

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM,
BIOLÓGIA DOKTORI ISKOLA (VEZETŐ: ERDEI ANNA, EGYETEMI TANÁR)
ÖKOLÓGIA, KONZERVÁCIÓBIOLÓGIA, SZISZTEMATIKA PROGRAM
(VEZETŐ: PODANI JÁNOS, EGYETEMI TANÁR)

A doktori értekezés tézisei

TÁJHASZNÁLAT-VÁLTOZÁST KÖVETŐ VEGETÁCIÓS ÁTALAKULÁSOK VIZSGÁLATA ÉS MODELLEZÉSE

Somodi Imelda

Témavezetők:

Dr. Virágh Klára és Dr. Podani János



ELTE NÖVÉNYRENDSZERTANI ÉS ÖKOLÓGIAI TANSZÉK

2009

I. Tudományos előzmények és célkitűzések

Az utóbbi évtizedekben általánosan elfogadottá vált, hogy az általunk észlelt növényzeti mintázat leggyakrabban nem egy egyensúlyi állapotot tükröz, hanem a vegetáció folyamatban lévő átalakulásának valamely pillanatfelvétele (DeAngelis és Waterhouse 1987, Pickett és mtsai. 1992, Virágh 2000). Különösen így van ez az ember befolyásolta, akár természetközeli élőhelyeken is, ahol a különböző emberi beavatkozások vagy azok elmaradása hosszú ideig nyomot hagy. A változások leírása, hajtóerejének ismerete hozzásegít minket a dinamika megértéséhez, illetve ahhoz, hogy felmérjük az emberi beavatkozások jelentőségét, lehetséges hatásait. A változási mintázatok és az azokat befolyásoló tényezők ismeretében bizonyos határok között előrejelezhetővé válnak további változások.

A tapasztalt növényzeti válasz azonban nagyban függhet attól, hogy milyen idő-, illetve térléptékben vizsgáljuk. A vegetáció rövidtávú válasza például megtévesztő lehet, sőt az emberi vagy környezeti behatások után közvetlen megfigyelt jelenségek akár éppen ellenkezők is lehetnek, mint amelyek azután hosszú távon túlsúlyba kerülnek. Hasonlóképpen az eltérő térléptékben tapasztalt hatások is eltérhetnek (többek között DeAngelis és Waterhouse 1987).

Doktori értekezésemben célul tűztem ki, hogy egy archív adatokkal jól alátámasztott esetben több tér- és időléptékben, illetve több szempontból elemezzem a legeltetés felhagyását követően bekövetkezett vegetációs változásokat és felderítsem az ezek háttérében álló folyamatokat.

A cél eléréséhez mindenekelőtt a megfigyelt vegetációs átalakulások leírására törekedtem. Majd megkíséreltem felismerni az ezekben rejlő szabályosságokat, amelyekre alapozva egy erősen egyszerűsítő modellel próbáltam közelíteni a várható vegetációdinamikát.

Második lépésként azt vizsgáltam, hogy milyen tényezők állhattak a megfigyelt vegetációs átalakulások háttérében. Elsősorban az élettelen környezet, valamint a korábbi vegetációs állapot egymáshoz viszonyított magyarázó erejét hasonlítottam össze. Emellett arra is választ kerestem, hogy a korábbi állapot jellemzői közül vajon a közvetlen megelőző növényzet típusa, vagy a korábbi térbeli konfiguráció hatása nagyobb-e a legeltetés felhagyása utáni vegetációs átalakulásokra.

Mínthogy egész Közép-Európában meghatározó jelenség az egyik általam is megfigyelt vegetációs átalakulás, a *Calamagrostis epigeios* emberi kezelések felhagyását követő terjedése, ennek külön fejezetet szenteltem. Finomléptékű faj-cserék vizsgálatával arra kerestem választ, hogy vajon milyen folyamat okozza a fajgazdag természetközeli lejtősztyepp átalakulását ebbe a fajszegény típusba. Továbbá, hogy az újonnan megjelenő domináns faj jelenlétének mely jellemzője (borítása, hajtásainak sűrűsége, a jelenlét időtartama, az avarprodukciónak) magyarázza a leginkább ezt

a jelenséget.

Végül részt vettem egy módszertani újítás kifejlesztésében, amely lehetővé teszi a vegetációdinamika mechanisztikus alapon való rekonstrukcióját. E Miklós Istvánnal közös munkában egy olyan módszer kidolgozását tűztük ki célul, amely megadja a meglévő adatokhoz leginkább illeszkedő átmeneti szabályokat és előállítja azon évek vegetációtérképeit, amelyekből nem áll rendelkezésünkre adat.

A fenti célkitűzéseknek megfelelően a következő fő kérdésekre kerestem a választ a dolgozatomban.

1. Milyen vegetációs átalakulások történtek a mintaterületen a legeltetés felhagyását követően? Milyen szabályosságok figyelhetők meg ezekben és milyen további irányokat lehet ezek alapján felvázolni?
2. Mennyire meghatározó az élettelen környezeti háttér, illetve a korábbi vegetációs állapot abban, hogy egyes átalakulások hol mennek végbe? A korábbi vegetációs állapoton belül mekkora szerepe van a múltbeli térbeli konfigurációnak?
3. Hogyan valósul meg finom léptékben a *Festucás* → *Calamagrostisos* átmenet? A *Calamagrostis epigeios* jelenlétének mely jellemzője okozza a feltűnő fajvesztést?
4. Hogyan modellezhetjük minél realiztikusabban és minél kevesebb szubjektív döntésen alapulóan a vegetációdinamikát, ha csak néhány pillanatfelvétel áll rendelkezésünkre? Milyen köztes állapotokon keresztül valósulhatnak meg a megfigyelt változások?

II. Anyag és módszer

A dolgozatban szereplő vizsgálatok a Bükk hegység lábánál, Tard község határában, a Szekrény-völgyben folytak (É 47° 54', K 20° 35'). A térképezett terület változatos domborzati formákkal tagolt völgy oldalában található, két oldalvölgy mentén, 150-200 m-rel a tengerszint felett. Az éghajlat szubkontinentális, átmenetet képez az Alföld és a hegyvidék éghajlata között. Az évi középhőmérséklet 9 °C, az évi csapadékmennyiség 600 mm. Az alapközet lösz, a gyepter talaja csernozjom barna erdőtalaj (Virágh 1991).

A domboldalak eredeti növényzete minden bizonnyal tatarjuharos-lősztlőgyes (*Aceri tatarici-Quercetum pubescentis-roboris*) volt (Virágh és Fekete 1984). A területen azonban igen hamar kivágták az erdőt, azóta a domboldalakon fajgazdag, az erdősztyepp gyeppkomponensének tekinthető lőszgyepek és írtásrétek találhatóak. Az 1970-es évekig folyt legeltetés hatására a természetes típusok mellett azok különféle változatai is megjelentek a területen, ezek a típusok gyakran különféle, egyébként kísérő- vagy gyomfajok dominanciájával jellemezhetők. A

vegetációtípusokat Virágh és Fekete (1984) definiálta, elnevezésükhöz domináns, vagy jellegzetes fajukat használták fel. Az egykori erdőssztyepp-vegetáció természetes állapotú maradványai a *Festuca rupicola* dominálta *Festucás* és a több fű, köztük a *Danthonia alpina*, a *Festuca rupicola* és különösen az utóbbi időben az *Avenula praeusta* ko-dominanciájával jellemezhető *Danthoniás* típus. A Virágh és Fekete (1984) alapján belőlük az eredeti erdő letermelése után kifejlődött típusok közül a dolgozatban való kiemeltsége miatt megemlítem még a *Chrysopogon gryllus* dominanciájával jellemezhető, a természetesekhez viszonylag közel álló *Chrysopogonos* és a kifejezetten leromlott, *Calamagrostis epigeios* dominálta, fajszegény *Calamagrostisos* típust.

Az adatgyűjtés során egyrészt a fajcserék vizsgálatához 15 l m x 1 m mintanegyzetben végeztem százalékos borításbecslést 2002 és 2005 között 20 cm x 20 cm-es egységenként (mikrokvadrátonként). A 15 mintanegyzet része a Virágh Klára által beállított korábbi finomléptékű mintavételi elrendezésnek (Virágh 1991). Ugyanezekben becsltem a *Calamagrostis epigeios* faj hajtásszámát mikrokvadrátonként és jelenlétének 1 m x 1 m-re vonatkoztatott jellemzőit is: százalékos borítás, hajtásszám, avarborítás, a faj első megjelenése óta eltelt évek száma (kor). Másrészt felhasználtam az 1983-as és 1988-as 1:1400-as léptékű vegetációtérképeket és 2002-ben a korábbiakkal megegyező módon magam is készítettem egyet. A vegetációtérképek a fent leírt vegetációtípusok térbeli elhelyezkedését ábrázolják.

A dolgozat a négy fő kérdésnek megfelelően négy részre oszlik, amelyek a módszerekben is különböznek.

A dolgozat első esettanulmányában a térképeket fedésbe hoztam, megvizsgáltam a vegetációtípusok területének időbeli változását, illetve, hogy milyen irányú átalakulások mentek végbe az egyes típusok között. Az átalakulások relatív gyakoriságát évpáronként átmeneti mátrixba rendeztem. Az átmeneti mátrixokat a mátrix-szorzás szabályai szerint összehasonlítottam, hogy felmérjem a rövidebb időt átfogó (1983-1988) mátrixban kódolt dinamika megfeleltethető-e a hosszabb időtávot átfogónak (1988-2002). Végül az 1983-2002-es mátrixot és a 2002-es vegetációtípus eloszlást alapul véve kiszámoltam egy homogén Markov lánc első lépéseit, hogy durva predikciót adjak a terület sorsáról 60 éves időtávlatban.

A második esettanulmányban az 1988-as állapotból, illetve az élettelen környezetet itt megjelenítő domborzati viszonyokból kiindulva, általánosított lineáris modellek használatával próbáltam előállítani három kiválasztott vegetációtípus: *Calamagrostisos*, *Danthoniás* és *Chrysopogonos* 2002-ben megfigyelt térbeli eloszlását. Ehhez három alapvető hipotézist fogalmaztam meg: (P) az adott helyen 1988-ban megfigyelt vegetációtípus meghatározza, hogy milyen vegetációtípus található ott később; (N) a modellezett típus korábbi foltjainak helye, azaz a múltbeli térbeli konfiguráció határozza meg foltjainak későbbi elhelyezkedését; (E) a vegetációtípus eloszlása a domborzati viszonyokat követi. A három alapvető hipotézis mellett megvizsgáltam a

múltbéli tényezők kombinált hatását (PN) és az összes tényező együttes hatását is. A hipotéziseknek megfelelően különböző háttérváltozók kombinációiból állítottam össze a modelleket, amelyek jóságát cross-validációval állapítottam meg és két, a predikció és a valós vegetációtérkép egyezését jellemző mértékkel (AUC, maximum kappa) hasonlítottam össze.

A harmadik esettanulmányban a finom-léptékű időbeli adatsorra támaszkodtam. Egyrészt összehasonlítottam 6 *Festucás* és 6 korábban *Festucás*, ma *Calamagrostisos* típusba tartozó újramintavételezett mintanegyzetben a fajcsere két komponensét: az eltűnési és a megjelenési rátát. A ráták átlagai közötti eltérések szignifikanciáját Monte Carlo randomizációval teszteltem. Másrészt, az előző összehasonlítás tapasztalataira támaszkodva vizsgáltam a megjelenési ráta mértékét a *C. epigeios* jellemzőinek változása mentén. Ehhez az utóbbi jellemzők értékeit kategóriákra osztottam és a mintavételi négyzeteket azok egyes évbéli állapota szerint besoroltam ezekbe (a fajcsere számításához használt évek közül a későbbit figyelembe véve, hiszen megjelenési rátáról van szó). A kategóriák átlagainak konfidencia-intervallumát ismét Monte Carlo randomizációval állítottam elő minden egyes, a *C. epigeios* jelenlétét leíró változóra. Az összefüggés erősségére a megfigyelt átlagok konfidencia-intervallumokhoz viszonyított pozíciójából következtettem. A százalékos borítás és hajtásszám-értékekkel való összefüggést 20 cm x 20 cm-re és 1 m x 1 m-re vonatkoztatva is értékeltem.

A negyedik esettanulmány egy olyan szimulációs modellt mutat be, amely a megfigyelt vegetációdinamika paramétereinek és a dinamika köztes lépéseinek becslését végzi. Ehhez Miklós István közreműködésével létrehoztunk egy sejtautomata alapú Bayes statisztikát használó Markov Lánc Monte Carlo modellt. A modell biológiai alapja a következő: a raszterként ábrázolt vegetációtérkép egy-egy 2 méteres oldalú celláját egy új vegetációtípus kétféleképpen foglalhatja el: vagy a szomszéd cellából, vagy egy közös fajkészletből, térbeli kényszerek nélkül. Az előbbi során a vegetatív terjedést, az utóbbi során a magról való terjedést szimuláljuk. Az egyedi cellák sorsának meghatározásakor a modell az átmeneti mátrixban szereplő súlyokat tovább súlyozza a környező cellákban található vegetációtípusok gyakoriságából kiindulva. A szimuláció a kezdeti vegetációtérképtől indulva a fenti szabályok szerint évenként lépve jut el a köztes, illetve végső térképhez, úgy, hogy a paramétereket olyannak választja, hogy azokból következzen a fixált térképek megjelenése. Eközben előáll a paraméter-értékek és a köztes évek vegetációtérképeinek egy eloszlása, amely mellett a fixált térképek leginkább elképzelhetők. A szimuláció jóságát tesztelendő lefuttattuk azt mindhárom vegetációtérkép, illetve csak a kezdeti és végállapot felhasználásával is.

III. Tézisek

A legeltetés felhagyását követő vegetációs átalakulások szabályosságai

1. A vegetációtípusok közötti átalakulások erős irányítottaságot mutattak: nyelő és forrástípusok különböztethetőek meg.
2. Az 1983-1988-as és 1988-2002-es átmeneti mátrix különböző dinamikát kódol, a dinamika nem homogén, a vegetáció válasza a legeltetés felhagyására késleltetett volt.
3. A 60 évre kiterjesztett Markov lánc alapján a korábban főleg önhelyettesítéssel jellemezhető *Calamagrostis* és cserjés vegetációtípusok kiterjedése várható, míg az 1983-2002 között terjedők visszaszorulását jósolja.

Az élettelen környezet és a korábbi állapot jellemzőinek szerepe egyes vegetációtípusok terjedésében

1. A három vizsgált vegetációtípus 2002-es eloszlását más-más háttértényezők alakították ki.
2. A múltbeli viszonyokat leíró tényezők a három vizsgált vegetációtípusból kettő (*Calamagrostis* és *Danthoniás*) térbeli eloszlását önmagukban, tehát a domborzati viszonyok figyelembe vétele nélkül sikeresen predikáltak.
3. A *Calamagrostis* típus későbbi elterjedése csak korábbi foltjainak helyzetétől (múltbeli térbeli konfiguráció) függött.
4. A *Chrysopogonos* típus elterjedése tükrözte a domborzati viszonyokat. Ugyanezek a *Danthoniás* típus elterjedését is a múltbeli viszonyokkal közel egyenértékűen magyarázták.

Egy kiemelt vegetációs átalakulás: a Calamagrostis epigeios betelepülésének hatása a természetes vegetációban végbemenő finomléptékű fajcserére

1. A két fajcsere-komponens (eltűnési és megjelenési ráta) közül a megjelenési ráta tért el a *Festucás* és *Calamagrostis* mintanégyzetekben oly módon, ami magyarázhatja az utóbbi vegetációtípus fajszegénységét. Tehát nem a gyakoribb kihalási események (vö. eltűnési ráta), hanem az évenkénti ismételt megtelepedés, beleértve a vegetatív képletekből való újjahajtást is, akadályozottsága okozza a *Calamagrostis* típus fajvesztését.
2. A megjelenési ráta nemlineáris módon változott a *C. epigeios* jelenlétének különböző aspektusait leíró változók mentén. Mérsékelt jelenlétnél nőtt, majd a növekvő borítással, hajtásszámmal, avarborítással és korrallal egyaránt meredeken zuhant.
3. A *C. epigeios* százalékos borítása magyarázta a leginkább a megjelenési ráta változását.
4. Az 1 m x 1 m-ben megfigyelt borítás erősebb összefüggést mutatott a megjelenési ráta változásával, mint a 20 cm x 20 cm-ben tapasztalt, azaz a tágabb környezeti viszonyok hatnak

főként a fajcserére.

A vegetációs foltok dinamikájának rekonstrukciója Markov Lánc Monte Carlo szimulációval

1. A kifejlesztett új módszer változatos és reális terjedési ill. visszahúzóási dinamikát becsült az egyes vegetációtípusokra. Alkalmasnak bizonyult nemlineáris dinamika becslésére is.
2. Több vegetációtípus esetén is (pl. *Festucás*, *Danthoniás*) olyan valószínű korábbi kiterjedési minimum vagy maximum volt felfedezhető a szimuláció alapján, ami az első esettanulmányban készült Markov modellben már az előfeltevésekből adódóan sem jelent meg.
3. A módszer jól becsülte két időben szélső térkép alapján a köztes harmadikat is.
4. A szomszédságból való betelepülés becsült súlyai minden vegetációtípus esetén nagyobbak voltak a térbeli kényszer nélküli terjedés súlyainál.

IV. Következtetések

A négy esettanulmányból három törekedett az egész területen megfigyelhető változások rekonstrukciójára és megértésére. Mindhárom tanulmányból kiténik, hogy a vegetációtípusok összelete nem tekinthető egy egységesen reagáló halmaznak, pl. nem cserélődött le a területen előforduló vegetációtípusok köre a felhagyást követően, hanem egyes típusoknak kedvezett, mások visszaszorulását okozta ez a változás.

Abból a szempontból is jelentős különbségek voltak a vegetációtípusokon belül, hogy milyen tényezők magyarázzák leginkább 2002-es térbeli kiterjedésüket. Ezek a különbségek vélhetően az egyes típusok terjedési/megtelepedési mechanizmusainak különbözősége miatt alakultak így. A második esettanulmányban kiemelt típusok kapcsán jól szemléltethető, ahogy a háromféle megközelítés a szimuláció fényében közös értelmezést nyer. A *Calamagrostis* terjedésére már a hagyományos Markov modell közel egyenletes sebességet jósolt (és ezzel némileg rekonstruált is) ami csak úgy valósulhatott meg, hogy az elfoglalt típus identitása nem befolyásolta a terjedését, hiszen ellenkező esetben a preferált típus elfogyása leállította volna azt a hagyományos Markov modellben. Ezzel jól összeegyeztethető, amit a térbeli predikációs munkában találtam: vagyis, hogy a típus későbbi elterjedését csak korábbi foltjainak elhelyezkedése befolyásolta. Végül a szimuláció is csak finomította a képet: addig a terjedés legjobb közelítése lineáris volt, a szimuláció során ehhez képest némi nemlinearitás, telítődési jelleg volt tapasztalható a terjedési dinamikában. A terjedést leíró görbe azonban még így is nagyon közel volt az egyeneshez. Mindezek klonális terjedésre utalnak és ehhez még további adalékot ad az, hogy pont a *Calamagrostis* volt az egyik olyan típus, amelynél a többihez képest feltűnően nagy volt az oldalirányú terjedés összesített súlya a Markov Lánc Monte Carlo modellben.

Szemben a *Calamagrostis* típusnál talált mintázattal, a *Danthoniás* és a *Chrysopogonos* típusnál a Markov modell a terjedés csökkenésbe fordulását jósolta a közeljövőre. A térbeli predikciós megközelítés alapján még kimutatható volt a múlt hatása a *Danthoniás*nál, de a környezeti viszonyoknak múlt hatásához hasonló mértékű magyarázó ereje alapján a típus nincs messze a környezeti meghatározottságtól sem. A *Chrysopogonos* foltjainak helyét pedig már egyértelműen az élettelen környezeti háttér jelölte ki 2002-ben. Tehát valamennyire a *Danthoniás* és méginkább a *Chrysopogonos* típus közel van a külső környezeti tényezőkkel való egyensúlyhoz, így területük további növekedése a statisztikai modellezés eredményei alapján sem volna várható. Egyéb, a környezeti háttérre kevésbé érzékeny típusok (pl. *Calamagrostis*) terjedése viszont csökkentheti területüket. A szimuláció alapján arra következtethetünk, hogy ez a csökkenés akár már meg is indulhatott (amiről a Markov láncok alapján még nem mondhattunk volna semmit), hiszen a legnagyobb kiterjedését a *Danthoniás* típus már maga mögött hagyta. A *Chrysopogonos* típusnál ilyen utalást nem ad a szimuláció, viszont a terjedés leállását egyértelműen jelzi.

A négy vizsgálat szintén egységesen rámutatott a nemlineáris elemek jelenlétére a legeltetés felhagyását követő dinamikában, amelyre talán a legfeltűnőbb jelzés a növényzet reakciójának késleltetettsége volt. Az első esettanulmányban az 1983-1988 és 1988-2002 átmeneti mátrix összehasonlításakor derült fény a válasz késleltettségére. Kevésbé feltűnő, de a múltbéli tényezők befolyása a 2002-es állapotokra szintén a lag-periódus következménye lehet főleg a *Danthoniás* típusnál: még nem tudott kilépni a kiindulási állapot adta keretek közül, nem ért el minden számára megfelelő helyet, ha meglehetősen közel jutott is már a környezeti meghatározottsághoz. A finomléptékű vizsgálatban a közösségen belüli faj-átrendeződéseknél is feltűnő volt a válasz késleltetettsége: a *C. epigeios*, mint leendő domináns faj megjelenésekor nemhogy késelt a megjelenési ráta visszaesése, hanem egyenesen növekedett a ráta. A szimuláció által jelzett területváltozások vizsgálatok is szembevető a kezdeti lag periódus. Ez nem lenne meglepő, ha csak a 3 térképen alapuló becsléseket vennénk szemügyre, de – a szimulációs megközelítés érvényességét is alátámasztva – a késleltetés akkor is megmutatkozik a rekonstruált dinamikában, ha csak a legelső és a legutolsó térképet használjuk fel. A lag periódus mellett számos egyéb nemlinearitásra hívta fel a figyelmünket a szimulációs módszer, mint például a területi kiterjedésben időközben mutatkozó mélypont vagy csúcs megléte.

A kifejezetten e típus terjedésére kihegyezett finomléptékű vizsgálaton kívül mindhárom térképi alapú elemzésből is jelentős növényzetformáló erőként emelkedett ki a *Calamagrostis* típus térnyerése. Mind a Markov lánc, mind a Markov Lánc Monte Carlo alapú modell közel lineáris terjedést rekonstruált és jósolt erre a típusra. Annál is jelentősebb ez, mivel szinte mindegyik másik típusnál a linearitás hiánya volt feltűnő. Ez volt az egyetlen típus, amelynek terjedésében semmilyen lag-periódus nem mutatkozott, azaz azonnal profitálni tudott a legeltetés

elmaradásából. Viszont domináns fajának terjedése hatására a *Festucás* típus fajvesztése csak késleltetéssel következett be. A *Calamagrostis* típus késleltetés nélküli terjedése mellett az összes eredmény arra mutat, hogy bármely más típus elfoglalására képes, hiszen egyrészt a típusok területarányának időbeli változása mit sem változtat egyenletes terjedésén, másrészt terjedésének helyét mindössze korábbi foltjainak helye határozta meg.

Összességében tehát a dolgozat rámutatott a vegetációtípusok változatos viselkedésére egyazon területen a felhagyást követően. Feltárta az időbeli vegetációs átalakulások szabályosságait, rámutatott a dinamika jellemzően nemlineáris jellegére és több megközelítésből is rekonstruálta a valószínű történéseket és ezek vélhető okait. A különböző tér- és időléptékben, illetve a különféle megközelítéssel feltárt jelenségek egyaránt jól összeegyeztethetők voltak és ezek alapján egy egységes kép alakult ki a végbement és várható dinamikáról.

HIVATKOZÁSOK

- DeAngelis, DL, Waterhouse, JC 1987. Equilibrium and non-equilibrium concepts in ecological models. *Ecological Monographs* 57: 1-21.
- Pickett, STA, Parker, T, Fiedler, P 1992. The new paradigm in ecology: implications for conservation biology above the species level. In Fiedler, P, Subodh, KJ (szerk.): *Conservation Biology*. Chapman and Hall, New York and London. pp. 65-88.
- Virágh K 1991. Diszturbációt követő vegetációdinamizmus egy sztyepteársulásban. Kandidátusi értekezés, Vácrátót.
- Virágh K 2000. Vegetációdinamika és szukcesszió kutatás az utóbbi 15 évben. Gondolatok a kutatási trendekről és módszerekről. In Virágh K és Kun A (szerk.): *Vegetáció és dinamizmus. A 70 éves Fekete Gábort köszöntik tanítványai, barátai és munkatársai*. MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót. pp. 53-77.
- Virágh K, Fekete G 1984. Degradation stages in a xeroseries: composition, similarity, grouping, coordination. *Acta Botanica Hungarica* 30: 427-459.

V. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó tudományos közlemények

Referált tudományos folyóiratban megjelent közlemények

- Somodi I**, Virágh K, Székely B, Zimmermann NE 2009. Changes in predictor influence with time and with vegetation type identity in a post-abandonment situation. *Basic and Applied Ecology*, elfogadva.
- Somodi I**, Virágh K, Podani J 2008. The effect of the expansion of a clonal grass, *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semiarid grassland. *Applied Vegetation Science* 11, 187-194.
- Miklós I, **Somodi I**, Podani J 2005. Rearrangement of ecological data matrices via Markov Chain Monte Carlo simulation. *Ecology* 86, 3398-3410.
- Somodi I**, Virágh K, Aszalós R 2004. The effect of the abandonment of grazing on the mosaic of vegetation patches in a temperate grassland area in Hungary. *Ecological Complexity* 1, 177-189.

Könyvfejezetek

- Virágh K, **Somodi I** 2007. A legeltetés felhagyásának táji szintű következményei. In Horváth A, Sztár K (szerk.): A hatás-monitorozás elméleti alapjai és gyakorlati lehetőségei. MTA ÖBKI, Vácrátót. pp. 194-196.
- Illyés E, Molnár Cs, Garadnai J, Bölöni J, Molnár Zs, Kállayné Szerényi J, Csathó AI, Szollát Gy, Nagy J, Purger D, Pándi I, **Somodi I**, Böhm ÉI, Barabás S 2007. Szemelvények a magyarországi lejtősztyepekből, löszgyepekből, erdőssztyeprétekből. In Illyés E, Bölöni J (szerk.): Lejtősztyepek, löszgyepek és erdőssztyeprétek Magyarországon. Budapest. pp. 124-155.

Konferencia előadások

- Somodi I**, Aspinall R, Virágh K 2006. A közvetlen előtörténet és a szomszédossági viszonyok szerepe a növénytakaró átalakulásában a legeltetés felhagyása után. In Szentesi Á, Szóvényi G, Török J (szerk): 7. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és poszterek összefoglalói, p. 190, Budapest.
- Somodi I**, Aspinall R, Virágh K 2005. The relative importance of neighborhood effects and dominance history in the dynamics of the vegetation patch mosaic of an abandoned pasture in the submediterranean forest steppe zone (Hungary). In Coloco C (szerk): Landscape Ecology in the Mediterranean – inside and outside approaches. European IALE Congress Abstracts, p. 94, Faro, Portugália.
- Miklós I, **Somodi I**, Virágh K 2005. Ökológiai adatmátrixok átrendezése Markov Lác Monte Carlo szimuláció segítségével. VII. Magyar Biometriai és Biomatematikai Konferencia. Összefoglalók, p. 11, Budapest.
- Somodi I**, Virágh K, Aszalós R 2003. Regenerációs és degradációs dinamikák egy dombvidéki löszsztyepréteken. In Dombos M, Lakner G (szerk): VI. Magyar Ökológus Kongresszus. Előadások és Poszterek összefoglalói, p. 233, Gödöllő.

Konferencia poszterek

- Hedl R, Kopecky M, **Somodi I**, Cerny T, Petrik P 2008. Construction of a vegetation map derived from topographic predictors of vegetation types: how realistic can it be? 17th International Workshop of the European Vegetation Survey: Using phytosociological data to address ecological questions, 1.5. 5. 2008, Brno, Csehország.
- Somodi I**, Virágh K, Podani J 2007. How monitoring species turnover can provide early warning of species loss: a case study. In Feldmeyer-Christe E (szerk): Monitoring the Effectiveness of Nature Conservation. Abstracts, p. 79, Birmensdorf, Svájc.
- Somodi I**, Miklós I, Virágh K 2007. A Bayesian MCMC approach to reconstruct spatial vegetation dynamics from sparse vegetation maps. In Bunce RGH, Jongman RHG, Hojas L, Weel S (szerk): 25 years of landscape ecology: Scientific principles in practice. Proceedings of the 7th IALE World Congress, p. 1115, Wageningen, Hollandia.
- Somodi I**, Virágh K, Podani J 2006. The effect of *Calamagrostis epigejos* dominance on the species turnover of a natural grassland stand. 1st European Congress on Conservation Biology. Book of Abstracts, p. 158, Eger.
- Somodi I**, Virágh K, Botta-Dukát Z 2004. Különböző korú és előtörténetű *Chrysopogon gryllus* dominanciájú löszgyepe-állományok cönológiai összehasonlítása. In Szabó I, Hermann T, Szalóky I (szerk): Aktuális Flóra- és Vegetációkutatások a Kárpát-medencében VI. Összefoglaló kötet, p. 80, Keszthely.