

Válasz Dr. Ódor Péter (MTA doktora)

„Termőhelyi változatosság, táji környezet és tájhasználat szerepe gyepi növényközösségek élőhelyi mintázatainak és fajkészletének kialakításában” című MTA doktori értekezésre adott

opponensi bírálatára

Nagyon köszönöm Dr. Ódor Péter részletes, alapos bírálói véleményét és kérdéseit az MTA doktori cím elnyerésére benyújtott doktori művemről.

Köszönöm Dr. Ódor Péternek a doktori értekezésem alapos bírálatát és a jövőbeli kutatásaim megvalósítását is segítő tanácsokat. Nagyon köszönöm Opponensem elismerő szavait. Bízom benne, hogy a kutatásaim hozzájárulnak majd az eurázsiai kurgánok élővilágának megismeréséhez, értékeik elismeréséhez és ezáltal védelmükhöz is. Köszönöm Opponensem statisztikai módszerekre és módszerválasztásra vonatkozó észrevételeit és tanácsait, melyeket köszönettel elfogadok és szem előtt tartok a későbbi publikációkban.

Az alábbiakban Opponensem által felvetett gondolatokra és feltett kérdésekre azoknak a bírálatban szereplő sorrendjében válaszolok. Az Opponens észrevételeit és kérdéseit dőlt betűvel szedtem.

Alapvetően jónak tartom az esettanulmányok fenti témakörökbe illeszkedését, de a róka hatása a kurgánok növényzetére vizsgálatot én inkább a második (kurgánok növényzetét meghatározó tényezők) témakörbe soroltam volna. Így az első blokk homogénen a mikrotopográfia hatására korlátozódna nagyobb kiterjedésű gyepekben, a második blokk pedig egységesen mutatná be a kurgánokat meghatározó tényezőket (ez esetben a rókavárat, mint bolygatást lehet kezelni). Szintén nem könnyíti meg a szöveg követését, hogy az összefoglalásban a tézisek megadásánál más sorrendet használ, mint az esettanulmányoknál.

Valóban, a rókák kurgánok növényzetére kifejtett hatását vizsgáló esettanulmány az értekezés első és második blokkjába egyaránt illeszkedik. Azért került a fejezet az első blokkba, mert így kapcsolatot teremt a két nagy témacsoport között

A csatornák mikrodomborzati heterogenitása és a gyepek diverzitása közötti összefüggést feltáró vizsgálat esetében a mintavétel alapján azt vártam volna, hogy a csatornák belső mintázatát is vizsgálja. A növényzet teljesen homogén volt a csatornákon belül, vagy a csatorna széle illetve közepe elkülönült? A mintanégyszetek csatornán belüli pozíciója meghatározta azok magasságát, vagy attól független volt? Ha a csatornák regenerációját vizsgálta, akkor miért nem hasonlította össze a csatorna vegetációját, a melletti található gyeppel? Mivel a dolgozat egyik kérdése az volt, hogy befolyásolja-e a domborzati különbség a transzektek fajösszetételét, nem értem, ezt miért nem tesztelték kvantitatív módon pl. RDA alkalmazásával. A PCA-hoz passzívan illesztett "range" változó alapján ez nem dönthető el.

Az értekezésben feldolgozott esettanulmányban a csatorna nyomvonal növényzetét egységesen kezeltük, nem vizsgáltuk a belső mintázatokat. A csatorna nyomvonalon keresztirányban áthúzódó transzektekhez tartozó 4 kvadrát adatait összevontan kezeltük és ezt használtuk a további számolásokhoz. A transzekten belüli mikrotopográfiai heterogenitást az

egyes kvadrátokban mért magasságértékek range-ével tudtuk megadni (ami $r=0,981$ értékkel korrelált a transzekteken belül mért magasságértékek szórásával). A mintanegyzetek magasságának és helyzetének kapcsolata erősen függött attól, hogy a csatorna betemetése során mennyire precíz és tapasztalt kivitelező végezte a munkát. Ideális esetben, ha jól végezték a talajegyengetést és tömörítést nem volt jelentős magasságbeli különbség a csatornanyomvonal keresztmetszete mentén. Amennyiben azonban nem megfelelően számoltak a betemetést követő talajtömörödés mértékével, extrém esetben akár tíz-húsz centiméteres szintbeli különbségek is előfordultak a transzekten belül. Ilyen esetekben a környező gyepektől eltérő magasságértékek (akár pozitív akár negatív irányban) elsősorban a csatorna belső részén voltak jelen. Ezek az egyenetlenségek nem csupán esztétikai, hanem természetvédelmi szempontból is hátrányosak, mivel az apró domborzatbeli különbségek jelentős fajösszetételbeli különbségeket okozhatnak. Így például egy néhány centiméteres kiemelkedés egy szikes rétből futó csatornában egy oda nem illő mézpázsit vagy üröm dominálta több száz méter hosszú és pár méter széles élőhelysávot hoz létre.

A csatorna nyomvonalakon belül tapasztalható növényzeti mintázatokat, valamint a betemetett csatornanyomvonalon regenerálódó vegetáció és a környező referencia gyepek fajkészletét egy, az értekezésben nem taglalt cikkben (Valkó et al. 2017) vetettük össze. Vizsgálatunkban azt találtuk, hogy a nyomvonalakon spontán regenerálódó vegetáció a nyolcadik évre már mind fajkészletében, mind struktúrájában jelentősen hasonlított a környező referenciagyepkekre. A környező gyepekre jellemző fajok az első években elsősorban a csatorna gyepvel érintkező részein települtek meg, és a szikes talajokra jellemző nagy sótartalom miatt az ürmös szikes gyepek sokkal jobban és gyorsabban regenerálódtak, mint a nedves réti társulások. A fejezet alapjául szolgáló esettanulmányban elsősorban a vegetáció Shannon diverzitásában, a mátrix fűfaj borításában és az egyes C-S-R kategóriák részesedésében bekövetkező változásokra voltunk kíváncsiak, a fajösszetételbeli különbségeket csak érintőlegesen vizsgáltuk. Ezért választottuk azt a módszert, hogy a regenerálódó vegetáció korának és a domborzati különbségeknek a fenti függő változókra kifejtett hatását általánosított lineáris kevert modellek segítségével vizsgáltuk és az eredményeket csak szemléltetésként vetítettük a PCA ábrára.

Valkó, O., Deák, B., Török, P., Kelemen, A., Migléc, T., Tóthmérész, B. (2017): Filling up the gaps - Passive restoration does work on linear landscape scars. *Ecological Engineering* 102: 501-508.

A rókakotorékok hatására irányuló vizsgálatnál picit félrevezetőnek érzem a táji hatást. Az izolált (szántóval körülvett) és a nem izolált (gyepvel körülvett) kurgánok elsősorban abban különböztek, hogy a nem izoláltakon volt legelés, magasabb volt a talaj nedvesség tartalma, és a talajtípus is inkább szikes talaj volt, míg az izoláltaknál inkább csernoozjom. Ezek viszont nem táji, hanem lokálisan ható tényezők. Erre kitér a diszkusszióban, mégis ha csak az absztraktját, táblázatait nézzük meg az anyagnak, akkor táji hatásként kezelünk, lokális tényezőket. Táji hatás alatt én inkább azt értem, hogy az izolált tájban a kotorékokon inkább a szántóföldi, a nem izolált tájban inkább a legelő gyomjai jelennek meg. Vagyis itt a táji hatás esetében keveredtek a valódi táji tényezők, illetve az izolációval (szántóföldi versus gyepi környékkel) összefüggő lokális tényezők.

Az esettanulmányban igyekeztünk olyan kutatási területeket választani, amelyek lehetővé teszik a rókák tevékenységének vizsgálatát ember által átalakított tájakban és természetközeli tájakban is. A mintavételi helyek kiválasztásánál a terepi körülmények miatt azonban nem

tudtuk megvalósítani a minden szempontból tökéletes mintavételi elrendezést. Ez elsősorban a vizsgált régió, a Nagyalföld változatos tájhasználatából eredt. A jó termőképességű talajokkal jellemzett átalakított tájakban (például a Hajdúságban) a gyepek jelentős részét beszántották, a kurgánok általában izolált helyzetben vannak és nem kezelik őket. A legtöbb esetben a szántóföldi termelésre talajtani okok miatt nem alkalmas területeken (például a Hortobágyon) találhatók azok a természetközelinek mondható tájak, melyekben a kurgánok nagy kiterjedésű gyepekkel vannak körülvéve. Ennek megfelelően a táji környezet hatását nem tudtuk *per se* vizsgálni mivel az egyes tájakhoz kötődő tájspecifikus faktorok (kezelés, talajtulajdonságok) is hathattak a kurgánok növényzetére. Ezek a tájspecifikus faktorok konzekvensen, vagy csak az egyik vagy csak a másik táji környezetben található kurgánokon voltak jelen, tehát egyedien jellemző részét képezték a vizsgált rendszereknek. A kutatási elrendezés ezen sajátosságait igyekeztem az értekezésben (és az annak alapjául szolgáló cikkben is) vázolni. Valóban, a táblázatban és az absztraktban, ahol a terjedelem miatt nem volt lehetőség ezeknek a körülményeknek a részletes leírására csupán a "táji környezet" kifejezés használata félrevezető lehet.

A kazahsztáni kurgánok esetében a legelés és a mikroélőhelyek gyepekösszegrre vonatkozó hatását vizsgáló tanulmány nál nem értem, hogy miért pont a PCA-t, majd a háttérváltozók passzív illesztését használta. Mivel a fajösszetételre vonatkozó kérdés arra vonatkozik, hogy a fajösszetételt milyen mértékben határozza meg a legelési intenzitás és a mikroélőhely (mindkettő faktor), én inkább többváltozós ANOVA módszereivel teszteltem volna a két faktor (és azok interakciójának) hatását. Az elválások vizuális megjelenítéséhez pedig inkább egy távolságmátrix alapú ordinációt alkalmaztam volna, és ugyanazon az ordináción a legelési intenzitás, illetve a mikroélőhelyek alapján történő színezéssel jelenítettem volna meg a két faktor hatását. A PCA ábrák alapján az elválást megítélni meglehetősen szubjektív, nem is teljesen értek egyet az eredményben leírtakkal, nekem a közepes legelési nyomásnál tűnik a legerősebbnek a mikroélőhelyek elválása.

A vizsgálatban a legelési intenzitás, a mikroélőhely, valamint ezen faktorok interakciójának a funkcionális csoportokra kifejtett hatását általánosított lineáris kevert modellekkel teszteltük. A módszerre azért esett a választás, mert alkalmas mind a folytonos (borításérték), mind a diszkrét eloszlású (fajszám) adatok elemzésére, továbbá így random faktorként kontrollálni tudtunk a mintavételi helyszínek esetleges hatásaira is. A fajösszetétellel kapcsolatban a fő kérdésünk az volt, hogy vannak-e az egyes mikro-élőhelyeket illetve kezeléseket indikáló fajok, ezért választottuk a karakterfaj elemzést (IndVal). A PCA ordinációkat csupán az eredmények szemléltetésére kívántuk használni. Ezért is döntöttünk úgy, hogy az ábrára az egyes funkcionális csoportok részesedéseit passzívan illesztjük és az egyes mikro-élőhelyekhez tartozó felvételeket azonos szimbólummal jelöljük.

A bírálati válaszok írása során többváltozós ANOVA segítségével az egyes legelési nyomás kategóriák esetében teszteltem az ordinációban megjelenített pontok mikro-élőhelyek szerinti elkülönülését. Az eredmények alapján az X tengely mentén az elkülönülés mindhárom legelési nyomás esetben egyaránt erősen szignifikáns ($p=0,001$) volt. Az Y tengely mentén történő elkülönülés valóban a közepes legelési nyomásnál a legnagyobb ($F=6,733$; $p=0,001$), a nem legelt kurgánok esetében szintén szignifikáns volt az elkülönülés ($F=2,954$; $p=0,002$). A túllegelt kurgánok esetében az Y tengely mentén az elkülönülés már nem volt szignifikáns ($F=1,599$; $p=0,04$).

Opponensem által feltett kérdések:

1. Több tanulmányban megjelenik, hogy a Jelölt által vizsgált domborzati hatások a talaj és mikroklíma viszonyokon keresztül hatnak a vegetációra, de ezeket viszonylag ritkán (egyedül a rókavárak esetében) vizsgálta. Az eddig vizsgált élőhelyek közül, tervezi e közvetlen termőhelyi hatások és a vegetáció összefüggéseinek feltárását?

A termőhelyi hatások és a vegetációs mintázatok kapcsolatának vizsgálata alapvető fontosságú a fajszerkeződésre ható és az élőhelyi mintázatokat közvetlenül kialakító mechanizmusok feltárásában. A jelenség vizsgálatára többek között egy idén indult, négy éven keresztül tartó bolgár-magyar kutatási pályázat keretében nyílik lehetőségem. A pályázat során a magyar tapasztalatokon alapulva felmérjük az ez idáig florisztikai és ökológiai értelemben teljes mértékben feltáratlan bulgáriai halmok élővilágát és konzervációs szerepét. A projekt egyik fő elemét képezi az a vizsgálat, melyben a kurgánok különböző kiterjedésű mikro-élőhelyeinek (északi, déli, keleti, nyugati lejtőknek és a tetőnek) termőhelyi paramétereit mérjük fel és vizsgáljuk hatásukat a mikro-élőhelyeken található vegetáció fajösszetételére és trait-kompozíciójára. Referenciaként a tájban található szárazgyepeket is vizsgálunk. A vizsgált kurgánokon és gyepekben a termőhelyi paraméterek közül az alábbiakat mértük fel: léghőmérséklet és páratartalom, talajnedvesség és hőmérséklet, a talaj tápanyagtartalma, szemcsemérete, vezetőképessége és tömörödöttsége. Vizsgálatainkat ugyanazon protokoll alapján elvégeztük magyarországi és dél-bulgáriai halmokon is, ezáltal egy viszonylag nagy geográfiai grádienszt ölelve át. Előzetes eredményeink azt mutatják, hogy a kurgánok speciális formája következtében kialakult mikro-élőhelyek mikroklímája és talajtulajdonságai jelentősen eltérnek. A mintázatok esetében talán kevésbé izgalmas a már-már triviális észak-déli elkülönülés, azonban érdekes mintázatokat tapasztaltunk a hasonló vizsgálatokban nem vizsgált keleti és nyugati oldalakon, ahol a napjárás miatt napi rendszerességgel kialakuló nagymértékű klimatikus fluktuációk egy igen fajgazdag növényközösséget hoznak létre, melyben egyszerre fordulnak elő a meleg és száraz déli és a hűvös és mezofil északi oldalra jellemző növényfajok.

2. A táji szintű vizsgálatok legtöbb esetben a kurgánokra ható táji változókat elemezték. Ha megfordítjuk a hatás irányát, a kurgánok lehetnek e propagulum források egy tájban? Megfigyelhető e a fajok kolonizációja a kurgánoktól a sztyepp irányába? Ha száraz gyepeket alakítunk ki szántókon restaurációs beavatkozások során, akkor az ott jelenlevő, kurgánokon túlélő gyepfoltok mennyire lehetnek forrásai a specialista szárazgyepei elemeknek?

A kurgánok és a környező sztyeppek fajkészletének kapcsolata kétirányú. A jelenséget tudomásom szerint még nem vizsgálták behatóan, bár különösen a kurgánok mikro-élőhelyeihez kötődő specialista fajok esetében minden bizonnyal érdekes mechanizmusok működnek. Ezek a specialista fajok általában a kurgánokon található egyes mikro-élőhelyek egyedi termőhelyi adottságaihoz kötődnek, azonban egy ideiglenes környezeti változás (például egy csapadékos év) vagy akár egy tartós klimatikus változás (például szárazodás, sivatagosodás) esetén elképzelhető, hogy megjelennek a környező, megváltozott környezeti adottságú sztyeppterületeken is. Egy csapadékos évben potenciálisan az északi lejtő fajtái, egy szárazabb évben a déli lejtőre jellemző specialista fajok kolonizálhatják a környező gyepeket. Azok a kurgánok, amelyeken fennmaradt a szárazgyepei vegetáció, fontos kiindulási pontjai lehetnek a környező művelésből felhagyott területek visszagyepesedésének. Erre jó példaként szolgálnak az ukrán és orosz sztyeppéken található felhagyott szántóterületek. Barbara Sudnik-Wójcikowska és Ivan Moysiyenko lengyel és ukrán halom kutatók arról számoltak be,

hogy a kurgánokon található sztyeppi fajok nagy sikerrel kolonizálták a környező kiterjedt felhagyott szántóföldeket, ami által jelentősen elősegítették azok legelőként történő hasznosítását (Sudnik-Wójcikowska & Moysiyenko 2013). Magyarországon a jelenség tájléptékű vizsgálatára nincsen precedens elsősorban az olyan nagy területű felhagyott spontán regenerálódó szántók hiányában, melyben gyepes kurgán található. Azonban érdekes lehet annak vizsgálata, hogy az agrár-környezetvédelmi támogatások következtében a kurgánok közvetlen környezetében kijelölt nem művelt, általában spontán gyepesedő pufferezónáját vajon milyen sikerességgel kolonizálják a kurgánról betelepülő sztyeppi fajok. Terepi tapasztalataim alapján számos gyepi faj képes megtelepedni ezekben a gyepesedő szegélyekben, így például a *Festuca* és *Salvia* fajok, a *Hypericum perforatum* és a *Galium verum*. Egy esetben, a hajdúszoboszlói Kettős-halom (vagy más néven Korpád-halom) pufferezónájában a fokozottan védett kék atracél (*Cynoglottis chetikiana*) egy kisebb állományára bukkantunk.

A természetes élőhelyeket őrző ősi történelmi emlékművek restaurációs szerepére jó példa a Duna-Ipoly Nemzeti Parkban található Tápiósági földvár is. A hozzávetőleg két hektár kiterjedésű földvár tető részét a rekonstrukciós projektet megelőzően már évszázadok óta művelték, azonban ennek ellenére a meredek oldalain egy fajgazdag, jó állapotú szárazgyepi élőhely maradt fenn. A plató visszagyepesítése során javaslatunknak megfelelően a földvár oldaláról és egy kisebb kiterjedésű löszgyepből származó szénát alkalmaztak propagulum forrásként. Felmérésünk eredményei alapján 2014 óta a szénaterítés és a földvár oldalairól történő spontán betelepülés eredményeként az egykori szántón 45 gyepi faj, közöttük számos védett faj, mint például a fokozottan védett szennyes ínfű (*Ajuga laxmannii*), a védett hengeres peremizs (*Inula germanica*) és budai imola (*Centaurea sadleriana*) telepedett meg sikeresen.

Sudnik-Wójcikowska B., Moysiyenko I.I. (2013) Ukrainian kurgans as refugia of steppe flora and their role in steppe restoration. In: Baumbach H., Pfützenreuter S. (eds.) Steppenlebensräume Europas - Gefährdung Erhaltungsmaßnahmen und Schutz. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Erfurt, pp 201–210

Szeretném ismét megköszönni Dr. Ódor Péternek, az MTA doktorának az értekezés bírálatára fordított idejét, munkáját és hasznos, előremutató tanácsait. Kérem tisztelettel a válaszaim elfogadását.

Debrecen, 2019. június 22.

Tisztelettel,



Deák Balázs