

VÁLOGATÁS AZ MTA ÖKOLÓGIAI ÉS BOTANIKAI
KUTATÓINTÉZETE KUTATÁSI EREDMÉNYEIBŐL, 2005

VÁLOGATÁS AZ MTA ÖKOLÓGIAI ÉS BOTANIKAI KUTATÓINTÉZETE KUTATÁSI EREDMÉNYEIBŐL, 2005

Szerkesztette:

TÖRÖK KATALIN és KOVÁCSNÉ LÁNG EDIT



Vácrátót, 2005

Válogatás az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete
kutatási eredményeiből
2005

Szerkesztette:
TÖRÖK KATALIN és KOVÁCSNÉ LÁNG EDIT

©MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete,
Vácrátót, 2005

ISBN 963 8391 31 6

Borító:
BALOGH JÓZSEF

© MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 2005

Címlap térkép:
KERTÉSZ MIKLÓS

Hátlap fotók:
KÓSA GÉZA és TÖRÖK KATALIN

Nyomdai előkészítés, gyártás:
WinterFair Kft.,
Szeged, Kossuth sgt. 72/e
www.winterfair.hu

TARTALOMJEGYZÉK

TÖRÖK KATALIN, KOVÁCSNÉ LÁNG EDIT, KERTÉSZ MIKLÓS, BOTTA-DUKÁT ZOLTÁN:	
Bevezető	7
KRÖEL-DULAY GYÖRGY, KERTÉSZ MIKLÓS: Szimuláció és mérés technika-fejlesztés	
a klímaváltozás ökológiai hatásainak vizsgálatára	11
MOLNÁR ZSOLT: Élőhelyterképezés módszerének fejlesztése	17
OERTEL NÁNDOR, NOSEK JÁNOS: Makroszkopikus vízi gerinctelen állatok	
vizsgálata a Dunában	23
HORVÁTH FERENC: Innovációs eredmények a természetes erdő-ökoszisztémák kutatásában	27
BERCZIK ÁRPÁD, GUTI GÁBOR: A Szigetköz ökológiai vízigényének meghatározása,	
különös tekintettel a szlovák-magyar tárgyalások folytatására	33
DINKA MÁRIA, ÁGOSTON-SZABÓ EDIT: Nagyüzemi aratás hatásai a fertői nádasállomány	
reprodukciós folyamataira	37
TÖRÖK KATALIN: Sérült területek rehabilitációja	45
KÓSA GÉZA: A Botanikus Kert szerepe a biológiai sokféleség megőrzésében	51

BEVEZETŐ

TÖRÖK KATALIN, KOVÁCSNÉ LÁNG EDIT, KERTÉSZ MIKLÓS és BOTTA-DUKÁT ZOLTÁN

Ökológia és innováció – van kapcsolat közöttük?

Első hallásra nehezen kapcsoljuk össze az innovációt az ökológiai kutatásokkal. Ha meg- nézzük azonban az innovációs törvény¹ bevezetőjének szövegét, kiderül, hogy az inno- vációnak a gazdaság fenntartható fejlődést szolgáló növekedése a célja. Az EU lisszaboni célkitűzései – vagyis a tudáson alapuló gazdasági versenyképesség javítása – mellett a gö- teborgi nyilatkozatnak is meg akar felelni, mely a biológiai sokféleség csökkenésének 2010-ig történő megállítását tűzi ki célul. Vagyis, az innovációnak a **gazdasági, társadalmi és környezeti szempontból egyaránt fenntartható fejlődési** pályát kell szolgáltatnia. Ennek megvalósítása azonban nem képzelhető el a természeti környezet állapotának figyelem- bevétele nélkül. Vajon gazdaság-központú társadalmunkban fontosak-e egyáltalán ezek a szempontok?

Egy család, közösség, ország jólétét elsősorban gazdasági sikerével mérik. A gazdasági siker viszont nem maga a „jólét”, hanem csak annak egyik fontos feltétele. A **jóléthez** ter- mészetesen hozzátartozik a javakhoz való hozzáférés (élelmiszer, lakás, ruházat, árucik- kek), de emellett még része a biztonság, az egészség, a jó szociális kapcsolatok, a **környe- zet minősége** és végül a választás és cselekvés szabadsága a személyes és közösségi érté- kek alapján.

A környezet jó minőségén ma a közvélemény elsősorban azt érti, hogy közvetlen egészségkárosító hatás lakó- és munkahelye környékén ne lépjen fel. Ennél azonban sok- kal tágabb jelentése van, az egyre gyakoribb, sokszor katasztrofális hatású környezeti rendellenességek sokszor visszavezethetők olyan ökológiai összefüggésekre, melyek elindítója az ember. Ezeket a szakirodalom „**ökológiai meglepetéseknek**” nevezi. Ha ötven évvel ezelőtt azzal riogat valaki, hogy nem lehet aludni egyet az erdőszélen a betegsége- ket terjesztő **kullancsok** miatt; hogy az Alföldön nem ihatnak kútvizet a csecsemők a **nit- rárt tartalom** miatt; hogy soha nem látott **árvizeket** szenvedünk el a leirtott erdők miatt; hogy nyár végén minden ötödik ember szenved egy amerikai eredetű gyomnövény pol- lenje okozta **allergia** miatt, akkor annak aki ilyen jóslatokat mond, nem hittek volna, sőt, rémhírterjesztőnek tartották volna. Mi pedig észre sem vesszük, hogy fokozatosan egyre **barátságatlanabbá** válik számunkra a természeti környezet, mégpedig úgy, hogy mi tesszük azzá. A **környezeti válság nem csak fenyeget minket, hanem már benne is élünk.**

¹ 2004. évi CXXXIV. törvény a kutatás-fejlesztésről és a technológiai innovációról

Ökoszisztéma szolgáltatások

A bioszféra, illetve annak elemei, az ökoszisztémák levegőt, élelmiszert, vizet, fát, rost-anyagot, tüzelőanyagot szolgáltatnak az emberek számára a tápanyagciklusokon, talajképződésen, növényi és állati produkción keresztül, emellett szabályozzák a klímát, az élelmiszertermelést, a kórokozók előfordulását, tisztítják a vizet, továbbá kulturális javakkal is szolgálnak, elősegítve a pihenést, tanulást, esztétikai és szellemi épülést. A fentieket együttesen ökoszisztéma szolgáltatásoknak nevezzük. Eme szolgáltatások nélkül az embernek nemcsak a jóléte, de fizikai fennmaradása sem képzelhető el. Az ökoszisztéma szolgáltatásoknak csak egy része biztosít közvetlen gazdasági hasznot, nagyobb részéről csak akkor veszünk tudomást, amikor a szolgáltatás sérül (pl. vizek öntisztulása, erdők vízvisszatartása).

Állami feladat

Kelet-Közép-Európában a társadalom hagyományosan sokat vár el az államtól, de ami a biztonságot, egészséget, és általában a jólét nem gazdasági aspektusait illeti, minden társadalom **az államtól várja el**, hogy ezeknek legalább a feltételeit biztosítsa. Az államok, jól-rosszul, igyekeznek megfelelni ezeknek az elvárásoknak. Így nem véletlen, hogy a jóléttel oly szoros kapcsolatban álló, de rövid távon gazdaságilag nem megtérülő ökológiai kutatások fő **megrendelője az állam**. Így a kutatás eredménye is elsősorban az állami szférán keresztül jelenik meg a társadalomban: programok, felmérések, döntéselőkészítő tanulmányok, jogszabályok, irányelvek, vagy akár nemzetközi szerződések formájában.

Ehhez a társadalmi szerephez kapcsolódik az ökológiai kutatások egy másik fontos aspektusa: **a lokalitás**. Míg a matematikai vagy anyagtudományi kutatások témaköre teljesen nemzetközi, addig az ökológia kutatásoknak van egy sajátos plusz feladata is: adott területek és régiók, esetünkben Magyarország természeti környezetének vizsgálata, értékeinek felmérése, megismertetése. Ez a munka ránk vár, és eredménye nem egyes gazdasági szervezetek hasznában jelenik meg, hanem lokális, regionális és országos szinten az életminőség hosszú távú befolyásolásán keresztül.

Milyen folyamatok veszélyeztetik az ökoszisztéma szolgáltatásokat?

A technikai fejlődés és az emberiség lélekszámának növekedése következtében, az emberi tevékenység ma már nem csak lokális, hanem globális léptékű környezeti változásokat is képes előidézni, amelyeket összefoglaló néven globális változásnak (Global Change) neveznek. A globális változás legfontosabb elemei **a környezetszennyezés, a globális klímaváltozás, a tájhasználat változás, a biodiverzitás csökkenése és a biológiai inváziók**. A globális változás elemei egymással is szoros kölcsönhatásban vannak: például a CO₂ kibocsátás, vagyis a szennyezés a klímaváltozás előidézője, ami maga után vonja a tájhasználat megváltozását, ami viszont az életközösségek biodiverzitásának csökkenését, funkcióik megváltozását okozhatja.

A **globális változások** bizonyítottan veszélyeztetik az ökoszisztéma szolgáltatásokat. Az ENSZ által megrendelt legújabb elemzés állítása szerint (Millenium Ecosystem Assessment², 2005) a vizsgált szolgáltatások 60%-a sérült vagy nem fenntartható módon használt az utóbbi 50 évben. A szolgáltatások közül kizárólag az élelmiszer-produkció nőtt. Az ökoszisztémák működésének ilyen mérvű sérülése következményeinek hosszú távú elemzésére az ökológiai szemlélet alkalmazására, **ökológiai kutatásokra** van szükség. Habár az egyes konkrét projektek általában csak a globális változás egy-egy elemének hatását vizsgálják, fontos hogy az eredmények értelmezésekor ne tévesszük szem elől a közöttük lévő kölcsönhatásokat.

Legfontosabb hazai ökológiai problémák

A globális változás elemei közül a legközismertebb az **éghajlat megváltozása**, ami az ökoszisztéma szolgáltatásokra részben a tájhasználat megváltozásán, részben az életközösségek összetételének, biodiverzitásának megváltoztatásán keresztül hat. Míg a tájhasználat várható változásairól tartalmaznak előrejelzéseket a különböző klímaváltozási-forogatókönyvek, a hazai életközösségek szerkezetének várható változását az ökológusoknak kell előre jelezni. A klímaváltozásnak hazai következményei is lesznek, amelyek a társadalom működésének számos területét érintik. Nem véletlen, hogy jelentős kutatási erőket vontak össze a következmények komplex elemzésére a VAHAVA³ projekt keretében. Az ÖBKI munkatársai elsősorban a természetes ökoszisztémák szempontjából közelítik meg a klímaváltozás kutatását.

A **tájhasználat változása**, a természeti táj tönkretétele során a korábbi életközösséget egy másfajta, többnyire szegényesebb életközösség váltja fel. Nyilvánvalóan más ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújt egy erdő, mint egy gyepterület, egy szántóföld vagy egy ipari, kereskedelmi övezet, így a tájhasználat-változás az ökoszisztéma szolgáltatások megváltozásával, gyakran a szintjük drasztikus csökkenésével jár. Erre példa, hogy folyóink határon túli vízgyűjtőterületén végzett erdőirtások miatt lecsökkent a vízgyűjtőterületek vízvisszatartó képessége, így a nagyobb esőzések után a korábbinál gyorsabban lezúdulnak az árvi-zek. A rendszerváltást követően megváltozott a tulajdonosi szerkezet a mezőgazdaságban, ami tájhasználat változással, elsősorban a nem művelt, parlag területek kiterjedésének növekedésével járt. Az EU csatlakozással párhuzamosan további változások, elsősorban a művelés intenzitásának csökkenése, a szántó területek visszaszorulása várható. Nem mindegy, hogy a szántóföldi művelés alól kivont területek allergén pollent termelő gyomtengerré vagy értékes, ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtó gyeppé, erdővé alakulnak.

Az ökoszisztéma szolgáltatások szintjét nem csak az életközösségek típusa, hanem azok belső összetétele, biodiverzitása is befolyásolja. Minél gazdagabb, szervezettebb egy közösség, annál magasabb szinten és biztonságosabban, önfenntartó módon képes az ökoszisztéma szolgáltatásokat nyújtani. Ezért a biodiverzitás csökkenés megállítása, illetve ahol lokálisan ez lehetséges, visszafordítása az ökológiai kutatások központi kérdése. A probléma jelentőségét bizonyítja, hogy a világ legnagyobb egyezménye, a Biológiai Sokféleség Egyezmény⁴, ennek orvoslására szerveződött.

² <http://www.millenniumassessment.org/en/Products.Synthesis.aspx>

³ <http://www.vahava.hu>

⁴ Eddig 168 ország írta alá, <http://www.biodiv.org>

A biodiverzitás csökkenésének a természetes élőhelyek beszűkülése mellett a behurcolt fajok elszaporodása, a biológiai invázió is oka és következménye. A kontinensek közötti utazások nyomán számos faj kerül közvetlen vagy közvetett emberi tevékenység nyomán eredeti élőhelyétől távoli területre. Sajnos ez nem jelenti az új területek élővilágának gazdagodását, mert a behurcolt fajok megszabadulva természetes ellenségeiktől versenyelőnybe kerülnek az őshonos fajokkal szemben, és kiszorítják azokat. Az inváziós fajok megváltoztatva az életközösség összetételét, csökkentve a biodiverzitást, egyúttal az ökoszisztéma szolgáltatásokat is hátrányosan befolyásolják. Ezenkívül, mint gyomnövények és allergén pollent termelő növények (a parlagfű is a behurcolt, inváziós fajok közé tartozik!) közvetlen gazdasági kárt is okoznak. Az USA-ban a nem őshonos fajok évente több mint 137 milliárd dollár gazdasági és természeti kárt okoznak.

Az **eutrofizáció** megnövekedett tápanyagterhelést jelent. Ez előfordulhat felszíni vizekben és a talajban is. Vizekben a növényi tápanyagok (elsősorban a foszfor és a nitrogén) feldúsulása következtében tömeges mértékben elszaporodnak az elsődleges termelő szervezetek, a víz minősége átalakul. Emlékezzünk még a Balaton ilyen problémájára az 1980-as években, melynek kezelésére alakították ki a Kis-Balaton víztározót a Zala folyón érkező tápanyagok visszatartására. A szárazföldi eutrofizációval foglalkozó ökológiai kutatásokkal csak a közelmúlt szakirodalmában találkozhatunk. A megnövekedett tápanyagmennyiség (elsősorban nitrogénvegyületek) eredhet légköri szennyezőanyagok ülepedéséből, vagy mezőgazdasági termelésből (műtrágya túlzott használata). Eredményeképpen a nagyobb tápanyagigényű, többnyire gyors növekedésű gyomok, akár invázív növények eluralkodása következik be.

Az MTA ÖBKI innovációs tevékenysége

Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, az életközösségek összetételére, működésére vonatkozó alapkutatásai mellett, kutatási projektjeiben a fenti ökológiai problémákra fókuszál, vagyis a klímaváltozásra, a biodiverzitás csökkenésére, a biológiai invázióra, az eutrofizációra, a tájhasználat változás következményeire. Így kutatási eredményei közvetlen társadalmi, és közvetett, hosszú távon érvényesülő gazdasági haszonnal járnak. Kutatásaink nem csak a konkrét környezeti problémákkal kapcsolatos ökológiai folyamatok feltárására, a problémák kezelésére vonatkoznak, hanem a komplex élő rendszerek megfigyelésére szolgáló módszerek fejlesztésére is. Az alábbiakban néhány konkrét projekt keretében mutatjuk be az ÖBKI legutóbbi 5-8 évben elért eredményeit.

SZIMULÁCIÓ ÉS MÉRÉSTECHNIKA-FEJLESZTÉS A KLÍMA-VÁLTOZÁS ÖKOLÓGIAI HATÁSAINAK VIZSGÁLATÁRA*

KRÖEL-DULAY GYÖRGY és KERTÉSZ MIKLÓS

A klímaváltozás ökológiai hatásai

Napjainkban egyre nyilvánvalóbbá válik hogy a földi klíma, és ezen belül a Kárpát-medence klímája változik. A 20. század folyamán 0,7 °C-kal emelkedett a földi és a kárpát-medencei átlaghőmérséklet, miközben az éves csapadékösszeg a Kárpát-medencében kis mértékben csökkent. Az előrejelzések szerint a 21. században 1,4–5,8 °C-os földi hőmérséklet-emelkedés várható. Az átlagok megváltozása mellett rövid távon még fontosabb lehet az időjárási anomáliák, a szélsőséges időjárási események (aszály, intenzív esőzés, kánikula) gyakoribbá válása.

A klímaváltozás fent említett jelenségei befolyásolják mindennapi életünk számos vonatkozását és a gazdaság különböző szektorait. Az ember által fenntartott mesterséges ökológiai rendszerek (pl. mezőgazdasági, erdészeti kultúrák) többsége érzékeny ezekre a változásokra, illetve **szélsőségekre** és gyakran drasztikus és azonnali válaszreakciókat tapasztalunk. Ezzel szemben a természetes ökológia rendszerek természetüknél fogva változékonyak és bizonyos fokig **adaptálódtak** a változékony környezeti feltételekhez. Hogy miért fontos a természetes ökoszisztémák klímaváltozásra adott válaszreakcióinak ismerete? Részben mert a természetes rendszerek viselkedése támpontokat és ötleteket adhat a társadalmi és gazdasági élet különböző területein alkalmazandó stratégiáról, de talán leginkább azért, mert társadalmi és gazdasági életünk ezer szállal kötődik a természeti környezethez és függ attól.

Különösen érzékenyen érinti a klímaváltozás az ökológiai szempontból átmeneti jellegű, **erdőssztyepp** zónába tartozó alföldi élőhelyeket. Ennek a biogeográfiai régióknak vizsgálata azért is érdemel kiemelt figyelmet, mert várhatóan az erdőssztyepp fog eluralkodni a Kárpát-medencében (MÁTYÁS 2004, KOVÁCSNÉ LÁNG és mtsai 2005). Kutatásaink a Duna–Tisza közti Homokhátság területére koncentrálnak, amelynek egyik különlegessége a természeti adottságok és tájhasználati módok változatossága által kialakított rendkívüli mozaikosság. Ez a régió nem csak környezeti változatosság és szélsőségek szempontjából érdekes terület, hanem a már eltűnőben levő tanyavilág által meghatározott speciális társadalmi-gazdasági környezet miatt is.

* A kutatásokat támogató pályázatok: OTKA T 032319, OTKA T 034790, OTKA D 42225, NKFP-3B/0008/2002, NKFP6-013/2005, EU FP5 EVK2-2000-22108.

Két hosszú távú projekt keretében kutatjuk egyrészt lokálisan a kísérletesen szimulált klímaváltozás hatását természetközeli erdőssztyepp ökoszisztémákra, másrészt táji léptékben az évek közötti variabilitás hatását a különböző természetes és mesterséges ökoszisztémákat tartalmazó tájmozaik szén-körforgalmára.

Szimulációs ökológiai kísérletek

Európai együttműködésben vizsgáljuk a szárazodás és a melegedés hatását homokpusztagyep és fehér nyár sarjak alkotta cserjés mozaikos vegetációjában. A **szárazságkezelt** parcellák fölé – eső esetén – automatikusan egy átlátszó műanyag fólia húzódik az év egy szakaszában, ami megakadályozza a csapadék talajfelszínre jutását. A **hőkezelt** parcellák fölé minden éjszaka egy hővisszaverő fólia húzódik, ami visszaveri a kisugárzott hő egy részét, s ezáltal melegíti a parcellák talaját és növényzetét (l. 1. ábra). A 2001 óta folyó kezelések során a szárazságkezelés az évtől függően az éves csapadék 4–20%-át zárta ki, a hőkezelés pedig 0,5–1 °C-kal növelte a lég- és talajhőmérsékletet a kontrollhoz viszonyítva.

A kezelések ökológiai hatásai

A hőkezelés hatására a nyársarjak esetében korábbi rügyfakadást és későbbi lombhullást tapasztaltunk, ami a **tenyészidőszak meghosszabbodását** jelenti. A fehér nyár (*Populus alba*) tömegességére nem voltak hatással a kezelések. Ezzel szemben a gyepalkotó bennszülött magyar csenkesz (*Festuca vaginata*) borítása a szárazságkezelésre csökkent, míg a hőkezelésre növekedett. Ez egyrészt a faj aszály-érzékenysége utal, másrészt arra, hogy az enyhébbé vá-

ló telek kedveznek ennek a szubmediterrán karakterű fajnak. A szárazságkezelt parcellákban emellett a levelek gyorsabb pusztulása következtében erősen megnövekedett a holt szerves anyag aránya, ami **fokozott tűzveszélyre** utal az aszályos években. A szárazságkezelt parcellákban a magyar csenkesznek nemcsak a tömegessége csökkent, de csökkent virágzást és magról történő regenerációt is tapasztaltunk. A magyar



1. ábra. Klímaszimulációs kísérleti berendezés a Kiskunságban, Fülöpházán

csenkesz regenerációja nagyobb mértékű volt a nyársarjak árnyékában, mint a nyílt foltookban, ami arra utal, hogy a nyár jelenléte kiegyenlíti az aszályok hatását, illetve segíti a regenerációt. Ez a mindennapi kezelési gyakorlatban azt jelenti, hogy a mozaikosság fenntartásával, illetve helyreállításával tompíthatjuk a klímaváltozás negatív hatásait.

Klíma és biomassza – tájszintű becslési módszer

Mint láttuk a szimulációs kísérletekből, a klímaváltozásnak jelentős hatása van a biomasszára, így az egyik kulcskérdés a biomassza és szénforgalom különböző léptékű becslése. Ez egyrészt elengedhetetlen a közép- és hosszú távú globális klíma előrejelzéseket szolgáltató modellek számára. Ha mi is szolgáltatónk földi referencia-adatokat, akkor a lokális becslések és előrejelzések jobban fognak ránk vonatkozni, mintha csak használjuk a szolgáltatásokat. Másrészt a napjainkban életbe lépő Kiotó protokoll értelmében szükségünk lesz megbízható, regionális-országos léptékű szénforgalmi adatokra.

Egyelőre űrtávérzékelési adatokon alapuló modellezés szolgáltatók csak ilyen léptékű adatokat. Az űrtávérzékelési adatok értéke a terepi referencia minőségtől függ. Vagyis nagy mennyiségű, jó minőségű, azaz kis becslési hibájú, és emellett minden fontos termőhelyre vonatkozó helyszíni produkció-becslés szükséges az űrtávérzékelési adatok kalibrálásához.

Az intenzíven használt területeken (szántóföld, kaszáló, legelő) viszonylag egyszerű feladat a primer (a fotoszintetizáló növények szolgáltatta) produkció becslése, minthogy a produktum nagy részét



2. ábra. A CROPSCAN terepi sugárzásmérő használata egy felhagyott homoki szántón Orgovány térségében

kivonják a területről, és természetesen le is mérik. Azaz a termés-, illetve fakitermelés-adatok alkalmazhatók a becslésekhez. A természetes-féltermészetes növényzetű, intenzív termelésbe nem bevont termőhelyeken más módszereket kell alkalmazni. A leghatékonyabban úgy tudjuk segíteni a távérzékelési adatokat alkalmazó becsléseket, hogy a távérzékeléssel becsült levélfelület-indexet (levélfelület / egységnyi termőterület), illetve földfeletti zöld növényzet mennyiségét becsüljük meg terepi módszerekkel.

1998-ban az Nemzetközi Hosszútávú Ökológiai Kutatási Hálózat (International Long-Term Ecological Research Network, ILTER⁵) keretében csatlakoztunk egy, a FAO égisze alatt működő nemzetközi szervezet, a Global Terrestrial Observing System (GTOS⁶) Terrestrial Carbon Observation (TCO) kutatási témájához. Kijelöltünk egy 3x3 km-es mintaterületet a kiskunsági Homokhátságban, Orgovány térségében, amely változatos, részben természetes növényzetű, és egyben reprezentálja a régió változatosságát. Azóta, az elmúlt hat évben fokozatosan kidolgoztunk egy módszertant a levélfelület-index és a földfeletti zöld növényzet becslésére, és a mintaterületen belüli térképezésére.

Az alkalmazott módszer alapján a mintanövényzet teljes területére elkészítjük a termőhely-, ill. földhasználati és a botanikai térképet. Kiválasztott mintaterületeken évente mérjük a biomasszát vágással és eredetileg termésbecslésre kifejlesztett sugárázmérővel (CROPSCAN és LAI-2000, 2. ábra). A föld feletti zöld növényzet, a mért ún. vegetációs index és az űrből mért levélfelület index összehasonlításával végezhető el a kalibráció. Intézetünk munkatársai végezték el a sugárázmérő műszerek alkalmazásának technológiai fejlesztését a természetes gyepekre és erdőtársulásokra. A mérés részeként évente elkészítjük a 3x3 km-es mintaterület éven belüli maximális levélfelület-index, illetve földfeletti zöld növény mennyiségének térképét (3. ábra).

A kifejlesztett módszer előnyei:

- a kevés reprezentatív minta miatt nem jár természetpusztítással,
- a szabványos módszer ismételhető,
- a becslés kellően gyors, így azonos körülmények között több termőhelyen végezhető,
- nemzetközi szinten elfogadott.

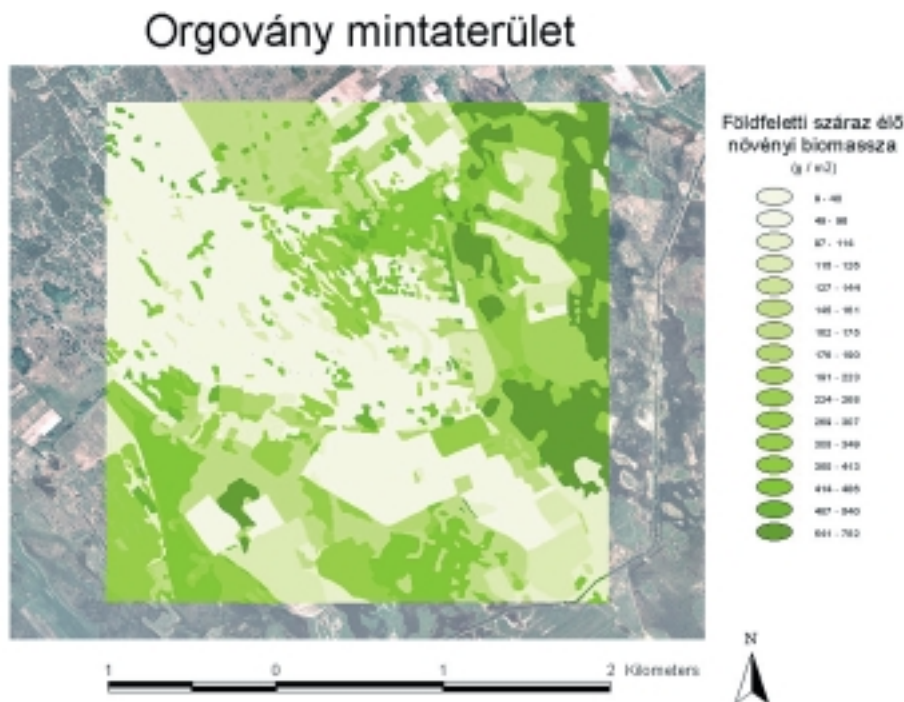
Az általunk bevezetett módszerek részleges vagy kombinált alkalmazását javasoljuk természetes-féltermészetes növényzetű tájak produkció-becslésének támogatására, illetve monitorozási célokra, kiegészítve a biodiverzitás-monitorozást is.

A Magyar LTER hálózat képviselőjében részt veszünk az ALTER-Net⁷, az európai 6. Keretprogram egyik Kiválósági Hálózat (Network of Excellence) projektjében. Ennek célja, hogy olyan, európai léptékű hosszú távú kutatóhálózatot hozzon létre, amely képes regionális és kontinentális léptékű integrált ökológiai, illetve szocio-ökonómiai kutatásokra, és amely az európai politikai közösség kérdéseire reagálni képes.

⁵ <http://ilternet.edu>

⁶ <http://www.fao.org/gtos/>

⁷ <http://alter-net.info>



3. ábra. Az éven belüli becsült maximális élő biomassza 2003-ban

Összegzés

- Klímaszimulációs terepkísérletekben meghatároztuk, hogy a Kárpát-medencében potenciálisan legnagyobb területű erdőssztyepp ökoszisztéma domináns fajai hogyan reagálnak a klímaváltozásra.
- A klímaváltozás következményeként fellépő növényi biomassza-változások becslésére alkalmas terepi mérési módszert dolgoztunk ki.

Irodalom

- KOVÁCSNÉ LÁNG E., KRÖEL-DULAY GY., RÉDEI T. 2005: A klímaváltozás hatása a természetközeli erdőssztyepp ökoszisztémákra. *Magyar Tudomány* 7: 812–817.
- MÁTYÁS CS. 2004: A természetes növénytakaró, az erdő klímaérzékenysége. *Természet Világa* 135. évf., II. különszám, pp. 70–73.

ÉLŐHELYTÉRKÉPEZÉS MÓDSZERÉNEK FEJLESZTÉSE*

MOLNÁR ZSOLT

Magyarország növényzetének állapota, monitorozása

A hazai ökológusok, botanikusok egyik legfontosabb feladata az ország természeti környezetének vizsgálata, felmérése és megismertetése. Ezen feladatok közül a természeti tőke – ezen belül a **természetes növényzeti örökség** – kutatása az, amelyben az MTA ÖBKI-nek kutatási felelőssége van. Nem véletlen, hogy az intézet megalapításától kezdve iránymutató vegetációtérképezési programokat vezetett. Az 1990-es években új lendületet kapott a hazai vegetáció kutatása, részben a természetvédelem társadalmi megerősödésével, részben Európai Unió, illetve hazai törvényi kötelezettségek teljesítésével kapcsolatosan. Az utóbbi 15 évben az MTA ÖBKI-nek aktív, vezető szerepe volt a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) kidolgozásában és az ország természetes növényzeti örökségének feltérképezésében (MÉTA-adatbázis, NKFP-pályázat), melyek során jelentős innovációs tevékenységet végzett.

Folt alapú tájtérképezési módszer fejlesztése

A természeti tőke kapcsán az egyik legfontosabb kérdés: hogyan változik, azaz mely területeken pusztul, degradálódik, hol javul, regenerálódik. Az ország reprezentatív mintájára vonatkozó növényzeti állapot leírására azonban a klasszikus növényoszociológián alapuló térképezés nem alkalmas, új módszereken alapuló elemzésekre van szükség. A folt alapú tájtérképezés alapja a társulás típusok összevonásával kialakított Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (NÉR, FEKETE és mtsai 1997). Az ÖBKI munkatársai által fejlesztett NÉR-t és az erre alapuló térképezési metodikát (KUN és MOLNÁR 1999) használja a Természetvédelmi Hivatal által koordinált Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR) élőhely-térképezéséhez. A módszer azért használható monitorozásra, mert a térképezési dokumentáció szigorúan szabványosított formátumú, kötelező tartalmi elemekkel, így újra ismételhető.

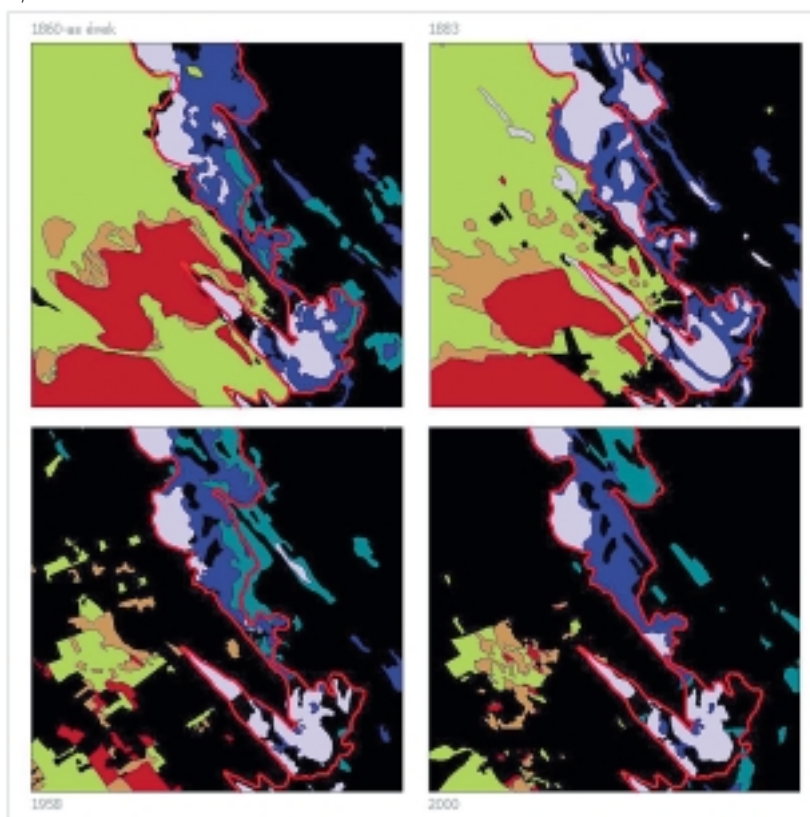
Élőhely-monitorozás

Az élőhelyek állapotának monitorozására az ország területének reprezentatív módon kijelölt 3%-án részletes élőhelytérképek készülnek az NBmR keretén belül. Ugyan az

* A kutatást az NKFP-3B/0050/2002 sz. pályázata és az OM támogatta.

1998-ban indult monitorozás még csak az első felvételezési sorozatnál tart (8 éves a térképezés visszatérési ideje), de a meglévő térképeket rekonstruált történeti térképekkel összevetve már most részletes adatokat kaphatunk a hazai növényzet átalakulásának irányairól, a változás sebességéről. Ehhez kialakítottuk a más célra készült térképek (katonai) felhasználásának módszereit. A 4. ábra egy ilyen idősor eredményeit mutatja be.

A térképsorozaton jól látható a **természetes növényzetnek** a táj benépesülésével párhuzamosan zajló **visszaszorulása**. Jól kirajzolódnak a 19. század végén megjelenő és mára nagy területeket borító tájidegen növényzeti foltok. A táj specialitása, hogy a tanyarendszer felszámolásával, a szántók felhagyásával nagy területeken indulhattak el a regenerációs folyamatok, elsősorban homokon. Ezzel szemben a nedves élőhelyek térbeli kiterjedése az utóbbi évtizedekben lényegesen nem változott, bár termőhelyük lényeges átalakuláson, kiszáradáson ment keresztül.



4. ábra. A száraz homoki és a vizes élőhelyek változása a fölőpházi mintaterületen az 1860-as évektől napjainkig

Jelmagyarázat: világoszöld – homokpusztagyep, világosbarna – cserjésedő homoki gyep, sötétbarna – borókás homoki gyep őshonos facsoportokkal, világoskék – szikes tó és vizes lapos, sötétkék – nádas, szikes mocsár, lápi jellegű magassásos vagy zsombéksásos, türkizzöld – vízállásos szikes rét, mocsárrét vagy láprét, fekete – egyéb élőhelyek és kultúrterületek

A monitorozás eredményei – közvetlen természetvédelmi felhasználáson túl – szervesen épülhetnek be a vidékfejlesztési tervezésbe, a stratégiai környezeti hatásvizsgálatokba, az agrár-környezetvédelmi programba, valamint a környezeti nevelésbe.

Pixel alapú tájterképezési módszer fejlesztése

A növényzet klasszikus dokumentálási módszerei (tésképezés, növényzociológia) hazánkban európai elterjedésükkel egy időben honosodtak meg. E módszerekkel sikeresen lehetett egy terület növényzeti jellegzetességeit megismerni, növényzeti értékeit felismerni, tájak közti hasonlóságokat és különbségeket értékelni. Nem tudhatjuk meg azonban e szintézisekből, hogy ezen növényzeti típusok pontosan hol fordulnak elő, mennyi maradt fenn belőlük, és a fennmaradtak milyen állapotban vannak, milyen kilátásaik vannak a jövőre nézve. Ilyen tudáshoz a ország teljes területét kell alaposan és egyenletesen feltérképezni, amelyhez sem az 1950–1980-as évek botanikusainak száma, sem a hozzáférhető tésképezési segédanyagok nem voltak elégségesek, így ilyen térkép, ilyen leltár eddig nem készülhetett. Az 1990-es évek folyamán a botanikusok száma emelkedni kezdett, és párhuzamosan a térképek, légifelvételek titkosítása is megszűnt, sőt komoly fejlődésnek indultak az űrtávérzékelési anyagok és a digitális adatfeldolgozás és tárolás. Ezekkel párhuzamosan megindult a klasszikus vegetációdokumentálási módszerek innovatív fejlesztése. Az MTA ÖBKI ebben vezető szerepet vállalt azáltal, hogy vezető szervezője volt pl. a CORINE Biotóp programnak és a CORINE Élőhely-térképezésnek (FEKETE és mtsai 2002). A folt alapú NÉR tésképezés jelentette a fejlődés következő lépcsőjét (l. fenn). Később ezt a módszert továbbfejlesztve kidolgoztuk a pixel-alapú terepi vegetációtérképezés technikáját (MÉTA-módszer).

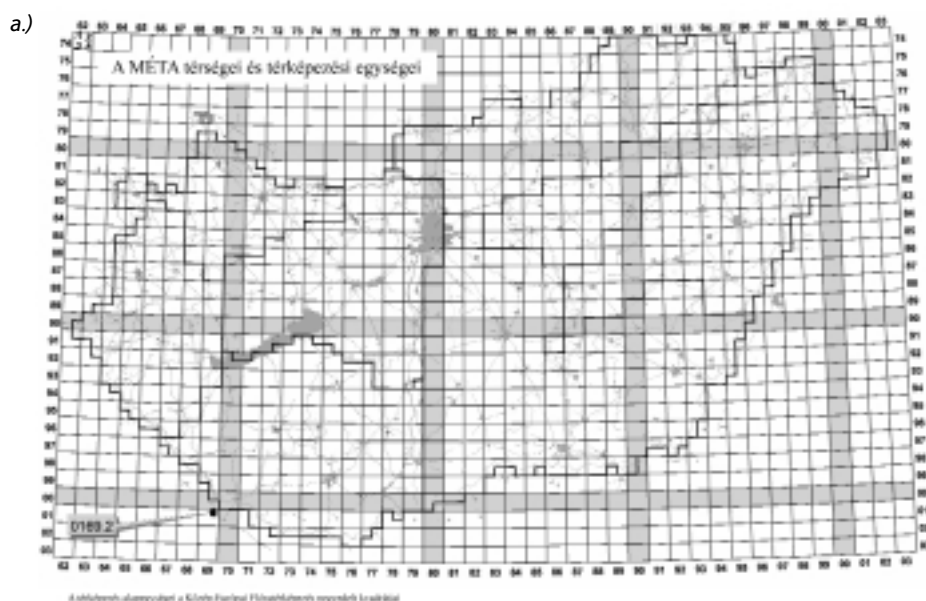
E módszer nagy előnye, hogy a NÉR tésképezéshez képest több növényzeti attributumot lehet tésképezni (1–2 helyett 17, pl. vegetációtípus, természetesség, regenerációs képesség, parlagok és özönnövények kiterjedése, potenciális vegetáció). Ezen attributumok lehetőséget adnak arra, hogy a bevezetőben említett globális változásokkal kapcsolatos **tájátalakulások** (pl. parlagosodás, inváziós fajok terjedése, fragmentálódás) az adatbázis segítségével **hazánk teljes területére elérhető és elemezhető** legyenek. Lehetővé válik az is, hogy a hazai prediktív modellezésekbe valós táji növényzeti adatokat lehessen felhasználni.

Az ország természetes növényzeti örökségének leltára

A MÉTA-módszerrel – egy NKFP pályázat keretében – 2002 és 2005 között elkészítettük az ország természetes növényzeti örökségének felmérését, azaz Magyarország Élőhely-térképi Adatbázisát (MÉTA). Ebben a programban 250 terepbotanikus közel 7000 terepnap során, 1:100000-es méretarányban feltérképezte az ország teljes területét, a növényzetet szabványos módszertan és adatlap alapján dokumentálva. A **MÉTA-adatbázis** összesen közel fél millió élőhelyi rekordot tartalmaz, amelyből elterjedési és állapot-térképek sorozatai készíthetők. 2006–2007 folyamán – egy Jedlik Ányos pályázat keretében – az

egyres vegetációtípusok elterjedési és állapotterképei mellett elkészítjük Magyarország természetes növényzeti értéktérképét, ökorégiós térképét, a parlagok elterjedési és regenerációs képesség térképét, az özönnövények térképeit. Az eredményeket honlapon (www.novenyzetiterkep.hu) és kiadvány formájában kívánjuk – gyakorlati és oktatási cél-
l – széles körben terjeszteni és felhasználhatóvá tenni.

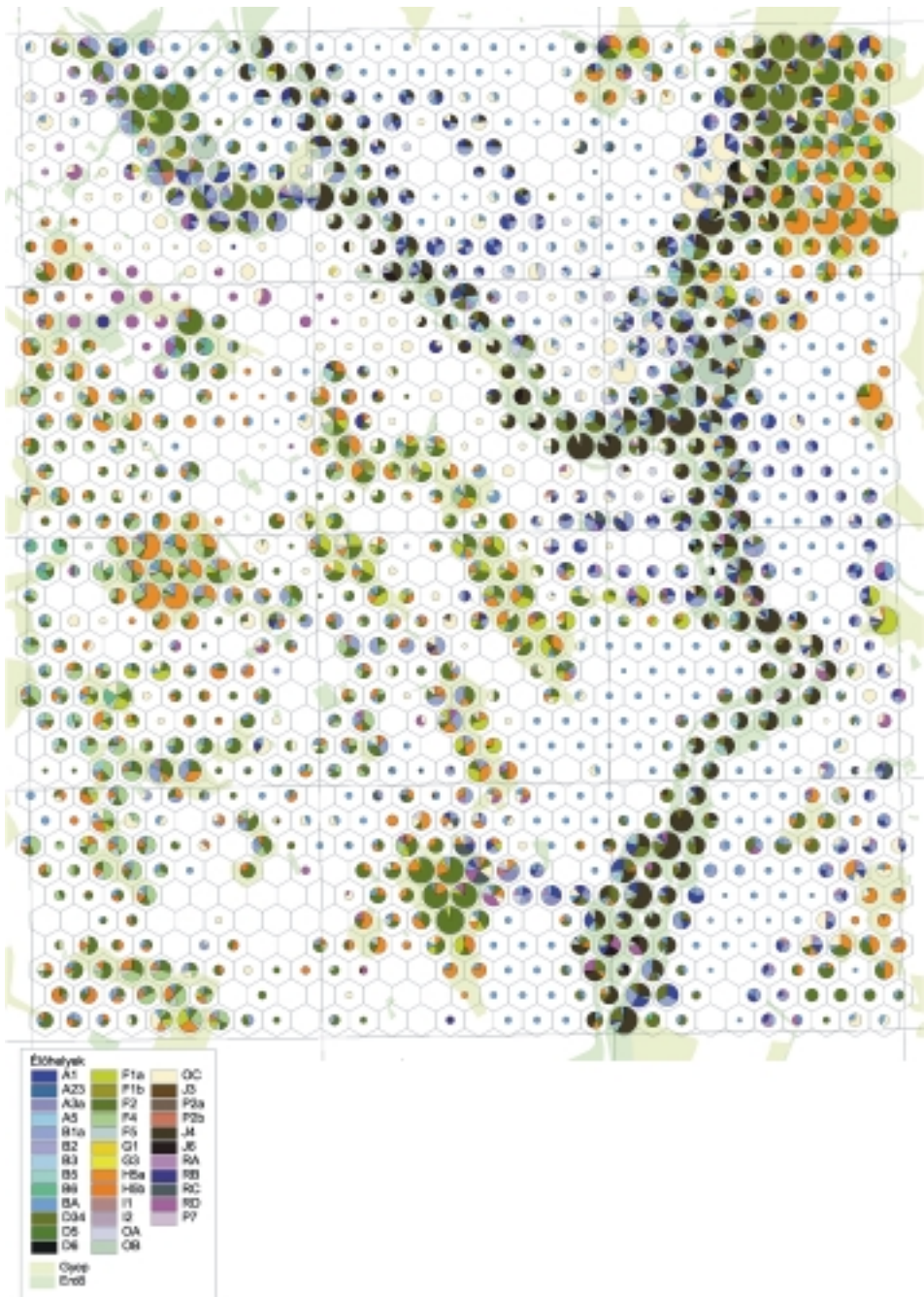
Az adatbázis alapján olyan elemzések készíthetők országos léptékben, amelyekre ed-
dig egyáltalán nem volt lehetőség, illetve csak lényegesen durvább terepi adatok alapján. Talajtani és klímaadatokkal együttesen elemezve becsülhetővé válnak egyes ökosziszté-
ma-szolgáltatások, hatékonyabbá tehetőek a vidékfejlesztési és agrár-környezetvédelmi
stratégiai tervezések. Lehetővé válik a helyi tananyagok készítése iskolák, erdei iskolák ré-
szére. Az 5a. ábra MÉTA nemzetközi hálózathoz illesztett mintanégyszeteit, az 5b. ábra
az adatbázis a egy részletét mutatja.



5. ábra. A MÉTA térségei és térképezési egységei

a.) Egy alföldi terület élőhelyeinek típusai és hatszögenkénti kiterjedésük. Részlet a készülő
MÉTA-adatbázisból. b.) A körök az egyes MÉTA-hatszögek élőhelyeit szimbolizálják, méretük
(valójában a kör sugara) arányos a hatszögben lévő természetes és féltermészetes élőhelyek
kiterjedésével. A körök egy-egy élőhelyet jelölnek. Az egyes színek a különböző élőhelyi-
pusokat mutatják (l. jelmagyarázat); a fehér színű hatszögek nem felméréndőek→

b.)



Összegzés

- Magyarország természetes növényzeti örökségének feltérképezése és adatbázisban történő leltározása céljából kifejlesztettük a pixelalapú vegetációtérképezés módszerét. A modern tudományos és gyakorlati igényeknek megfelelően a klasszikus attribútum-rendszert 17-féle vegetációs, tájökológiai és természetvédelmi attribútumra bővítettük és elkészítettük a térképezés szabványosítását, módszertani kézikönyvét. 2002 és 2005 között maga az adatbázis is elkészült (MÉTA=Magyarország Élőhelyeinek Térképi Adatbázisa).
- Továbbfejlesztettük a klasszikus, folt alapú vegetációtérképezés módszerét. A 600 egységből álló kategóriarendszert összevonásokkal 112-re csökkentettük, és elkészítettük szabványos, EU-kompatibilis jellemzésüket. A térképi dokumentációt monitorozási célra kibővítettük és szabványosítottuk. Az elmúlt századok tájváltozásának rekonstrukciója céljából az elkészült élőhelymonitorozási kvadrátokra és történeti topográfiai térképekre alapuló térinformatikai módszert dolgoztunk ki.

Irodalom

- FEKETE G., MOLNÁR ZS., HORVÁTH F. (szerk.) 1997: *A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer*. MTTM, Budapest, pp. 1–374.
- FEKETE G., KISS K.T., KOVÁCS-LÁNG E., KUN A., NOSEK J., RÉVÉSZ A. (szerk.) 2002: *A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete 50 éve, 1952–2002*. MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 1–460.

MAKROSZKOPIKUS VÍZI GERINCTELEN ÁLLATOK VIZSGÁLATA A DUNÁBAN*

OERTEL NÁNDOR és NOSEK JÁNOS

A természetes folyók a kontinensek legváltozatosabb és legdinamikusabb ökoszisztémái. Egy XX. század végi összefoglaló tanulmány megdöbbentő adatokkal mutatja be, hogy a Föld északi egyharmadát lefedő 139 legnagyobb folyórendszer – köztük a Duna – teljes vízhozamának 77%-a erősen vagy közepesen módosított **fragmentáció** (gátak, tározók), a vízgyűjtő medencék közötti **elterelés** (átvezetés más vízrendszerbe, közvetlen átvágás a tenger felé), illetve öntözés következtében (DYNESIUS és NILSSON 1994). Európa nagy alluviális folyóit a történelem során oly mértékben változtatták meg, hogy napjainkra csak nyomokban fedezhető fel természetes folyószakasz.

A túlnépesedett Duna-medencében egyre élesebben, egyre több felületen jelentkeznek a **társadalmi igények**, az ún. komplex hasznosítás (ivóvíznyerés, házi és ipari vízfelhasználás, mezőgazdasági öntözés, halászat, hajózás, energianyerés, rekreáció) és a folyami rendszer „**ökológia igényei**” között **fennálló konfliktus**. Egy „ökológiailag fenntartható” folyóvízi szabályozás, vízgazdálkodás keretében az ökológiai kutatásoknak olyan szakmai kérdésekre kell koncentrálni, mint a biodiverzitás, az ökológiai minőség-minősítés, a referenciák vagy a rehabilitáció-rekonstrukció. Az MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomása a makroszkopikus vízi gerinctelenek biodiverzitása, valamint a mintavételi és minősítési eljárások terén folytatott alkalmazott ökológiai kutatásaival a gyakorlati vízgazdálkodás elvi és módszertani kérdéseinek tudományos megalapozását, megerősítését szolgálja.

Makroszkopikus vízi gerinctelenek szerepe

A vízfolyásokban a makroszkopikus gerinctelenek – e nagy tömegben és fajszámban előforduló, szabad szemmel is látható szervezetek – a rendszertani kategóriák és a funkcionális táplálkozási csoportok rendkívül széles skáláját képviselik (pl. piócák, kérészek, vízi poloskák, rákok, kagylók). A nagyfokú élőhelyi és fajdiverzitás, valamint az üledékre épülő anyag- és energiaáramlásban betöltött szerepük miatt ez az élőlényegyüttes – mind elméleti, mind gyakorlati szempontból – a legalkalmasabb a **folyóvizek állapotának jelzésére**. A gyakorlati ökológiai vízminősítésben széles körben elterjedt a makrogerinctelen közösségeken alapuló indikátorok, pontozásos rendszerek használata. Nehézséget jelent az egyes csoportok erős évszakos ingadozása és heterogén térbeli eloszlása. Az egységes és

* A kutatásokat támogató pályázatok: OTKA T 025419, OTKA T 037468, OTKA T 046180.

összehasonlítható értékeléshez szabványos mintavételi eljárások szükségesek. Az elvi és módszertani problémák a Duna esetében a nagyobb dimenziók, a változatos (parti, mélységi) régiók, a változékonny vízjárás és a jelenkori humán szennyezések miatt hatványozottan jelentkeznek. A nagy folyók esetében a kisebb vízfolyásokban makroszkopikus vízi gerinctelenekre kidolgozott eljárások adaptálására, bizonyos esetekben pedig szemléletben és módszertanában is új, alap kutatás szintű megközelítésre van szükség. A folyóvizek makroszkopikus gerinctelenekkel való rutinszerű minősítése során nem lehet kihagyni két fontos lépést: a fajszintű meghatározást és a mennyiségi értékelést.

Biodiverzitás vizsgálatok a Dunában

A Duna egyes szakaszainak kutatottsága eltérő, éppen ezért azok nehezen összehasonlíthatók. A hazai szakasz feltártsága önmagában és a nemzetközi összehasonlíthatóságot tekintve is hiányos. A túlnépesedett területek nagy folyói esetében a legnagyobb problémát a tér- és időbeli referenciák hiánya okozza, ezért még sürgetőbb a periódusonként ismétlődő felmérésekkel a tendenciák minél korábbi felismerése. Ezért tartjuk nagyon jelentősnek a makroszkopikus gerinctelenek körében végzett elméleti és módszertani kutatásaink során született faunisztikai eredményeket, amelyek hozzájárulnak a magyar Duna-szakasz makrogerinctelen biodiverzitásának jelenlegi, de messze nem kielégítő ismeretéhez.

1998 és 2000 között a Duna magyarországi szakaszán a főág teljes hosszát, valamint a főágat kísérő két vizes élőhelyet – a Szigetközt és Gemencet – reprezentáló 42 mintavé-



6. ábra. Mesterséges alzatok kihelyezése a Dunán

teli hely 62 pontjáról 347 minőségi minta feldolgozása után 301 taxont (fajt vagy fajcsoportot) határoztunk meg. A gyűjtések adataival folyamatosan feltöltött dunai faunisztikai adatbázis referenciául szolgál a biodiverzitás vizsgálatokhoz és az ökológiai állapot jellemzéséhez. A mintavételi körzetek közül taxonokban leggazdagabbak a mentett oldali vízterek a Szigetközben (168), ezt követi a szigetközi felhagyott Duna főág (Öreg Duna, 151). Sorrendben harmadik a Duna főági szakaszának Kismaros és Mohács közé eső szakasza (138), negyedik helyen pedig a szigetközi hullámtéri ágak vannak (127). Egyetlen faj, a kétpúpú bolharák (*Dikerogammarus villosus*) fordul elől a mintavételi helyek 75%-ában. Ez is jelzi, hogy a makroszkopikus vízi gerinctelenek változatos fajcsoportokat jelentenek, ami vizsgálatukat erősen megnehezíti.

Minőségi és mennyiségi mintavételi módszerek összehasonlítása

A funkciók, az anyag- és energiaforgalom feltárása vezet el a folyó ökológiai rendszerének megismeréséhez és ez egyben elengedhetetlen szakmai alap a degradációs folyamatok visszafordításának, a folyó-rehabilitációnak. Sem az ökológiai állapotfeltárás, sem a monitorozás, sem pedig az anyagforgalmi kutatások nem nélkülözhetik a reprodukálható mennyiségi mintavételeket.

A vízfolyások üledékében élő makroszkopikus gerinctelenek mintavételezését tovább nehezíti az alzat és a vízmélység térbeli és időbeli változatossága. Az állapotváltozások megfigyeléséhez azonban szabványos módszerekre lenne szükség.



7. ábra. A mesterséges alzatok és a hagyományos vízi „kick & sweep” hálózás fogásmennyiségeinek összehasonlítása

Minőségi gyűjtésre durvább textúrájú alzaton leghatékonyabbnak a „kick & sweep” módszer ajánlható. Finom textúrájú alzaton a kotróháló hasonló vagy kicsit jobb hatékonyságú. **Mennyiségi** gyűjtésre szinte minden rendszertani csoport esetében, az alzat textúrájától függetlenül a markolós módszerek a leghatékonyabbak.

Mesterséges alzat, mint standard mennyiségi mintavétel

A Duna méretű nagy folyókban – a szabályozások ellenére is – a mintavétel kivitelezhetőségét, annak gyakoriságát és időbeli ütemezését jelentősen befolyásolja a vízjárás (természetes fluktuációk, hóolvadás, árhullámok). Ez főleg a parti zónában rutinszerűen alkalmazott módszerek esetében jelent nehézséget. A mesterséges alzat előnye, hogy alkalmas gyűjtésre olyan élőhelyről is, amelyről más módszerrel nem lehet gyűjteni, csökkenti a mintavételből származó bizonytalanságot elősegítve ezzel a szabványosítás lehetőségét, relatíve olcsó és egyszerűen kivitelezhető, illetve kényelmesen használható, és a mintavétel nem károsítja a környezetet.

A módszer lényege, hogy ismert mennyiségű kavicsot vagy agyag-granulátumot helyezünk a víz és állatok számára átjárható, kilyuggatott falú tartályokba, melyeket a Duna vizébe helyezünk el a felszínen, illetve a mederfenéken (6. ábra). Adott időközönként egyes tartályokat kiemelve a megtelepedett állatokat összegyűjtve, szabványos felületre vonatkoztatható mintát nyerünk. Az általunk kifejlesztett eljárás kora tavasztól ősziig – a teljes vegetációs periódusban – sikeresen használható, könnyen kezelhető minden idő- és vízjárási körülmény között és **mennyiségileg** összehasonlítható mintákat szolgáltatnak (7. ábra).

Összegzés

- Minőségi mintavételre (pl. biodiverzitás vizsgálatra) a Duna vizsgált magyarországi szakaszának parti zónájában alkalmasabb az olcsóbb és egyszerűen kivitelezhető, szemi-quantitatív „kick and sweep” eljárás, amennyiben azt a vízjárás lehetővé teszi. Ha változó vízjárási körülmények között vagy a folyó mélyebb régiójában szükséges mennyiségileg reprodukálható mintát venni, akkor a könnyen szabványosítható mesterséges alzatok előnyben részesítendők.
- Dunai faunisztikai vizsgálataink eredményei mind a természetvédelmi célú monitorozásban (Nemzeti Biodiverzitás monitorozó Rendszer), mind pedig a környezetvédelmi jellegű ökológiai állapot értékelésben (EU Víz Keretirányelv) használható referenciaként a természetes folyamatok vagy éppen a havária-szerű szennyezések (l. tiszai ciánszennyezés) következtében – a biodiverzitásban, a környezet állapotában – beálló változások értelmezésekor.

Irodalom

DYNESIUS M., NILSSON C. 1994: Fragmentation and Flow Regulation of River Systems in the Northern Third of the World. *Science* 266: 753–762.

INNOVÁCIÓS EREDMÉNYEK A TERMÉSZETES ERDŐ-ÖKOSZISZTÉMÁK KUTATÁSÁBAN*

HORVÁTH FERENC, MÁZSA KATALIN, ASZALÓS RÉKA és BÖLÖNI JÁNOS

Bevezetés

Klimatikus adottságaink alapján Magyarország jelentős része az európai erdőöv csapadéokban elszegényedő, „alsó” határára esik. Ennek következtében – a bükkösökön kívül – hazánkra a szárazabb körülményekhez alkalmazkodott, fényben gazdag, hegy- és dombvidéki tölgyesek és az erdőssztyepp zóna európai különlegességű ligetes erdei jellemzőek, valamint a környező hegyvidékekről érkező bővizű folyók árterein tenyésző puhafa- és keményfa ligeterdők. A Kárpát-medence területét valaha 70–80%-ban uraló őserdők közül azonban már csak 6–7%-nyi **természetközeli állapotú erdő** maradt, amelyeket évszázadokig változatos „erdőéléssel” használták, és amelyekben mintegy másfél évszázada erdőgazdálkodás folyik. A többi faállományunk ültetvény vagy idegenhonos erdő, leginkább akácos (Magyarország erdőszülsége közel 20%), míg többi területünket mezőgazdasági és lakott tájjá alakítottuk.

Az idők folyamán töredékére zsugorodott természetes erdőktől magas szintű **ökoszisztéma szolgáltatásokat** várunk és a természetes élővilág megőrzését kívánjuk, miközben nyereséges erdőgazdálkodást és vadgazdálkodást kell folytatnunk. Az egymással alig összeegyeztethető, növekvő igények egyre nagyobb terhelést jelentenek és egyre több problémát okoznak. Az elmúlt és a jelenlegi időszak erdő- és tájgazdálkodása hosszú távon aligha tartható fenn. Ráadásul a globális klímaváltozás miatt további változások és megpróbáltatások várnak ránk, ezért az erdők környezeti **szélsőségeket mérséklő** ökoszisztéma-szolgáltatásai egyre jobban felértékelődnek. Sürgetően szükségünk van tehát a táji szintű fenntartható gazdálkodás, a természetközeli erdőgazdálkodás és a természetvédelmi célú erdőkezelés módszereinek előrelátó fejlesztésére.

Az ember tudatos beavatkozásainak tudományos hátterét csak az erdők és a táj állapotainak és folyamatainak mélyreható ökológiai ismerete biztosíthatja, amelyhez **„terelaboratóriumok”**-at kell létesíteni, hogy a természeti folyamatok megfigyeléséből, kutatásából és a változások monitorozásából tanulhassunk.

* A kutatásokat támogató pályázatok: KvVM KAC H-36-03-00239, KÖVICE M-36-04-00322.

Az erdőrezervátum program

Magyarország az 1990-es években hozta létre 63 területből álló **erdőrezervátum hálózatát**⁸, amellyel kettős célja van: 1) természetes életüket szabadon élő, reprezentatív erdőállományok létesítése és emberi zavarásoktól mentes fennmaradásuk biztosítása, valamint 2) ezen erdő-ökoszisztémák tudományos igényű megismerése és az új erdőökológiai tudás társadalmi hasznosítása. Ezért a **fokozottan védett magterületeket**, amelyek összesen 3600 ha-t tesznek ki, törvényi szabályozás alapján kivonták az erdőgazdálkodás és minden további emberi beavatkozás hatása alól, hogy ott hosszú távú ökológiai kutatásokat folytassanak (HORVÁTH és BORHIDI 2002).

Az erdőrezervátum a kijelölések szerint magterületből és védőzónából áll, ahol a jogszabályok által biztosított teljes beavatkozási tilalom a magterületekre érvényes, míg a védőzóna puffer funkciót lát el. Az erdőrezervátumok országos felmérése többek között arra hívta fel a figyelmet, hogy a védőzónában folytatott szokásos erdőművelési tevékenység súlyosan veszélyezteti a magterületek zavartalanságát, ezáltal az eredeti célkitűzések megvalósulását. Ennek a problémának a megoldására kidolgoztuk az **erdőrezervátumok hosszú távú fenntartási terveinek (HFT) koncepcióját**, és 40 HFT elkészítését koordináltuk. A hosszú távú fenntartási tervek erdőrészlet szinten szabályozzák az erdőrezervátumok céljaival összeegyeztethető erdő- és vadgazdálkodást, kutatást és bemutatást és erdőrezervátumok vonatkozásában a védett természeti területekre jogszabályban kötelezően előírt **természetvédelmi kezelési terveknek** is az alapját képezik.

Az erdőrezervátum programot a KvVM Természetvédelmi Hivatal irányítja a Magyar Nemzeti Erdőrezervátum Bizottság szakértői segítségével, míg a kutatásokat az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete koordinálja. A hazai hálózat az európai „Forest Reserves Research Network” COST E4 akció keretében kialakított erdőrezervátum-hálózatba illeszkedik (PARVIAINEN et al. 2000).

Legújabb innovatív eredményeink

A fák populációinak és a természetes erdők szerkezetének, mintázatának és dinamikájának megismerésére és alkalmas módon való leírásának és dokumentálásának megoldására új módszertani megközelítést kellett alkalmaznunk. A kidolgozott módszertan neve: **„ERDŐ+h+á+l+ó”** – a természetes erdők faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelő-hálózata. Az „ERDŐ+h+á+l+ó” terepen hosszú távra állandósított mintavételi pontok rendszere, amely:

- a legkisebb erdődinamikai területegységtől – a táji, regionális jelenségek dimenziójáig terjedő térbeli léptékek széles intervallumában,
- hatékony erőforrás-ráfordítások mellett képes,
- tematikusan egymáshoz illeszkedő modulokban (termőhely, faállomány, növényzet...) egységes adatokat szolgáltatni,
- a hosszú távú vizsgálatokba vont erdőállományokról, amelyek eredményeit
- tematikusan elosztott és együttműködő adatbázisok rendszerében, térinformatikai

⁸ <http://www.erdorezervatum.hu>

környezetbe integrált módon kíván,

- a közreműködő kutatók és felhasználók körében szolgálatni.

Az „ERDŐ+h+á+l+ó” közös kutatási infrastruktúra, amely különösen hatékony az interdiszciplináris erdőökológiai kutatások területén és kihasználja az erdőrezervátum program által biztosított különleges lehetőségeket.

Az „ERDŐ+h+á+l+ó” módszertanhoz kapcsolódóan kidolgozásra került az egyik legfontosabb mintavételi modul módszere: a **„faállomány-szerkezet mintavételi pontokban történő felmérése”** – MVP FAÁSZ, amelyet

- természetes erdők több korosztályú, elegyes és változatos mintázatú faállományának és fafaj populációinak,
- hosszú távú vizsgálatsorozat keretében történő reprezentatív felmérésére terveztünk meg.

1. olvasmány

Gyapjaspille (*Lymantria dispar*) fertőzőtségi térképe 2004-ben a bükk Vár-hegy Erdőrezervátum magterületén „ERDŐ+h+á+l+ó” szerint

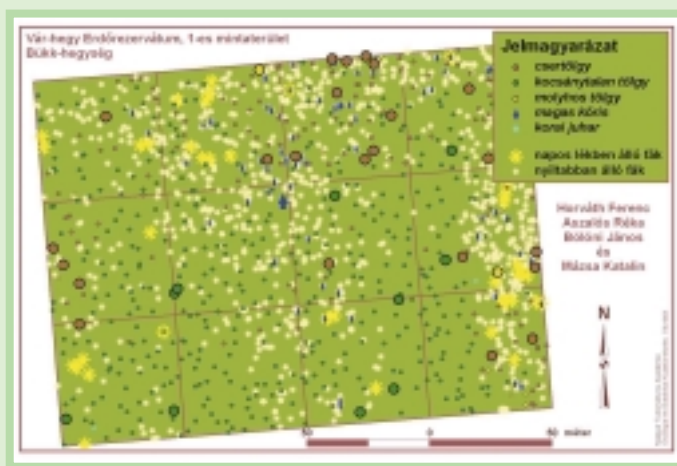
A gyapjaspille petecsomóinak felmérése alapján készült térkép jól mutatja a gradációs fertőzőtség jellegzetes mintázatát, amelynek súlypontja a Vár-hegy vonulatának délies kitettségű gerincére és dél-keleti lejtőire esik. A petékből kikelő hernyók elsősorban a tölgyek lombozatát fogyasztják, gradáció esetén a fertőzöttebb területeken teljes lombvesztést okozva. A tölgyek és a lombfogyasztó lepkék koevolúciója oda vezetett, hogy a hernyók nyár közepi bebábozódását vagy pusztulását követően a tölgyek újra kihajtva (ún. „János-napi hajtások”) regenerálják lombozatukat. A sötétebb kék, nagyobb pontok a petecsomók fatörzsfelület egységenkénti magasabb sűrűségét mutatják, míg a kisebb, világos pontok alacsonyabb fokú fertőzőtséget jelentenek. A háttér egy SPOT (Eurimage – FÖMI) űrfotótérkép hamisszínű képe adja, rajta a 10 méterenkénti szintvonalak érzékeltetik a domborzat alakját. Az „ERDŐ+h+á+l+ó” mintavételi pontjai szabályos 50x50 m-es hálózathoz helyezkednek el, a piros vonal az erdőrezervátum magterületének határát jelzi. Balra fent cserfa (*Quercus cerris*) kérgén egy nőstény példány és több, szőrökkel fedett petecsomó látszik.



2. olvasmány

Az 1980-as évek tölgypusztulásának faállomány-szerkezeti következményei

Az 1980-as években nagyfokú tölgypusztulás söpört végig az ország hegyvidékein, amely elsősorban a szárazabb termőhelyeken álló kocsánytalan tölgyet (*Quercus petraea*) tizedelte meg. A gazdálkodók egészségügyi gyérítéssel mentették ki a lábön száradt faanyagot. Így történt ez a mai Vár-hegy Erdőrezervátum magterületén is. Az erdő életében az 1988-ban végrehajtott száradéktermelés volt az utolsó erdészeti beavatkozás. A tölgypusztulás és száradéktermelés következménye az erdő jelentős mértékű felnyílása, kiligetesedése volt. Ugyanebben az időszakban következett be a szarvas, vaddisznó és őz minden korábbiakat meghaladó túlszaporodása (jelenleg az erdő vadeltartó képességének több, mint hatszorosára becsülik országsszerte a vadállományt). A kiritkulást, lékesedést követően a vad rendkívüli mértékű makkfelszedése és rágása, legelése ellenére is megindult az erdő regenerációja. Van terület, ahol a gyepszint fűféléi szaporodtak el és van ahol a cserjék. A Vár-hegy Erdőrezervátum részletes felmérés alá vont 3 hektáros mintaterületén elsősorban a mezei juhar (*Acer campestre*) szaporodott el és kezdte betölteni az üres területeket, majd magas kőris (*Fraxinus excelsior*) települt be a lékekbe. Az itt bemutatott térképen a ligetes, lékes területek mintázatát sárga csillagok rajzolják ki. A térképen még az erdő uralkodó fajt és a lombkoronaszintből kiemelkedő nagy fák mintázatát ábrázoltuk – ezek elsősorban kocsánytalan tölgyek és csertölgyek (*Q. petraea* és *Q. cerris*). A lékekben már megtelepedtek a jövő erdőképének meghatározó várományosai: a feltörő magas kőrisek. A molyhos és kocsánytalan tölgynek viszont egyenlőre nincsen életképes, új generációja a területen.



Az „ERDŐ+h+á+l+ó” módszertan és az MVP FAÁSZ módszer tesztelése és az első felmérések 2004-ben indultak el a bükk Vár-hegy, a Kékes (Mátra) és a Hidegvíz-völgy (Soproni-hg.) erdőrezervátumok magterületén.

Innovációs eredményeink közé tartozik az a 3 hektáros megfigyelési területről készített faállomány felvétel és térinformatikai adatbázis. A faállomány mintavételezésének szimulált modelljeit és értékelését ebben a „virtuális erdőállományban” végeztük el.

Összegzés

Új megközelítési módszert fejlesztettünk ki a természetes erdők szerkezetének, mintázatának és dinamikájának megismerésére és leírására – az „ERDŐ+h+á+l+ó”-t – a természetes erdők faállomány-dinamikai és erdőökológiai megfigyelőhálózatát. Az „ERDŐ+h+á+l+ó” terepen hosszú távra állandósított mintavételi pontok rendszere, amely a legkisebb erdődinamikai területegységtől a táji, regionális jelenségek dimenziójáig terjedő térbeli léptékben alkalmas az erdő faállományában bekövetkező változások, vagy az esetleges kártételek nyomon követésére, dokumentálására.

Irodalom

- HORVÁTH F., BORHIDI A. (szerk.) 2002: *A hazai erdőrezervátum-kutatás célja, stratégiája és módszerei*. TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest.
- PARVIAINEN J., KASSIOUMIS K., BÜCKING W., HOCHBICHLER E., PÄIVINEN R., LITTLE D. 2000: COST Action E4: Forest Reserves Research Network in Europe – Mission, Goals, Outputs, Linkages, Recommendations and Partners – Final Report. The Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station, Joensuu.

A SZIGETKÖZ ÖKOLÓGIAI VÍZIGÉNYÉNEK MEGHATÁROZÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SZLOVÁK–MAGYAR TÁRGYALÁSOK FOLYTATÁSÁRA⁹

BERCZIK ÁRPÁD és GUTI GÁBOR

A tanulmányt 12 intézmény 21 munkatársa készítette, a témafelelős irányításával végrehajtott egyeztető tárgyalások eredményeinek figyelembevételével.

Előzmények

A Bős–Nagymarosi Vízlépcsőrendszer tervezésének, kivitelezésének, majd üzemelésének során ismételten felvetődött magyar vonatkozásban a korábbi főmeder (Öreg-Duna), a szigetközi mellékágrendszerek és a Mosoni-Duna vízjárásának (vízellátásának) kérdésköre, tekintettel a bősí vízlépcső üzembe helyezésével megváltozó vízkormányzásra. A kezdeti időszakban a döntő kérdés az Öreg-Dunában meghagyandó minimális vízhozam meghatározása, majd a Szigetköz egyes részein a felszín alatti vízszint várható süllyedésének kezelése, később az elterelés következtében szükségessé váló kárenyhítő beavatkozások vízigényének biztosítása volt. A sikeres felszíni vízpótlások ellenére is megfigyelhető volt azonban a környezetminőség bizonyos romlása, ezért a **szigetközi térség egészének ökológiai állapot-javítása egyre határozottabb célként jelent meg** a vízügyi ágazat szabályozási törekvései között az utóbbi években.

A jelenlegi súlypont szemléletileg előtérbe helyezi a természeti, tájképi értékek fenntartását, illetve rehabilitációját, figyelemmel a különböző gazdálkodási ágak érdekeire is. Ez a szemléleti megközelítés összhangban van a **biodiverzitás fenntartásának** nemzetközileg is megalapozott szükségességével és nem utolsósorban a területileg érintett három szomszédos ország (Magyarország, Ausztria, Szlovákia) közös nemzeti parkjának újra felmerült koncepciójával. Jelenleg a legszélesebben megfogalmazott feladat: a Szigetköz ökológiai vízigényének (vízkészlet igényének) meghatározása. A kérdéskörhöz kapcsolódó problémák feltárása és a lehetséges megoldások felvázolása elsősorban az EU Víz Keretirányelv (VKI) tartalmával összhangban kívánatos, tekintve, hogy a Duna menti államok a kötelező határidők betartása mellett munkálkodnak a VKI végrehajtásán.

A fenti aktualitásokból kiindulva a MeH Nemzeti Területfejlesztési Hivatala egy tanulmány készítésével bízta meg BERCZIK ÁRPÁD akadémikust, illetve az MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomást. Ebben, szakemberek, illetve szakintézmények kijelölt körének

⁹ A Miniszterelnöki Hivatal Nemzeti Területfejlesztési Hivatalának megbízására készült tanulmány. Vácrátót, 2003., 503 oldal és 25 oldal összefoglaló alapján készült tájékoztató.

bevonásával kellett a Szigetköz vízigényét meghatározni, figyelemmel a szlovák-magyar tárgyalásokra is.

A tanulmány felépítése

A tanulmány első fejezetei a Duna vízének megosztására vonatkozó eddigi javaslatokkal (ideértve a hágai ítélet kérdést érintő részeit), a VKI figyelembe veendő vonatkozásaival, valamint a szigetközi víztestek tipizálásával, kijelölésével foglalkoznak. A további főfejezetek a felszínalatti és a felszíni vízterek jelenlegi környezeti, ökológiai és biológiai állapotával, valamint a természetvédelem, az erdőgazdálkodás, a mezőgazdaság és a halgazdálkodás által megfogalmazott vízigények összetevőivel és lehetséges meghatározásával foglalkoznak. Különösen ez utóbbi főfejezetek az előzményekben jelzett aktualitásokhoz igazodva tartalmazzák megállapításaikat.

Néhány tanulság

A tanulmányban foglalt vizsgálati eredményekkel és az azokra épülő megállapításokkal a megbízó rendelkezik, néhány, elsősorban szemléleti vonatkozású tanulságot azonban az alábbiakban emelünk ki.

A Szigetköz ökológiai vízigényének elemzésekor a szempontok között **felmerült a VKI szerinti „jó ökológiai állapot/potenciál” elérése és fenntartása, amit a jövőben környezeti célkitűzésnek kell tekintenünk.** A VKI szerinti biológiai vízminősítő rendszer (a víztestek ökológiai állapot szerinti osztályozása, az ökológiai potenciál meghatározása) jelenleg még a régebbi EU tagországokban is csak részlegesen és kísérleti jelleggel működik. Ha a VKI magyarországi bevezetése tudományos megalapozottsággal, a javasolt monitorozási tevékenység személyi és technikai feltételeinek biztosításával valósul meg, akkor is csak több éves kutatómunkával határozható meg szakszerűen az az ökológiai vízkészlet, amely nélkülözhetetlen a szigetközi vízrendszer jó ökológiai állapota/potenciálja eléréséhez.

Nyilvánvaló, hogy az **ökológiai szemlélet** térhódításával a víztestek jellemzése és minősítése, a célkitűzések megfogalmazása jelentősen eltér az eddig követett gyakorlattól, és mindez számos vitára ad okot a szakemberek között. Az európai uniós vízügyi szabályozás jelenlegi bizonytalanságai, valamint a VKI módszertanának nyitott kérdései miatt azonban a Szigetköz ökológiai vízigényének meghatározását más oldalról, hagyományos szempontok szerint kellett értelmeznünk. A VKI szemléletmódja így is sok helyen felbukkan a tanulmányban. Ez esetenként hiányérzetet is okozhat, mivel az ökológiai vízigény számos esetben nem jelent meg mérési eredmények, határértékek és konkrét számadatok formájában. Megfogalmazásra kerültek ezzel szemben olyan elméleti megfontolásokon alapuló javaslatok, amelyek megvalósítása a Szigetköz folyóvízi rendszerét a kevésbé zavart ökológiai állapot felé mozdítaná, a VKI-ban felvázolt törekvéseknek megfelelően.

A Szigetköz vízszükségletét többféle aspektusból elemeztük:

- természetvédelmi igények, a biológiai sokféleség megőrzése,
- gazdasági ágazatok (erdőgazdálkodás, mezőgazdaság, halgazdálkodás stb.) fenntartásához, fejlesztéséhez kapcsolódó vízigények,
- egyéb hasznosítási szempontok, mint vízellátás, terület- (település) fejlesztés, rekreáció, ökoturizmus stb. vízigénye.

A tanulmány hangsúlyozza többek között, hogy a **Szigetköz** hidrográfiai, talajtani és biogeográfiai sajátosságai, mozaikszerű természeti sokfélesége még az évszázados emberi terhelések ellenére is **vitathatatlan természeti és gazdasági érték, amelynek rehabilitációja, valamint harmonizált hasznosítása korszerű gazdasági érdek**. A szigetközi vízhálózat, a felszín alatti és felszíni vizek változatos és változékony paramétereinek értékelése kényes, de nem megoldhatatlan feladat elé állítják azokat, akik a társadalmat szolgáló természet- és tájvédelmet, a különböző gazdálkodási ágazatok, valamint a lakosság más érdekeivel harmonizáltan kívánják megoldani. **E megállapítások** a Szigetközi–Csallóközi Nemzeti Park 2005-ben elkészült megvalósíthatósági tanulmányában **már közvetlenül hasznosultak**, például a térség területfejlesztési problémáinak megoldását elősegítő, kedvező jövőkép ismertetésében.

A szigetközi vízrendszer rehabilitációjának megalapozásakor a konkrét műszaki beavatkozások kidolgozásához gyakran hiányosak az ökológiai vízigény tervezési alapadattaira vonatkozó szakmai ismeretek. Az információigény kielégítéséhez az ökológiai vízigény meglévő tervezési adatainak, a VKI ajánlásainak és az eddigi hosszú idejű monitorozás tapasztalatainak figyelembevételével **kialakított hidrobiológiai megfigyelőrendszert kell fenntartani. Ilyen irányú kezdeményezésnek** tekinthetjük az ÉDUKÖVIZIG által jelenleg (2005) koordinált, a Folyóvízi életterek hidro-ökológiai működőképességének vizsgálata c. **nemzetközi (INTERREG) kutatási projektet**, amelynek alapvető célkitűzése a Mosoni-Duna komplex hidrológiai és ökológiai felmérése.

Végül hangsúlyozni kell, hogy a szigetközi vízrendszer rehabilitációját megalapozó problémafeltárás, számos mérési adatsor, megfigyelés, felismert részösszefüggés mellett, sok esetben elméleti megfontolások alapján történt. Tudomásul kell venni, hogy az ökológiai vízigény felelős meghatározásához szakértői csoportmunka kell (mérnök, ökológus, hidrobiológus, mező-, erdőgazdász, közgazdász stb.). Azt is világosan kell látni, hogy a bármilyen lelkiismeretesen meghatározott ökológiai vízigény műszaki kielégítését követően, a kívánatos hatékonyság biztosítására a körültekintő finom szabályozás itt is elkerülhetetlen.

A tanulmány szerzői

MTA ÖBKI Magyar Dunakutató Állomás, Göd–Vácrátót: DR. BERCZIK ÁRPÁD, DR. GUTI GÁBOR – VITUKI I. és III. Intézete, Budapest: DR. LÁSZLÓ FERENC, LIEBE PÁL, SZALAI JÓZSEF – Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest: DR. SCHAREK PÉTER – Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest: DR. SOMOGYI ZOLTÁN – Észak-dunántúli Vízügyi

Igazgatóság, Győr: BAROSS KÁROLY, JANÁK EMIL, PANNONHALMI MIKLÓS, SÜTHEŐ LÁSZLÓ – Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügy., Győr: DR. HORVÁTH LAJOS – Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatósága, Sarród: DR. AMBRUS ANDRÁS, SZABÓ CSABA, TAKÁCS GÁBOR – Magyar Term.-tud. Múz. Állattára és Növénytára, Budapest: DR. BUCZKÓ KRISZTINA, DR. MÉSZÁROS FERENC – ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest: HAHN ISTVÁN – Ny.-M. Egyet., Szigetköz Kut. Közp., Mosonmagyaróvár: KOLTAI GÁBOR, PALKOVITS GUSZTÁV – valamint: DR. HAJÓSY ADRIENNE (Budapest)

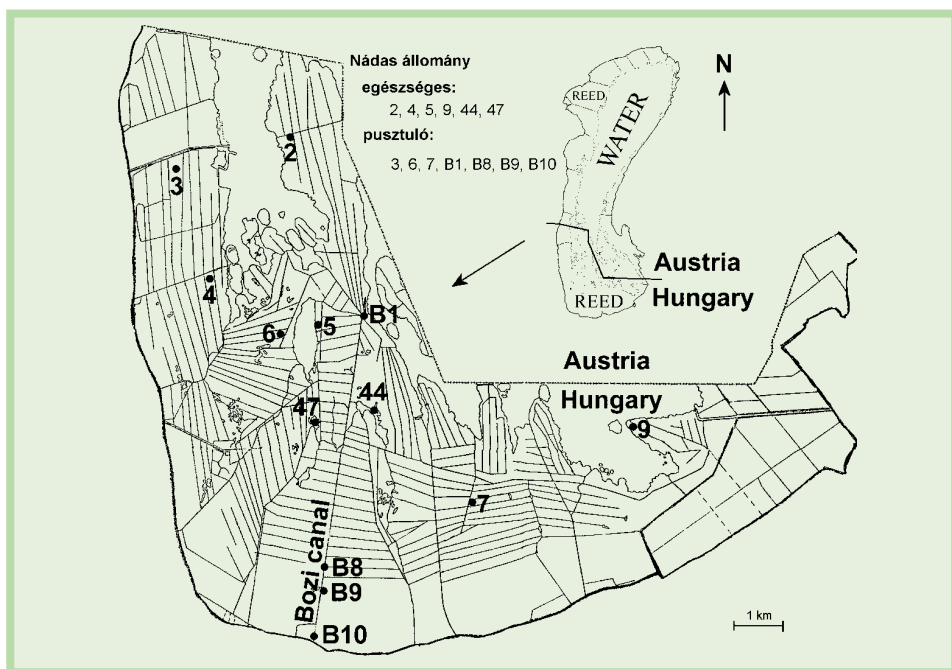
NAGYÜZEMI ARATÁS HATÁSAI A FERTŐI NÁDASÁLLOMÁNY REPRODUKCIÓS FOLYAMATAIRA*

DINKA MÁRIA és ÁGOSTON-SZABÓ EDIT

A nádas jelentősége – előzmények

A nád (*Phragmites australis* Trin. ex. Steudel) igen elterjedt, kozmopolita faj. A nádas a vizek parti sávjának leggyakoribb társulása, jellegzetes tájképi elem, jelentős természet-, víz- és környezetvédelmi tényező, amely:

- csillapítja a víz hullámzását, ezáltal a hordalékanyagok, szerves törmelék egyik lera-
kodó térsége,
- a partvonalat védi az eróziótól,



8. ábra. A Fertő magyar tórése (nádas a csatornarendszerrel, vizsgálati helyekkel)

* A kutatásokat támogató pályázatok: EC-EUREED I-II (EV5V-CT92-00, IC20 CT20-0020/CT960020-a2), NKFP-3B/0014/2002.

- a parttól a nyíltvíz felé haladva számos sajátosság (pH, vezetőképesség, tápanyagtartalom stb.) eltérő, változatos ökológiai viszonyokat alakít ki, s ez sokfunkciójú, fajgazdag életközösségek kialakulását teszi lehetővé (alzat, búvóhely, táplálékforrás és ivadéknevelő terület) az alacsonyabb- és magasabbrendű élőlények számára. Emellett a nádas vízszín feletti része sajátos élőhelye számos gerinctelen és gerinces szervezetnek, egyben alakítója a mezo- és mikroklimatikus viszonyoknak,
- a nádas ökoszisztéma (vízi élőbevonata különösen!) nagy (táp)anyagforgalmi aktivitásával jelentősen befolyásolja a vízminőséget, növeli az öntisztító képességet,
- a nádas részt vesz a gyökérzóna (rizoszféra), illetve a bomló szerves anyagban gyakran gazdag üledék szellőztetésében,
- a nád jól hasznosítható ipari növény, gazdasági érték.

A **Fertő természeti értékének** nemzetközileg is többszörösen deklarált elismertsége (UNESCO Bioszféra Rezervátum 1977/1979, magyar-osztrák közös Nemzeti Park 1994 és Világörökség 2001), valamint a nádas állomány különösen jelentős mértékű részesedése a tó területéből (8. ábra), kötelezettséggé tette a nádas ökológiai viszonyainak feltárását és egészséges állapotban tartását vagy rehabilitációját.

Európa nádasaiban már jó ideje megfigyeltek degradációs folyamatokat, a **nádpusztulást**. A jelenség lehetséges **okai** (OSTENDORP 1989 nyomán): **1) Mechanikai sérülés:** hullámozás (vízi közlekedés); úszó törmelék, szervesanyagok, különböző vízi, vízben élő vagy ahhoz kötött állatok károsítása (rágás, taposás stb.); intenzív parthasználat (pihenés, üdülés, fürdés stb.); nádaratás. **2) Eutrofizáció:** mezőgazdasági és egyéb eredetű diffúz terhelés (hozzáférhető tápanyagok növekedése, növekvő szerves anyag akkumuláció). **3) Vízszintszabályozás:** a vízszintingadozás amplitudójának csökkentése, pl. az anaerob viszonyok kialakulásának és a káros anyagok (kénhidrogén, illó szerves savak) képződésének kedvez.



9. ábra. Egészséges nádas a Fertőn



10. ábra. Pusztuló nádas a Fertőn

A Fertő 75 km²-es magyar területének 86%-a nádas (8. ábra), amelynek degradációja, fellazulása az 1980-as évek óta ismert. Amikor az Európai Unió 8 európai ország együttműködésével az **EUREED I-II¹⁰ program** keretében a degradációs folyamatokat kutatva feltárni igyekezett az egészséges (9. ábra) és a pusztuló nádas (10. ábra) jellemzőit, ökológiai viszonyait, akkor a Fertő magyarországi részének nádasait kiemelt objektumként vonta be vizsgálataiba. Ennek a nádas területnek 1984-ben már mintegy 50%-a fellazult állományú volt, amely arány később tovább romlott (MÁRKUS 1999). Ez a degradáció döntő mértékben a nagyüzemi aratás kártételének bizonyult.

A törész **nádas állományának** harmadát, felét rendszeresen **aratják**. A nehéz (téli) körülmények, rossz terepviszonyok, a terület nagysága, a rendelkezésre álló rövid idő nagyüzemi módszer alkalmazását indokolták, amelynek az adott körülmények között nem mindenben megfelelő technikája károkat okoz. A **nagyteljesítményű kétéltű aratógépek** (Seiga Tortoise) hatásainak tudományos megalapozottsággal történő elemzése, elsősorban a nádas állomány szerkezetére, a nád növény (hajtás, rizóma, rügy) aratás hatására adott válaszreakcióira terjedt ki, eltérő időjárási, termőhelyi terepviszonyok és eltérő aratási időszakok (tél–tavasz) között. Sokéves vizsgálat alapján nyert néhány főbb megállapításunkat a következőkben foglaljuk össze.

Az aratás hatásai kedvező környezeti feltételek mellett

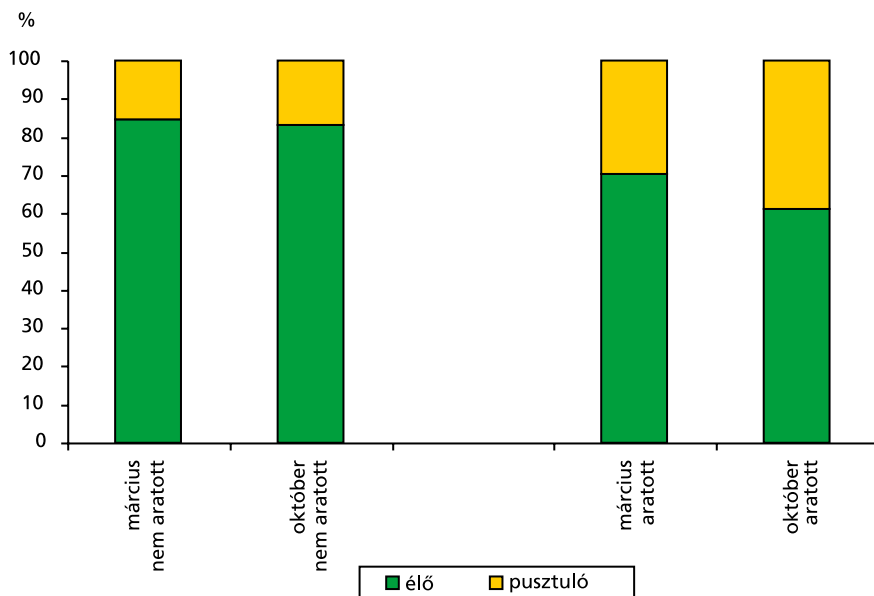
A nádaratás erőteljes beavatkozás a természetes nádas ökoszisztémák életébe. Egy terület részlearatása és a nád elszállítása az anyagforgalom és a táplálkozási kapcsolatok megszakítását, számos biotóp-típus megsemmisítését jelenti. Ugyanakkor a nád eltávolítása a nyugalmi időszakban kétségtelenül a nagy szervesanyag-produkció eltávolításával az állomány öregedését, feltöltődését lassítja és a nádaskártevők, kórokozók jelentős gyérítésével jár. A **téli aratás** hatása **segítheti az egészséges nádas állomány fenntartását**, az időszak helyes megválasztása és körültekintő technológia alkalmazása esetén.

Az aratott területeken kora tavasszal nincs árnyékoló hatás, ezért a hajtásszám meg-növekedésével nő az állomány terület-kihasználása, vagyis itt a nád nagyobb tömeget produkál (a le nem aratott, többéves avas nád árnyékoló hatása ugyanis az új állomány fejlődését lassítja).

Az élő rizóma (= a reprodukció szempontjából döntő jelentőségű földalatti módosult szár a gyökérzettel) tömegének részesedése az összes (élő és pusztuló) rizóma tömegből az aratott területen tavasszal és ősszel egyaránt kisebb (11. ábra).

Kora tavasszal az élő rizómán levő rügyek (a fejlődésnek még nem indult és a már fejlődők) száma az aratott területen szignifikánsan több (2–2,5-szerese), mint a nem aratott területen. A rendszeres aratáskor a nád a sűrűbb állományt már a vegetációs periódusban nagyobb számú rügyek képzésével biztosítja. Bizonyíték erre a hajtáskezdemények nagyobb száma is. Ezek fejlődése a rizómák tápanyagkészletét kora tavasszal (mivel ekkor még nincs asszimiláló levélfelület) jobban igénybe veszi (GRANÉLI és mtsai 1992, DINKA és SZEGLET 1999).

¹⁰ <http://medians.obs-mip.fr/ricemare/interface/project/eureed2.html>



11. ábra. Az élő rizóma aránya az aratott és nem aratott területen

Ősszel az aratott területeken a hajtások száma 1,5–2-szer, a generatív fázist elért hajtások száma 2,0–2,5-szer, a biomassa tömege pedig 1,1–1,9-szer több, mint a nem aratott területen, ezért tavasztól ősziig az élő rizóma tömegének növekedése az aratott területen nagyobb, mint a nem aratott részekben.

Ősszel az aratott, és nem aratott területek elkülönítését rügyszám, és az élő rizóma tömegének az összes rizóma tömegén belüli aránya, valamint a rizóma és a hajtás közötti tömegarány (nem aratott területen: 1,5–4,7; aratott területen: 1,4–2,9) együttes értékelése teszi lehetővé.

Tekintettel arra, hogy az őszi végére a rizómán fejlődő rügök 80–100%-a már eléri az üledék felszínét, különösen fontos, hogy télen az aratás a lehető legkíméletesebben történjen.

Az aratás következményei kedvezőtlen körülmények között

A **nagyüzemi aratás** káros hatásai szempontjából **kritikus helyzet** akkor lép fel, ha 1) a jég nem bírja el a gépeket (elégtelen jégvastagság, vízleeresztés a jég alól); 2) a belső nádasokban folyó mikrobiális tevékenység következtében a jég minősége megváltozik (buborékos, vékonyabb stb.), a gépek könnyen beszakadhatnak; 3) az elhúzódozó aratás a tavaszba nyúlik. (Néha helyenként az aratási idő április közepéig is elhúzódozott.)

Néhány aratás hatására bekövetkező kárjelenség

Az aratógépek kerekei által okozott taposási kár miatt a nádas kiritkul. Sekély, 15–40 cm-es vízfelületeken a nádas helyét a keskenylevelű gyékény (*Typha angustifolia* L.) foglalja el (KÁRPÁTI és KÁRPÁTI 1976, RÁTH 1990).

Az aratási parcellákról a learatott nádkévéket a csatornáig az **aratógépek** hordják ki, s ezzel nagymértékű **rizómakárokat** okoznak. Ez azért fontos, mert a nád **többnyire vegetatív úton szaporodó növény**, generatív úton csak a partfelőli részeken nedves, vízzel nem borított üledéken szaporodik. A nádas fennmaradásának ezért alapvető feltétele az üledékben elhelyezkedő rizómarendszer, mint reprodukáló szerv, jó állapotban tartása. A rizóma funkciójából következően tápanyag raktározó, a gázok szállításában is részt vesz, egyben a nád támasztórendszere. Tápanyagforgalmát illetően a rizóma nemstruktúrált szénhidrát (TNC), azaz a raktározott tápanyag mennyisége ősztől-tavaszig termőhelytől, a nádas állapotától függően csökken. A TNC koncentráció csökkenés mértéke az egész-

séges nádasban ősztől tavaszig 29–44%, pusztuló nádasban 50–60%. Ez az energia a légzésre, különböző fermentációs folyamatokra, valamint a rügyek, hajtáskezdemények fejlődésére használdik (DINKA és SZEGLET 1999). A hajtáskezdemények **aratás hatására** bekövetkező **pusztulása** kora tavasszal a rizómát újabb rügyek, oldalhajtások fejlesztésére serkentik, ez még a rizóma további jelentős mértékű szénhidrát és tápanyag készletének csökkenését okozza.



12. ábra. Aratási kártétel, közvetlenül az aratáskor



13. ábra. Aratási kártétel nyáron

Az aratás következtében nagy mennyiségű felszaggatott rizóma úszik fel és sodródik a nádas vízében (12–13. ábra), amely nemcsak nem esztétikus, de rövid időn belül (néhány óra vagy 1–2 nap elteltével) el is kezd erjedni, rothadni, súlyos terhelést jelentve a víztér számára. Rövid szénláncú, illó szerves savak képződnek, amelyek kellemetlen szagúak (tejsav, vajsav, propionsav stb.), s ezek bizonyos koncentráció felett növényi méregként hatnak (ARMSTRONG és mtsai 1996).

2,5 éves terepi és laboratóriumi vizsgálatsorozattal nyomon követtük a frissen kiforgatott, egészséges rizóma lebomlási folyamatának bizonyos jellemzőit: a fitomassza tömeg, táp- és rostanyag tartalmának változását, a növényi anyaghoz kapcsolódó gomba biomassza és potenciális mikrobiális aktivitás változását, valamint a lebontásban résztvevő cellulózbontó baktériumok számát. Kezdetben a bomló nádrizóma tömegvesztése az oldható tápanyagok mobilizálódása miatt gyors volt. A rostanyagok közül a hemicellulóz hamarabb bomlott el, mint a cellulóz és a lignin. A bomló rizómát elsőként a baktériumok, majd ezt követően a gombák népesítették be. A bomló nádrizóma potenciális oxigén fogyasztása (ETS-aktivitása), a víz hőmérsékletével párhuzamosan változott (SZABÓ és mtsai 2003).

A károsodott területeken az állomány felújulása erősen késleltetett vagy a legtöbb esetben a nádas regenerációja hosszú távon sem következik be. A Fertőn az 1999-ben végzett nádasfelmérés szerint a homogén, **egészséges állomány** területe másfél évtized alatt **10%-kal csökkent**, vagyis a nem körültekintően végzett **nagyüzemi nádaratás miatt** a nádas állomány degradálódása fokozatosan növekszik (MÁRKUS 1999).



14. ábra. A rizóma gyűjtése

A nádas-rehabilitáció lehetősége

Az aratógépek által kiforgatott friss rizómákból különböző előnevelési eljárások alkalmazása után telepítési kísérletet végeztünk (14. ábra).

Az első telepítési kísérlettel megállapítottuk, hogy a fiatal, vertikális **vékonyabb rizómák** hajtásfejlesztő képessége a jobb, kb. kétszerese a vastag rizómák hajtásprodukciónak. Az idősebb, horizontális vastag rizómák elsősorban a terjeszkedést szolgálják, róluk ágaznak ki a vertikális rizómák és ezek rügyeiből fejlődnek a hajtások.

Egy további rizómatelepítésnél a rizómákat állaguk szerint csoportosítottuk. Egészséges, ép rügyeket tartalmazó kemény, valamint ép rügyeket tartalmazó, de puha rizómadarabokra. Egyértelműen beigazolódott, hogy csak az egészséges, **kemény állagú rizómák képesek** hajtásfejlesztésre. Megállapítottuk továbbá, hogy csak az a rizóma alkalmas a telepítésre, amelyen a rügyek már fejlődésnek indultak, a rizómán lévő alvórügyek erre nem megfelelőek. A Fertőn **az általunk előnevelt és degradált területre kihelyezett nádak jól fejlődnek**, állományukat növelik.

Összegzés

- Kivonatossan elemeztük a nádaratás hatásait, a bizonyos körülmények közötti kártételeket és következményeiket, hozzájárultunk a nagyüzemi nádaratás környezetkímélő feltevételeinek meghatározásához és a fertői nádas-rehabilitáció reális lehetőségeinek kidolgozásához.
- A Fertő egészének harmonizált természetvédelmi – fenntartási – vízgazdálkodási – egyéb hasznosítási (nádgazdálkodás, halgazdálkodás, ökoturizmus) stratégiája szempontjából együttes érdek az egészséges nádasállomány. Ezt kell szolgálnia a megfelelő technológiával (időrendben és területrészen) végrehajtott, rendszeres nádaratásnak.

Irodalom

- ARMSTRONG J., AFREEN-ZOBAYED F., ARMSTRONG W. 1996: *Phragmites* die-back: sulphide- and acetic acid induced bud and root death, lignifications, and blockages within the aeration and vascular systems. *New Phytology* 134: 601–614.
- DINKA M., SZEGLET P. 1999: Carbohydrate and Nutrient Content in Rhizomes of *Phragmites australis* from Different Habitats of Lake Fertő/Neusiedlersee. *Limnologia* 29(1): 47–61.
- GRANÉLI W., WEISNER S. B. M., SYTSMAN D. 1992: Rhizome dynamics and resource storage in *Phragmites australis*. *Wetlands Ecology and Management* 1–4: 239–247.
- KÁRPÁTI I., KÁRPÁTI V. 1976: Die Vegetation der ständig und zeitweilig überfluteten Teile des Neusiedlersees und einige Fragen ihrer Ökologie. *BFB-Bericht*. 13: 27–37.
- MÁRKUS I. 1999: A Fertő tavi nádasok felmérése és minősítése. Kutatási jelentés (kézirat), Sopron.
- OSTENDORP W. 1989: "Die-Back" of reeds in Europe – A critical review literature. *Aquatic Botany* 35: 5–26.
- RÁTH B. 1990: Zur Zönologie und Zonierung der Makrophyten-Bestände im ungarischen Teil des Neusiedler Sees (1987/88). *BFB-Bericht*. 74: 53–76.
- SZABÓ E., DINKA M., NÉMEDI L. 2003: A dekomponálódó nád-rizóma kémiai összetételének és mikrobiális aktivitásának változása egy sekély tóban. *Hidrol. Közl.* 83: 143–146.

SÉRÜLT TERÜLETEK REHABILITÁCIÓJA*

TÖRÖK KATALIN

Tájátalakítás – természetes regeneráció

Magyarország területének ma már csak igen kis részén található meg a természetes növényzet és állatvilág, valójában ezek sem érintetlenek az emberi beavatkozásoktól. Ugyanakkor ez a kevés is jóval több, mint a legtöbb fejlett nyugat-európai országban. Ezt a természeti örökséget, mely az Európában egyedi, pannon biogeográfiai régió szinte egész területét jelenti, kötelességünk megóvni, ahol lehet, állapotát javítani. Kritikus időszakot jelent az EU csatlakozást követő néhány év, amikor a gazdaság átalakulásával a **táj-használat változása** felgyorsul, ahogy ezt az Európai Környezeti Ügynökség (EEA¹¹) felmérése pl. észak-kelet Németországra bebizonyította. Most kell hazánkban is résen lennünk, nem szabad a gazdasági fejlődésnek abszolút prioritást élveznie a döntésekben. A tájhasználat változására jellemző adat, hogy a mezőgazdasági művelés alól kivont terület 1998 és 2003 között 300 ezer hektárral nőtt (KSH 2005). A jelen gazdasági-társadalmi folyamatok valószínűsítik, hogy ez a típusú élőhelyváltozás tovább folytatódik. Ennek a területnek egy része a természeti környezet javítására, rehabilitációra alkalmas. Elsősorban a szántóföldi kultúra alól kivont, alacsony termőképességű területek hasznosítására jelenthet jó megoldást a természetvédelmi rehabilitáció. Az így helyreállított területek gyommentes, önfenntartó ökológiai rendszerekké válhatnak.

Az életközösségek természetes megújulóképesége biztosítja, hogy a környezeti zavarások után a közösségek működése helyreáll. Ez a képesség azonban a túlzott emberi használattal, az élőhelyek környezeti feltételeinek súlyos és ismételt megváltoztatásával jelentősen sérül. A sérülés olyan szintet is elérhet, amikor csak mesterséges beavatkozással lehet a természeti állapotot visszaállítani, még súlyosabb esetben már csak egy másféle, kevésbé természetes állapot állítható helyre. Ilyen súlyos zavarás lehet a fizikai bolygatás, a tápanyagterhelés (szárazföldi eutrofizáció) vagy a nem őshonos özfajok eluralkodása. Ekkor a regenerációs folyamatok blokkolásával hosszú távon fennmaradnak a rontott, degradált területek, pollentermelő gyomtengerek, melyek akár a természetes életközösségeket is veszélyeztetik.

* A kutatásokat támogató pályázatok: OTKA T 016063, TÉT Alapítvány JFNo 639/96, KAC K043922/2001, NKFP-3B/8/2002.

¹¹ Corine Land Cover Change: <http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadetails.aps?id=679>

Regenerációs folyamatok a Kiskunságban

A tájhasználat változása az elmúlt 50 év során a Duna–Tisza közén volt a legjelentősebb (l. térképezés fejezet), ezért az ÖBKI munkatársai itt végeznek intenzív vizsgálatokat. A természetes regenerációs folyamatok tanulmányozásával felderítették a megújuló képesség korlátait és feltételeit a Duna–Tisza-közi régió homokterületein, a nemzetközi hosszú távú ökológiai kutatóhálózat mintaterületén (ILTER¹²). Létrehozták a felhagyott szántóterületek térképi adatbázisát egy jellegzetes táji foltra vonatkozóan, leírták a növényzet regenerációs folyamatait (CSECSERITS és mtsai 2003). Korcsoportokat határoztak meg a felhagyás óta eltelt idő és a vegetáció összetétele alapján, és megállapították, hogy még a 25 évnél régebben felhagyott szántókon is jelentős a gyomfajok aránya, bár a természetes gyepre jellemző fajok már jelen vannak. Az özönfajok fertőzési folyamatainak kutatási eredményei bizonyították, hogy a természetes növényzetre jellemző fajok eluralkodásával nő az invázióval szemben mutatott ellenálló képesség. Finom térleptékkű mintavételezési módszer kialakításával az állapotváltozásokra érzékeny, trendek értelmezésére alkalmas metodikát fejlesztettek ki (BARTHA és mtsai 2004). Növényfajok viselkedésén alapuló indikációs módszert alakítottak ki a regeneráció folyamatának nyomon követésére, detektálására.

Letermelt akácok helyén regisztrálták a vegetáció változásait, megállapították, hogy a spontán regenerációs folyamatok során sűrű galagonyás bozótos akadályozza az őshonos gyepek kialakulását (TÖRÖK és LOHÁSZ 2004, HALASSY és TÖRÖK 2004). Mindezek az alapkutatások hozzájárultak ahhoz, hogy az egyes rontott élőhelyekről ma már meg tudjuk állapítani, hogy milyen eséllyel és milyen időtávlatban képesek természetes úton megújulni, illetve, hogy mikor szükséges aktív kezeléssel a folyamatokat irányítani.

Mikor kell beavatkozni?

Elsősorban akkor kell beavatkozni a regeneráció folyamatába, amikor természetes módon a helyre jellemző növényzet nem képes visszatelepülni, vagy a folyamat nagyon lassú. Különösen indokolt a mesterséges rehabilitáció, ha a rontott élőhely természeti területet, vagy lakott körzetet veszélyeztet (pl. allergiát okozó gyomok jelenlétével). Számos példa van táj- vagy élőhely-rehabilitációra a hivatásos természetvédelem vagy természetvédő egyesületek részéről. Ezen esetek többsége azonban nem kutatási eredményeken alapul, és a folyamat rosszul, vagy sehogyan sem dokumentált. Szükség van ezért az ökológiai ismereteket hasznosító és egyben tesztelő restaurációs kutatásokra, melyek terén az ÖBKI az utóbbi 10 évben úttörő szerepet vállalt.

Restaurációs célok a Kiskunságban

Ismételt légifelvételek bizonyítják, hogy a Kiskunság homoktájain a tanyavilág megszűnésével először a leggyengébb termőképességű buckahátakat, majd a mélyedéseket, később pedig a réteken létrehozott szántókat hagyták fel az 1950-es évek állapotához képest. Ezzel a folyamattal párhuzamosan az idegenhonos fajokból álló ültetvények

¹² International Long Term Ecological Research (ILTER) <http://www.ilternet.edu/>

(elsősorban akác) kiterjedése rohamosan megnőtt. Ezen tájhasználati változások miatt a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatósága szükségesnek látta a regenerációs folyamatok felmérését és a restaurációs beavatkozások lehetőségeinek elemzését.

Mind a felhagyott szántók, mind az akácosok helyén a természetes vegetáció regenerációját lassíthatja a talaj tápanyagtartalmának feldúsulása, **eutrofizációja**, mely a gyomfajok vagy özönfajok tartós jelenlétét okozza (pl. parlagfű). Több párhuzamosan folyó kísérlet keretében különböző kezelési módszereket próbáltunk ki a talaj tápanyagtartalmának csökkentésére és a regeneráció elősegítésére, a bennszülött homokpusztagyep életközösségének helyreállítására. Ez a társulás olyan természetvédelmi szempontból értékes öfenntartó, önszabályozó rendszer, mely számos ritka, védett faj termőhelye. A kísérletekben alkalmazott kezelések: kaszálás, tápanyag megkötés a mikrobiális aktivitás növelésével, magvetés és szántás. A kísérletek során szerzett számos tapasztalat tovább alakította, módosította a kutatást, beépült a későbbi tervekbe, így a kísérletsorozattal megvalósult az **adaptív restauráció** (ZEDLER és CALLAWAY 2003). A kutatások az EU 6. keretprogram Alter-Net¹³ projektjéhez kapcsolódnak és a Nemzetközi Restaurációs Ökológiai Társaságban (SERI¹⁴) is elismertek.

Akácos helyét kaszálni kell

A 18. században Amerikából betelepített akác mára az Alföldön invazív fajra jellemző módon károsítja a természeti területeket, ilyen helyeken visszaszorítása kívánatos. Három mintaterületen végzett kísérlet alapján bebizonyosodott, hogy a tarvágott, természetvédelmi okból kiirtott akácos helyén hosszú távon bozótos (főleg galagonyás, 15. ábra) alakul ki, ezt kaszálással el lehet kerülni. Ez a kezelés azonban csak a kezdeti stádiumban javasolt az eredeti növényzet, a bennszülött homokpusztagyep helyreállítására, mivel a kívánatos növényfajok betelepülése után azok a kaszálástól károsodnak, ill. egyes, nem kívánatos fajok a kaszálás hatására eluralkodnak. Ezért a kísérletben a kaszálást hét év után felhagytuk, csak a növényzet állapotváltozását követjük nyomon.

¹³ <http://www.alter-net.info>

¹⁴ <http://www.seri.org>

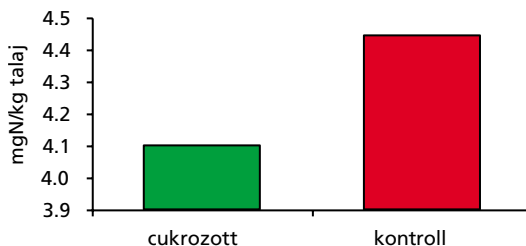


15. ábra. Kaszált és kontroll parcellák a fülöpházi tarvágott akácos helyén 1996-ban (felül) és 2002-ben (alul). Kaszálás hiányában cserjésedés indul meg

Tápanyagterhelés kezelése

A szárazföldi eutrofizáció, elsősorban a nitrogén feldúsulás kezelése a mikrobiális lebontók segítségével történhet, szénforrás (pl. cukor) adagolásával (16. ábra). A kísérletek igazolták a kezelés nitrogén-megkötő hatását a talajban (3. olvasmány), de a növényzetre vonatkozóan a hatás késleltetett, és számos feltételtől függ, így önmagában nem alkalmas őshonos gyepek restaurációjára.

Felvehető nitrogéntartalom a talajban, Fabók-tanya, 2003.



16. ábra. A talaj növények számára felvehető nitrogéntartalma cukrozás hatására csökkent három éves kezelés után, tavaszi időszakban

Gyors rehabilitáció magvetéssel

A természetes regenerációt gyakran akadályozza a kívánatos fajok hiánya, így hiába állítunk elő megfelelő talajviszonyokat, a környező tájban – sokszor távol – előforduló természetes foltok nem biztosítják időben a szaporítóanyagot. Ekkor mesterséges magvetéssel pótolhatjuk ezeket. Az ÖBKI munkatársai ezt a módszert is kipróbálták kontrollált kísérletekben a Kiskunsági Nemzeti Park területén. Már a vetést követő második évre sikerült a védett, homokgyepi fajok felnőtt egyedeit felnevelni (17. ábra).

Hatékonyabb a kezelések kombinációja

A korábbi vizsgálatokban részleges eredményeket elértünk, de további restaurációt akadályozó tényezőkkel is szembekerültünk, úgymint a tarackoló, élő növényfajok blokkoló hatása és egyes homoki fajok korlátozott terjedőképessége. A blokkoló hatást szántással próbáltuk csökkenteni. Ezt a beavatkozást a kísérlet kezdetén végeztük, a többi kezelést ezt követően, egyedi és kombinált módon alkalmaztuk. A homokgyepi fajok magjainak vetését, szénforrás adagolását és kaszálást végeztünk három mintaterületen több évig. A kombinált kezeléssel parcellákon a vetett fajok jelentős borítást értek el.

Összegzés

- Kezelési módszereket dolgoztunk ki felhagyott szántók, letermelt akácosok természeti állapotának javítására – öfenntartó természetes rendszerek visszaállítására,
- kaszálni kell a letermelt akácosok helyét a cserjés bozót hosszú távú betelepülésének megakadályozására,
- a talaj tápanyagtartalom csökkentésére mikrobiológiai manipuláció használható,
- a növényzet természetessége magvetéssel rövid idő alatt növelhető,
- kezelési módszerek kombinációjával védett fajok is visszatelepíthetők degradált területekre.



17. ábra. Kései szegfű (*Dianthus serotinus*) virágzó egyede a vetett parcellában (Fülöpháza, 2003)

Irodalom

- BARTHA S., CAMPETELLA G., CANULLO R., BÓDIS J., MUCINA L. 2004: On the importance of fine-scale spatial complexity in vegetation restoration studies. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 30: 101–116.
- CSECSEKITS A., HALASSY M., SZABÓ R., KERTÉSZ M., VAN DEGGELEN R. 2003: Sikeresen megtelepedő évelők felhagyott homoki szántókon – kik és miért pont ők? *Botanikai Közlemények* 90: 174–175.
- HALASSY M., TÖRÖK K. 2004: Combination of treatments restores black locust plantations to native sand grassland (Hungary). *Ecological Restoration* 22(3): 217–218.
- KSH 2005: *Környezetstatisztikai évkönyv 2003*. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest.
- TÖRÖK K., SZILI-KOVÁCS T., HALASSY M., TÓTH T., HAYEK ZS., PASCHKE M. W., WARDELL L. J. 2000: Immobilization of soil nitrogen as a possible method for the restoration of sandy grassland. *Applied Vegetation Science* 3: 7–14.
- TÖRÖK K., LOHÁSZ C. 2004: The effect of climate on the restoration success of sandy grassland in Hungary. Proceedings of the 16th Annual Conference of the Society for Ecological Restoration. 24–26 August, 2004, Victoria, Canada, pp. 1–8. CD-Rom.
- ZEDLER J. B., CALLAWAY J. C. 2003: Adaptive restoration: A strategic approach for integrating research into restoration projects. In: RAPPORT D. J., LASLEY W. L., ROLSTON D. E., NIELSEN N. O., QUALSET C. O., DAMANIA A. B. (eds.): *Managing for Healthy Ecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida pp. 167–174.

3. olvasmány

Cukrozás a tápanyagterhelés ellen

A talaj felvehető nitrogéntartalma és a növényzet kompozíciója között szoros összefüggés van (TÖRÖK és mtsai 2000). A gyorsan növő, sokszor gyomjelle-gű fajok nagy tápanyagigényűek, ezért a tápanyag elérhetőségének csökken-tésével háttérbe szorulhatnak. Ez az alapja a nitrogén megkötésén alapuló gyepr Restaurációs módszereknek.

A folyamat a talajban élő mikroorganizmusok aktivitásának szénforrás ada-golásával történő serkentésével valósul meg. Amikor a talajgombák és baktériu-mok számára szénforrást biztosítunk, hasonló folyamat zajlik le, mint az élesztő kelesztésénél: a cukrot a mikrobák anyagcsere-folyamataikhoz felhasznál-ják, miközben széndioxi-dot lélegeznek ki és a ta-laj növények számára fel-vehető nitrogén tartalmát sejtjeikbe építik. Ezt a fo-lyamatot nitrogén immo-bilizációnak nevezik, működését terepi kísérle-tekkel is bizonyítottuk (16. ábra). A kiskunsági felhagyott szántókon kézzel, évente többször kiszórt cukor és fűrészpor hatására (l. fénykép) a fel-vehető nitrogén mennyi-sége szignifikánsan csök-kent. Ezt a tápanyagter-helés ellen kidolgozott technikát a víztisztítás során is használják.



A BOTANIKUS KERT SZEREPE A BIOLÓGIAI SOKFÉLESÉG MEGŐRZÉSÉBEN

KÓSA GÉZA

Védett és veszélyeztetett növények szaporítása és visszatelepítése módszereinek kidolgozása

A XXI. században tovább romlott az eredeti növénytakaró túlélésének lehetősége. Mind a termőhelyek csökkenése, mind a biodiverzitás szegényedése komoly veszélyt jelent vi-

4. olvasmány

A visszatelepítés mint a fajmegőrzés egyik módszere

A legutóbbi ilyen visszatelepítési akcióink keretében például Bátorligeten 270 tő európai zergeboglárt (*Trollius europaeus*), a Fényi erdőben 5 tő magyar kökörcsint (*Pulsatilla pratensis* ssp. *hungarica*) és 6 tő magyar nőszirmot (*Iris aphylla* ssp. *hungarica*) telepítettünk vissza. Ugyancsak eredeti termőhelyre került vissza a botanikus kerti szaporításból a Naszályon 20 tő leánykökörcsin (*Pulsatilla grandis*, l. fénykép), 26 tő szürke harangcsillag (*Asyneuma canescens*) és 15 tő fehéres csüdfű (*Astragalus vesicarius* ssp. *albicans*). Fontos és több lépcsős elszaporítási és visszatelepítési munka a Rád határában lévő Bükös-hegyen kihelyezett 60 tő tátorján (*Crambe tataria*). Több hullámban telepítettünk vissza a botanikus kertben kidolgozott metódus alapján elszaporított védett növényeket a Békkőre, a Bükkből.

A kiválasztott növények populációit a botanikus kertben továbbra is fenntartjuk, biztonsági tartalékként.



lágméretekben, de idehaza is. Az MTA Botanikus Kertjében a lehetőségeinket kihasználva bekapcsolódtunk a védett és veszélyeztetett, drámaian csökkenő populációjú növényfajok élőhelyen kívüli szaporításába, és visszatelepítésük megszervezésébe.

Mivel ezek a ritka növényfajok sohasem voltak természetbe véve, külön-külön fel kellett tárni szaporodásbiológiai jellegzetességeiket és kidolgozni a szaporítás technológiáját. Ez a sokszor, a növények jellege miatt nem könnyű feladat sok alternatív kísérleti megoldáson át vezet el addig, hogy a megőrzésre és a visszatelepítésre is alkalmas egyedszámot elérjük. Az elmúlt években mintegy 40 taxonnal végeztünk ilyen munkákat, kitapasztalva a generatív és vegetatív szaporítás lehetőségeit, hogy ezáltal az eredeti populációkat nem károsítva hozzunk létre új növényeket a megcélzott taxonok fennmaradása érdekében.

Zöldfelület gazdálkodás – új fajok szükségese a klímaváltozás miatt

Az országnak nagy erőfeszítéseket kell tenni, hogy a **klíma prognosztizált szárazodásával** beálló változások során is megőrizze, illetve növelje zöldfelületeit (erdő, közpark, kert stb.). Ennek érdekében tudományosan átgondolt növényi introdukciókra kell sort keríteni. Ezeknek a honosításoknak fő műhelyei a botanikus kertek. Nemzetközi kapcsolatrendszerünk és terepexpedícióink során a botanikus kert tudományos élőnövény gyűjteményét állandóan fejlesztjük.

A csereanyagként vagy terep utakon gyűjtött generatív és vegetatív szaporítóanyagokból az erre kialakított telepeinken új növényeket állítunk elő. A négy gyűjteményrész összesített adatai alapján évi 4–5000 tétellel dolgozunk. Főként a bodzafélék (*Caprifoliaceae*), rózsafélék (*Rosaceae*), juharfafélék (*Aceraceae*) és olajfafélék (*Oleaceae*) családjain belül jelentkeztek perspektívikus növények. Az illető növény eredeti termőhelyének, elterjedésének, ökológiai igényeinek megfelelően csoportosítjuk a munkákat és dolgozzuk ki a sikeres nevelés körülményeit. A módszer kidolgozása során fontos rögzíteni a szaporítás, vetés időpontját, a termesztő berendezést, a szaporító közeget, talajt. Az introdukció folyamán a növények fejlődéséről folyamatos adatgyűjtést végzünk.

A vácrátóti kert extrém környezeti viszonyait figyelembe véve (kevés csapadék, tápanyagszegény homoktalaj, magas pH) az itt sikeres növények az ország területének túlnyomó részén eredményesen termesztethetők lesznek. Így a megfelelő növekedési erély, jó kondíciót mutató, inváziós szempontból veszélytelennek mutakozó taxonokat népszerűsítjük és a faiskolai **termesztésbe** ajánljuk.

Összegzés

- Élőhely-, faj-rehabilitáció: számos védett, veszélyeztetett növényfaj szaporításának és visszatelepítésének módszerét dolgozták ki a Botanikus Kert munkatársai.
- Klímaváltozás hatása: új fajok bevezetése, tudományos igényű tesztelése a klímaváltozás következtében kialakuló zöldfelület gazdálkodás nehézségeinek kezelésére.