

VÁLASZ

Dr. Dobos Endre, egyetemi tanár opponensi véleményére

*a „Tájváltozások hatása a talajok antropizációs folyamataira Magyarországon”
címmel benyújtott MTA doktori értekezésről*

Mindenekelőtt szeretném megköszönni opponensemnek, hogy alaposan átolvasta és véleményezte disszertációm. Köszönöm a támogató véleményét, különösen pedig a téma aktualitását és a dolgozat eredményeinek hasznosságát méltató sorait! Az értekezés egyes részleteihez fűzött megjegyzéseket, kérdéseket és észrevételeket az alábbiakban igyekszem részletesen megválaszolni.

Bevezetés, kutatási előzmények fejezetekre vonatkozó észrevételek

Bírálom hiányolta a *Kutatási előzmények* fejezetből a nemzetközi irodalom konkrét eredményeinek összefoglalását, illetve az egyes, jól ismert, nagy szakirodalommal rendelkező talajjellemzők (pH, porozitás, sótartalom) antropogén hatásokra történő megváltozásának bemutatását. Hasonlóan másik bírálóm (*Rakonczi János*) vízgazdálkodási jellemzőkkel kapcsolatos hiányérzetére, itt is azt említeném meg, hogy ezek a jellemzők bár valóban antropogén hatásra változnak meg leggyakrabban, de a porozitás, sótartalom, pH, szerkezet stb. módosulása természetes okok miatt is bekövetkezhet. Mivel a dolgozatban bemutatott 25 talajszelvény esetében az antropogén bélyegek közül csak a kifejezetten, és egyértelműen az antropizáció mértékének megváltozásához köthető bélyegekre koncentráltam (sőt, azon belül is csak az osztályozás eszközeivel is kifejezhetőkre), ezért az áttekintésben is csak a kifejezetten antropogén bélyegekre, és azok osztályozásbeli jelentőségére fektettem hangsúlyt. Az antropogén eredetű talajváltozások teljeskörű összefoglalása messze meghaladta volna egy értekezés kereteit.

Ide vonatkozó részletes megjegyzések:

Bírálom megjegyzése alapján a talajképző tényezők esetében *Dokucsájev (1883)* lenne a megfelelő elsődleges hivatkozás, mivel *Jenny (1941)* már csak rendszerezte a dokucsajevi elveket. Ez a megállapítás jogos, viszont a 3.4.1. fejezetben az antropogén tényező értékelésére fókuszáltam, amely *Dokucsájevnél* még nem jelenik meg, valójában *Jenny-nél* sem, viszont az általa alkotott *clorpt* modellbe került be utólag (*Amundsen és Jenny 1991 - a Jenny halála előtt évben; ő maga ekkor már 91 éves volt!*), az antropogén tényező, amely ezáltal *aclorpt* modellé egészül ki. Ha az antropogén talajképződés tudatos tanulmányozása terén pontos időrendi sorrendet kívánnánk tartani, akkor *Darwin 1881-es* munkáját kellene említenünk (amelynek megjelenése időben megelőzte *Dokucsájev 1883-ban* megjelent művét), aki számos, kifejezetten antropogén (római, illetve középkori romok törmelékén létrejött) talajról számol be. Ezek kapcsán azonban nem alakít ki semmiféle modellt, vagy rendszert, egyszerűen beszámol adott vastagságú talajréteg képződéséhez szükséges idő hosszáról.

Bírálóm felvetésének helyt adva, a 26. oldalon a *nudinatric* minősítő említésekor valóban szükséges lett volna a *kérges réti szolonyec* talajtípus név, illetve a *Solonetz* referenciacsoport említése.

Opponensem megjegyzi, hogy a 25. oldalon említett megújuló diagnosztikus hazai osztályozásnak egy korábbi, 2015-ös változatára hivatkoztam, és hogy azóta újabb kiadás és részletesebb antropogén osztályozókulcs van az antropogén talajokra vonatkozóan a rendszerben. Az értekezésben valójában csupán azt hangsúlyoztam, hogy a diagnosztikus megújuló osztályozásban az antropogén talajokra alkalmazott osztályozókulcsa *még nem került be a gyakorlatba*, azaz nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű, ebben a rendszerben osztályozott, publikált szelvényadat, nem azt, hogy nem létezik. Ahogy azt bírálóm is megjegyzi, a 2024-ben publikált még újabb változat (*Michéli et al. 2024*) a dolgozat megírását követően került közreadásra. Erre viszont talán még fokozottabban igaz, hogy annak gyakorlati, főleg publikált antropogén talajleírásokban történő megjelenésére még várni kell.

Bírálóm kiemeli, hogy a 28-ik oldalon megemlített városi antropogén talajokkal a későbbiekben a dolgozatban kevés figyelem irányul. Ezzel teljesen egyetértek, de a dolgozatban nem vizsgáltam kifejezetten városi, beépített felszínekre jellemző talajokat. Igazat adok opponensemnek abban, hogy ezek a talajok gyakran más antropogén talajok fejlődésének megértésében, diagnosztikájában is kulcsszerepet játszanak, illetve az osztályozásuk jelenleg valóban inkább útvesztő, semmint útmutató jellegű, emiatt a jövőben nagyobb figyelem kell irányuljon a vizsgálatukra.

Egyetértek bírálóm azon megjegyzésével, hogy a német osztályozási rendszerben *Kolluvisol*nak (*Klasse: Y, Typ: YK; KA6 2024*) nevezett talajok, amelyeket magyarul *lejtőhordalék* talajoknak nevezhetnénk, természetes folyamatok eredményeként is létrejöhetnek. Ugyanakkor a német, hierarchikus osztályozás (*KA5, Sponagel 2005*) az antropogén talajok közé sorolja ezeket, és ezt a besorolást az újonnan megjelent *Bodenkundliche Kartieranleitung* 6. kiadása (*AG Boden 2024*) is megerősíti az *Aerob Kultisol*-ok *osztályán* belülre helyezve a *Kolluvisol* típust. Ugyanakkor az értekezésben is felhívtam a figyelmet arra, hogy a német rendszer szigorúan diagnosztikus szemléletű, ami azt is jelenti, hogy a talajok eredetére az osztályozás nincs tekintettel, és mivel az azonos módon diagnosztizálható talajok kerülnek egy taxonba, ezért azokon belül antropogén és természetes eredetűek együtt fordulhatnak elő.

Anyag és módszer fejezetre vonatkozó észrevételek

Bírálóm hiányolja a kronoszekvenciák pontos helyszíneinek, környezetük pontos mikrodomborzatának megjelenítését. A részletes megjegyzések kapcsán ezt a hiányérzetet újra megemlíti, teljesen jogosan. A védeken a tézisek bemutatása alkalmával igyekszem ezt pótolni, hiszen a disszertáció alapját képező publikációkban is pontos helyszínrajzok és koordináták szerepelnek, ahogyan ezeket a mellékletben bemutatott talajszelvények esetében is feltüntettem.

Ide vonatkozó részletes megjegyzések:

Bírálóm kifogásolja a 4.1.1. fejezet (34. oldal) egyik, túl hosszúra és bonyolultultra sikerült mondatának megfogalmazását. Itt arra szerettem volna rámutatni, hogy a dolgozatban olyan talajokban megmutatkozó antropogén hatásokkal foglalkoztam, ahol a talaj erőteljes antropogén átalakíttósága nem a jelenleg is látható, felszínborítás alapján azonosítható műtermékekből, épített és áthalmozott antropogén anyagokból származik. Így pl. nem vizsgáltam az összefüggő települési szerkezetre jellemző, a bírálatban más helyen is hiányolt városi talajokat. Később szintén megjegyzi, hogy éppen ezekből lehetne az antropizációs folyamatokat tipizálni, és a folyamatokat a diagnosztika alapján detektálni.

A 37. oldalon a mért ioncsere kapacitás méréssel kapcsolatosan bírálóm helyesen jelezte, hogy a Schachtschabel csöveken átáramoltatott BaCl_2 oldat pH-ja helyesen nem 8,6 hanem 8,1 (MSZ-08 0215-78) tehát az értekezésben hibásan, elírva szerepel.

A bírálatban kérdésként merül fel, hogy mi az oka a vizsgált szintek térbeli átfedésének, pl. 0-6, 0-10, 50-60 és 50-70 cm-es mélységek esetében? Az átfedésnek több oka is van. Az első, hogy feltételeztem, hogy a szénmegkötés a felszíni talajrétegben a legintenzívebb és a mélységgel csökken. Emiatt természetesnek gondoltam, hogy az akkumulációs ráták értéke nem független a figyelembe vett réteg mélységétől, vertikális helyzetétől, és igyekeztem több különböző vastagságú rétegre elvégezni a számításokat. Másrészt a rétegvastagság csökkentésének határt szabott az, hogy az általam alkalmazott bolygatatlan mintavételi hengerek magassága 6 cm, így az meghatározta a legvékonyabb mintázható réteg vastagságát a térfogattömegre vonatkozóan. A másik nyilvánvaló ok, az összehasonlíthatóság volt, mivel a fentiek értelmében csak azonos rétegvastagságra meghatározott szénkészletek és akkumulációs ráták értékeit lehet számszerűleg összevetni irodalmi adatokkal, illetve a saját, más mintaterületen meghatározott adatokkal. Mivel a tokaji szelvények esetében a legsekélyebb szelvény kb. 30 cm-en összefüggő közet által limitált volt, ezért az összehasonlíthatóság miatt választottam a 30 cm-es rétegvastagságra kalkulált akkumulációs rátákat. Amelyik szelvénytörzsnél erre lehetőség volt (pl. Látókép) ott a teljes humuszos rétegre (kb. 70 cm) végeztem el a kalkulációt. Mivel minden ráta és készlet számítása a talajfelszínről indul, így az eltérő kalkulációk mindegyike átfedőnek tűnik, de én ezeket inkább nevezném eltérő vastagságú rétegekre számított készleteknek és akkumulációs rátáknak, semmint átfedőknek.

A bírálóm által 41. oldalon megjegyzett *organo-ásványi-komplex* helyesen organo-minerális komplex, vagy szerves-ásványi komplex. A 44. oldalon a 4.5 és 4.6 alfejezetek összevonására vonatkozó javaslattal szintén egyetértek.

Eredmények fejezetre vonatkozó észrevételek

A látóképi szelvénytörzs vizsgálatával kapcsolatban opponensem megjegyzésben felhívja a figyelmet arra, hogy a pH megváltozása nem lehet kifejezetten a felhagyás eredménye. Erre a kérdésre később a részletes észrevételeknél is visszatér, és ezt ott igyekszem megválaszolni.

Ugyancsak a látóképi talajokra vonatkozóan bírálóm megjegyzi, hogy a szervesszén-tartalom a 20, 40 és 60 cm-en szinte párhuzamosan fut a szántott talajok értékeivel, csak majdnem kétszeres értékekkel, amit a felszínről induló szervesanyag-felhalmozódás és biogén lefelé keverés kevéssé magyaráz meg.

A mélyebb talajszintekben bekövetkező széntartalom növekedés mértéke elsőre bár meglepő lehet, de ha figyelembe vesszük, hogy ezeken a helyszíneken négy évtizedes vegetációfejlődés termékeiből származó biomassza, illetve annak részleges mineralizációja után megmaradt szerves anyag mennyisége áll rendelkezésre a talaj széntartalmának növekedésére, akkor ez egy jól szellőző, kedvező víz- és tápanyagellátottságú talaj esetében talán nem tűnik hihetetlennek. Véleményem szerint célszerű szem előtt tartani, hogy a talaj szervesszén-készlete nem feltétlenül csak a felszíni fitomassza biogén lekeveréséből származik, hanem ahhoz a felszín alatti elhalt gyökértömeg, az ahhoz társult mikrobiom elpusztult és élő biomasszája is hozzájárul.

A bírálóm által felvetett természetes mikrodomborzat, vagy eltemetett mikrodomborzat szintén szerepet játszhat a helyenként mélyebben, máshol sekélyebben humuszos talajok szervesszéntartalmának vertikális eltéréseihez, ennek zavaró hatásait azonban a háromszoros helyszíni ismételtes, illetve a kompozit mintavétel alkalmazásával igyekeztem minimálisra csökkenteni.

Ugyanakkor itt kell felhívni a figyelmet arra a jelenségre is, hogy a 40 éves felhagyási időszak alatt ezeken a talajokon regeneráció, az összehasonlításhoz használt szántott talajokon viszont eközben tovább folytatódó (és vélhetően az utóbbi 40 évben egyre erősödő) szervesszéntartalom csökkenés zajlott. Így tehát a regenerálódó talajok esetében a regeneráció 40 éve valójában a szántók mai állapotához képest egy kedvezőbb, nagyobb széntartalmú állapotról indult, miközben a szántókon további csökkenés zajlott. Mivel ennek a csökkenésnek az ütemét nem ismerjük, azt a modellben figyelembe venni nem tudtam. Azt viszont nagy valószínűséggel jelezhetjük, hogy a modell szerint számított akkumulációs ráta a látóképi esettanulmány esetén vélhetően enyhén túlbecsüli a szervesszén-akkumulációs ráta értékét a regeneráció során.

A síkfőkúti talajszelvények radiokarbon koradatai alapján rekonstruált regenerációs modelljeinek eredményeit bírálóm meglepően jónak (túlságosan jónak) találja, és kíváncsi arra, hogy ennek mi lehet az oka, különösen olyan helyszínen, ahol az erózió-akkumuláció váltakozása áll fenn. Egy lejtőszakasz tetszőleges pontján minden időpontban egyszerre zajlik akkumuláció és erózió, a kettő aránya hosszútávon a pont anyagmértékét jellemzi. A talaj szervesszéntartalma esetében ugyanez igaz, hiszen itt a feltalaj széntartalma és annak kora nem csak a frissen bekerülő szervesanyagtól, hanem a lejtőn odakerülő, már talajosodott anyag széntartalmától és annak korától is függ. Jó esetben azonban a felszínen mozgó talajréteg széntartalma nem túl idős. Minél hosszabb időtartamot vizsgálunk, annál kisebb lesz a felhalmozódás időtartamához képest a frissen bekerülő szervesanyag és a felszínen mozgó talajréteg szervesanyag korának különbsége. A regenerálódás korát a radiokarbon adatok alapján 800, illetve >3000 évben lehet megadni, és ebben az időtávlatban úgy tűnik, hogy a felszíni talajréteg szervesanyagának és a frissen bekerülő elhalt biomasszából származó szerves anyagnak a korkülönbsége már elhanyagolható. A vizsgálatokban egyébként csak az egyik 3 talajszelvényből álló sorozat volt lejtőn, a másik szelvényt sorozat abszolút völgytalpi helyzetben fekszik, ahol legfeljebb az akkumuláció üteme volt változó, de a ténye nem.

Bírálóm megemlíti, hogy a talaj-antropizáció területi becsléséből a négy vizsgált időszakra kimutatott trendeket a dolgozat nem nagyon elemzi, csupán bemutatja. Ugyanezt másik bírálóm is hiányolta. Válaszként itt is azt tudom mondani, hogy a változások háttérének vizsgálata talán egészen más jellegű, gazdaság- és társadalomkutatási módszereket és megközelítést igényelt volna, amelyre magam nem mernék vállalkozni, és a dolgozat fő témájától ez talán távol is esne.

Ide vonatkozó részletes megjegyzések:

Kérdésként merült fel, hogy a 15. ábrán a pontok színének van jelentősége? Ez a kérdés sok ábránál felmerül. Az eltérő színek alkalmazása ennél az ábránál csak az elkülöníthetőséget szolgálja.

Ugyancsak kérdésként szerepel, hogy a 16. ábra AC szintje valójában nem B-szint? De igen, az AC jelölés helytelenül került fel, így a szelvénytípusok a 16. ábrán helyesen: A (Ap; 'A) – B – BCk – C.

A látóképi szelvényekkel kapcsolatosan opponensem megjegyzése felhívja a figyelmet arra, hogy a pH megváltozása 5,7-ről 7,5-re nem lehet csak a felhagyás eredménye, hiszen a felhagyással járó folyamatok épp ez ellen hatnak (talajélet, szervesanyag-tartalom növekedése). Mindhárom mintavételi helyszín, ahol a regenerálódó szántóföldi viszonyokat vizsgálni tudtam, a felhagyást megelőző szántáson túl is antropogén hatásokkal terhelt. Két esetben korábbi tanyahely, telephely kialakítása, egy esetben pedig a közeli útépítés tereprendezési folyamatai a talajszelvényekben is nyomozhatók voltak. A három esetben egy szelvényben erről műtermékek jelenléte is árulkodott. Vélhető, hogy a pH megnövekedése a tereprendezés során a talajhoz kevert altalaj, illetve építési törmelék hatásának tulajdonítható. Ugyanakkor a területen a másodlagos karbonátok szelvénybeli függőleges eloszlása eleve térbeli

változatosságot mutat. Ezt a változatosságot az ismétlésekkel, és az egyes helyszíneken alkalmazott kompozit mintavétellel kívántam kiküszöbölni. Az eredetileg alföldi mészlepedékes csernozjomként leírt (Káta 1999), továbbra is szántott talajok esetében ugyanakkor a folyamatos műtrágyahasználat folyamatos pH csökkenéssel járt, ami miatt mára inkább kilúgzott csernozjomként jellemezhetők. A szántott és felhagyott talajok pH értékeinek távolodása tehát vélhetően két ellentétes folyamathoz is köthető: a felhagyott helyeken az altalaj, építési törmelék bekeverése miatt növekedés, míg a folyamatosan művelt szántókon a műtrágyahasználat miatt folyamatos csökkenés lehetett jellemző.

Bírálóm felhívja a figyelmet arra, hogy a kísérleti helyszíneknél jó lett volna egy-két magyarázó térkép a térbeliség érzékeltetésére. Az észrevétel teljesen helytálló. A disszertációnak ezek a részei korábban publikált anyagok alapján készültek (Novák et al. 2014.; Novák et al. 2018; Novák et al. 2020), amelyekben pontos helyszínrajz, illetve a sampling design részletes bemutatása szerepel. Így a disszertációban ezt sajnálatosan nagyvonalúan kezeltem, és inkább a szelvények antropizációs folyamatokban történő elhelyezését és ábrázolását (16. 19. 24. ábrák) tartottam szem előtt. A védésen a helyszínek bemutatása alkalmával ezt igyekszem majd pótolni.

Bírálóm megjegyzi, hogy a 64. oldalon használt túl sok mértékegység nehezíti az összevetést, amit sajnálatosnak találok, mert a különböző mértékegységek alkalmazásának célja éppen a más tanulmányok eredményeivel, és a más helyszíneken végzett saját vizsgálatok eredményeivel történő gyors összevethetőség volt.

Opponensem rámutat három homoktájunk, a Nyírség, Belső-Somogy és a Duna-Tisza közí hátság intenzív, természetes irányba mutató tájváltozásaira, és rákérdez annak okaira. A négy vizsgált időszak közül az első háromban (1990-2012) jellemző elsősorban a természetes irányú változások kimagasló aránya. Úgy vélem, hogy a kedvezőtlen mezőgazdasági adottságú homokhátságok területén ezekben az időszakokban nagy arányban történtek erdőtelepítések korábban szántóként hasznosított területeken az erdőtelepítés támogatásának köszönhetően. A CORINE felszínborítási osztályok alapján ugyan az erdőtelepítést követő állapotok eltérő osztályokba kerülhetnek (pl. átmeneti erdős-cserjés terület, 3.2.4.) de ezeket az általam alkalmazott módszerben azonos természetességű kategóriába soroltam az erdőkkel (4. táblázat), így ennek következtében az antropizáció mértéke nem változik, az ennek következtében fellépő hiba lehetősége kizárható.

Szintén az antropogén hatások változásának térbeli helyzetére vonatkozóan bírálóm kiemeli, hogy az erősödő és gyengülő antropogén hatások kistérszintű térképei nem komplementerek, azaz egyszerre különböző, ellentétes irányú folyamatok hatnak, ezért jónak tartja a két folyamat különválasztott vizsgálatát. Köszönöm ezt az észrevételt, mivel magam is fontosnak tartom kiemelni, hogy ezek az ellentétes folyamatok gyakran egymás közvetlen szomszédságában is jelen vannak. A gyengülő antropizáció hatásainak kezelése pedig a tájvédelmi, tervezési, és tájgazdálkodási feladatokat tekintetében ugyanúgy kihívást jelent, mint az erősödő, csak ennek kezelésére a társadalom talán még kevésbé felkészült, mint az erősödő antropizáció jobban látható kedvezőtlen hatásainak kivédésére.

Bírálóm megjegyzi, hogy a hazai megújuló diagnosztikus osztályozásban már van antropogén talajosztály, de ez a mű beadásakor még valószínűleg nem volt publikálva. A disszertációba a megújuló diagnosztikus osztályozás 2018-ban publikált változatát (Michéli et al. 2018) tudtam beépíteni, annak antropogén talajokra vonatkozó részeit elemeztem (26. oldal, 3.7.1.2. fejezet), de valóban, 2024 őszén ennek újabb közelítése jelent meg (Michéli et al. 2024). Az új kiadásban a disszertációban bemutatotthoz képest az antropogén talajokra vonatkozó új elemként a fedett / vízzáró altípus tulajdonságok

kerültek be, a változati tulajdonságok esetében a *művelt* neve *szántott*-ra módosult, és bekerült a *hantos* elnevezés. Az antropogén talajokat továbbra is egy talajtípus típus (*antropogén talajok*) egyesíti.

Végül ismételten megköszönöm bírálómnak, hogy alaposan áttanulmányozta dolgozatomat, annak értékeit méltató, elismerő bírálatot készített, és ennek alapján azt nyilvános vitára alkalmasnak tartja, valamint, hogy az MTA doktori cím odaítélését – eredményes védelem esetén – támogatja.

Nádudvar, 2025. március 18.



Dr. Novák Tibor József
egyetemi docens

Hivatkozások

- AG Boden 2024. Bodenkundliche Kartieranleitung, 6. Auflage – Band 2: Geländeaufnahme und Systematik, Hannover pp. 392.
- Darwin, Ch. 1881. The formation of vegetation mould, through the action of worms with observations of their habits. John Murray, London, 315 p.
- Dokuchaev, V.V., 1883. Russkii chernozem. St Petersburg., p. 297.
- Kátai J. 1999 Talajmikrobiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben. Agrokémia és Talajtan. 3–4:348–360.
- Michéli, E., Fuchs M., Láng V., Csorba Á., Dobos E., Szegi T., Kele G. 2024. A diagnosztikus szemléletű hazai talajosztályozási rendszer. Útmutató. Második közelítés. Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő. pp. 51.
- Michéli, E., Fuchs, M., Szegi, T., Csorba, Á., Dobos, E., Szabóné Kele, G. 2018. A diagnosztikus szemléletben megújított hazai talajosztályozási rendszer. Alapelvek, felépítés, osztályozási szabályok. Vitaanyag 2018.10.10. Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő pp. 48.
- Novák, T. J., Márta, L., and Balogh, S. 2020. Soil organic carbon stock development in chernozemic soils following agricultural abandonment, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, European Geosciences Union 2020-15424, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-15424>, 2020
- Novák, T., Molnár, M., & Buró, B. 2018. Reconstruction of Soil Carbon Redistribution Processes along a Hillslope Section in a Forested Area. Radiocarbon, 60(5): 1413-1424. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.94>
- Novák, T.J., Incze, J., Spohn, M., Glina, B., Giani, L. 2014. Soil and vegetation transformation in abandoned vineyards of the Tokaj Nagy-Hill. Catena. 123: 88-89. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.07.017>
- Sponagel, H.; Grottenthaler, W.; Hartmann, K.-J.; Hartwich, R.; Janetzko, P.; Joisten, H.; Kühn, D.; Sabel, K.-J.; Traidl, R. (eds.) 2005. Bodenkundliche Kartieranleitung. KA5 [Manual of soil mapping. 5th Ed. (KA5)], Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe & Staatliche Geologische Dienste, Hannover, pp. 438.