

Válasz

Dr. Pinke Gyulának

„A heterogenitás jelentősége eurázsiai erdőssztyepekben a kontinentálistól a lokális léptékig” című MTA doktori értekezésre adott opponensi véleményére

Mindenekelőtt szeretném megköszönni Dr. Pinke Gyula munkáját, az MTA doktori cím elnyerésére benyújtott doktori értekezéséről írt részletes opponensi véleményét. Külön köszönöm Professzor Úr elismerő szavait a disszertáció alapjául szolgáló tudományos közlemények színvonalát, a dolgozat tartalmi egységét, a téma fontosságát, az alkalmazott módszereket és a bemutatott eredményeket illetően. Köszönöm továbbá a magyar nyelven megjelent könyveim és ismeretterjesztő írásaim méltatását! Elfogadom opponensem kritikai megjegyzését, mely szerint érdemes lett volna az új tudományos eredményeket tömör, egy-két mondatra szorító formában is felsorolni; ez valóban segítette volna az eredmények jó áttekinthetőségét.

A bírálathoz feltehető kérdésekre a következőkben válaszolok:

1.) Az eurázsiai erdőssztyepek kontinentális léptékű áttekintése c. tanulmánya kapcsán kérdezem jelöltet, hogy a Közel- és Közép-Kelet, valamint a Tien-san és a Pamír erdőssztyeppjei közül hol adódott lehetősége a vegetációt személyesen, helyben is tanulmányozni?

Erdőssztyepp-vegetációt Magyarországon kívül eddig Szerbiában, Ausztriában, Romániában és Szlovákiában nyílt lehetőségem tanulmányozni. Az erdőssztyeppnek megfelelő préri-erdő ökotont az Amerikai Egyesült Államok középnyugati régiójában (Illinois állam) tanulmányoztam posztgraduálként, emellett a Sziklás-hegység lábánál levő préri-erdő ökotonban jártam tanulmányúton (Colorado állam). Erdőssztyepp-jellegű növényzetben dolgoztam tovább Horvátországban. A Közel- és Közép-Keleten, a Tien-San és a Pamír régiójában nem jártam. Az Applied Vegetation Science-ben megjelent kontinentális szintézis elkészítéséhez az adott régiókból társszerzőket hívtam meg Törökországból (Didem Ambarli), Iránból (Alireza Naqinezhad) és Kínából (Hongyan Liu). A régióról szóló fejezetek szövegének, a térképnek és a táblázatos összefoglalónak az első változatát én állítottam össze az elérhető szakirodalom alapján. Ezt később a három említett társszerző segítségével, a helyi szakirodalom felhasználásával és terepi tapasztalatukat figyelembe véve alakítottuk át, esetenként igen jelentős mértékben.

2.) A 2. cikkéhez kapcsolódó tézisében is kiemeli a jelölt, hogy a modelljeik segíthetnek a természetvédelmi és restaurációs törekvések hatékonyabbá tételében. Esetleg ezt egy konkrét, gyakorlati példán keresztül részletesebben is ki tudná fejteni?

Tanulmányunk (a) hangsúlyozza az erdőssztyepek élőhelyi heterogenitásának jelentőségét, (b) meghatározza azon tényezőket, amelyek ezt a heterogenitást fenntartják, és (c) arra vonatkozóan is útmutatót ad, hogy az erdőssztyepp-zóna különböző részeiben milyen lehet az egyes tényezők relatív fontossága.

(a) Ha elfogadjuk az élőhelyi heterogenitás szerepét, az alapvetően befolyásolja az élőhelyek kezelését és restaurációját. Ökológiai restaurációk során nagy kiterjedésű gyepek létrehozása helyett érdemes inkább erdő-gyep mozaikok kialakításában gondolkodni, amely talán triviálisnak hangzik, mégis nagyon kevés példát látunk rá. A gyepek homogén egységként való kaszálása vagy legelése megakadályozhatja a fászszerű vegetáció megtelepedését vagy fennmaradását, ezért itt a cserjék vagy fák megtelepedésének és túlélésének aktív támogatását érdemes tervezni (pl. kisebb elkerített részekben vagy megfelelő legeltetési rendszer kialakításával). A mozaikos jelleg természetes voltának és értékének felismerése maga után vonhatja azt, hogy összefüggő zárt erdők

helyett elfogadhatóvá válnak a félig nyílt állományok (a jogban és a gyakorlatban is). Vizsgálataink hangsúlyozzák az erdőszegélyek kiemelkedő diverzitását, amelynek értelmében ezek az élőhelyek is fokozott természetvédelmi figyelmet érdemelnek; fennmaradásuk alapfeltétele a mozaikos mintázat megőrzése vagy elősegítése. Terepi tapasztalataink alapján fontos lenne az erdőszegélyekben is az inváziós fajok visszaszorítása.

(b) Modellünk szerint az élőhelyi heterogenitás fennmaradásában szerepet játszik az éghajlat és annak variabilitása, a domborzat, a talaj, a növényevők, a tűz, valamint stabilizáló visszacsatolási mechanizmusok. Más megközelítésben: egyensúlyi és nem-egyensúlyi folyamatok egyaránt részt vesznek az erdő-gyep mozaik fennmaradásában (ezzel kapcsolatos review kéziratunk jelenleg közvetlenül benyújtás előtt áll). Restaurációk során szóba jöhet a domborzat (pl. buckák) kialakítása, amely néhol a fás, máshol a fátlan vegetáció számára lesz kedvezőbb. A megfelelő intenzitású, időbeli és térbeli dinamikájú legeltetés szintén hozzájárulhat a heterogenitáshoz. A visszacsatolási mechanizmusok hasznosíthatók lehetnek ott, ahol a fásszárú növényzet a kaszálás vagy legeltetés miatt visszaszorult vagy lokálisan teljesen eltűnt: cserjés foltok segíthetik a fák életben maradását és új facsoportok, erdőfoltok kialakulásához vezethetnek.

(c) Az erdőssztyepp zóna északi, északnyugati, nyugati részein modellünk szerint akkor is lehetséges az erdő-gyep mozaik fennmaradása, ha az éghajlat alapján már zárt erdő kialakulása lenne várható. Ha a modellnek megfelelően elfogadjuk ezek természetességét, akkor föl sem merülhet az itt található gyepek faültetvényekkel való betelepítése.

3.) A 3. 5. és 9. hazai, továbbá a 6. horvátországi tanulmány eredményei egyaránt azt sugallják, hogy az északias kitettségű erdőszegélyekben volt a legnagyobb fajszám a többi élőhelytípushoz viszonyítva. Milyen tényezők állhatnak ennek a jelenségnek a hátterében?

Kutatásaink során az északias kitettségű erdőszegélyek valóban fajgazdagabbnak bizonyultak, mint a délies kitettségű szegélyek. Ugyanerre az eredményre jutottunk két különféle térléptéken is: 25 m²-es és 2 m²-es kvadrátokban (a disszertáció alapjául szolgáló közleményeken kívül: Erdős és mtsai. 2013, Community Ecol. 14: 48-58). Szintén nagyobb fajszám tapasztalható az északias kitettségű szegélyekben akkor, ha a kvadrátonkénti fajszám helyett az élőhelyenkénti összesített fajszámot hasonlítjuk össze (Erdős és mtsai. 2020, Front. Plant Sci. 11: 236).

Eredményeink szerint az északias kitettségű erdőszegélyek nagyobb számú differenciális fajjal rendelkeznek, mint a délies kitettségűek. Ennek értelmében tehát a kiemelkedő fajszám legalább részben azzal magyarázható, hogy északias kitettségben több szegélyfaj található, mint délies kitettségben.

Műszeres méréseink szerint az északias erdőszegélyek a vegetációs időszakban napközben hűvösebbek és párásabbak a délies szegélyeknél (éjszaka ennek fordítottja figyelhető meg, de az eltérések éjszaka gyakran nem szignifikánsak) (Ho és mtsai. 2024, Időjárás 128: 1-26). Emellett a felső talajréteg nedvességtartalma magasabb az északias kitettségű szegélyekben, mint a délies kitettségűekben (Erdős és mtsai. 2018, Biol. Conserv. 226: 72-80). Valószínűleg ezzel magyarázható az északias és délies kitettségű erdőszegélyek fajösszetételében mutatkozó különbség. Az északias kitettségű szegélyekben a kedvezőbb vízellátásnak köszönhetően gyakoribbak az erdei fajok és az általános szárazgyepi fajok (Festuco-Brometea, Festucetalia valesiacae). Ezzel szemben a szárazabb délies kitettségű erdőszegélyek körülményei inkább a nyílt homoki gyepek fajainak kedveznek. Mivel a szárazgyepi fajok sokkal többen vannak, mint a nyílt homoki gyepek fajai, ezért az északias kitettségű szegélyek fajai nagyobb fajkészletből válogatódnak ki, ami nagyobb fajszámot eredményez. Vagyis az északias erdőszegélyek számos olyan gyepi fajnak nyújtanak élőhelyet, amelyek számára a nyílt homoki gyepek és az azokhoz hasonló délies kitettségű erdőszegélyek már túl szélsőségesek, viszont az északias kitettségű szegélyek még megfelelőek.

4.) A 4. cikkel kapcsolatban szeretném megkérdezni, hogy milyen szántóföldi gyomnövények fordultak elő az erősen zavart nyílt gyepekben? Esetleg vizsgálták a kapcsolatot a nyílt gyepek és a szántók/szántószegélyek fajösszetétele között?

A nyílt gyepekben számos szántóföldi gyomnövény előfordul, a következőkben néhány jellemző példát szeretnék megemlíteni. Az *Arenaria serpyllifolia* konstans a nyílt évelő gyepekben, míg szubkonstans az egyéves gyepekben. A *Tragus racemosus* gyakori a nyílt egyéves gyepekben (58% konstancia), jóval ritkább a nyílt évelő gyepekben. A *Salsola kali* szintén a nyílt egyéves gyepekben jellemző, míg a *Conyza canadensis* mindkét nyílt gyepekben gyakori. Szórványosan találkoztunk mindkét típusú nyílt gyepekben a *Lamium amplexicaule* egyedeivel, míg a *Tribulus terrestris* a nyílt egyéves gyepekben bukkant fel szórványosan. Ritkán, egy-egy kvadrátban fordul elő a *Veronica triphyllos* és a *Chenopodium album* (mindkét típusú nyílt gyepekben), a *Capsella bursa-pastoris* és a *Cenchrus incertus* (csak az egyéves gyepekben találtuk), valamint a *Camelina microcarpa* (csak a nyílt évelő gyepekben találtuk). A *Consolida regalis* ritkának bizonyult a nyílt évelő gyepekben, valamivel gyakoribb az egyéves gyepekben. Megjegyzem, hogy a fenti fajok némelyike, így pl. az *Arenaria serpyllifolia*, bár szántóföldi gyomnak is tekinthető, Borhidi kategóriáit tekintve nem gyomnak, hanem természetes pionírnak számít.

Sajnos eddig nem volt alkalmunk a nyílt homoki gyepek és a szántók, szántószegélyek fajösszetétele közötti kapcsolatot vizsgálni, de a felvetés érdekesnek tűnik, talán a jövőben egy ilyen kutatásra is sor kerülhet.

5.) Az 5. cikkre vonatkozóan felmerül a kérdés, hogy a védett és Vörös listás fajokon túlmenően az egyéb ritka és szórványos elterjedésű fajokra miért nem fókuszál a kutatás? Tapasztalataim szerint a védett és vörös listás fajok a ritka növényeknek esetenként csak a töredékét fedik le, így több arra érdemes faj kimaradhatott az elemzésből. Továbbá, az erdőssztyepp komplexek kiemelkedő természetvédelmi értékeire összpontosító jövőbeli tanulmányokban, talán kitüntetett figyelmet érdemelhetnének azok a növényfajok is, amelyek fontos szerepet töltenek be a ritka beporzók, madarak vagy egyéb veszélyeztetett állatcsoportok táplálkozásában.

Azért döntöttem a védett, vörös listás és endemikus fajok számának elemzése mellett, mert ezeket láttam olyan (viszonylag) egyértelmű kategóriáknak, amelyek használata esetén nem érheti a szerzőket a túlzott szubjektivitás vádja. Úgy gondoltam, hogy a védett, vörös listás és endemikus fajok jól érzékeltetik egy adott élőhely természetvédelmi értékét, kiegészítve olyan mutatókkal, mint pl. taxonómiai és funkcionális diverzitás vagy természetességi indikátorok. Természetesen egyetértek azzal, hogy más szempontokat is figyelembe lehetne venni, így azokra a ritka fajokra is érdemes lenne elemzéseket végezni, amelyek sem a védettségi, sem a vörös listán, sem a bennszülött növények között nem szerepelnek. Egy-egy cikkben azonban törekedtünk arra, hogy ne zsúfoljuk tele a közleményt túl sok elemzéssel és ábrával. Az országosan vagy regionálisan ritka fajok meghatározása külön feladat lenne. Ezt követően az opponens által javasolt elemzés elvégezhető, hiszen a cönológiai felvételek rendelkezésre állnak, sőt, azonos vizsgálati elrendezésben már tovább növeltük a felvételek számát. Érdekes kérdés lenne, hogy a ritka fajokra kapott eredmények mennyiben térnek el a többi mutatóra kapott mintázatoktól.

Egyetértek azzal is, hogy a jövőben érdemes lehet kifejezetten azokra a növényfajokra, ill. azokra a növényi jellegekre összpontosítani, amelyek egyes állatcsoportok táplálkozásában fontosak lehetnek. A funkcionális diverzitásra vonatkozó számításainkban valamennyire már eddig is igyekeztünk ezt a szempontot érvényesíteni. Az elemzett jellegek közé éppen azért került be a virágzási idő, a beporzás módja és a magterjesztés módja, mert ezeket fontosnak ítélt meg a

fogyasztók szempontjából. Az elemzések további finomítása, a felvetett témára való összpontosítás a jövő feladata.

6.) *A 6. és 9. cikkekben az erdőbelső, erdőszegélyek és gyepek különféle mutatóinak összehasonlítására került sor. A gyepek esetében miért nem lett külön vizsgálva a gyepszegélyek és a gyepbelső növényzete?*

Kutatásaim során az erdőszegélyt az erdő (=erdőbelső) és a gyeperdő (=gyepterdő) érintkezési zónájaként definiáltam. Vagyis az erdőszegély nevében ugyan szerepel az „erdő”, de ez az élőhely a mi értelmezésünkben ugyanannyira tartozik (vagy ugyanannyira nem tartozik) az erdőhöz, mint a gyeperdő. Az értekezésben bemutatott összes publikációban azonos kritériumok alapján határoztuk meg az élőhelyeket, így az erdőszegélyek esetében is ugyanazt a definíciót használtuk. Természetesen az élőhelyek definiálása bizonyos mértékben mindig önkényes, így a mi kutatásaink esetében is használhatóak lettek volna más meghatározások is.

Egy korábbi tanulmányunkban (Erdős és mtsai. 2015, Pol. J. Ecol. 63: 213-222) az erdőbelsőből a szegélyen át a gyeperdő belsejéig tartó szelvények (transzszektek) mentén vizsgáltuk a növényzetet. A szelvények 80 db érintkező kvadrátból álltak, melyeket osztott mozgó ablakos elemzésnek (MSW) vetettünk alá. A két szelvény közül az egyik esetében egy egységes szegélyzónát sikerült azonosítanunk, a másik szelvényben viszont a szegély két zónáját mutattuk ki, melyek közül az egyik az erdőhöz, a másik a gyeperdőhöz volt sorolható. Az első eset az általunk alkalmazott szegély-értelmezést támasztja alá, míg a második eset az opponens által felvetett értelmezéshez áll közelebb. Mindkét megközelítésnek van tehát létjogosultsága, de azt egyelőre nem tudjuk, vajon melyik eset lehet a gyakoribb a vizsgált erdőssztyepekben.

7.) *A 7. cikkben olvashatjuk, miszerint a „az ültetvények differenciális fajai közt sok volt a gyom”. Az agrárélőhelyeken a gyom fogalmát legegyszerűbben úgy definiáljuk, hogy „ott fordul elő, ahol nem kívánatos”. Ugyanez a megfogalmazás érvényes az ültetvényekben előforduló gyomokra is? Milyen kritériumok szerint határozná meg a „gyom” fogalmát egy ültetvényben?*

Az említett cikkben a „gyom” fogalmának meghatározásában Borhidi szociális magatartási típusait vettem figyelembe: gyomnak tekintetem azokat a fajokat, melyeket Borhidi (1995, Acta Bot. Hung. 39: 97-181) a „természetes gyomfajok (W)” kategóriába sorolt. Ezen fajok többsége egyébként (szintén Borhidi besorolását követve) zavart termőhelyek növénytársulásaira jellemző.

A gyom ezen meghatározása alapvetően ökológiai és természetvédelmi szempontokra támaszkodik, és ezt a besorolást használtuk a faültetvények esetében is, ahogyan a többi élőhelynél is. Borhidi szociális magatartási típusai a fajok antropogén zavarással szembeni tűrőképességén (pontosabban a fajok tűrőképességének egymáshoz való viszonyán) alapulnak; ebben az értelemben gyomnak számítanak azok a növények, amelyeknek az emberi eredetű zavarással szembeni tűrőképessége a többi növényfajhoz viszonyítva igen nagy, esetleg nemcsak tűrik, de kifejezetten igénylik is az antropogén zavarást. Egy közelmúltbeli részletes elemzésünkkel (Erdős és mtsai. 2022, Ecol. Indic. 136: 108707) sikerült meggyőzően bemutatnunk, hogy Borhidi kategóriái megbízhatóak és jól tükrözik az egyes fajoknak a zavarással szembeni toleranciáját.

Bár a „gyom” fogalma faültetvények esetében másként is használható, de ökológusként számomra a leghelyesebb, ha valamilyen, Borhidiéhoz hasonló megközelítést alkalmazunk. Ez egyébként nem áll távol az opponens kérdésében is szereplő definíciótól, ami egy-egy faj adott helyen „kívánatos” vagy „nem kívánatos” voltára épül. Borhidi rendszere érzésem szerint éppen azt mutatja meg, hogy ökológusként vagy természetvédőként mennyire örülünk egy adott fajnak egy adott helyen. Egy specialista fajnak azért (is) örülünk nagyon, mert természetes állapotokra utal, egy gyomfajnak kevésbé örülünk, mert (gyakran) emberi eredetű zavarásra utal, míg egy inváziós

fajnak egyáltalán nem örülünk. Borhidi értékszámai is ezt a szemléletet tükrözik (a specialisták természetességi értéke ezért magas, a gyomoké alacsony, míg az inváziós fajoké már a negatív tartományban van). Ha az a kérdésünk, hogy egy természetközeli erdő, egy őshonos faültetvény és egy idegenhonos ültetvény milyen ökológiai, természetvédelmi értékkel bír, akkor a leghelyesebb, ha ilyen nézőpontból definiáljuk a gyom fogalmát.

8.) A 8. cikkre vonatkozóan kérdezem, hogy milyen mértékű volt a tölgylisztharmat (Microsphaera quercina) fertőzés mértéke a kibíjt magoncok között? Az öntözés befolyásolta a tölgylisztharmat fertőzés mértékét a vizsgált tölgyegyedek lombzatán? Ha volt ilyen fertőzés, az nem befolyásolhatta az eredmények alakulását?

A kutatás során terepen minden magonc esetében följegyeztük, hogy az egyed beteg-e (igen/nem kódolással). Szakértelem hiányában ennél részletesebb információk rögzítésére nem mertünk vállalkozni. Megítélésünk szerint azonban a betegség megléte az esetek többségében a tölgylisztharmatot jelentette. Az adatokat statisztikailag nem elemeztük, de terepen egyértelműen az a benyomás alakult ki bennünk, hogy az erdőbelsőben a tölgyek fertőzöttebbek voltak, mint a szegélyben. Ez egybeesik azokkal az eredményekkel, amelyek szerint a tölgylisztharmat erősebben érinti az állományok belsejében levő egyedeket, mint a távolabb levőket (Demeter és mtsai. 2021, Biol. Conserv. 253: 108928). A jelenség magyarázata, hogy a lisztharmat részben az idősebb tölgyfák kérgén és az avarban telel át. Mivel a tölgyfák a mi vizsgálati területünkön igen ritkák, ez a magyarázat itt valószínűleg nem érvényes. Az öntözés esetében (öntözött és nem öntözött összehasonlításban) nem érzékeltünk ilyen hatást, de biztosat csak akkor lehetne mondani, ha az erre vonatkozó elemzéseket elvégeznénk. Mivel a magoncok helyét GPS-szel megjelöltük, az egyedek újra felkereshetők, lisztharmattal való fertőzöttségük – szakértő bevonásával – felmérhető, és az adatok statisztikailag értékelhetők lehetnek; az opponens által felvetett kérdésekre így tudnánk megalapozott választ adni.

Végezetül szeretném ismét megköszönni Dr. Pinke Gyula opponensi munkáját, disszertációmmal kapcsolatos elismerő szavait és a téma továbbgondolására ösztönző kérdéseit!

Villány, 2026. január 30.

dr. Erdős László