

Produkcó-diverzítás összefüggések a Duna-Tisza közti Homokhátságon

KERTÉSZ MIKLÓS, ÓNODI GÁBOR ÉS RÉDEI TAMÁS

MTA Ökológiai és Botanika Kutatóintézete, 2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4.

E-mail: kmiki@botanika.hu

Összefoglalás

A DUNA-TISZA KÖZI HOMOKHÁTSÁGON, a KISKUN LTER orgovány-ágasegyházi mintaterületének közel-természetes gyeptársulásaiban két léptékben, 0,25 m²-es és 16 m²-es kvadrátokban, megvizsgáltuk a levélfelület-index (LAI) és az edényes növények fajgazdagsága közötti összefüggéseket. Elvégeztük az összefüggés-vizsgálatot a specialisták fajsza számára is. A 16 m²-es kvadrátokból származó mintákban, a szakirodalmi várakozással ellentétben, azt tapasztaltuk, hogy a LAI-grádiens elején van a fajsza számok maximuma, illetve a réti társulásokban (magas LAI) a specialista fajok számának minimuma. Ennek, feltételezésünk szerint az az oka, hogy az emberi bolygatás következtében jelentősen lecsökkent a réti társulások fajsza száma. A 0,25 m²-es kvadrátokból származó minta esetében nem tapasztaltuk ezt a minimumot, ami a réti vegetáció nagyobb mértékű koordináltságának a következménye.

Kulcsszavak: bolygatás, fajgazdagság, levélfelület-index, lépték, specialista fajok

Bevezetés

A produkció és a diverzítás kapcsolata Humboldt óta foglalkoztatja a természetbúvárokat, majd utóbb az ökológusokat. Ugyanakkor a „produkciós” és a „kompozíciós” szemlélet módszertani elkülönülése miatt csak az utóbbi évtizedekben vált ez a kapcsolat operatív vizsgálatok tárgyává. Az ilyen kutatásoknak legalább három motivációja van. Az első az, hogy a fizika és a kémia törvényeihez hasonló összefüggést találjanak az élőlényközösségek fontos állapotváltozói között. A második az, hogy a produkciót és a diverzítást összekössék a stabilitással, így dinamikus modelleket alkítsanak ki az élőlényközösségek működésének leírására. A harmadik pedig az, hogy feltárják az emberi beavatkozás hatását, illetve a természetvédelem lehetőségeit.

Az első motiváció mindenekelőtt az érintetlen, ember által nem zavart közösségek, valamint mesterségesen konstruált modellközösségek vizsgálatához vezetett. A második és harmadik motiváció nyomán kezdeményezett vizsgálatokban a diszturbancia, köztük az emberi zavarás hatását is tanulmányozzák illetve modellezik. Sajátos viszont, hogy magát a diszturbanciát jellemzik a produkció változásával, pl. a HANPP

(human appropriation of net primary production) nagyságával, és ennek vizsgálják a diverzitásra gyakorolt hatását (Haberl *et al.* 2004).

A humán zavarás viszont gyakran nem a produktum eltávolítását jelenti, hanem más formákban jelentkezik, ezért hatását általában éppen a diverzitás csökkenésével mérik. Eközben a produkció, a beavatkozás céljának megfelelően, gyakran növekszik. Egy másik jellemző formája a zavarásnak az időben egyenetlen beavatkozás. A világ sűrűn lakott részein egyre nagyobb az olyan terület, amit termelésbe vontak, vagy más módon erősen megzavartak, majd felhagytak a zavarással. Ezekben a területeken a zavarást nem lehet kielégítően jellemezni a biomassza eltávolítással, vagy más aktív zavaró tényezővel.

A bolygatott területek ökológiai vizsgálata ugyanakkor elsődleges fontosságú, már csak a kiterjedésük miatt is, de főleg amiatt, hogy megismerjük az ember és a természeti környezet kapcsolatát. A megzavart területeken kell alkalmazni azokat az eredményeket, amiket a természetes és modellközösségek vizsgálata során nyerünk. Ez volt a fő motivációja annak, hogy a KISKUN LTER keretében egy olyan táj hosszú távú produkciós és diverzitási vizsgálatába kezdtünk bele, amiben fajgazdag természetközeli területek, felhagyott és aktívan művelt területek egyaránt vannak.

Jelen cikkünk célja, hogy leírjuk, hogy milyen a diverzitás és a produkció kapcsolata a kiskunsági Homokhátság egy reprezentatív, azaz nem érintetlen tájának gyep-társulásaiban. A produkciót a levélfelület-indexszel, a diverzitást pedig az edényes növényfajok számával jellemezzük. Hogy mélyebb betekintést nyerjünk a diverzitás és a produkció kapcsolatába, vizsgálatunkat két, gyakran alkalmazott léptékben végeztük, és a zavarás hatásának pontosabb kimutatása végett az összfajszám mellett külön vizsgáltuk a vizsgált növénytársulásokra jellemző specialista fajokat. Noha kutatásunk úttörő jellegű a zavart társulások vizsgálatára, a szélsőségesen bolygatott közösségeket kihagytuk a vizsgálatunkból.

Anyag és módszer

A mintaterület

A mintaterület a Duna-Tisza közti Homokhátság központi részén helyezkedik el, egy 3×3 km-es É-D tájolású négyzet Orgovány, Ágasegyháza és Izsák községek határában, központja é.sz. 46°47'20", k.h.19°28'30". A mintaterület kiválasztásánál a legfontosabb szempont az volt, hogy minél jobban reprezentálja a Homokhátság vegetációját és tájhasználatát. A mintaterületen nagy kiterjedésű nyáras-borókás van, nyílt és zárt homokpusztagyeppelel. A borókás 90%-a 2000 júniusában leégett. Emellett jelentős méretű rétek és nádasok borítják még a területet, továbbá szántóföldek, kisebb lucernások, egy nagy és több kisebb szőlő, kisebb gyümölcsösök, sok felhagyott terület, telepített erdők – köztük feketefenyvesek, melyek nagyobb része 2000-ben szintén leégett –, valamint tanyák és elhagyott tanyahelyek.

A mintaterület klímája szubkontinentális. A kecskeméti meteorológiai állomás adatai szerint 1971 és 2000 között az évi középhőmérséklet 10,3 °C (január: -1,9 °C, július

20,9 °C), az éves csapadékösszeg átlagosan 520 mm, a legcsapadékosabb hónap a június. A mintaterület domborzata és talajtakarója változatos. A terület 40%-a homokbuckás, gyengén humuszos homok vázталajjal, a depressziókban humuszos homokkal. A homokbuckás körüli alacsonyabb térszínen vízhatás alatt álló talajok vannak: réti talaj, lápos réti talaj, mélyben sós réti talaj, illetve kisebb foltokban szolonyec (Várallyay 1993).

A Földmérési és Távérzékelési Intézet 2000-ben készült nagy felbontású, színes geokódolt légifotója segítségével részletes vegetáció- illetve földhasználati térképet készítettünk a területről. A digitalizált képen 868 élőhelyfoltot 101 élőhelytípusba különítettünk el szakértői döntéssel, helyszíni bejárás alapján. A típusokat később 28 kategóriába vontuk össze: az így készült vegetációtérképet tekintjük alaptérképnek.

Évenkénti finomskálájú cönológiai, biomassza- és LAI mintavétel

A mintavételi terv kialakításánál az volt a célunk, hogy évente megbízhatóan megbecsülhessük a legfontosabb vegetáció- és tájhasználati típusok maximális föld feletti élő (zöld) biomasszáját illetve levélfelület-indexét (LAI). A mintavétel vágásos és műszeres mérések kombinációja. Fejezetünkben a rendszeresen mért mintavételi egységek közül azoknak az adatait használjuk, amikben évenkénti vágásos mintavétel is történik. (A mintavételi egységek nagyobb része esetében csak műszeres méréseket végzünk.) A vágásos mintavételi egységek három transzekt mentén helyezkednek el. A 600 m hosszú 1. transzekt 14 kvadrátja réteket, mocsárréteket és nádasokat reprezentál, a 300 m-es 2. és 3. transzekt 10 illetve 6 kvadrátja nyílt és zárt homokpusztagyepet.

A mintavételezést 2000-ben kezdtük el, de a mintavételi egységek végleges helyei és a mintavételezés technikái 2003-ra alakultak ki. A mintavételi egységek helyét GPS mérésekkel és terepi zászlócskákkal jelöljük. Minthogy a GPS mérések pontossága korlátozott (gyakorlatilag egy kb. 3 m sugarú körbe esnek), és a zászlócskák időnként elvesznek (a kaszált réteken rendszeresen), a mintavételi egységek helye évről-évre kismértékben változhat. Ugyanakkor a vágásos mintavételeit egyébként sem hajthatjuk végre pontosan ugyanazon a helyen, így a változások nem okoznak nehézséget.

A mintavételt évente egyszer végezzük, amikor a legnagyobbak ítélik az éven belüli levélfelület-indexet. Ez a homokpusztagyepet esetében június első felére esik, az üde és nedves társulások esetében június vége és augusztus eleje közötti időszakra. A vágásos mintavételt 0,5×0,5 m-es kvadrátban végezzük. Vágás előtt cönológiai felvételt készítünk, százalékos skálán megbecsülve az edényes növények borítását, valamint fajokra bontás nélkül a moha- és zuzmóborítást, továbbá az avarréteg és a nyílt talajfelszín borítását. A vágásos mintában talált fajokkal utólag kiegészítjük a felvételt.

A föld feletti biomassza- és LAI-becsléshez a növényzetet a talajfelszínig levágjuk, és begyűjtjük az avarréteget is. A mintákat szobahőmérsékleten súlyállandóságig szárítjuk, majd elkülönítjük a vágáskor még élő és holt biomasszákat illetve avart. A vágáskor még élő biomasszákat fajonként szétválogatjuk és lemérjük a tömegét. A LAI meghatározásához minden felvételtől külön-külön fajonként részmintát veszünk. A részminták LAI-ját úgy állapítjuk meg, hogy a mérendő növényi anyagot átlátszó fóliák közé ragasztjuk (laminál-

juk), a fóliákról lapolvasóval fekete-fehér képeket készítünk, majd a képeken leszámoljuk a fekete felületet. A részmintákból fajonkénti és mintavételi egységenkénti fajlagos levélfelületet (Specific Leaf Area, SLA, azaz egységnyi levélszáraztömeg felülete) számítunk, és a fajonkénti élő biomassza-adatok alapján meghatározzuk a fajonkénti, illetve mintavételi egységenkénti LAI-t. (2003 előtt külön vettünk mintát az SLA meghatározásához, de ez nagyon pontatlan és torzított becslésekhez vezetett a zárt gyeptársulások esetén.)

Vegetációtípus	Finomskála (0,25 m ²)	Durvaskála (16 m ²)
nyílt homokpusztagyep	5	5
zárt homokpusztagyep	4	12
rét vagy kiszáradó lóprét	9	14
mocsárrét és nádas	5	7

1. táblázat: Vegetációtípusok gyakorisága a mintákban.

Egyszeri durvaskálájú cönológiai és LAI-mintavétel

Az egész mintaterület cönológiai jellemzése céljából 2004-ben végeztünk felvételezést 98 darab 4×4 m-es kvadrátban. A mintavételi helyeket a vegetációtérkép alapján választottuk ki szakértői döntéssel úgy, hogy minden fontosabb vegetáció- illetve földhasználati típusba legalább 3 mintavételi egység essen. A mintavételi egységekben feljegyeztük az edényes növényfajok százalékos borítását.

A cönológiai mintavétel mellett minden kvadrátban becsültük a LAI-t a LI-COR LAI-2000* (http://www.licor.com/env/Products/AreaMeters/lai2000/2000_intro.jsp) mérőműszer segítségével. A becsült adat minden kvadrát esetén 5 mérés átlaga.

Adatfeldolgozás

A mintákban talált fajokat specialista, generalista és antropogén csoportokba soroltuk be. A besorolás a Magyar Flóra Adatbázis (Horváth *et al.* 1995) alapján, a Simon-féle természetvédelmi érték kategóriák, Borhidi-féle szociális magatartás típusok, valamint a cönológiai karakter figyelembevételével készült. A besorolást a fajok lokális, a Kiskunság homokterületein mutatott viselkedése alapján szakértői döntéssel aktualizáltuk.

A durvaskálájú mintából leválogattuk azokat a felvételeket, amik gyeptársulásban készültek, és ahol az antropogén fajok számának az aránya nem haladta meg a 20%-ot. A finomskálájú mintában ez sehol sem haladta meg a 20%-ot. A durva- és finomskálájú mintavételek összehasonlíthatósága végett a finom skálájú mintából kihagytuk azokat a nyílt homokpusztagyepi kvadrátokat, amiknek 2004-ben a LAI-ja kisebb volt, mint a durvaskálájú mintában mért legkisebb LAI (7 kvadrát, LAI<0,41) (1. táblázat).

A további vizsgálatban a cönológiai felvételekből az edényes növényfajok számát használtuk a diverzitás becslésére. Az összes fajszámot és a specialista fajok számát áb-

rázoltuk a LAI függvényében. Az adatokra másodfokú függvényeket, illetve a 4×4 m-es teljes fajszámok esetében lineáris függvényt illesztettünk, Microsoft Excel® programban. Az illesztések statisztikáját az R programcsomagban számoltuk ki (<http://www.r-project.org>), és az R^2_{adj} értéket, valamint a 0-hipotézis becsült valószínűségét (p) közöljük (Chambers 1992). A szignifikancia-szintet $p < 0,10$ értéknél állapítottuk meg. Az összefüggéseket öt kategóriába soroltuk: emelkedő (lineáris), csökkenő (lineáris), maximumon megy át (konkáv), minimumon megy át (konvex), nincs erős összefüggés.

Eredmények

A finomléptékű mintavétel során összesen 132 edényes növényfaj került a mintába, ebből 57 fajt tekintettünk specialistának és 7 fajt antropogénnek. Az évenként feljegyzett fajok száma 80 és 90 között változik. A LAI-adatok 0,22 és 6,57 között szórnak, és tükrözik a 2003-as aszály hatását (2. táblázat). (A 0,41 alatti LAI-kat nem a leválogatás alapjául szolgáló 2004-es évben mértük.) A kvadrátonkénti (0,25 m²) fajszám 3 és 21, a specialista fajok száma 1 és 11 között szóródik (3. táblázat). A 2003-as aszály hatása a összes fajszámokon is látszik.

Vegetációtípus	2003	2004	2004	2005	2006
nyílt homokpusztagyep	0,45	0,81	1,29	0,64	0,97
zárt homokpusztagyep	0,61	1,70	2,38	1,67	1,71
rét és kiszáradó láprét	2,58	3,14	3,74	2,58	3,23
mocsárrét és nádas	4,26	4,08	4,18	4,13	4,22

2. táblázat: A levélfelület-indexek átlagai vegetációtípusonként és évenként. A durva skálájú mintavétel adatait félkövér dőlt betűvel közöljük.

Vegetációtípus	2003	2004	2004	2005	2006
nyílt homokpusztagyep	6,4	12,0	23,6	8,4	9,6
zárt homokpusztagyep	6,8	9,8	23,3	7,3	6,0
rét és kiszáradó láprét	11,9	12,7	21,0	13,9	13,8
mocsárrét és nádas	8,2	9,8	10,4	9,2	7,4

a) összes faj

Vegetációtípus	2003	2004	2004	2005	2006
nyílt homokpusztagyep	4,0	4,4	10,0	4,4	4,8
zárt homokpusztagyep	3,0	2,8	6,1	3,0	2,3
rét és kiszáradó láprét	4,6	4,2	4,7	5,0	4,9
mocsárrét és nádas	4,4	5,0	5,6	4,6	4,0

b) specialista fajok

3. táblázat: Az edényes fajok számának átlagai vegetációtípusonként és évenként. A durva skálájú mintavétel adatait félkövér dőlt betűvel közöljük.

A 2004-es, 4×4 m-es kvadrátokban végzett mintavétel során összesen 200 edényes növényfaj került a mintába, ebből 80 fajt tekintettünk specialistának, és 20 fajt antropogénnek. A kvadrátonkénti (16 m²) teljes fajszám 4 és 32, a specialista fajok száma 1 és 13 között változott (3. táblázat). A LAI-adatok 0,41 és 5,39 között szórnak (2. táblázat).

A fajszámokat, illetve a specialista fajok számát a felvételek LAI-jának függvényében ábrázoltuk (1. és 2. ábra). A durvaskálájú mintára jellemző függvény az összes faj esetében csökkenő, a specialista fajok esetében minimumon megy át (konkáv), míg a finomskálájú mintáknál vagy nem erős az összefüggés ($p > 0,10$), vagy maximumon megy át (konvex) (4. táblázat). Emelkedő szignifikáns összefüggést nem találtunk.

Minta	2003	2004	2004	2005	2006
minden faj	∩	—	↘	∩	—
specialista fajok	—	—	∪	—	—

4. táblázat A produkció-diverzitás függvények jellemzése. A durva skálájú minták jellemzőit félkövér karakterrel közöljük.
 ∩ : maximumon megy át, ∪ : minimumon megy át, ↘ : csökkenő, — : nincs erős ($p < 0,10$) összefüggés

Megvitatás

A minta kiválasztása

Noha a bevezetőben hangsúlyoztuk, hogy a humán zavarásnak kitett közösségek vizsgálata a célunk, a mintából kihagytuk azokat a 4×4 m-es felvételeket, amikben az antropogén fajok számának aránya meghaladta a 20%-ot. Ennek az az oka, hogy az erősen zavart társulások vizsgálata alapvetően más megközelítést kíván, mint egy produkciós grádiens menti vizsgálat.

Mind a zavarás tényezői (esetünkben a termelésbe vonás, felhagyás, legeltetés és kaszálás), mind pedig a potenciális produkciót alapvetően meghatározó környezeti feltételek (esetünkben a víz- és tápanyagellátottság) alkothatnak környezeti grádiens. A zavarási grádiens egyszerre hat a közösség anyagforgalmára és kompozíciójára, míg a produkciót meghatározó környezeti feltételek a produkción keresztül hatnak a közösségek kompozíciójára. Az előbbi esetben a produkció és a kompozíció közötti kapcsolat vizsgálatának általános sémája a „zavarás-erősség → (produkció ↔ kompozíció)”, vagy nem aktív zavarás, mint a felhagyás esetén a „kompozíció → produkció” ok-okozati kapcsolat. Amikor a produkciót meghatározó környezeti feltételek alkotnak grádiens, akkor a vizsgálatok általános sémája „produkció → kompozíció”.

Ezeket a sémákat nem lehet egyszerre alkalmazni, választani kell közülük. Az első két esetben a séma alkalmazásának feltétele az, hogy a produkciót meghatározó környezeti feltételek nagyjából állandók legyenek, a második esetben, hogy a zavarás mértéke nagyjából állandó legyen.

Mi ez utóbbi sémát alkalmaztuk, ezért a zavarás terjedelmét úgy korlátoztuk, hogy kihagytuk a kompozíció által erősen zavartnak indikált felvételeket. Úgy véltük, hogy eredményeink így is tükrözni fogják a tájszintű zavarás hatását.

A változók kiválasztása

Közhely a növényökológiában, hogy a primér produkció mérése munkaigényes, destruktív vagy komoly műszerezettséget kíván. Emiatt általában csak a produkciós masinéria néhány elemét mérik, esetleg gyakran távérzékelést (beleértve a terepi távérzékelést) alkalmazva (Gower *et al.* 1999, Scurlock *et al.* 2002), vagy csak a produkciót meghatározó főbb környezeti feltételeket (pl. hőmérséklet, csapadék) (Pärtel *et al.* 2007).

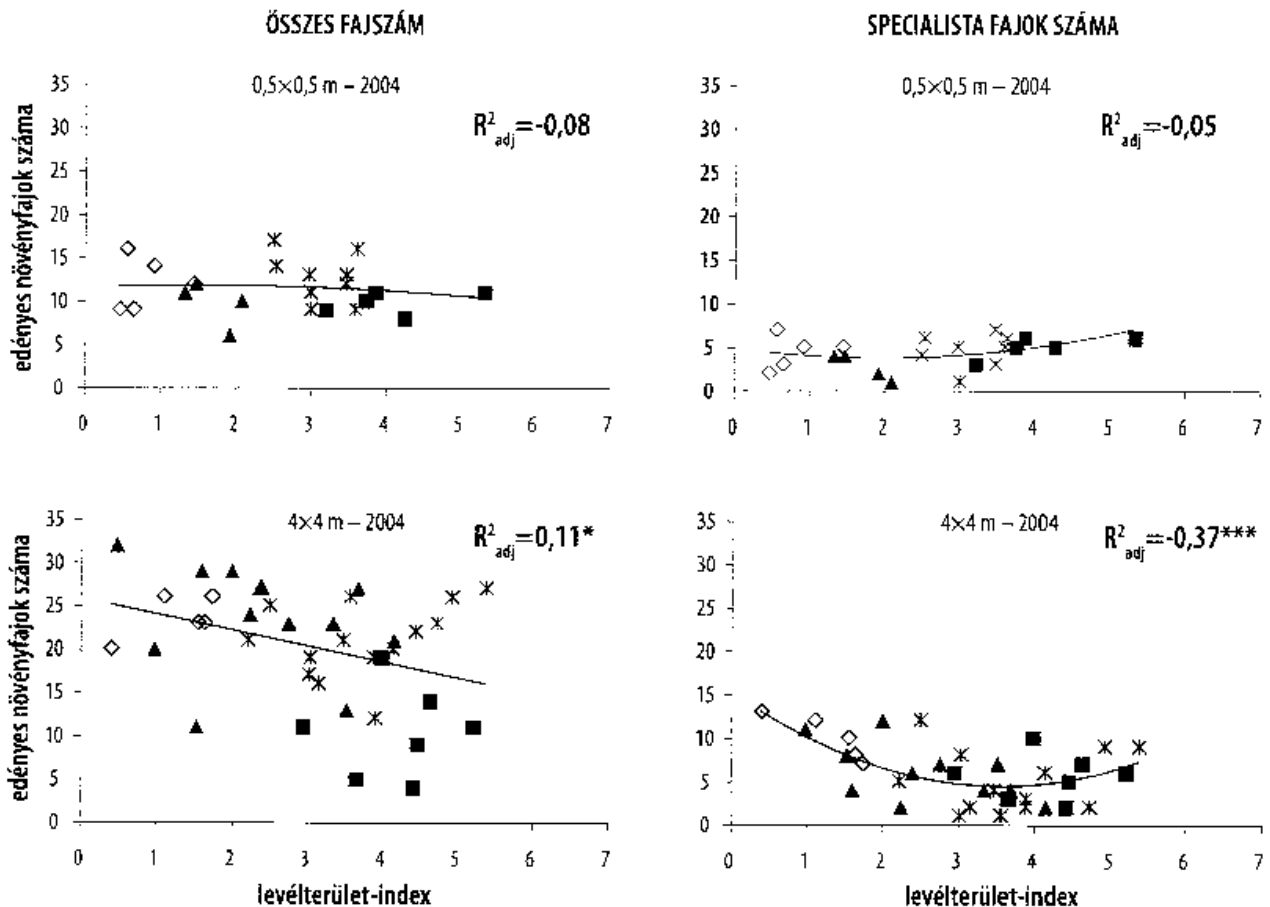
A LAI az egyik leggyakrabban mért produkciós változó, különösen széles termékenységi gradiens mentén, akár globálisan is (Cramer *et al.* 1999). A LAI mérése műszerrel is megoldható, így különösen alkalmas gyakran ismételt vagy egyszerre sok mérés kivitelezésére. A LAI a finomskálájú mintából is rendelkezésre állt, és a durvaskálájú mintavétel során alkalmazott LAI-2000 műszer megbízható és széles körben használt (White *et al.* 2000).

A csökkenő és U-alakú diverzitás-produkció függvény

A diverzitás a produkció függvényében vagy növekvő, vagy maximumon megy át (Abrams 1995, Grime 1997, Rapson *et al.* 1997). Pärtel *et al.* (2007) globális áttekintő cikkükben 163 terepi vizsgálatot referálnak, és csak a fenti két összefüggést találták, vagy nem találtak összefüggést. Listájukból leválogattuk azokat a vizsgálatokat, amelyek összevethetők a miénkkel (átlaghőmérséklet 6,5 -20,0 °C, évi csapadék 200-750 mm, gyepes vagy cserjés közösségek). Az így kapott 10 vizsgálatból egyben növekvő (pozitív), ötben maximumon átmenő (unimodális) összefüggést találtak, négyben nem volt világos összefüggés. Ezzel szemben mi a 4×4 m-es felvételekben csökkenő, illetve a specialista fajokra nézve minimumon átmenő összefüggést kaptunk.

Ennek a meglepő eredménynek az egyik lehetséges oka, hogy a diverzitás maximuma a produkciós terjedelem legelején, a nagyon kis LAI-knál van, és azért nem találtuk meg a függvény felszálló ágát, mert kihagytuk a legnyíltabb felvételeket. Ez nem teljesen ésszerűtlen magyarázat, hiszen a legnagyobb lokális fajgazdagságú mérsékeltövi-szubtropikus gyepes vagy cserjések félig nyíltak (fynbos, chaparral, izraeli gyepes). Ennek a magyarázatnak viszont ellentmond az, hogy a maximális fajgazdagság 32 fajnak adódott 16 m²-en, ami hazai viszonylatban sem kiemelkedő diverzitás; sziklagyepesekben és löszgyepesekben 1 m²-es felvételekben sem ritka a 40-nél nagyobb fajszám, 16 m²-en a 40 fölötti a jellemző.

A másik lehetséges magyarázat az, hogy az üdébb gyepesekben, a réteken és a kiszáradó lápréteken a várhatónál sokkal kisebb a fajgazdagság. Ezt a magyarázatot erősíti az a tény is, hogy a specialistának besorolt növények fajszáma kifejezett minimumon megy át, ami teljesen példátlan a zavartalan vagy kevésbé zavart tájakon folytatott



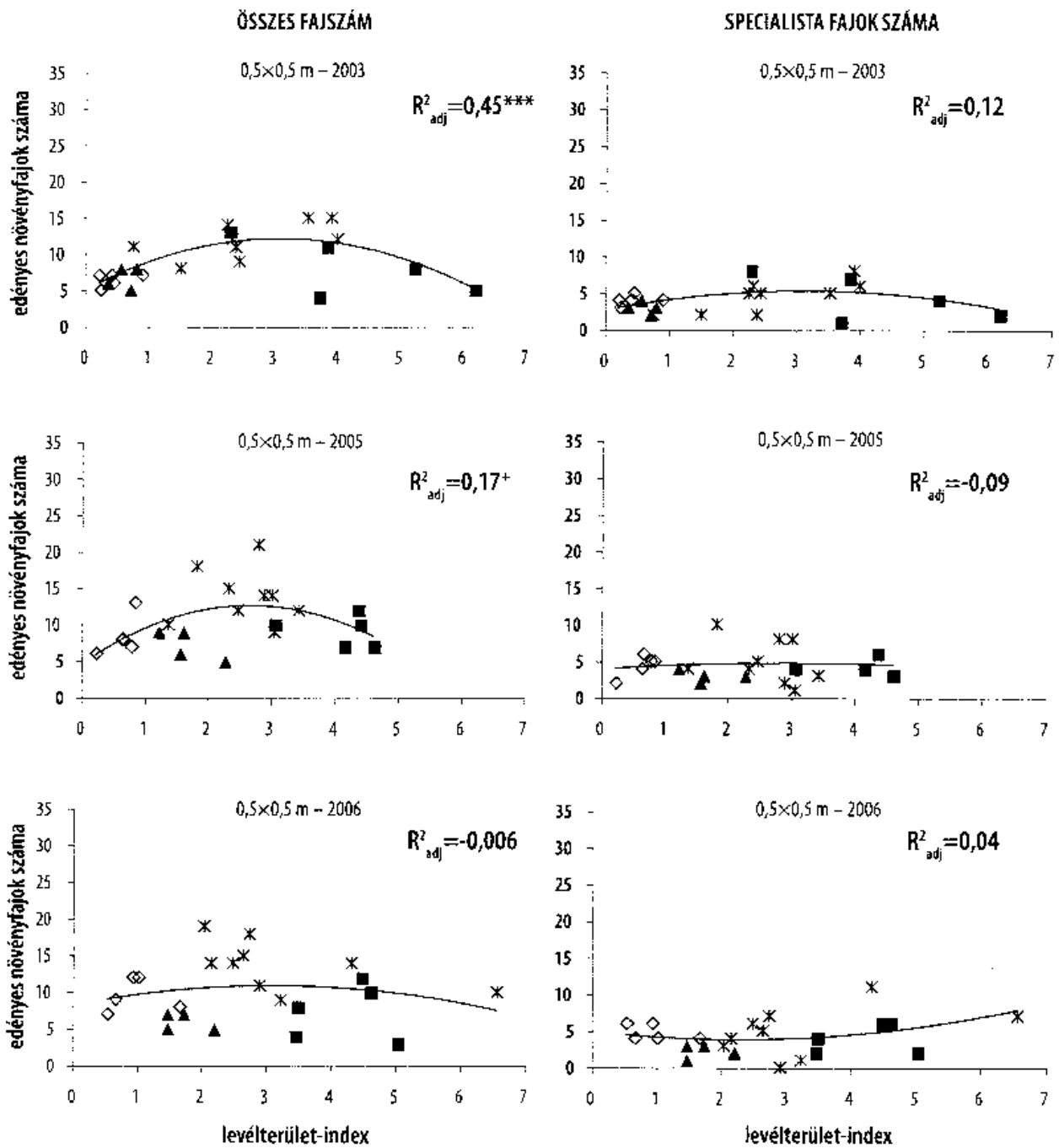
1. ábra. A fajgazdagság a levélterület-index függvényében: a 2004-es felvételek összehasonlítása.
 ◇ nyílt homokpusztagyep; ▲ zárt homokpusztagyep; * – rét és kiszáradó láprét; ■ – mocsárrét és nádas
 Az illesztett függvények másodfokúak, kivéve a 2004-es 4x4 m-es léptékű, teljes fajszámokra vonatkozó függvényt (bal alsó), ahol lineáris. * – $p < 0,05$; *** – $p < 0,001$

vizsgálatokat közlő szakirodalomban. A közepes produkciónál tapasztalt diverzitáshiánynak az oka pedig, feltételezésünk szerint, a táj bolygatottsága.

A Duna-Tisza közti Homokhátság eredeti természeti képét meghatározta a homokterület rendkívüli domborzati gazdagsága és a homok váztalaj szélsőséges vízgazdálkodása, ami már finom léptékben az élőhelyek nagy diverzitását eredményezte. Számos faj kifejezetten ehhez a mintázathoz alkalmazkodott, nemcsak térben, hanem időben is, a szárazságok vagy a belvizes periódusok túléléséhez. Az állatok aktivitása a legfinomabb léptékben segített fenntartani ezt a gazdag formakincset.

Az emberi hatás két fontos tényezőt változtatott meg. Egyrészt a csatornázás eredményeként nagy, korábban dominánsan vizes területet kiszárított, és száraz-félszáraz gyep jellegű termőhellyé alakította. Másrészt a szántás során táji léptékben, a gyepgazdálkodás (fogasolás, mélykaszálás) eredményeként pedig finomabb léptékben el egyengetődött a felszín, ami nagy, homogén foltokat eredményezett. Ez erősen csökkentette a vegetáció alkalmazkodóképességét mind a talajvízszint csökkenésére, mind az egyes szélsőséges klímaévekre adandó válasz szempontjából.

A nagy, homogén, egyszerre kiszáradó területeken nem állt rendelkezésre az a sztyeppi fajkészlet, ami az úrjabetelepüléshez szükséges lett volna, illetve a belvizes



2. ábra. A fajgazdság a levéltérület-index függvényében.

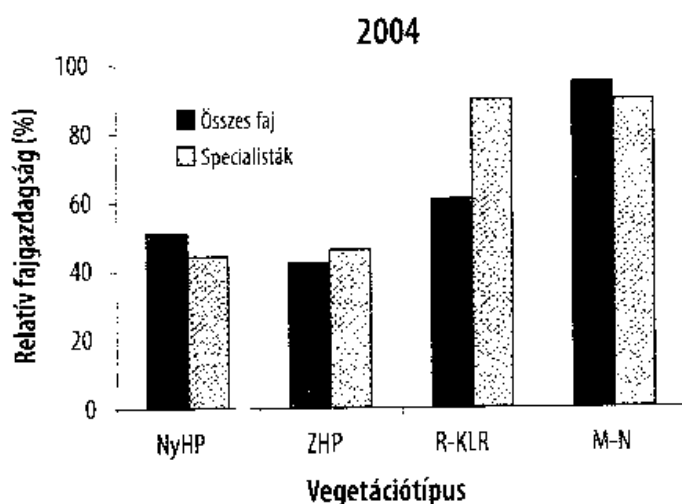
◇ – nyílt homokpusztagyep; ▲ – zárt homokpusztagyep; * – rét és kiszáradó láprét; ■ – mocsárrét és nádas

Az illesztett függvények másodfokúak. + – $p < 0,10$; *** – $p < 0,001$

években szintén nagy kiterjedésű előtött területek jöhettek létre, ahol a megmaradt szárazgyepi specialisták is elpusztulhattak. Így a rét- és sztyeppzóna átmeneti szintjén található nagy kiterjedésű xeromezofil, vagy mezofil gyepállományok fajkészlete eljellegtelenedett, a kiszáradás miatt eltűntek üde láp- és mocsárrétek specialistái, és nem jelenhettek meg, vagy az elárasztott években gyorsan kipusztultak a szárazgyepi specialisták. Ez a jelenség az egész Kiskunság léptékében tetten érhető (Rédei & Cse-cserits 2004).

A durva- és finomskálájú mintázat különbsége

Míg a durvaskálájú felvételek mintájára csökkenő és a minimumon átmenő produkció-diverzitás összefüggés volt a jellemző, addig a finomskálájú felvételek mintájára vagy az erős összefüggés hiánya, vagy a maximumon átmenő unimodális összefüggés. Azaz a finomskálájú minta nincs ellentmondásban a szakirodalom kevésbé zavart tájakra vonatkozó eredményeivel.



3. ábra. A 0,25 m²-es felvételek átlagos fajgazdagsága a 16 m²-es felvételekhez képest.

NyHP – nyílt homokpusztagyep; ZHP – zárt homokpusztagyep; R-KLR – rét és kiszáradó láprét; M-N mocsárrét és nádas mocsár

Ennek a különbségnek az oka a réti – kiszáradó lápréti valamint mocsári társulásoknak a nyílt gyepekhez képesti sokkal nagyobb koordináltsága. Míg a homokpusztagyepekben a 4×4 m-es kvadrátban kapott fajokszámoknak legfeljebb 50%-át kaptuk a 0,5×0,5 m-es kvadrátokban, addig a nedves társulásokban több, mint 60%-át (3. ábra). Különösen jellemző ez a specialista fajok esetében. Ez azt jelenti, hogy az egyegy foltban található kevés specialista faj (a réteken és kiszáradó lápréteken: *Equisetum palustris*, *Serratula tinctoria*, *Carex* spp., *Molinia* spp., *Mentha aquatica*) mindent megvan a folton belül, míg a mocsárban gyakorlatilag az összes foltra jellemző faj előfordul a legfinomabb léptékben.

A jóval fajgazdagabb társulásokra jellemző nagyfokú koordináltság jelezheti a nedves társulások potenciális, de mintaterületünkön nem realizálódó gazdagságát. Ugyanakkor a két skálán végzett felvételezések eredményének különbsége jelzi az egy skálaponthez kötődő vizsgálatok korlátait.

Kitekintés: természetvédelmi megfontolások

Egyre fontosabb, hogy a táji szintű humán zavarást kvantifikáljuk, meghatározzuk a különböző tájhasználatú zónákban az aktuális, megjósolható vagy kívánatos mértékét. A kvantifikálás elsősorban az erősen zavart (termelésbe vont vagy felhagyott) terület arányán, vagy az aktuális zavarás erősségén (pl. HANPP, cf. Haber *et al.* 2004) alapul. Olyan tájon, ahol a produkciós gradiens egy nagyon vízlimitált termőhelytől

az állóvízes termőhelyig terjed, az említett kvantifikálások könnyen félrevezetők lehetnek. A produktivitási gradiensnek ugyanis elsősorban azt a középső részét vonták termelésbe, ami a leggazdagabb volt, így a termelésbe vonás a legnagyobb táji szintű biodiverzitás-csökkenéshez vezetett.

Jelenleg azt látjuk, hogy kevés a termelésbe vont terület, kicsi az aktuális zavarás, és a táj legkisebb termőképességű része szép, gazdag, unikális flórájú és faunájú – a táj egészében kevéssé zavartnak tűnik. Részletes, táji szintű, többszempon-tú összehason-lítás nélkül nem lehet észrevenni, hogy milyen nagy volt a zavarás hatása. Félő, hogy a jelenlegi helyzetben megelégszünk a legrosszabb termőképességű “szentélyek” védel-mével, egy ambíciózusabb, tájszintű, hosszú távú rehabilitációval szemben.

Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt szeretnénk köszönetet mondani Láng Editnek, aki a KISKUN LTER orgovány-ágasegyházi kutatásait kezdeményezte, és részt vett a vizsgálatok korai sza-kaszában. Köszönet illeti Molnár Zsoltot, Barabás Sándort és Aszalós Rékát az álta-lunk használt alaptérkép készítéséért, valamint mindazon munkatársainkat, akik részt vettek a terepmunkákban és a minták feldolgozásában. Vizsgálatainkat a következő projektek támogatták: US NSF – MTA Joint Project No. 89, NKFP3B-0008/2002, NKFP6-00013/2005, EU FP6 GOCE-CT-2003505298 ALTER-Net.

Irodalom

- Abrams, P.A. (1995): Monotonic or unimodal diversity-productivity gradients: what does competition theory predict? *Ecology* **76**: 2019-2027.
- Chambers, J.M. (1992): Linear models. In: Chambers, J.M. & Hastie, T.J. (eds.): *Statistical Models in S*. Wadsworth & Brooks/Cole, Pacific Grove, CA. pp. 95-144.
- Cramer, W., Kicklighter, D.W., Bondeau, A., Moore III, B., Churkina, G., Nemry, B., Ruimy, A., Schloss, A. & the participants of the Potsdam NPP Model Intercomparison (1999): Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): overview and key results. *Global Change Biol.* **5**, suppl. 1: 1-15.
- Gower, S.T., Kucharik, C.J. & Norman, J.M. (1999): Direct and indirect estimation of leaf area index, f_{apar} , and net primary production of terrestrial ecosystems. *Remote Sens. Environ.* **70**: 29-51.
- Grime, J.P. (1997): The humped-backed model: response to Oksanen. *J. Ecol.* **85**: 97-98.
- Haberl, H., Schulz, N.B. & Plutzer, C. (2004): Human appropriation of net primary production and species diversity in agricultural landscapes. *Agr. Ecosyst. Environ.* **102**: 213-218.
- Horváth F., Dobolyi Z.K., Morschhauser T., Lökös L., Karas L. & Szerdahelyi T. (1995): *Flóra adatbázis*. MTA ÖBKI, Vácrátót.
- Pärtel, M., Lanisto, L. & Zobel, M. (2007): Contrasting plant productivity-diversity relationships across latitude: the role of evolutionary history. *Ecology* **88**: 1091-1097.
- Rapson, G.L., Thompson, K. & Hodgson, J.G. (1997): The humped relationship between species richness and biomass — testing its sensitivity to sample quadrat size. *J. Ecol.* **85**: 99-100.

- Rédei T. & Csecserits A. (2004): Az Alföld vegetációjának jellegtelenedése. In: *Aktuális Flóra és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VI. Keszthely. Előadások és poszterek. Összefoglaló kötet.* p. 28.
- Scurlock, J.M., Johnson, O.K. & Olson, R.J. (2002): Estimating net primary productivity from grassland biomass dynamics measurements. *Global Change Biol.* **8**: 736–753.
- Várallyay, Gy. (1993): Soils in the region between the rivers Danube and Tisza (Hungary). In: Kovács, D., Szujkó-Lacza, J. & Kovács, A. (eds.): *The flora of the Kiskunság National Park Vol. 1.* MTM, Budapest, pp. 21–42.
- White, M.A., Asner, G.P., Nemani, R.R., Privette, J.L. & Running, S.W. (2000): Measuring fractional cover and leaf area index in arid ecosystems - Digital camera, radiation transmittance, and laser altimetry methods. *Remote Sens. Environ.* **74**: 45–57.