

Válasz Prof. Dr. Rajkai Kálmán bírálatára

Zsembeli József: Új megoldások az alkalmazott agrárkutatásban című doktori értekezéséhez

Tisztelt Akadémikus Úr!

Ezúton szeretném megköszönni igen részletes, alapos és konstruktív bírálatát. A véleményében megfogalmazott értékeléseket, javaslatokat és kritikai észrevételeket megfontoltan tanulmányoztam, az alábbiakban részletesen válaszolok az Ön által megfogalmazott észrevételekre és kérdésekre.

1. Az értekezés tartalmi felépítése

Opponensem bírálatában utal értekezésem tematikájának sokszínűségére, aminek nagyon örülök, mivel az volt a szándékom, hogy az elmúlt három évtizedben végzett sokrétű kutatómunkám számomra legfontosabb témaköreihez szolgáljak adalékkal, kifejezetten az új megoldások, módszerek keresése, kidolgozása, vagy a meglévő módszertanok, már létező eljárások jelentős továbbfejlesztése révén. Az értekezés címére tett megjegyzésével, ami összecseng a többi opponensem véleményével, egyetértek. Nagy dilemmám volt a címadás, mind az értekezés, mind az egyes fejezetek vonatkozásában. Elismerem, hogy túl általános lett a címadás. A talaj anyagforgalmi folyamataira való utalás egyértelműen megfelelőbb lett volna. Már csak azért is hibásnak tartom a címadást, utólag, mert az értekezésem Bevezetés fejezetében magam is megjelöltem a „*Mezőgazdasági hasznosítású talajok víz- és anyagforgalmának vizsgálata*” elnevezésű projektet, amelynek keretében kutatómunkám jelentős részét végeztem.

2. Az értekezés terjedelmi felosztása

Az értekezésem struktúráját tekintve azt a következetes felépítést tartottam célszerűnek, amit bírálatában Akadémikus úr is megjelöl. Bevallom, nem gondoltam arra, hogy a témakörönként összegyűjtött, szerzőséggel publikált tudományos és konferencia közlemények listájával az opponensek munkáját megkönnyítem. Elsődleges szándékom az volt, hogy elsősorban az egyes témakörökben taglalt új megoldásokra, módszerekre, módszertani fejlesztésekre hívjam fel a figyelmet, míg a mélyebben érdeklődők a releváns publikációk listájában szereplő forrásokból kaphatnak további információkat a kapcsolódó kutatási eredményeimről.

3. A kutatási témák értékelése

a) A talajfelszínen képződő harmat mennyiség meghatározása

Nagyra értékelem Akadémikus úr kritikai megjegyzéseit, meglátásait. Köszönöm, hogy a fejezethez kapcsolódó irodalmi áttekintést jól szerkesztettnek tartja. Elismerem, hogy az 5. oldalon a 3. bekezdés első mondatából hiányzik a dimenzió. Az érintett mondat helyesen így hangzik: „*A harmat tízed- vagy akár század milliméter nagyságrendű mennyiségének méréséhez számos módszert és eszközt fejlesztettek ki...*”.

Opponensemnek igaza van, mivel az 1. ábra a harmat hő- és nem vízforgalmi összetevőit mutatja be, így a párolgás helyett valóban a párolgáshő megnevezés használata lett volna helyes.

Kérdésként merült fel, hogy a tömegadatok simítására használt program milyen forrásból származik. A FORTRAN elnevezésű programot dr. Gerhard Kammerer, a bécsi Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) Víz-Atmoszféra-Környezet Tanszékének (Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Institut für Hydraulik und Landeskulturelle Wasserwirtschaft) egykori vezetője fejlesztette ki, akivel volt szerencsém személyesen együtt dolgozni 2016-ban egy általam vezetett OMAA (Osztrák-Magyar Tudományos és Oktatási Kooperációs Akció Alapítvány) projekt keretében. A projekt címe „*Extension and Further Development of a Method to Determine the Amount of Dew (Due to Dew)*” volt. A FORTRAN programot a projekt végrehajtása során használtuk bécsi tartózkodásom során a karcagi adatok felhasználásával.

Opponensem észrevételezte, hogy az értekezésem 12. oldalán a szél hatását a liziméteres rendszerben mért tömegadatok változását tekintve elhanyagolhatónak, míg a 16. oldalon az oszcillációk legfőbb okozójának aposztrofáltam. Az észrevétel helyes, mindazonáltal a 16. oldalon általánosságban, egy irodalmi forrásra (Nolz et al., 2013a) hivatkozva utaltam a szél hatására, míg a 12. oldalon arra hívtam fel a figyelmet, hogy a szél hatása a karcagi liziméter állomás elhelyezkedése miatt, illetve a mérőcelláknak a helyi adottságokhoz való alkalmazkodás jegyében megvalósított specifikus módszertani fejlesztésének köszönhetően, elhanyagolhatók. Elismerem, hogy szerencsésebb lett volna ezeket az utalásokat összekapcsolni és egyértelműsíteni. Kérdésként merült fel, hogy milyen egyéb okok vezethetnek ahhoz, hogy a súlyliziméterek nem valós tömegváltozást mutatnak. Az általunk használt súlyliziméterek mérőrendszere elektronikus mérőcellákra épül. Az elektronikus mérőcella esetén az oszcilláció forrása többféle lehet, de leggyakrabban, a környezeti hatásokon (hőmérsékletváltozás, mechanikai rezgések, elektromágneses zavarok) túlmenően a mérőrendszer pozitív visszacsatolása (ha a mérőcella kimenő jele visszahat a bemenetre), a jelvisszacsatolás instabilitása, vagy a rendszerben lévő nemlineáris elemek (különösen, ha a rendszer túl nagy erősítéssel működik) okozzák azt. Mivel igen

nagy mérésérzékenységgű rendszerről van szó, az elektronikus eredetű zajok létrejötte nem kizárható. Mindazonáltal éppen a harmatképződés folyamatának sebessége teszi lehetővé azt, hogy az általam használt módszerrel, azaz a mérési időpontok körültekintő megválasztásával, csökkenthető az oszcillációk (bármely eredetűek is azok) okozta fals harmatdetektálások gyakorisága.

Opponensem kiemeli, hogy ő is további pontosításokat tart szükségesek a harmat mennyiségének liziméteres eszközrendszerrel történő meghatározásához. Sajnos az értekezésben említetteken kívül további vizsgálatokra nem volt lehetőségem, egyrészt kapacitás hiányában (más kísérletek beállítása), másrészt azért, mert az 1992-ben létrehozott karcagi súlyliziméterek mérőrendszerének felújításába, cseréjébe fogtunk (3 egységben ez már meg is valósult). Liziméteres mérések során a technikai szünet miatt kieső adatok pótlása lehetetlen (ez egyben a rendszer hátrányai között is említhető).

Akadémikus úr bírálatában említi Bacsó Nándor és Szász Gábor 1967-ben, az Agrokémia és Talajtan tudományos folyóiratban megjelent cikkeit. Ezek a tanulmányok is felhívják a figyelmet arra, hogy már majd' 60 évvel ezelőtt is foglalkoztatta a magyar tudósokat a harmat mennyiségének meghatározása. A Bacsó Nándor által írott publikáció tulajdonképpen a Szász Gábor által közölt adatok bírálata és megkérdőjelezése. Számomra fontos információ a belső térből, az altalajból és a légkörből származó talajharmat Bacsó szerinti aránya (4:36:60%), mivel az általam meghatározott harmatmennyiségek az utóbbira vonatkoznak, hiszen az alul zárt, felül nyitott liziméterek harmat általi tömeggyarapodása csak a légköri nedvesség a felszínen való kondenzációjából ered. A belső térből származó talajharmat eleve a talajoszlop össztömegének a része, míg az altalaj hiánya (a teljes talajoszlop tömegét mérjük) kizárja a második forrásból származó kondenzációs víz megjelenését. Az általam referenciaként említett, Szász Gábor által 1992-ben közölt arányok (légköri harmat 45,4%, a talaj belső teréből származó víz 0,6%, a mélytalajból diffundált víz 54,0%) figyelembevételével a légköri harmat éves mennyisége 28,67 mm, ami az általam az 1 órás mérésgyakorisággal meghatározott adatok alapján számított éves mennyiségekkel (gyepfelszínen 29,2 mm; csupasz talajfelszínen 28,7 mm) gyakorlatilag megegyezik. Elismerem, hogy ezt a megközelítést az értekezésemben részletesebben ki kellett volna bontanom.

Köszönöm, hogy Akadémikus úr ezen tézisémet új hazai megoldásnak ismeri el, illetve jelentősnek tartja azon megállapításomat, hogy súlyliziméterrel meghatározhatók a harmathullási időszakok. Már Szász Gábor is felhívta a figyelmet, hogy „*az elméleti számítások szerint keletkező víz a mérési pontosság határát súrolja*”. Erre a problémára megoldás, ha nem is tökéletes, a meteorológiai és súlyliziméteres adatok kombinálásával történő harmatmennyiség becslés, amely számos gyakorlati

alkalmazás alapja lehet. Ezért tisztelettel kérem Akadémikus urat, hogy ezen tézisemet új módszertani eredménynek fogadja el.

b) A talaj sóforgalma

Megtisztelő, hogy Opponensem a talaj sótartalmának és sóforgalmi dinamikájának liziméteres meghatározására irányuló kutatómunkám céljait aktuálisnak, talajvédelmi és gazdálkodási szempontból is fontosnak tartja. Én is úgy vélem, hogy ez a jelentős hagyományokra épülő kutatás fontos a másodlagos szikesedés vizsgálatában és a helyes, termőhely-specifikus agrotechnikai gyakorlat meghatározásához. Köszönöm, hogy új eredménynek és hazai szempontból jelentősnek tartja a különböző sótartalmú öntözővizek okozta talajsótartalom változások liziméteres kísérletben történő kimutatását az elméleti és aktuális sómérleg együttes alkalmazásával.

c) A talaj szén-dioxid emissziója

Megtisztelő, hogy Opponensem innovatív eszköz- és módszerfejlesztésnek titulálja az ebben a témakörben végzett munkámat. Ehhez kapcsolódóan kérdezi, hogy milyen megfontolásból alkalmaztunk 3 különböző gázanalizátort, amelyeket az értekezés 26. ábráján be is mutatok és kronologikus sorrendben jelöltem meg használatukat. A használt eszközök különbözőségét valóban nem indokoltam, mivel mindhárom a mobil infravörös gázanalizátorok csoportjába tartozik, mérési elvük azonos. A műszerek cseréjére csupán gyakorlati okokból került sor: az Anagas CD 98 és a Gas Alert Micro 5w készülékek meghibásodtak, míg a sokkal praktikusabb (szivattyú nélküli) Testo 535 műszert manapság is használjuk. Ez arra kérdésre is választ ad, hogy miért csupán ez utóbbi műszerre alapozva számítottuk a CO₂-kibocsátást a 2017. utáni méréseink során.

További kérdés volt a CO₂-emisszió számítására alkalmazott egyenlet eredete. Abban a szerencsés helyzetben voltam, hogy 2002-től kezdődően alkalmam volt együtt dolgozni Shinya Funakawa és Atsunobu Kadono professzorokkal, akik a Kyotoi Egyetemről érkeztek hozzánk és széleskörű felmérést végeztek a talajok CO₂-kibocsátásának meghatározására Japánban, Kazahsztánban, Ukrajnában és Magyarországon. A projekt keretében a japán kollégákkal és az akkori MTA TAKI munkatársaival dolgoztunk együtt a mérési és számítási módszerek továbbfejlesztésén, innen ered az általam alkalmazott és az értekezésben ismertetett egyenlet is.

Köszönöm, hogy Opponensem rávilágított az értekezés 3.2.2. alfejezetének hiányosságára, valóban nem elég informatív a napi dinamika alapján számított CO₂-emisszió éves mennyiségének meghatározására vonatkozó módszertani leírás. A kérdéses 170 mérési nap a 2018. 06. 06. és 2022. 03. 16. dátumok között eltelt hetek számából adódik. A heti gyakoriság meghatározást valóban ki

kellett volna egészítenem azzal, hogy a mérések mindig szerdai napon 9 és 10 óra között történtek (természetesen ± 1 nap eltérés néha előfordult). Az értekezés 46. oldala első bekezdésének utolsó mondatában utaltam arra, hogy 2 órás mérésgyakorissággal mért adatokat a szén-dioxid-emisszió napi dinamikájának megállapítására használtuk, de elismerem, hogy ez is pontosabb meghatározást igényelt volna, kitérve arra, hogy egyik nap délután 2 órától másnap délután 2 óráig mértünk évi több alkalommal. Az így kapott információk alapján a nappali és az éjszakai gázemissziót 2/3, illetve 1/3 arányban vettük figyelembe. A 49. és 51. oldalakon feltüntetett 2018-2021 időszak megjelölése egyszerű elírás, abból adódik, hogy először arra az időszakra készítettem el az ábrákat, de időközben kiegészítettem azokat a 2022. év elején mért adatokkal is. Köszönöm ezeket az önreflexióra készítő kritikai észrevételeket, a jövőben jobban figyelek arra, hogy a számomra evidens dolgokat informatívabban publikáljam.

Megtisztelő, hogy ezen tézisemet elfogadja és új eredményként értékeli a saját fejlesztésű mérőeszközöket és a CO₂-kibocsátás exponenciális modelljének adaptációját.

d) A talajok szénkészlete

Akadémikus úr meglátása tökéletes, miszerint értekezésem 53. oldalán inkább kutatási feladatokat, mintsem kutatási célokat soroltam fel. Ez a hiba abból adódik, hogy ezen módszertani fejlesztés egy megbízásos projekt keretében történt. A projektben a megbízó az akkori Országos Meteorológiai Szolgálat volt, a megbízott pedig az akkori DE AGTC, a feladat pedig „Az IPCC módszertan (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003)) szerinti un. referencia talajok szerveszén-készletére ország specifikus értékek meghatározása, a hazai talajmérések alapján” volt.

Köszönöm, hogy felhívta a figyelmem arra a két közleményre, amelyek Magyarország talajainak szervesanyag-tartalmát térképes megjelenítésben mutatják be. Ezekre a közleményekre valóban hivatkoznom kellett volna az értekezésemben. A fentebb említett feladat kapcsán csak annyi volt megadva, hogy hazai talajmérések alapján kell meghatározni a magyarországi talajok szerveszén-készletének országspecifikus értékeit. A metodika kidolgozása az én feladatom volt. A lehetőségek felmérése után döntöttem úgy, hogy a TIM pontokból begyűjtött talajminták laboratóriumban mért adataira alapozva végezzük el a számításokat. A projekt nem irányult az IPCC metodika szerinti talajtípusok szerves szénkészletének és az általunk meghatározott értékek összehasonlítására, a kutatói kíváncsiság vezérelt ennek az elvégzésére. Elismerem, hogy a nevezett két forrásból származó adatokkal való összehasonlítás igen értékes adalékkal szolgálna a magyarországi talajok szerves szénkészletének felmérése tekintetében, különös tekintettel a talajhasználat okozta

változásokra. Mivel a két közlemény szerzői közül többet is jól ismerek és nagyra becsülök, fel fogom vetni nekik az Opponensem észrevételén alapuló közös munka lehetőségét.

Kérdésként merült fel, hogy a 1236 TIM pontból miért csak 1101 pontot vizsgáltam. Köszönöm, hogy Opponensem felhívta a figyelmemet erre a hiányosságra. Az értekezésben valóban meg kellett volna jelölnöm, hogy a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal akkori adatbázisában szereplő országos törzshálózati és erdészeti 1101 mérőpontjának adatait kaptuk meg és dolgoztuk fel, a speciális mérőhelyekre vonatkozókat nem. A 4.3.2. alfejezetben azt is valóban megadhattam volna, hogy 583 mintavételi pont esett a meleg-száraz, míg 518 a hűvös-száraz klímazónába.

Egyetértek Akadémikus úrral, hogy pontatlan az az utalásom, hogy a FAO talajosztályozási rendszere ekvivalens a WRB rendszerrel, mivel az utóbbit 1998-ban az előbbi továbbfejlesztéseként vezették be. Mentségemre szolgáljon, hogy a talajtípusok mindkét rendszerből az IPCC erősen „elnagyolt” talajosztályozási rendszerébe való átsorolása ugyanazzal az eredménnyel jár, az eredményeimet nem befolyásolja.

Opponensem nagyon figyelmes volt, amikor észrevette, hogy a 22. ábrán az látható, hogy az IPCC Soil Carbon Tool programja Magyarországra 3 klímazóna besorolási lehetőséget ad meg. Azonban az IPCC módszertana szerint a meleg-nedves éghajlat alá azok a területek sorolandók, amelyeknél a klimatikus vízmérleg pozitív vagy nulla, azaz a csapadék mennyisége eléri vagy meghaladja a potenciális evapotranszpiráció értékét. Ez pedig hosszú idősoros meteorológia adatok alapján Magyarországra nem jellemző.

Tekintettel arra, hogy az ezen tézishoz tartozó kutatómunka során önálló módszertani fejlesztéseket végeztem, tisztelettel kérem Akadémikus urat, hogy a fenti kiegészítéseket figyelembe véve ezen tézisémet új módszertani eredménynek fogadja el.

f) A talaj tápanyagforgalma

Opponensem észrevételezte, hogy a talaj-növény N-tartalom parabolikus összefüggésnek az R^2 értéke különböző a repcére és a napraforgóra és ennek az okára kérdezett rá. Irodalmi adatok is alátámasztják, hogy a talaj nitrogénellátottsága meghatározza a növény nitrogénfelvételét, ez pedig meghatározza a növényi maradvány nitrogéntartalmát. Ha a talajban sok a felvehető nitrogén (NO_3^- , NH_4^+), a növény több nitrogént vesz fel, így a növényi maradvány is nitrogénben gazdagabb lesz, ennek megfelelően, ha a talaj nitrogénszegény, a növény kevesebbet tud felvenni, annak maradványa alacsonyabb N-tartalmú lesz. Kutatásunk során a növények nitrogéntartalma és a termesztési hely földrajzi elhelyezkedése között nem találtunk összefüggést. A vizsgált napraforgó mintavételi helyek esetében a talaj N-tartalom értékei sokkal jobban ingadoznak, nagyobb a

változékonyságuk, a relatív szórásuk ($CV=101\%$), mint a repce mintavételi helyek talajaié ($CV=70\%$). Viszont a napraforgó maradványok N-tartalmának a relatív szórása ($CV=30\%$) kisebb, mint a repcéé ($CV=42\%$). Mivel az r -érték a kovarianciát használja, azaz az együttmozgást jellemzi a két változó között, ezért a keresztszorzat a napraforgónál kisebb lesz, mint a repcénél. Ez adja a kisebb R^2 értéket.

Tisztelettel köszönöm, hogy ezen tézisémet jelentőségére és kidolgozásának minőségére tekintettel elfogadja.

g) Új módszer az eredmények disszeminációjára

Köszönöm azon megállapítását, hogy munkám célját, a magyar agrárgazdálkodók környezeti és gazdaságossági tudatosságának felmérését, formálását, valamint korszerű agrotechnológia-választásuk ösztönzését dicséretesnek tartja. A saját kezdeményezés alapján fejlesztett TALA-módszerhez kapcsolódó kérdőívet valóban nem csatoltam eredeti formájában az értekezéshez, mert elegendőnek tartottam annak a kivonatos formáját közölni a 6.2.2. alfejezetben (ez tartalmazza a tudástranszferhez szükséges saját kutatási eredmények összefoglalását, illetve a kérdéseket is).

Megtisztelő, hogy a kérdőív kidolgozását és a gazdálkodók gazdasági megfontolásainak megállapítását a tézis meghatározó eredményének tartja és megállapítja, hogy eredményeim környezeti- és gazdaságossági vonatkozásai alkalmasak magasabb minőségű nemzetközi közlemény megírására is. Amennyiben lehetőségem lesz rá, egy újabb, a kidolgozott metodikát alkalmazó vizsgálatot fogunk végezni immár a Nemzeti Éghajlat- és Tájkutató Központ kutatási fókuszába tartozó kérdésekben a gazdálkodók klímaváltozással kapcsolatos ismereteinek felmérése az alkalmazkodás lehetőségeinek tudatosítása érdekében és azt publikálni is fogjuk.

Köszönöm, hogy ezen tézisémet egy jó irány kezdeti eredményének tartja és tisztelettel kérem, hogy azt új módszertani eredménynek fogadja el.

Összességében nagyon örülök annak, hogy három kutatási témám eredményeit elfogadta, tekintettel arra, hogy azok nemzetközi és hazai érdeklődésre is számot tarthatnak. Köszönöm az iránymutató észrevételeket, amelyek segítik a jövőbeli kutató és kutatásirányító munkámat. Kérem, hogy válaszaimat figyelembe véve, az értekezésem nyilvános vitára bocsátásával és az MTA doktora cím odaítélésével kapcsolatos javaslatát továbbra is fenntartani szíveskedjék.

Karcag, 2025. 11. 02.



Zsembeli József