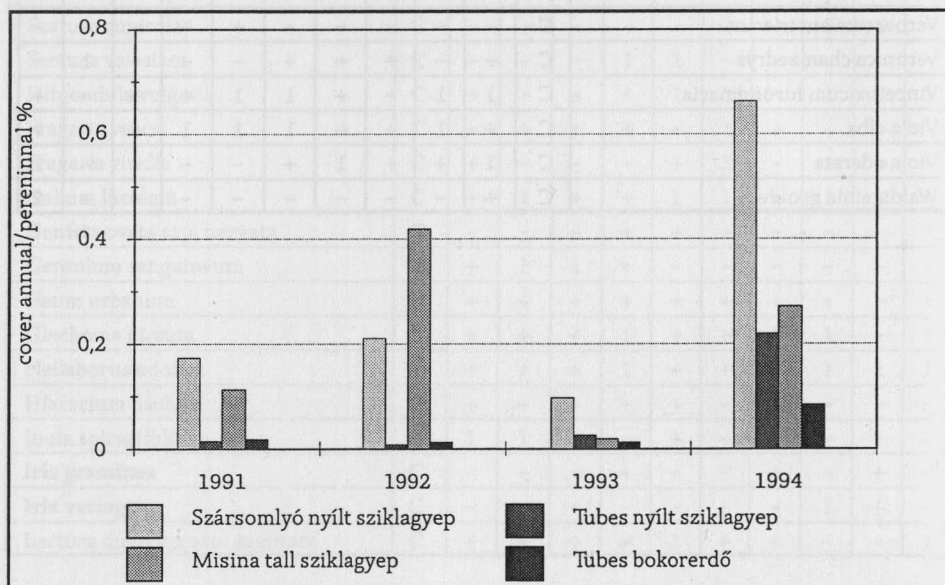
1. ábra

Az ökológiai mutatók változása a Szársomlyó sziklagyep-bokorerdő ökotonjában



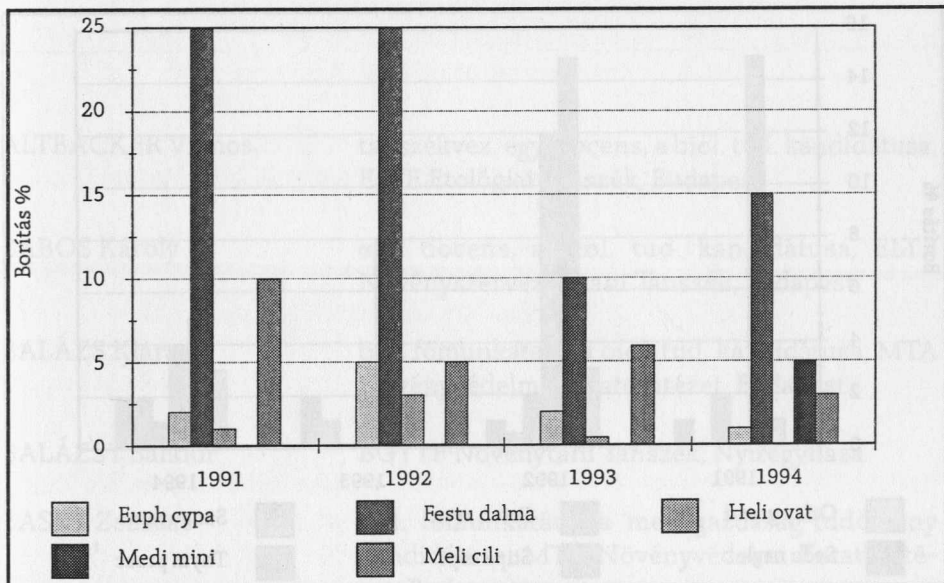
2. ábra

Változások az évelő és az egyéves fűek és lágyszárú növények relatív borításában



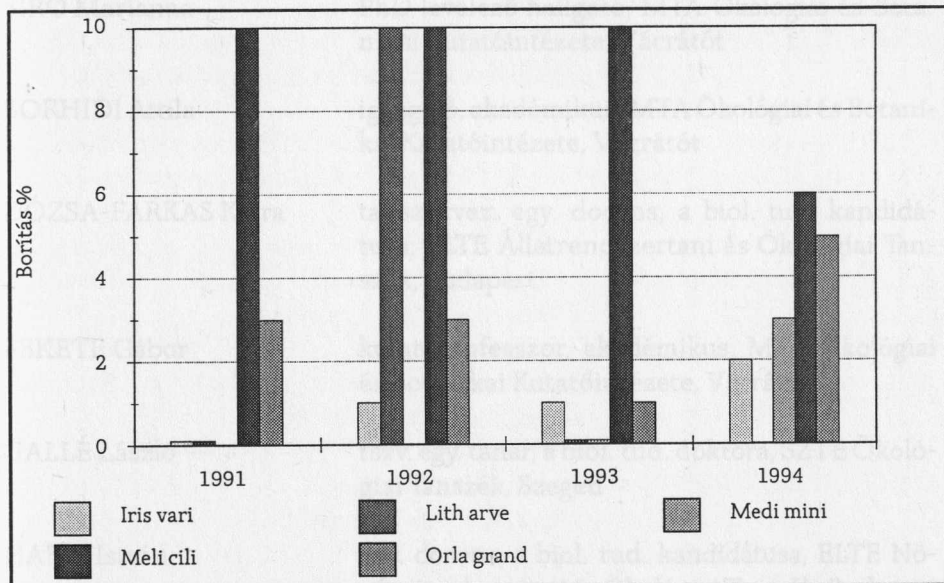
3. ábra

Szársomlyó nyílt sziklagyep (gyepszint)



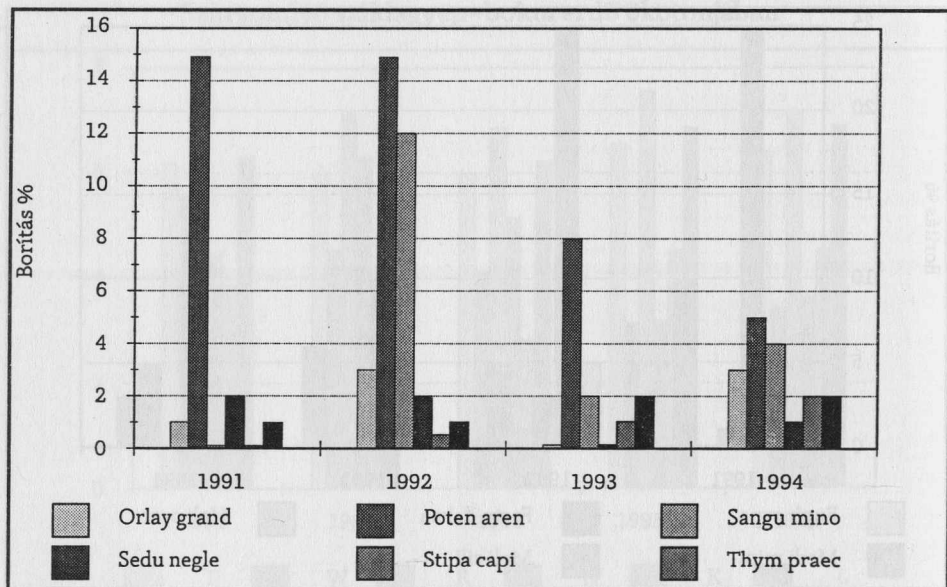
4. ábra

Szársomlyó nyílt sziklagyep (gyepszint)



5. ábra

Szársomlyó nyílt sziklagyp (gyepszint)



A kötet szerzői

ALTBÄCKER Vilmos	tanszékvez. egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, ELTE Etológiai Tanszék, Budapest
BABOS Károly	egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, ELTE Növény szerkezet-tani Tanszék, Budapest
BALÁZS Klára	tud. főmunkatárs, a biol. tud. kandidátusa, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
BALÁZSY Sándor	BGYTF Növénytani Tanszék, Nyíregyháza
BASKY Zsuzsa	tud. főmunkatárs, a mezőgazdaság-tudomány kandidátusa, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
BÍRÓ Borbála	tud. főmunkatárs, a biol. tud. kandidátusa, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest
BÍRÓ Marianna	PhD levelező hallgató, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
BORHIDI Attila	igazgató, akadémikus, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
DÓZSA-FARKAS Klára	tanszékvez. egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest
FEKETE Gábor	kutatóprofesszor, akadémikus, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
GALLÉ László	tszv. egy. tanár, a biol. tud. doktora, SZTE Ökológiai Tanszék, Szeged
HAHN István	egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest

JAKUCS Erzsébet	egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, ELTE Növény szerkezet-tani Tanszék, Budapest
JAKUCS Pál †	egy. tanár, akadémikus, Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék, Debrecen
JENSER Gábor	tud. tanácsadó, a mezőgazdaság-tudomány doktora, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
JERMY Tibor	akadémikus, ny. intézetigazgató, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
KÁDÁR Ferenc	tud. segéd munkatárs, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
KÁRÁSZ Imre	tanszékvez. főisk. tanár, a biol. tud. kandidátusa, Eötvös Környezettudományi Tanszék, Eger
KERTÉSZ Miklós	tud. főmunkatárs, a biol. tud. kandidátusa, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót
KISS Balázs	tud. munkatárs, PhD, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
KOVÁCSNÉ LÁNG Edit	tud. tanácsadó, tud. osztályvezető, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
KOZÁR Ferenc	tud. tanácsadó, a mezőgazdaság-tudomány doktora, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
KRÖEL-DULAY György	tud. munkatárs, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
KUN András	tud. munkatárs, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
LHOTSKY Barbara	tud. ösztöndíjas, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót

MARGÓCZI Katalin	egy. adjunktus, Szegedi Tudományegyetem Ökológiai Tanszék, Szeged
MARKÓ Viktor	Kertészeti és Élelmiszer-ipari Egyetem Rovartani Tanszék, Budapest
MOLNÁR Edit	tud. főmunkatárs, PhD, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
MOLNÁR Zsolt	tud. munkatárs, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót
MORSCHHAUSER Tamás	egy. adjunktus, a biol. tud. kandidátusa, Janus Pannonius Tudományegyetem Növénytani Tanszék, Pécs
O'HEIX Bruno Charles	vendégkutató, PhD, Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék, Debrecen
PAPP Mária	egy. docens, PhD, Debreceni Egyetem Növénytani Tanszék, Debrecen
RAJKAI Kálmán	tud. tanácsadó, a mezőgazd. tud. doktora, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest
RÉDEI Tamás	PhD-hallgató, ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest
SALAMONNÉ ALBERT Éva	egy. adjunktus, PhD, Janus Pannonius Tudományegyetem Növénytani Tanszék, Pécs
SAMU Ferenc	tud. főmunkatárs, a biol. tud. kandidátusa, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
SZABÓ László	tud. munkatárs, Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék, Debrecen
SZENTESI Árpád	egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
SZENTKIRÁLYI Ferenc	tud. munkatárs, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest

SZŐCS Gábor	tud. főmunkatárs, a mezőgazdaság-tudomány kandidátusa, MTA Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest
TÓTH János Attila	egy. docens, a biol. tud. kandidátusa, Debreceni Egyetem, Ökológiai Tanszék, Debrecen
TÓTHMÉRÉSZ Béla	a biol. tud. doktora, Debreceni Egyetem Ökológiai Tanszék, Debrecen
TÖRÖK János	tud. főmunkatárs, a biol. tud. kandidátusa, ELTE Állatrendszertani és Ökológiai Tanszék, Viselkedésokológiai Csoport, Budapest
TÖRÖK Katalin	tud. főmunkatárs, PhD, MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót

Ára: 440 Ft

