

Válasz
Prof. Lóki József

„Környezeti változások talajtakaróra gyakorolt hatásainak geoökológiai vizsgálata
Magyarországon” című MTA doktori értekezésről készült opponensi véleményére

Tisztelt Professzor Úr!

Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani dolgozatom bírálata szánt időért, szakmai megjegyzéseiért és észrevételeiért. Megtisztelő, hogy geoökológiai ihletésű tudományos munkásságom társadalmi és gazdasági szempontból is aktuálisnak és értékesnek tartja.

Bírálatában Professzor úr részletesen tárgyalja értekezésem szakirodalmi áttekintését. A szakirodalmi feldolgozás elkészítésekor kiemelt figyelmet fordítottam az általam tárgyalt témakör tudománytörténetének, a tudományos gondolat és a módszertan fejlődésének. A „földrajzos” közösség számára ugyan nyilvánvaló a táj kutatás és ezen belül a geoökológia helye a diszciplínák rendszerében, de más tudományterületek művelői már nem ennyire egyértelmű a helyzet. A szakirodalmi összefoglaló ebből kifolyólag foglalkozik tudományterületünk tágabb történelmével. A geoökológiát művelő közösség elsősorban a talaj, ill. a talajban lejátszódó folyamatok tanulmányozásán keresztül von le következtetéseket. A tudománytörténetben azonban a talaj geoökológiai kutatásokban betöltött szerepe nem kap kellő hangsúlyt. Ez az oka annak, hogy a szakirodalmi összefoglalóban a talajok geoökológiai szempontú vizsgálataival is kiemelten foglalkoztam. Végezetül, mivel a talaj szerves anyag kutatás eredményei a geoökológiai kutatásokban is hangsúlyosan szerepel, ezért a szakirodalmi áttekintést épp ennek a területnek a tudománytörténetével zártam.

Professzor úr a szemcseösszetételi módszertani kutatások apropóján, a meszes homoktalajokkal kapcsolatban megfogalmazott kérdése egy roppant érdekes kérdést vet fel. A lézerdiffrakció elvén történő szemcseméret eloszlás meghatározáskor az eloszlási görbe finom (szubmikron) csúcsok „jelenhetnek” meg. Az eloszlásgörbén megjelenő csúcsok lehetnek valóságok, de lehetnek akár ún. műtermékek is. A szubmikronos tartományban részecskéként is értelmezhető csúcs akár a diszpergálószerből (talajok esetében praktikusán vízből) kicsapódó anyagok eredménye is lehet. A karbonátokban gazdag mintákat azonban általában savval előkezeljük (lehet sósav, ecetsav, vagy akár foszforsav is), majd a feloldott karbonátokat ezt követően kimossuk. Amennyiben a karbonátok eltávolítása nem tökéletesen sikerül, úgy a maradék karbonátok a mérés során akár ismét kicsapódhatnak. Az eloszlásgörbén megjelenő szubmikronos csúcs(ok) azonban sokkal inkább a törésmutató értékek nem megfelelő beállítására vezethető(k) vissza. Ráadásul a lézerdiffrakció elvű mérések során a homokméretű szemcsék a kisebb méretű szemcséket „elfedik”, így a kicsinyke szemcsék még akkor sem mutatkoznak meg az eloszlásgörbén, ha egyébként a mintában ténylegesen jelen vannak szubmikronos mérettartományú szemcsék. Úgy gondolom, hogy Professzor úr által felvetett jelenség elsősorban nem az ún. meszes homokok, hanem inkább a karbonátokat tartalmazó ún. földes kopár talajokban, ill. egyes löszökben jelenthet problémát.

Professzor úr a szántóföldeken végzett kutatások kapcsán feltett kérdése, miszerint az éghajlati tényezők miként befolyásolják a talaj szerves anyagának a tulajdonságait egy olyan roppant összetett kérdés, melyre különböző földrajzi skálákon különböző válaszok adhatók. A földrajzi lépték kérdését megelőzi a talaj szerves anyag tulajdonságok definiálása. A műszeres analitikai módszerek forradalma előtt erre talán könnyebben is lehetett volna válaszolni, mivel a talaj szerves anyagát viszonylag kevés

paraméterrel (pl. C/N arány, E4/E6 hányados) jellemezték. Napjainkban a talaj szerves anyagok minőségi tulajdonságainak jellemzésére az egyszerűtől a nagyon bonyolult (és rendkívül drága) mérésekig az analitikai és adatfeldolgozási módszerek széles tárháza áll rendelkezésre. Ennek következtében a különböző mérési eljárásokon alapuló kutatások egymással ellentétes következtetések levonásának lehetnek alapjai. Professzor úr kérdésére valójában az elérhető analitikai eljárások függvényében lehet választ adni. Általános érvénnyel talán az alábbi megállapítások tehetők: A talaj szerves anyag elsődleges forrása az edényes növényzet. A talajban az edényes növényekből származó cellulózban és ligninben gazdag (következésképp nitrogénben és foszforban szegény) anyag jelentős biokémiai átalakuláson megy keresztül. Szélsőségesen leegyszerűsítve a biokémiai átalakulás lényege a talaj prokarióta és eukarióta mikroorganizmusainak azon élettévékenységeihez köthető, amely során a nagy molekulatömegű biopolimereket (elsősorban energia szerzési célból) egyre kisebb metabolitokra bontják, melyek széntartalmának jelentős része légzési veszteséggént -CO_2 ként- a talajlevegőbe távozik, egy kisebb része pedig a mikrobióta biomasszáját növeli. A kiinduló biopolimerek ezért egyre kisebb méretű szerves komponensként maradnak (egy ideig) a talajban, miközben az azt alkotó elemek egymáshoz viszonyított aránya is megváltozik. Az éghajlati elemek (csapadék, hőmérséklet) ezt a folyamatot befolyásolják. Az éghajlat a legnagyobb földrajzi léptékben mind a vegetációt alkotó növényzetre (azaz a szervesanyag forrás molekuláris összetételére), mind pedig a lebontó szervezetek életközösségeire is hatással van. A nemzetközi szakirodalom nagy hivatkozottságú közleményei (Pl. Davidson és Janssens, 2006 Nature - 10.1038/nature04514, Cotrufo és mtsai Global Change Biology <https://doi.org/10.1111/gcb.12113>) elsősorban az éghajlat és a talaj szerves anyag nagy léptékű mintázatokra fókuszálnak. Ezen közlemények alapján általánosan elmondható, hogy:

- 1.) Melegebb és nedvesebb klímán (a legkevésbé bomló lipidek miatt) az aromásosság foka alacsonyabb;
- 2.) Szárazabb környezetekben szintén alacsonyabb lehet az aromás komponensek aránya, de ebben az esetben a vízhiány által gátolt lebontó folyamatok miatt az egyébként könnyen bontható alifás komponensek is a talajban maradnak, ezért lesz az összes alifás komponens részaránya magasabb;
- 3.) Elemarányok tekintetében nedvesebb klímán az talaj szerves anyagok O/C aránya általában (a savas komponensek nagyobb aránya miatt) magasabb;
- 4.) Az alacsony H/C arány a boreális („mor humuszformájú”) és a mezőségi talajok jellegzetessége;
- 5.) Meleg és nedves környezetben a magasabb mikrobiális aktivitás miatt az aminocukrok részaránya magasabb. Hasonló különbségek rövidebb idő alatt, kisebb területeken is kialakulhatnak.

Kisebb földrajzi léptékben történt kutatások eredményei alapján jóval kevésbé általános válaszokat lehet megfogalmazni. A HUN-REN Ökológiai Kutatóközpont fülöpházi EXDRAIN kísérletében (a csapadék mennyiségének talajmikrobiótára és növényzetre gyakorolt változását vizsgálják 2014-óta). E kísérletben szintén megfigyelhető a talaj szerves anyagok H/C és az O/C arányainak megváltozása a mesterséges csapadékmegvonás, ill. csapadéktöbblet hatására.

Sajnos az értekezés végső szerkesztésekor ahelyett, hogy a hibák számát csökkentettem volna, sikerült néhány újabb hibát a dolgozatba „csempészni”. Ezek közé tartoznak a megjegyzett 5.3 pont alá tartozó alfejezetek számozása is.

Köszönöm, hogy Professzor úr összességében elismerően nyilatkozott tézisemről. A kilenc tézis vaklóban sok. Értekezésem első, a Természetföldrajzi Tudományos Bizottság által megvitatott változatában ennek kétszerese szerepelt. Ezek közül többet összevontam, többet elhagytam. Úgy gondoltam, hogy a téziseknek ez a lecsökkentett száma elfogadható lesz. Kérem, hogy Professzor úr az

5. és 7. téziseket is fogadja el tudományos téziseknek, mivel ezek véleményem szerint korábban mások által még meg nem fogalmazott megállapításokat tartalmaznak:

- Az 5. tézis újdonságtartalmát épp az jelenti, hogy egy (vízhatású) terület lecsapolásakor azt várhatnánk, hogy a talajtulajdonságok elsőként a legmagasabb helyzetű területeken, legkésőbb, pedig a legmélyebbekben kezdenek megváltozni. E tézis -véleményem szerint- e vélekedés cáfolata volt;
- A 7. tézisben megfogalmazott állítás újdonságtartalma éppen az, hogy a talajfejlődés sebességét (az általánosan elfogadott elképzelésekkel ellentétben) nem a tartós vízborítás, hanem az oxidációs-redukciós viszonyok ingadozása gyorsítja fel. Ez az ingadozás egyaránt származhat a talajvíztükör mélységének ingadozásából, de akár a terület edényes növényeinek élettani folyamatai is eredményezhetik.

Köszönöm, hogy Professzor úr értekezésem összességében értékesnek találta és bízom benne, hogy a válaszaimmal a nem teljesen egyértelmű részleteket is sikerült megvilágítanom.

Budapest, 2025. 08.15.

Tisztelettel,



Szalai Zoltán