

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-érzékenységére utal, másrészt arra, hogy az enyhébbé vá-



1. ábra. Klímaszimulációs kísérleti berendezés a Kiskunságban, Fülöpházán

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

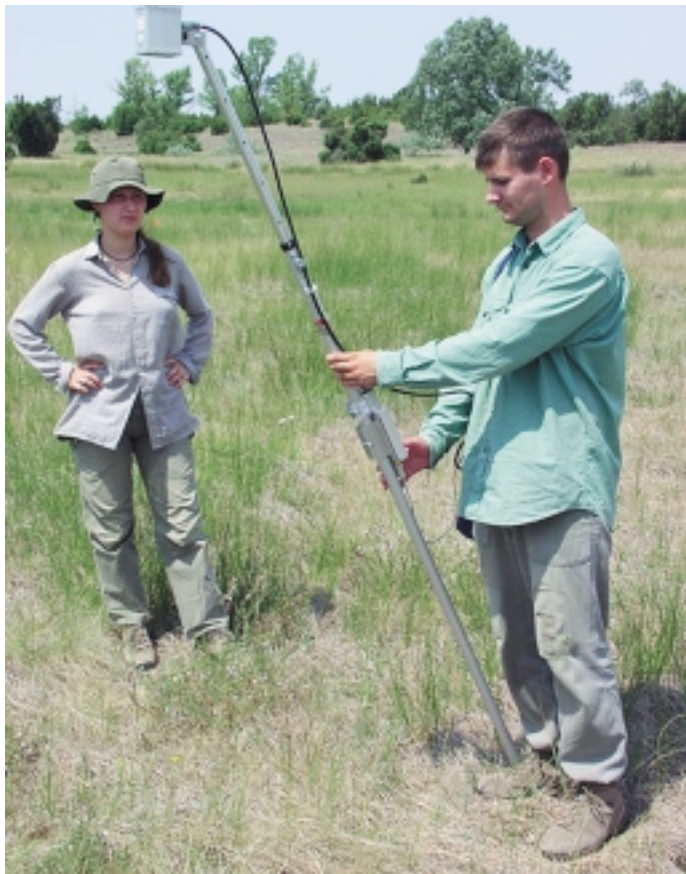
csenkesz regenerációja nagyobb mértékű volt a nyársarjak árnyékában, mint a nyílt foltookban, ami arra utal, hogy a nyár jelenléte kiegyenlíti az aszályok hatását, illetve segíti a regenerációt. Ez a mindennapi kezelési gyakorlatban azt jelenti, hogy a mozaikosság fenntartásával, illetve helyreállításával 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 szolgáltatunk 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 minőségétől 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 (szántó, kaszáló, legelő) viszonylag egyszerű feladat a primer (a fotoszintetizáló növények szolgáltatása) 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 mintanegyzet teljes területére elkészítjük a termőhely-, ill. földhasználati és a botanikai térképet. Kiválasztott mintaterületeken évente mérjük a biomasszát vágással és eredetileg termésbecslésre kifejlesztett sugárzásmérővel (CROPSCAN és LAI-2000, 2. ábra). A föld feletti zöld növényzet, a mért ún. vegetációs index és az úrből mért levélfelület index összehasonlításával végezhető el a kalibráció. Intézetünk munkatársai végezték el a sugárzásmérő műszerek alkalmazásának technológiai fejlesztését a természetes gyepekre és erdőtülsulásokra. 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.

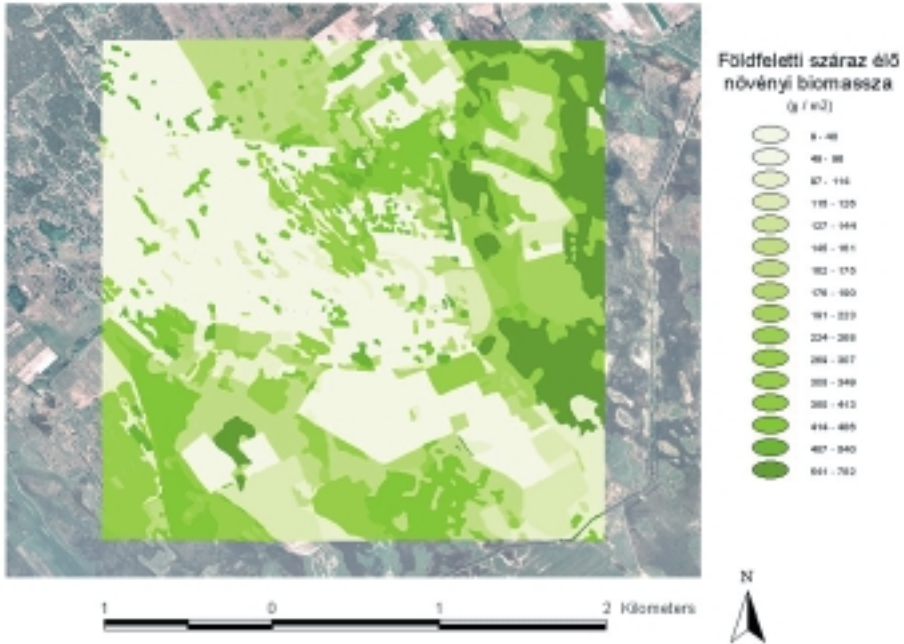
A Magyar LTER hálózat képviselőjében részt veszünk az ALTER-Net⁷, az európai 6. Keretprogram egyik Kiválósági Hálózat (Network of Excellence) projektjében. Ennek célja, hogy olyan, európai léptékű hosszú távú kutatóhálózatot hozzon létre, amely képes regionális és kontinentális léptékű integrált ökológiai,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

Orgovány mintaterület



3. ábra. Az éven belüli becsült maximális élő biomasza 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 biomasza-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.