

Bírálat

Dr. Farsang Andrea: A víz- és szélrózió szerepe a talaj humusz- és elemtartalmának horizontális átrendeződésében c.

MTA doktori értekezéséről

A témaválasztásról

A talajok tápanyagtartalmának és antropogén eredetű elemtartalmának ismerete mind mennyiségi, mind minőségi szempontból nagyon fontos a modern mezőgazdálkodás számára. Ezeket nagyban befolyásolják az eróziós és deflációs folyamatok, amelyek a jövőben a klímaváltozással összefüggésben hazánk területén is lényegesen megváltozhatnak, felerősödhetnek. Ezért a jelölt témaválasztását jónak, aktuálisnak tartom.

Formai értékelés

A doktori mű 160 szövegoldal terjedelmű, amit további 20 oldal szakirodalmi lista és 32 oldalnyi melléklet egészít ki. A szövegben 125 ábra és 62 táblázat támasztja alá a szerző mondanivalóját. A számítógéppel szerkesztett ábrák általában jó minőségűek, csak kisebb hiányosságokat fedeztem fel rajtuk. Ilyenek pl. a következők: csaknem minden ábra esetében az „ábra” szó után hiányzik a pont; néhány térkép esetében sem méretarányt, sem vonalas léptéket, sem koordinátákat nem találunk (pl.: 1.2., 1.3. ábra, 6.10. és 7.8. ábra); a 7.3. – 7.6. ábrák jelmagyarázata hiányos. Külön kell szólnom azokról a térképekről, amelyek az adott terület valamely tulajdonságának területi különbségeit folytonos színskálával mutatják be. Ilyenek pl. a 7.27., a 7.28. és a 7.30. ábrák. Ezek szépek ugyan, és elméletileg közel állnak a valósághoz (ez persze függ a térképszerkesztés alapjául szolgáló mintaszámtól is), gyakorlatilag alig alkalmasak a területi különbségek számszerű leolvasására. A hagyományos kategóriákkal készített humusztartalom-kartogram (7.29. ábra) jól mutatja, hogy ebből a szempontból előnyösebb, mint pl. a mellette látható 7.30. ábra.

A táblázatok szerkesztésében ugyancsak kisebb hibákat találtam. Ezeknél is hiányzik a „táblázat” szó után szükséges pont. A klasszikus táblázatszerkesztésnél a táblázat címe felülre kerül, a dolgozatban ez mindig alul található. (Természetesen ezt nem tekintem érdemi hibának.)

A 7.7. táblázat aláírása nem fedi pontosan a táblázat tartalmát. (A táblázatban 6 elem szerepel, az aláírásban „összes elemtartalmat” tüntet fel; miközben a P_2O_5 is megtalálható az elemektől elkülönülten.)

A dolgozat stílusa általában jó, mondatfűzése szakszerű, fogalmazása világos. A szerző helyesírása egyetlen szempontból erősen kifogásolható: az összetett szavak egybe- és különírásával nincs tisztában. Azért merem ezt kijelenteni, mert a hibák az egész disszertáción végighúzódnak, és számuk igen nagy. Néhány tipikus hibát az alábbiakban idézek:

<i>a szerző írásmódja</i>	<i>helyesen</i>
8. old. tápanyag átrendeződés	tápanyag-átrendeződés
8. old. tápanyag veszteség	tápanyagveszteség
8. old. tápanyag elmozdulás	tápanyag-elmozdulás
10. old. defláció érzékeny talajok	deflációérzékeny talajok
12. old. talaj minőséget meghatározó	talajminőséget meghatározó
14. old. nehézfém koncentráció	nehézfém-koncentráció
14. old. mikroelem tartalom	mikroelem-tartalom
66. old. szélcsatorna kísérletek	szélcsatorna-kísérletek
41. old. szerves széntartalom	szervesszéntartalom
42. old. növény borítottság	növényborítottság
44. old. tápanyag tartalom	tápanyagtartalom
90. old. mikroelem feldúsulás	mikroelem-feldúsulás
106. old. indító sebesség	indítósebesség
108. old. összes só tartalom	összessótartalom

(A számítógépes nyelvi ellenőrző ezekben és az ezekhez hasonló esetekben használhatatlan. Vö. MTA A magyar helyesírás szabályai 138. és 139. paragrafus.)

Mindezek ellenére a disszertációra elsősorban a szakszerűség és a gondosság jellemző. Alapvetően jól megírt és jól szerkesztett munka, amely a formai követelményeknek megfelel.

A szakirodalmi feldolgozásról

A dolgozat témája interdiszciplináris, ezért a szerző nehéz feladat előtt állt a szakirodalom feldolgozásakor: több tudományág (talajtan, térinformatika, erózió kutatás, tájökológia) szakfolyóiratait, egyéb tudományos publikációit kellett áttekintenie, hogy saját kutatásait megalapozza. Ezt becsületesen meg is tette: mintegy 400 tételből álló szakirodalmi lista önmagában is ezt bizonyítja, emellett a szöveges feldolgozás szintén korrekt munka. A szerző azt a módszert választotta, hogy az általa vizsgálni kívánt folyamatokat elemezte, s ennek során dolgozta fel a kapcsolódó szakirodalmat. Munkája részletekbe menően mutatja be mind a hazai, mind a külföldi kutatók eredményeit, és ezekre alapozva jól építi fel saját kutatását. Hivatkozásai korrektek, lényegre törőek. Talán annyi kritikai észrevétel tehető a szakirodalmi feldolgozással kapcsolatban, hogy az nem volt minden esetben elég kritikus. Olyan résztémára utalnék pl. mint a talajképződés ütemének szélsőséges adatai a szakirodalomban. Ezzel kapcsolatban elvárható lett volna a szerző állásfoglalása, vagy legalább a nagyon eltérő adatok feltehető okainak említése.

Az alkalmazott módszerekről

A doktori műben bemutatott kutatómunka egyik fő jellemzője a módszertani sokszínűség. A szerző céltudatosan választotta meg a terepi és a laboratóriumi módszereket, jól alkalmazta a térinformatika modern módszereit s általában az adatfeldolgozás korszerű eszközeit. Ki kell emelnem a szélerózió vizsgálatánál párhuzamosan alkalmazott laboratóriumi szélcsatorna és in situ szélcsatorna kísérleteit. Ez utóbbihoz olyan terepi eljárást dolgozott ki, amely a szélerózió időbeli változásainak követésére is alkalmas. (Terepi

platform mérleg alkalmazása az anyagveszteség mérésére.) E módszer kidolgozása önálló kutatási eredményként értékelhető.

A dolgozatban mintaterületenként írja le az alkalmazott módszereket. Ezzel kapcsolatban a következő kérdéseink vannak,

1. A Cibulka-patak vízgyűjtőjén 2001-ben 32 ponton vett átlagmintát, amit 2004-ben 26 ponton megismételt. Miért nem 32 ponton?
2. A bolygatatlan talajminták számát itt nem adta meg. Miért? (A Lajvér-patak esetében ez az adat szerepel.)
3. A mintaparcellán három év alatt mindössze három erozív csapadék hatását tudták vizsgálni. Éppen a nagy csapadékok maradtak ki, mert az üledékcsapdák kicsik voltak az áthalmozott üledék felfogásához. Ez valószínűleg hamar kiderülhetett. A tapasztalatok birtokában miért nem cserélték ki a csapdákat?

Az a tény, hogy a legerozívabb csapadékok üledék- és tápanyagáthelyező hatását nem sikerült mérnie, lényegesen csökkent a mérési eredményeinek értékét, hisz éppen a legnagyobb anyagmozgások maradtak ki az elemzésből.

Az adatok feldolgozásának és modellezésének módszereit helyesen választotta meg: az Erosion 2D/3D modell alkalmasnak bizonyult a talajerózió becslésére. Az erózióval mozgó makro- és mikroelemek mennyiségének becslésére kidolgozta az erozív csapadékeseményekhez tartozó tápanyag-elmozdulás térképek elkészítésének módszertanát. Az egyes elemekre meghatározta a feldúsulási faktorokat (FF).

A csernozjom talajok deflációérzékenységének meghatározásához a Bácskai löszhát területén 21, a Dél-Tisza-völgy kistáj területén 16 parcella talaján végzett szélcsatorna-kísérleteket. Az aggregátum-stabilitás meghatározását a Sekera-féle kvalitatív becslés módszerével végezte el. (Megjegyzem: ez a módszer a szél-erózióval szembeni ellenállóképesség meghatározásához nem sok támpontot ad.) Az ugyancsak elvégzett száraz szitálás, és az annak alapján számított átlagos geometriai átmérő (GMD) hasznosabb paraméter a defláció-érzékenység kifejezésére. A további laboratóriumi vizsgálatokat (szemcse-eloszlás, karbonáttartalom, pH, humusztartalom, tápanyagok) a hatályos Magyar Szabványok szerint végezte el.

Az eredmények értékelése

A szerző az Eredmények című fejezetet két nagy alfejezetre bontja: az elsőben a vízerózió hatására bekövetkező talajtani változásokkal, a másodikban a szél hatására végbemenő talajtani következményekkel foglalkozik.

A talajerózió hatására bekövetkező makro- és mikroelem-tartalom tér- és időbeli változását három időpontban egy 150 x 300 m-es mintaparcella 6+1 szegmensében mérte. Megállapította, hogy a P, K, Cd, Ni, Pb, Co, Zn koncentrációja szignifikáns pozitív korrelációt mutat a talaj szervesanyag-tartalmával és a kötöttségével, a mikroelemek felvehető hányadának koncentrációja pedig a talaj kémhatásával szignifikáns negatív korrelációs kapcsolatot mutat. A Cu-nek a többi mikroelemtől eltérő viselkedését az antropogén terheléssel magyarázza. Méréseivel megerősítette továbbá azt az ismert folyamatot, hogy a lejtő eróziós szakaszain a tápanyagtartalom csökken, az akkumulációs zónában pedig nő.

A területhasználat változásainak hatását a feltalaj mikroelem-forgalmára a Cibulka-patak vízgyűjtőjén vizsgálta. A mintaparcellán mindössze a szántó-szőlő területhasználat-változás hatását tudta vizsgálni, így az eredmény általánosíthatósága korlátozott. Nem tartom új megállapításnak, hogy az őszi búza területhasználatnál mért eróziós talajvesztéshez képest a szőlő esetén ugyanolyan viszonyok között a lepusztulás több, mint kétszeresére nőtt.

A makro- és mikroelem-tartalom lejtő menti feldúsulásának vizsgálata során megállapította, hogy a szőlő területen mozgó hordalékban (a szerző szerint: üledékben) átlagosan 1,2-szeres anyagfeldúsulás és 2,1-szeres szervesanyag-feldúsulás jellemző a helyben maradt talajhoz képest. Továbbá: a szőlő területen erodálódó hordalékban nagyobb a feldúsulás, mint a szántón. E jelenség okát a szerző abban látja, hogy a szántón és a szőlőben eltérő talajművelési mód, valamint különböző tápanyagpótlási gyakorlat áll. Ez utóbbi érthető, de az nem elég világos, hogy az eltérő talajművelési mód hogyan befolyásolja a tápanyag- és szervesanyag-feldúsulást. Mi erről a szerző véleménye?

Megvizsgálta, hogy a talaj felvehetőtápanyag-tartalmának becslése a talajtani alapparaméterekből regresszió-analízissel elfogadható pontosságú-e. Azt találta, hogy a mért elemkoncentrációkon alapuló eloszlási térképek „igen nagy hasonlóságot” mutatnak a becsülő függvények használatával kapott elemeloszlási térképekkel. A bemutatott térképeken valóban észrevehető a hasonlóság, de az állítás akkor lenne meggyőző, ha ezt a hasonlóságot egzakt módon ki lehetne fejezni. A szerző szerint van-e erre matematikai lehetőség?

A makro- és mikroelem-elmozdulást az Erosion 2D/3D modell felhasználásával bizonyította. A modell validálását két nagy zivatarhoz kapcsoltna végezte el. Az erózió és akkumuláció mértéke és területi különbségei különböző csapadékesemények hatására nagyon különbözőképpen alakultak (7. 18. és 7. 19. ábra). Ez óvatosságra int az elemelmozdulások mértékének általánosíthatóságával kapcsolatban, hisz mindössze két csapadékesemény hatásait vizsgálta.

A jelölt kidolgozta az erozív csapadékeseményekhez tartozó tápanyag-elmozdulás térképek elkészítésének lépéseit, és az elkészült térképeket „dinamikus tápanyagtérképének” nevezte el. A térképkészítés lépései elfogadhatók, a végeredmény módszertani kutatási eredménynek minősíthető. A problémát abban látom, hogy – mint azt a szerző az erózióra nézve korábban maga is megfogalmazta – a tápanyag-elmozdulások is nagyon különböző mértékűek, csapadékeseményektől függően. Márpedig igazán használható térképeket akkor kaphatnánk, ha legalább egy év valamennyi erozív csapadékeseményét megvizsgálnánk a makro- s mikrotápanyag-elmozdulás szempontjából, s azok eredőit ábrázolnánk térképeken. Az ilyen térképekre lenne érvényes az a megállapítás, hogy az érzékeny mezőgazdasági területeken a tápanyagpótlást ezeknek a térképeknek segítségével lehetne megtervezni. A szerző érdemét ezzel kapcsolatban mégis elismerem, mert a térképkészítés koncepciója jó irányt mutat. Másrészt a különböző makro- és mikroelemek elmozdulásával kapcsolatban értékes részeredményekre jutott: pl. a Cu, a Zn, a Cd elmozdulása, ill. feldúsulása, a foszfor elmozdulásának modellezése.

Új kutatási eredménynek fogadom el annak bizonyítását, hogy a különböző minőségű humuszanyagok az erózióval elmozdított, ill. lehordott talajban eltérő módon dúsulnak fel.

Az erózióval elmozdult humusz mennyiségét a már említett német eróziós modell felhasználásával becsülte. Az eredmény összhangban volt a külföldi szakirodalomban fellelhető adatokkal.

Az *Eredmények II.* című fejezetben a jelölt deflációkutatással kapcsolatos eredményeit mutatta be.

Helyesnek tartom azt a törekvését, hogy a leromlott, porosodott szerkezetű csernozjom talajok deflációérzékenységének mérésére nagy hangsúlyt fektetett, mivel ez mind elméleti, mind gyakorlati szempontból több újdonságot hozhat, mint a már jól kutatott homokos szövetű talajok vizsgálata.

A csernozjom talajok vizsgálatát azok szerkezeti állapotának meghatározásával kezdte. Több mintánál bizonyította a talaj felső rétegének elporosodását. Itt (103–104. old.) a vizsgálatok leírása nem elég pontos: először parcellákról ír (21 ill. 16 db), majd mintákról, de nem tudjuk meg, hogy egy-egy parcelláról hány minta származik. (Igaz, a módszerek tárgyalásánál szerepelnek ezek az adatok, de 40 oldallal korábban.) Mindenesetre a szerkezetromlással és porosodással kapcsolatos eredményekről csak a téziszűzetben olvashatunk tömör és világos áttekintést.

Újszerű eredménynek tartom a csernozjom talajok kritikus indítósebességének meghatározását, aminek gyakorlati jelentősége is fontos. Vizsgálta továbbá a talaj alaptulajdonságai, szerkezeti összetétele és a kritikus indítósebesség közötti kapcsolatot, valamint a küszöbsebesség és a csernozjomok porfrakció-aránya közti összefüggést. Az ezekkel kapcsolatos eredményei ugyancsak önálló kutatási eredménynek számítanak.

Laboratóriumi szélcsatorna-kísérleteket végzett a csernozjom-talajok deflációérzékenységére és a tápanyag-áthalmazódásra vonatkozóan, három mintaterületről vett talajmintákon (Csanádpalota, Csordakút, Apátfalva). Ezekkel a kísérletekkel egyrészt megerősített már eddig is ismert összefüggéseket (pl. nagyobb szélesebesség több talajt erodál; a talaj szélllel szembeni ellenállását a por és „durva iszap” aránya határozza meg), másrészt a szélerózióval áthalmazott tápanyag- és humuszmennyiség méréseken alapuló becslésével új eredményeket ért el. Meg kell azonban jegyezni, hogy a szélcsatornában kis felületről erodálódó tápanyag- és humuszmennyiségek 1 hektárra történő átszámítása nagy hibalehetőséget rejt magában. Erre utalnia kellett volna a szerzőnek.

A terepi (in situ) szélcsatorna-kísérletek a valósághoz közelebb álló adatokat szolgáltatottak. (Ezzel nem kívánom a laboratóriumi kísérletek jelentőségét lebecsülni, azok számos más előnnyel járnak.) Réti csernozjom talajon, kétféle (növénymentes és kukorica sorokkal fedett) felszínen háromszoros ismétléssel végezte el a méréseket. Érdekesnek tartom azt az eredményt, hogy a 25–30 cm-es kukoricasorok a szélesebességet nem csökkentették, sőt turbulens légmozgást generálva a deflációveszélyeztetettséget növelték. Feltételezem, hogy a kukoricasorok a fújtás irányával párhuzamosak voltak. Nyilvánvalóan más eredményre jutott volna, ha a sorok keresztirányúak. Természetes körülmények között az adott topográfiai hely szélirányváltozásai miatt a kukoricasorok a legritkább esetben párhuzamosak a széliránnyal. Ez egyben azt is jelenti, hogy a kapott kísérleti eredmények nem általánosíthatók a kukorica növényborítás talajvédő hatásának megítéléséhez. Az adott kísérleti körülmények között a borítás nélküli és a kukoricával borított felszínről közel azonos mennyiségű görgetve szállított

talajt mért. A lebegtetve szállított finom frakció a teljes talajmozgás 10,7, ill. 17,4%-át tette ki.

A humuszelmozdulás mérése alkalmával megállapította, hogy a 15–55 cm magasan elhelyezett csapdák anyagában 0,6–1,0%-kal nagyobb humusztartalom mérhető, mint az eredeti talajban. A talaj makroelemeinél ilyen feldúsulást nem tapasztalt.

A 8.4. fejezetben részletesen ismerteti a széleróziós talajveszteség off-site hatásainak becslésére kidolgozott terepi eljárást. Ez a dolgozat beadásának idején szabadalmaztatás alatt volt (sorsát nem ismerem). A módszer gondos tervezése és kivitelezése tudományos szempontból is elismerésre méltó, önálló módszertani eredménynek számít.

A 8.5. fejezetben bemutatja sokoldalú vizsgálatainak eredményeit a csernozjom talajok defláció-érzékenységének és tápanyag-áthalmazódásának in situ szélcsatornában végzett kísérletei alapján. Ennek során megerősítette azt az ismert összefüggést, hogy az egységnyi területről elszállított talaj mennyisége a szélesebségtől függően változott ($r^2 = 0,745$). Meghatározta a görgetve szállított hordalék különböző méretű szerkezeti elemeinek tömegarányát, továbbá a görgetve, szaltálva (ugráltatva) és lebegtetve szállított hordalék arányát. Eredményeit összehasonlította a szakirodalmi adatokkal, és megállapította (helyesen), hogy a fellelt eredmények más és más kísérleti körülményekre vonatkoznak, s ezek okozzák az eltéréseket. Fontos megállapítása, hogy a szerkezet leromlottsága döntő a szerkezetes talajok defláció-veszélyeztetettségének megítélése szempontjából.

Kísérletei bizonyították, hogy a szél a humuszban gazdagabb szerkezeti elemeket könnyebben szállítja el, mint a humuszban szegényebbeket: ennek eredményeként a defláció hatására a helyben maradó talaj humusztartalma csökken, a különböző magasságban szállított talajszemcséké pedig nő.

Meghatározta továbbá széllel szállított szediment összes elemtartalmát, valamint a fontosabb elemek feldúsulási értékeit. Külön foglalkozott a „felvehető” elemtartalommal a foszfor és a kálium esetében.

Összegző megállapítása szerint a humusz- és elemáthalmazódás mértéke tekintetében nagy különbségek nem adódtak a két csernozjom talajú terület között. A kapott eredmények nagyságrendi egyezést mutattak a külföldi irodalomban talált, on-site technikával végzett kísérleti eredményekkel.

A téziszüzettről az alábbiakat kívánom megjegyezni. Egészében véve jól tükrözi a disszertáció számos kutatási eredményét, egyszersmind azt is, hogy néha a szerző is nehezen tudja eldönteni, mi a tézisszerűen megfogalmazható tudományos eredménye. Ezt tükrözi az egyes tézispontokban több félkövér kiemelés.

A kutatás főbb eredményeit az alábbiakban foglalom össze.

- Tesztparcellán végzett kísérletei alapján kimutatta, hogy az erózió során a vizsgált 13 elem viselkedése két csoportra osztható. Az első csoportba tartozó 8 elem koncentrációja az erózióknak leginkább kitett lejtőszakaszokon csökken, az akkumulációs szakaszokon nő. A további 5 elem (Cu, Na, Al, Fe, Mg) koncentrációjának változása az erózió mértékétől független. A P és Cu lejtőmenti cc-profilja jól jelzi a lejtő erózióveszélyes szakaszait s akkumulációs térszíneit.

- Kimutatta továbbá, hogy a területhasználat változása mind az erózió mértékére, mind pedig az erózióval mozgott hordalék elemfeldúsulási folyamataira hatással van.
- Megállapította, hogy a talaj alapparamétereinek ismeretében regressziós függvénykapcsolatok segítségével jól becsülhető a talaj felvehető P, K, Pb és Ni-tartalma.
- Kidolgozta az egyes csapadékeseményekhez tartozó elemelmozdulás-térképek készítésének módszertanát.
- Bizonyította, hogy a szelektív erózió következtében a lehordódott talajanyagban a különböző minőségű humuszanyagok eltérő módon dúsulnak. Az üledékben a humuszminőségi mutatók (Q és K érték) a lejtő irányában csökkennek.
- Kidolgozott egy mobil szélcsatorna-berendezésre alapozott terepi eljárást a szélerózió okozta talajelmozdulás mérésére. Tovább fejlesztette az üledék felfogására szolgáló csapdázóeszközt. A kidolgozott eljárás fontos újdonsága, hogy az eróziós folyamat közben is mérni lehet vele a talajvesztésüket.
- Kimutatta, hogy a Bácskai löszhát csernozjom talajai erősen elporosodottak (a minták 2/3-ánál a por aránya meghaladta a 25–30%-ot), míg a Dél-Tisza-völgyi táblák talajai kevésbé poros szerkezetűek.
- Meghatározta a Szeged környéki csernozjom talajok jellemző küszöbsebességeit, amelyek a minták porfrakció-arányával mutattak összefüggést.
- Laboratóriumi szélcsatorna-kísérletek alapján számszerűsítette a szélerózió hatására lebegtetve, szaltálva (ugrálva), ill. görgetve áthalmozott talajszemcsékkel és aggregátumokkal szállított humusz és makrotápanyag (N, P, K) mennyiségét. A mobil szélcsatorna-kísérletekkel kimutatta a feltalaj szerkezetében bekövetkező változásokat, és megerősítette a laboratóriumi tápanyagvizsgálatok eredményét.
- Elemezte a terepi és laboratóriumi szélcsatorna-kísérletek közötti különbségeket és megállapította, hogy az utóbbi módon végzett kísérletek alapján a talaj- és tápanyagáthalmozást túlbecsüljük.
- Megállapította, hogy a deflációérékenységet ugyanazon talajtípus és egyező mechanikai összetétel esetén is lényegesen befolyásolja az aggregátumösszetétel, a CaCO_3 - és a humusztartalom.

Összefoglalva: A tézisek közül nem fogadom el az 5. és 6. tézist, összevonhatónak tartom a 11–13. téziseket, mivel azok különböző módszerekkel elért hasonló eredményeket tartalmaznak. A többi tézist elfogadom új tudományos eredménynek.

Megállapítom, hogy Farsang Andrea dolgozata önálló kutatáson alapul, hiteles adatokat tartalmaz. Az általa elért tudományos eredmények alapján a doktori művet nyilvános vitára alkalmasnak tartom.

Debrecen, 2016. augusztus 14.

Dr. Kerényi Attila
a földrajztudomány doktora
(az MTA doktora)