

Bartha S., Molnár, Zs., Horváth, A., Virágh, K. 2008. Időjárási szélsőségek – társulásszintű adaptív válaszok.Évelő nyílt homokpusztagyepék 12 éves monitorozásának tapasztalatai. In: Korsós, Z., Gyenis, Gy., Penksza, K. (szerk.), Előadások Összefoglalói MBT XXVII. Vándorgyűlés 2008. szeptember 25-26., pp. 1-6. (plenáris előadás)

Időjárási szélsőségek – társulásszintű adaptív válaszok. Évelő nyílt homokpusztagyepék 12 éves monitorozásának tapasztalatai

Bartha Sándor, Molnár Zsolt, Horváth András, Virágh Klára
MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézet, 2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4.,
sanyi@botanika.hu

Bevezetés és problémafelvetés

Az ember okozta globális klímaváltozás hatására térségünkben is gyakoribbá váltak az időjárási szélsőségek (pl. aszályok, heves esőzések, szélviharok). Az evolúciós léptékben szokatlanul gyors környezeti változások kapcsán alapvető kérdés, hogy az egyes ökológiai rendszerek milyen mértékben képesek alkalmazkodni, hogyan változhatnak, ill. a változások során fennmaradnak-e vagy pedig sérülnek alapvető ökológiai szolgáltatásaik (Czúcz et al. 2007).

A vegetáció a környezeti változásokra többnyire belső szerkezetének az átrendeződésével válaszol. A gazdagabb, komplexebb közösségek gyorsabb és többféle válaszra képesek, ezért adaptációs képességük is nagyobb (McNaughton 1988, Tilman 1999, Gunderson és Pritchard 2002, Bartha 2007a). A vegetáció adaptív válaszainak a megértéséhez tehát nagyon fontos belső állapotainak és állapotátmeneteinek az ismerete (Bartha 2008). Sajnos az európai (és ezen belül a hazai) vegetációról összegyűlt tudásunk döntően a klasszikus cönológián alapul, egy olyan módszertanon, amely a vegetáció változatosságát mesterségesen leegyszerűsítette és elhanyagolta az átmenetek és az állományon belüli változatosság vizsgálatát (Bartha 2000, 2003). A klímaváltozás várható hatásait leíró jelenlegi modellek is ezzel a leegyszerűsített képpel dolgoznak (Guisan et al. 1998, Zimmermann and Kienast 1999, Walther 2003, Dormann 2007). Feltételezik, hogy a vegetáció kevés számú (néhány tucat) egységgel reprezentálható, ezek az egységek egyensúlyban vannak a környezetükkel, azaz környezeti igényeik a pillanatnyi előfordulásaik alapján megismerhetők. A modellezés során a várt új környezethez igazítják a vegetáció képét, feltételezve, hogy a vegetációs egységek majd egyszerűen elmozdulnak, követik a környezet változásait (pl. a hőmérséklet emelkedésével a vegetációs övek magasabbra tolnak a hegyekben (Guisan et al. 1998, Zimmermann and Kienast 1999).

Ha az aktuális vegetáció táji léptékű átalakulásainak közelmúltját (utóbbi 200 évet) vesszük szemügyre (Bíró 2006), a vegetációs egységek térbeli eltolódásai mellett egészen más jellegű változásokat is látunk, mindenekelőtt a természetes élőhelyek kiterjedésének csökkenését, felaprózódását, valamint degradációt, ruderalizációt, szekunder szukcessziós folyamatokat és az özöngyomok terjedését. Mindez felveti annak szükségességét, hogy a vegetáció modellezése során elfogadott egyszerűsítő feltevések érvényességét megvizsgáljuk és a modellek jóslatait a valós folyamatok megfigyelésével teszteljük.

Ebben a közleményben egy 12 éve tartó monitorozási projekt eredményeiből válogattunk. A monitorozást az évelő nyílt homokpusztagyep egy természetközeli állományában végeztük. A vizsgált időszakban az időjárás igen változékony volt, csapadékos és aszályos évek váltották egymást. Munkánk során a következő kérdésekre kerestük a választ: 1, homogénnek tekinthető-e az állomány; 2, hogyan változnak a legfontosabb cönológiai állapotjellemzők; 3, vannak-e különbségek a növényfajok egyedi viselkedésében.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat egy tipikus nyílt évelő homokpusztagyep (*Festucetum vaginatae*) állományban 1996 és 2007 között végeztük Csévharaszt közelében. Az állomány 1939 óta védett, jelenleg a KISKUN LTER egyik kiemelt kutatási objektuma, vegetációja és környezeti viszonyai jól dokumentáltak (Kovács-Láng et al. 1999, 2000, 2008). A vizsgált időszakban több aszályos év fordult elő (1999, 2000, 2001 és 2003). A térségben 2001 volt a legszárazabb év. Az 1997-es év és a 2004-2007 közötti időszak viszont inkább csapadékosnak mondható. A mintavétel során a növényfajok jelenlétét detektáltuk 52 m hosszú, 5x5 cm-es mikrokvadrátokból álló transzszektben. Ez a mintavétel egy sokéves módszertani fejlesztőmunka eredménye és tapasztalataink szerint kellően pontos és objektív, igen részletes adatokkal szolgál a növényzet állapotáról, ugyanakkor viszonylag gyorsan megvalósítható és elhanyagolható zavarással jár (Bartha et al. 2004, Bartha 2007b). Az egyes mikrokvadrátok helyét a zavarás csökkentése érdekében nem állandósítottuk, de a mintavételi transzszektet évről évre igyekeztünk közel ugyanazon a nyomvonalon vezetni. A transzszekt alapadatai egy finom felbontású közel egydimenziós térképnek tekinthetők, amelyet számítógépes mintavételekkel elemeztünk. A foltdinamika egyszerűsített leírásához a fajok jelenléteit 2 m-enként összeadtuk és ebből határoztuk meg a lokálisan domináns fajt, ill. fajcsoportot. A szerkezeti komplexitást és a térbeli rendezettséget Juhász-Nagy információstatisztikai modelljeivel jellemeztük, az egyes függvényeket térsorozati elemzésekkel határoztuk meg (Juhász-Nagy és Podani 1983). A fajok abundanciáinak időbeli változatosságát a gyakoriságaik alapján számolt időbeli variációs koefficiensek (CV%) összehasonlításával jellemeztük.

Eredmények

A. Állományon belüli heterogenitás térben és időben

A 2 m x 5cm-es felbontással készült közel egydimenziós vegetációtérkép igen nagy állományon belüli változatosságot mutatott (1. ábra). Néhány méterenként változott a domináns faj, a természetes állapotú, szép gyep is erősen heterogén, foltos, mozaikos szerkezetű volt. A mozaikosság jellege, mértéke, kompozíciója évente erősen változott.

x	1	1	1	1	x	s	s	1	s	f	1	x	x	s	x	s	1	s	s	f	s	1	2	2	1996
x	x	f	s	x	x	x	s	x	s	s	x	f	s	x	s	s	s	s	s	s	s	s	s	x	1997
s	s	s	x	x	s	s	f	f	x	s	x	x	s	f	x	s	s	s	x	s	x	s	1999		
1	2	2	1	1	1	2	2	s	s	1	1	2	2	s	1	1	1	1	1	1	x	1	2	2	2001
x	2	2	1	s	s	2	s	s	s	s	s	2	s	s	f	1	0	x	x	0	f	x	x	2002	
1	f	f	1	1	1	f	x	f	x	x	f	0	f	x	f	2	s	x	f	f	f	f	f	2004	
x	x	x	s	x	x	f	x	x	x	f	x	x	x	x	f	f	f	f	f	f	f	f	f	2005	
f	x	f	f	f	x	f	x	x	f	f	x	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	2006	
f	f	f	f	f	x	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	2007	

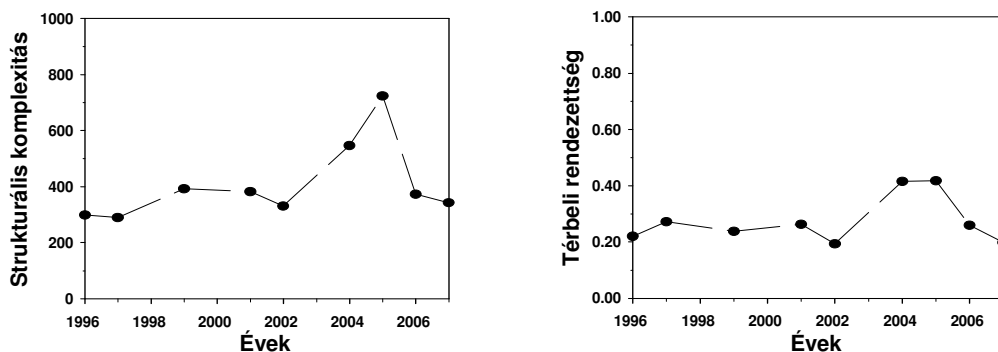
1. ábra. Egy stabilnak tartott *Festucetum vaginatae* állomány 12 éves belső foltdinamikája Csévharaszton. Vízzintesen a térbeli heterogenitás látható (a monitorozott 50 m hosszú transzszekt 2 m-es szakaszai). Függőlegesen az egyes szakaszok időbeli változásai. Dominanciátípusok: **1** egyévesek uralta folt, **2** évelő kétszikűek uralta folt, **f** *Festuca vaginata* típus, **s** *Stipa borysthena* típus, **x** *Festuca* és *Stipa* keveréke által uralt típus, **0** majdnem üres homokfelület.

Egyik legfontosabb tapasztalatunk, hogy homoki gyepekben egyetlen vizsgálat nem volt elegendő a társulás állapotának minősítéséhez. Például 1999-ben gazdag, szép, tipikus nyílt

évelő homokpusztagyepet láthattunk. A nagy aszály idején 2001-ben az állomány elszegényedett és összességében leromlott egyéves gyepek látszott. A csapadékos évek visszatérével 2005-ben azonban már ismét nagyon szép, változatos volt az állomány. A vizsgálat kezdetekor inkább a *Stipa borysthenea* dominanciája volt jellemző, 12 évvel később már a *Festuca vaginata* uralta az állományt.

B. A mikrocönológiai állapot változatossága

A szélsőséges környezeti feltételek között élő közösségekre általában az alacsony komplexitás és gyenge téridőbeli szervezettség, valamint az abiotikus meghatározottság a jellemző (Fekete 1992). A félsivatagi körülményekhez alkalmazkodott évelő nyílt homokpusztagyep cönológiai állapotjellemzői (más társulásokkal összevetve, ld. Bartha 2000, 2002) alacsony-közepes értékeket mutatnak (2. ábra). A vizsgált időszakban fellépő időjárási szélsőségek és a fajok gyakoriságainak és dominanciaviszonyainak jelentős változásai ellenére a közösségi szintű cönológiai állapotjellemzők alig változtak. A kisebb ingadozások nem követték az időjárás fluktuációit, csupán a sorozatos aszályok után fellépő regenerációs (mikro-szukcessziós) folyamat korai fázisában mutattak egy jellegzetes kilengést (lokális maximumot). Eredményeink világosan jelzik, hogy az évelő nyílt homokpusztagyep csévharaszi állománya közösségi szinten adaptálódott az időjárás ingadozásához. Az adaptációt jelzi a cönológiai állapotjellemzők viszonylagos állandósága. Más vizsgálataink azt mutatták, hogy a cönológiai állapot időbeli változatossága függ a társulás dinamikai állapotától, a természetközeli állományok stabilabbak, koordináltabbak, mint a degradáltak (Bartha 2000, 2002, 2007a, Virágh et al. 2006). Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a klímaváltozás során az ariditás növekedése a degradációhoz hasonló hatású lesz és a közösségek stabilitása csökkenhet (Bartha 2008).



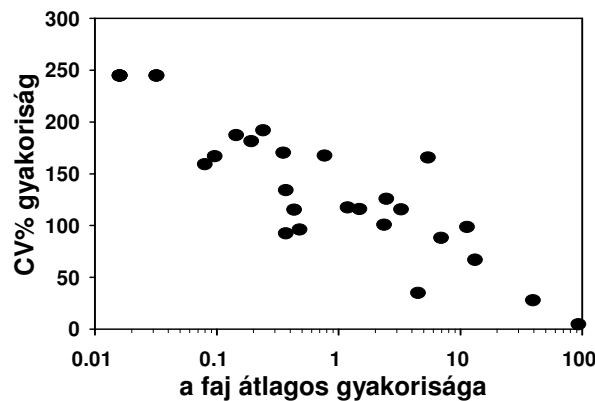
2. ábra. Két fontos cönológiai állapotjellemző viselkedése egy évelő nyílt homokpusztagyepben Csévharaszon (1996-2007) a 3%-nál gyakoribb fajok esetében. Az állományon belüli koegzisztenciális szerkezetek finom térléptékű komplexitását a megvalósult fajkombinációk számának maximumával, a térbeli rendezettséget a relatív asszociátummal mértük (vö. Juhász-Nagy és Podani 1983).

A KISKUN LTER keretében folyó korábbi vizsgálatok a növekvő szárazság hatására a *Stipa borysthenea* előretörését jelezték a kevésbé szárazságtűrőnek tartott *Festuca vaginata* rovására (vö. Kovács-Láng et al. 1999, 2005, 2008). Monitorozásunk érdekes és meglepő új eredménye, hogy Csévharaszon az aszály hatására egy fordított irányú váltás történt, a *Stipa borysthenea* helyén a *Festuca vaginata* szaporodott el. A jelenség a nem-egyensúlyi dinamikákkal magyarázható. A gyenge aszály során valószínűleg a szárazságtűrés a meghatározó. A jobb szárazságtűrű *Stipa* lassan előnybe kerül. Extrém nagy aszály esetén

(ilyen volt 2001-ben Csévharaszton), viszont a *Stipa* is tömegesen pusztult. Ezután, amikor ismét csapadékosabb évek jöttek, az évelő fűvek rekolonizációja során már a terjedőképesség és a propagulumforrások mintázata volt a fontosabb tulajdonság, ami Csévharaszton a *Festuca vaginata*-nak kedvezett.

C. A ritkább fajok jobban ki vannak téve az időjárási szélsőségeknek?

Az évelő nyílt homokpusztagyep igen dinamikus rendszer, ahol a fajok abundanciái időben jelentősen változhatnak, alkalmanként tömeges pusztulás, ill. látványos regeneráció is megfigyelhető. Eredményeink szerint minél ritkább egy faj, populációmérete annál inkább fluktuál (3. ábra). Ebből következik, hogy az időjárási



3. ábra. A fajok átlagos %-os gyakoriságának és a gyakoriságok időbeli változatosságának az összefüggése egy évelő nyílt homokpusztagyepben Csévharaszton (1996-2007).

szélsőségek hatására a ritkább fajok populációmérete ingadozik erősebben, őket fenyegeti jobban a fluktuációkkal kapcsolatos lokális kipusztulás veszélye. Ugyanakkor az összefüggés nem túlzottan erős, hasonló átlagos gyakoriságú fajok időbeli viselkedése között jelentős eltérések tapasztalhatók. A variációs koefficiensek különbözősége jelzi, hogy a fajok populációméretének szabályozottsága eltér. Fekete Gábor és munkatársai kimutatták (1988), hogy ugyanazon faj más cönológiai környezetben más módon meghatározott, ill. eltérően szabályozott. A populációk szabályozottságának mélyebb ismerete kulcsfontosságú az adaptációs kérdések megértésében. Mindez további hosszú távú vizsgálatokat igényel.

Összefoglalás és kitekintés

Vizsgálataink szerint az évelő nyílt homokpusztagyep igen jelentős, időben folyamatosan változó belső szerkezeti változatossággal és heterogenitással bír. A belső szerkezeti átrendeződések biztosítják az állományszintű adaptációt, ezért e tulajdonságok nem hanyagolhatók el. Az adaptáció sikerességét bizonyítja, hogy a homokpusztagyep állomány a vizsgált időszakban megtartotta identitását és a fellépő időjárási szélsőségek ellenére cönológiai állapotjellemzői csak kevéssé ingadoztak.

A vegetáció alkalmazkodóképességét tehát szerkezeti sajátosságai (komplexitása és rendezettsége) alapvetően meghatározzák. Ezért ezek tanulmányozása nem kerülhető meg. Az igen különböző téridőléptékeknél megvalósuló hierarchikus szerveződés megértéséhez a

közösségeket természetes viszonyaik között, a természetes viselkedésük léptékeihez igazodó mintavételekkel kell tanulmányozni (Kovácsné Láng és Fekete 1995). A hosszú távú ökológiai kutatások nemzetközi hálózata (ILTER) azonban csak néhány kiragadott ökológiai rendszer tanulmányozását teszi lehetővé. A fenntarthatóság iránti gyakorlati igény és a globális környezeti változások okozta kihívások viszont megkövetelik, hogy széleskörű, táji léptékben is reprezentatív monitorozó hálózat álljon a társadalom rendelkezésére. Egy olyan rendszer, amely folyamatosan vizsgálja az ember okozta környezeti változások következményeit, és segít helyreállítani az ember és környezete viszonyban jelenleg felbomlott visszacsatolási, szabályozási relációkat (Horváth 2007). Egy ÁNTSZ jellegű országos ökológiai monitorozó szolgálat kiépítésére van szükség, amelynek tudományos módszertani alapozása lényegében adott, csak a megvalósítás várat magára.

Köszönetnyilvánítás

Az itt bemutatott kutatások a KISKUN LTER program részét képezik. A terepi felvételezésben Lynn Bessenyei, Botta-Dukát Zoltán, Giandiego Campetella, Csete Sándor, Wylie Harris, Házi Judit, Bruce Hoagland, Illyés Eszter, Kertész Miklós, Molnár Edit és Türke Ildikó segítettek. A sok éven át folyó kutatásokat az NKFP 3B/0008/2002, NKFP 6/0013/2005, az OTKA T-021166, T-032630 és K 72561 pályázatok támogatásával végeztük.

Irodalom

- Bartha S. 2000 In vivo társuláselmélet. In: Virágh K., Kun A. (eds.): Vegetáció és dinamizmus. MTA-ÖBKI, Vácrátót, pp. 101-141.
- Bartha S. 2002 Társulásszerveződési törvényszerűségek keresése. In: Fekete, G. et al. (szerk.): Az MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete 50 éve (1952-2002). MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 99-113.
- Bartha S. 2003 A természetvédelmi kezeléseket megalapozó vegetációkutatásokról. In: Bartha S., Molnár Zs. (szerk.): A természetvédelmi kezelési tervek készítéséhez szükséges vegetációdinamikai, természetességi és regenerációs kérdésekről. Tanulmány a Természetvédelmi Hivatal számára. MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 4-48.
- Bartha S., Campetella G., Canullo R., Bódis J., Mucina L. 2004 On the importance of fine-scale spatial complexity in vegetation restoration. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.* 30: 101-116.
- Bartha S. 2007a Kompozíció, differenciálódás és dinamika az erdőssztyep biom gyepjeiben. In: Illyés E., Bölöni J. (szerk.): Lejtőssztyepek, löszgyepek és erdőssztyeprétek Magyarországon. Budapest, pp. 72-103.
- Bartha S. 2007b A vegetáció leírásának módszertani alapjai. In: Horváth A., Szitár K. (szerk.): Agrártájak növényzetének monitorozása. A hatás-monitorozás elméleti alapjai és gyakorlati lehetőségei. MTA ÖBKI, Vácrátót. 92-113.
- Bartha S. 2008 A vegetáció viselkedésökológiája. In: Kröel-Dulay Gy., Kalapos T., Mojzes A. (szerk.): Talaj-Vegetáció-Klíma kölcsönhatások. Köszöntjük a 70 éves Láng Editet. MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 73-86.
- Biró M. 2006 A történeti térképekre alapuló vegetációrekonstrukció és alkalmazásai a Duna-Tisza közén. PhD Értekezés, Pécs. (Kézirat) 122 pp.
- Czúcz B., Kröel-Dulay G, Rédei T, Botta-Dukát Z, Molnár Zs (szerk.) 2007 Éghajlatváltozás és biológiai sokféleség – elemzések az adaptációs stratégia tudományos megalapozásához. Kutatási jelentés, kézirat, MTA ÖBKI, Vácrátót.

- Dormann C.F. 2007 Promising the future? Global change projections of species distributions. *Basic and Applied Ecology* 8: 387-397.
- Fekete G. 1992. The holistic view of succession reconsidered. *Coenoses* 7: 21-29.
- Fekete G., Tuba Z., Melkó E. 1988 Background processes at the population level during succession in grassland on sand. *Vegetatio* 77: 33-41.
- Guisan A., Theurillat J-P., Kienast F. 1998 Predicting the potential distribution of plant species in an alpine environment. *J. Veg. Sci.* 9: 65-74.
- Gunderson L.H., Pritchard Jr. L. (eds.) 2002 Resilience and the behaviour of large-scale systems. Island Oress, Washington.
- Horváth A. 2007 Miért kell „mindenáron” monitoroznunk? In: Horváth A., Szitár K. (szerk.): Agrártájékozott növényzetének monitorozása. A hatás-monitorozás elméleti alapjai és gyakorlati lehetőségei. MTA ÖBKI, Vácrátót. 12-13.
- Juhász-Nagy P., Podani J. 1983 Information theory methods for the study of spatial processes and succession. *Vegetatio* 51: 129-140.
- Kovácsné Láng E., Fekete G. 1995 Miért kellene hosszú távú ökológiai kutatások? *Magyar Tudomány* 1995. (4. szám) 377-392.
- Kovács-Láng E., Molnár E., Kröel-Dulay Gy., Barabás S. (szerk.) 1999 Long Term Ecological Research in the Kiskunság, Hungary. KISKUN LTER, Vácrátót: Institute of Ecology and Botany, H.A.S.
- Kovács-Láng E, Kröel-Dulay Gy., Kertész M., Fekete G., Mika J., Rédei T., Rajkai K., Hahn I., Bartha, S. 2000 Changes in the composition of sand grasslands along a climatic gradient in Hungary and implications for climate change. *Phytocoenologia* 30: 385-407.
- Kovács-Láng E., Kröel-Dulay Gy., Rédei T. 2005 A klímaváltozás hatása a természetközeli erdőssztyepp ökoszisztémákra. *Magyar Tudomány* 7: 812-817.
- Kovács-Láng E., Molnár E., Kröel-Dulay Gy., Barabás S. (eds.) 2008 The KISKUN LTER, Long-term ecological research in the Kiskunság, Hungary. Vácrátót: Institute of Ecology and Botany, H.A.S.
- McNaughton S.J. 1988 Diversity and stability. *Nature* 333: 204-205.
- Tilman D. 1999 The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.
- Virágh K., Horváth A., Bartha S., Somodi I. 2006 Kompozíciós diverzitás és térmentázati rendezettség a száalkaperjés erdőssztyeppretermészetközeli és zavart állományaiban. In: Molnár, E. (ed.): Kutatás, oktatás, értékteremtés. MTA ÖBKI, Vácrátót, pp. 89-111.
- Walther G-R. 2003 Plants in a warmer world. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6: 169-185.
- Zimmermann N.E., Kienast F. 1999 Predictive mapping of alpine grasslands in Switzerland: species versus community approach. *J. Veg. Sci.* 10: 469-482.