

Eltérő talajművelés hatására megváltozott talaj néhány fizikai és kémia jellemzőjének összefüggése

Tolner Imre Tibor¹, Szalay Kornél², Jolánkai Márton³, Birkás Márta³, Pósa Barnabás³, Neményi Miklós¹, Fenyvesi László², Tolner László⁴

¹Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar, H-9200 Mosonmagyaróvár Vár 2.

e-mail: tolner.imre@mtk.nyme.hu

²NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézete, Gödöllő

³Szent István Egyetem, MKK, Növénytermesztési Intézet

⁴Szent István Egyetem, MKK, Környezettudományi Intézet, Gödöllő

Összefoglalás

A talajművelés hatására olyan kémiai és fizikai változások történnek a talajokban, amelyek megváltoztathatják a talaj optikai tulajdonságait is. Vizsgálatainkat a Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságban 2002-ben állított talajművelési tartamkísérlet talajmintáin végeztük. A hat különböző talajművelési stratégia szerint folytatott gazdálkodás eredményeként a talaj felső rétegében létrejött változásokat tanulmányoztuk. A talajminták hiperspektrális reflexióját laboratóriumi körülmények között ASD FieldSpec® 3 Max hordozható spektrométer segítségével vizsgáltuk. Azt tapasztaltuk, hogy az alkalmazott spektrális módszerek alkalmasak voltak a talajművelés által kiváltott higroszkóposág és a humusz minőség meghatározására.

Summary

By the effect of tillage such chemical and physical changes occur in soils that can change the optical properties of soils. Our experiments were carried out on soil samples from the Józsefmajor Experimental Farm of Szent István University where long-term tillage experiments started in 2002. We investigated the changes on topsoil samples that were formed due to the six different tillage strategies. Hyperspectral reflectance of soil samples were measured by ASD FieldSpec® 3 Max portable spectroradiometer in the laboratory. It was found that the spectral methods applied proved to be reliable determining soil humus quality and hygroscopicity induced by various tillage practices.

Bevezetés

A talajművelés hatására, annak intenzitásától függően több levegő jut a talajba. Az növelheti a mikrobiális aktivitást, gyorsítva a talaj szervesanyag-tartalmának átalakulását. A lebontó folyamatok eredményeképpen csökkenhet a humusz mennyisége és megváltozhat a humusz minősége. A humusztartalmon belül nőhet az érettebb huminsavak és huminanyagok aránya. A művelés hatására növekedhet a növényi produkció, így nőhet a talajba jutó friss szerves maradványok mennyisége, amely mind mennyiségi, mind minőségi szempontból ellentétes irányú folyamatot eredményez.

A mikroszervezetek a szerves maradványok makromolekuláit energiaforrásként hasznosítják. A könnyebben bontható molekularészleteket széndioxidá és vízzé oxidálják és a maradékot és kisebb méretű egyre nehezebben bontható szerves molekulák alkotják (STEFANOVITS et al., 1999). A nehezebb bontható részek azután újra polimerizálódnak, és egyre nagyobb méretű, több nitrogént, aromás és kettős kötést tartalmazó molekularészleteket sötétebb színű anyagot alkotva (FILEP, 1988; NÉMETH, 1996). Kisebb molekulatömegű fulvósavak világos sárga, míg a huminsavak és a humuszanyagok sötét színűek. A humuszkivonatok színe jellemző a humusz minőségére. A 465 és a 665 nm-en mért abszorbancia értékek aránya (E4/E6) összefüggésben van a humusz molekulák kondenzációs fokával, az aromás rendszerek jelenlétével és a széntartalommal (KONOVA, 1966; SCHNITZER & KHAN, 1972; GHOSH & SCHNITZER, 1979). Amennyiben a humuszt fiatalabb, nagyobb arányban a fulvósavak alkotják, akkor az E4/E6 érték magasabb (6-8,5), amennyiben a humusz érettebb jobb minőségű huminsavak dominálnak az E4/E6 arány 5-nél kisebb értéket ad (STEVENSON, 1994). Folyóvízben oldott nagy fulvósav arány esetén az E4/E6 arány 20 feletti is lehet (CHIN et al., 1994). Bioszénnel kezelt talajon 2,7-es arányt is mértek a kezelést követő 35. évben (RÉTHÁTI et al., 2015), ami jelentős csökkenés a talaj eredeti 5,7-es E4/E6 arányához képest.

A talajművelés hatására bekövetkezett változások egy része megfigyelhető távérzékeléssel is. A NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet és a Debreceni Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet által közösen üzemeltetett légi hiperspektrális képalkotó szenzor az AISA DUAL nagy területen képes a vizsgált felszínről információt gyűjteni. A NAIK MGI ASD FieldSpec® 3 Max hordozható spektrométere pedig költséghatékony pontszerű méréseket tesz lehetővé terepen és laboratóriumi körülmények között egyaránt kiváló lehetőséget nyújt az alapösszefüggések feltárására. A műszerek spektrális hullámhossz-tartománya a 350 nm és 2500 nm közé esik. A talaj víztartalma erősen befolyásolja a távérzékeléssel vizsgálható hiperspektrális reflexiós spektrumot is (MILICS et al., 2004; NEMÉNYI et al., 2008; TOLNER et al., 2013; TOLNER et al., 2015). KALIETA (2003) a talaj felső 6 cm-es rétegének vezetőképesség mérésén alapuló nedvességtartalma és a hiperspektrális távérzékelési adatok között jó összefüggést talált. Az összefüggés alkalmas volt a helyszínen mért pontszerű adatok területi kiterjesztésére. A talaj nedvesedésének és száradásának távérzékeléses vizsgálata közvetve alkalmas egyéb talajtulajdonságok, így a talajsavanyúság, vagy a szikességének vizsgálatára is (TOLNER et al., 2012; FEKETE et al., 2016).

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságban 2002-ben állított talajművelési tartamkísérlet (BIRKÁS, 2010) parcelláinak középvezetékében vettük. A talaj kilúgzott csernozjom (Calcic Chernozem, WRB, 2006). A tartamkísérlet egytényezős, sávos véletlen elrendezésű, négyismétléses, hatféle kezelés hatásának összehasonlítására. A kezelések: direktvetés, sekély tárcsás (12–15 cm), sekély és középmély kultivátoros (15 cm és 25 cm) művelés, szántás felszíni elmunkálással (32-33 cm), és lazítás (40 cm).

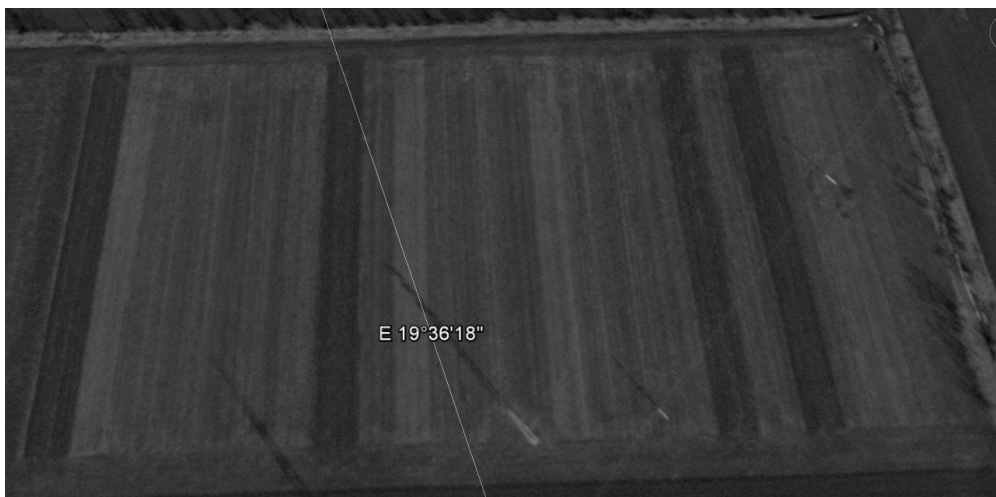
A talajminták hiperspektrális reflexióját laboratóriumi körülmények között ASD FieldSpec® 3 Max hordozható spektrométer segítségével vizsgáltuk.

Eltérő talajművelés hatására megváltozott talaj néhány fizikai és kémia jellemzőjének összefüggése

A varianciaanalíziseket a SVÁB (1981) által megadott algoritmus alapján Excel Makróban megírt programmal számítottuk.

Eredmények és Értékelésük

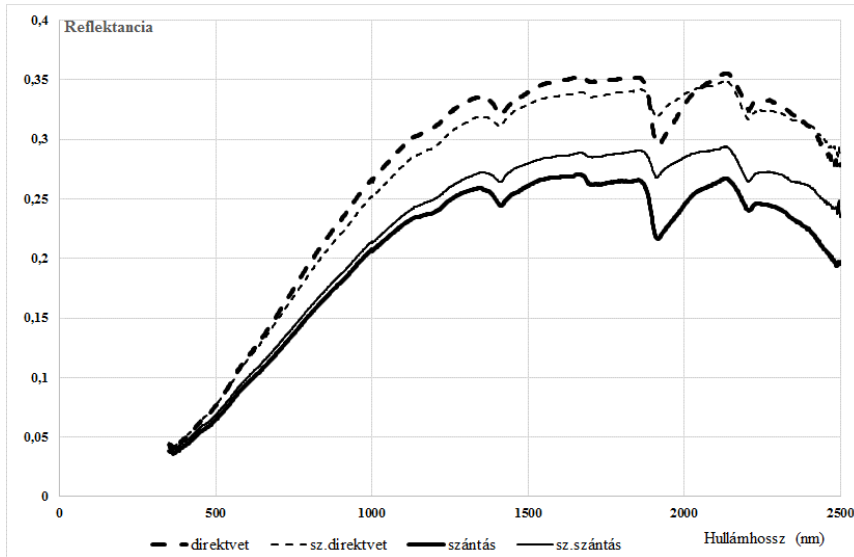
A különbségek a látható tartományban készült Google-Earth felvételen is láthatóak (1.ábra).



1. ábra. Szent István Egyetem Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságban 2002-ben állított talajművelési tartamkísérlet (Google-Earth felvétel)

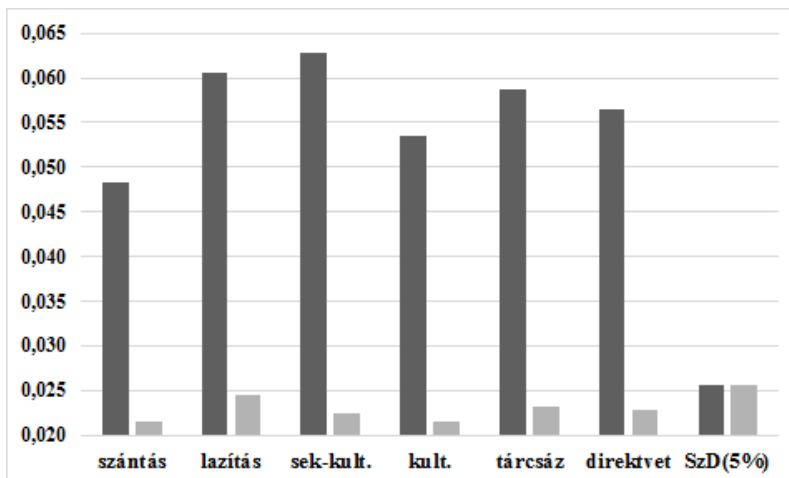
A 2016.01.16.-án készült felvételen leginkább elkülönülő négy sötétebb sáv a szántott parcellákat mutatja. A többi parcella világosabb színét a felületen levő mulcs okozhatja. A távérzékeléssel megfigyelhető optikai hatás elemzésére a 24 parcellából felszíni talajmintát vettünk. A mintákat kétféle nedvességtartalom mellett laboratóriumi körülmények között ASD FieldSpec ® 3 Max spektrométerrel megvizsgáltuk.

A négy különböző pozícióban felvett spektrumokból 48 átlagot számítottunk. A 2. ábrán a Tyurin féle humuszvizsgálatok (BUZÁS, 1988) alapján legalacsonyabb humusztartalmú szántott kezelés légszáraz (szántás), 105 °C fokon szárított (sz.szántás) és a legmagasabb humusztartalmú direktvetés légszáraz (direktvet), 105 °C fokon szárított (sz.direktvet) mintáinak reflexiós spektruma látható 350-2500 nm-es tartományban.



2 ábra. A szántott (szántás) és a direktvetés (direktvet) légszárász minták reflektancia spektruma. A 105 °C-on száritott minták vékonyabb vonallal és (sz) előtaggal jelölve.

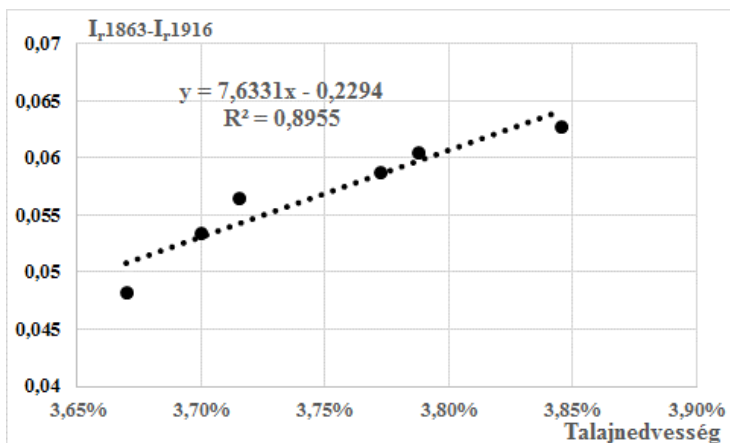
Korábbi munkáink során a talajnedvesség és a spektrum jellemzőinek vizsgálatánál a talajnedvesség és az 1916 nm-en jelentkező (vízre jellemző) abszorpciós csúcs közötti összefüggést vizsgáltuk. Az összefüggés itt is jól látszik a 105 °C-on száritott minták esetén ez a csúcs jóval kisebb, mint légszárász állapotban. A csúcsok (1860 nm és 1916 nm reflektancia értékek különbsége) varianciaanalízis segítségével jól elkülöníthetők (3. ábra).



3. ábra. Az 1916 nm-en tapasztalható reflektancia csökkenés (I_r1863-I_r1916) a minták légszárász (sötétebb oszlopok) és 105 °C-on száritott állapotában (világosabb oszlopok).

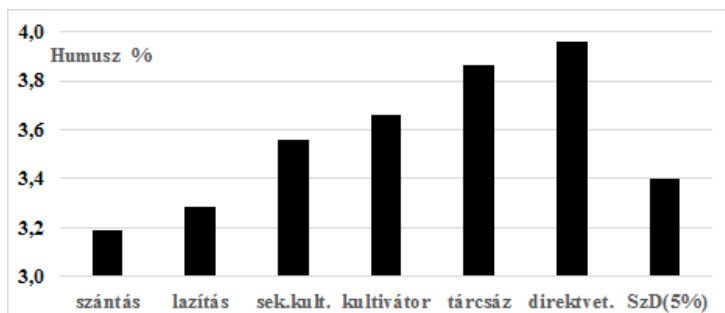
Eltérő talajművelés hatására megváltozott talaj néhány fizikai és kémia jellemzőjének összefüggése

Az eltérő talajművelési stratégiák hatása jól látható eltéréseket okozott a légszáraz minták esetében. A légszáraz és a 105 °C-on kiszáritott talajminták tömegkülönbsége a levegő nedvességtartalmával egyensúlyban levő - higroszkóposan kötött víznek megfelelő - talajnedvesség értéket adott. Ezzel a nedvességértékkel, ahogy azt korábbi munkáink során is tapasztaltuk szoros összefüggésben van az - a légszáraz talajmintákon mért - 1916 nm-en tapasztalható reflektancia csökkenés (4. ábra).



4. ábra. A talajminták légnedvességgel egyensúlyban levő nedvességtartalma és a légszáraz talajmintákon mért - 1916 nm-en tapasztalható reflektancia csökkenés összefüggése.

Az eltérő talajművelési stratégiák hatására eltérések jelentkeztek a humusz mennyiségében is (5. ábra).



5. ábra. Az eltérő talajművelési stratégiák hatása a talaj humusz-tartalmára.

Sem a légnedvességgel egyensúlyban levő nedvességtartalom ($R^2=0,006$), sem az 1916 nm-en tapasztalható reflektancia csökkenés ($R^2=0,084$) nem mutatott összefüggést a humusz mennyiségével. Ha a talaj nedvességmegkötő képessége nem függött a kezelések hatására megváltozott humusz mennyiségétől, akkor vajon függ-e annak minőségétől? A humuszminőség jellemzésére használt E4/E6 arányt humuszkirovat adatok 465 és 665 nm-en mért abszorbanciájának (A_{465} , A_{665}) vizsgálata alapján lehet meghatározni. Ilyen vizsgálatokat mi nem végeztünk, de mivel 350-2500 nm hullámhossz-tartományban megmértük a minták reflexiós spektrumát, rendelkezünk ezeken a hullámhosszakon a reflektancia értékekkel. A reflektancia csökkenés összefügg a fény elnyelődésével.

A transzmittancia (T) az anyagon átjutott fény intenzitásának (I) és a beeső fény (I_0) hányadosa. Az átjutott fény intenzitása függ a fény útjában levő anyag minőségétől, koncentrációjától és a fényút hosszától. A transzmittancia negatív logaritmusával az abszorbancia (A). Az abszorbancia (A) arányos a fényelnyelő anyagot tartalmazó oldat koncentrációjával.

$$T = \frac{I}{I_0} \qquad A = -\lg(T)$$

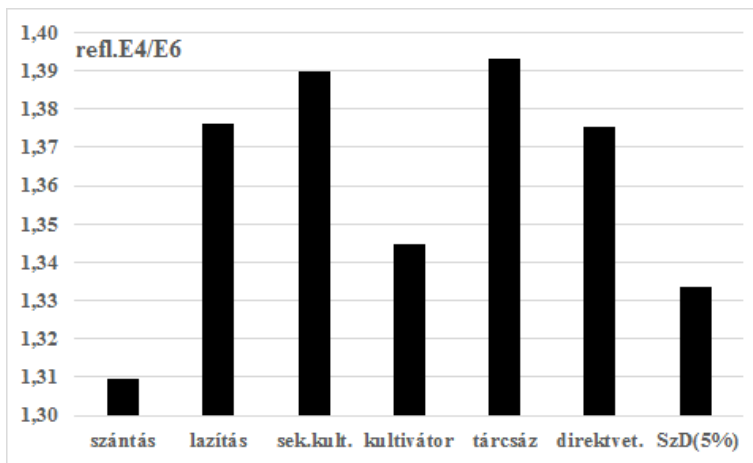
Állandó fényúthossz (egyforma küvetta), és azonos beeső fényintenzitás (I_0) esetén a transzmittancia (T) csak az oldat koncentrációjától, a fényelnyelő anyag minőségétől függő átjutott fény (I) intenzitásával arányos. Az oldat koncentrációja ebben az esetben az átjutott fény intenzitásának (I) negatív logaritmusával arányos.

Reflexió esetén a beeső fény az anyagi minőségtől függően részben elnyelődik, részben visszaverődik. Tehát állandó beeső fény intenzitás esetén a reflektált fény intenzitása (I_r) hasonlóan jellemző lehet, mint fényelnyelés esetén a transzmittancia (T_r). Az így számított T_r érték nem azonos, de lineáris összefüggésben lehet a fényelnyeléskor mért-számított T értékkel. Az E4/E6 értékhez szükséges abszorbancia (A_r) értékeket ennek megfelelően számítottuk:

$$A_{r\ 465nm} = -\lg(I_{r\ 465nm}) \qquad A_{r\ 665nm} = -\lg(I_{r\ 665nm})$$

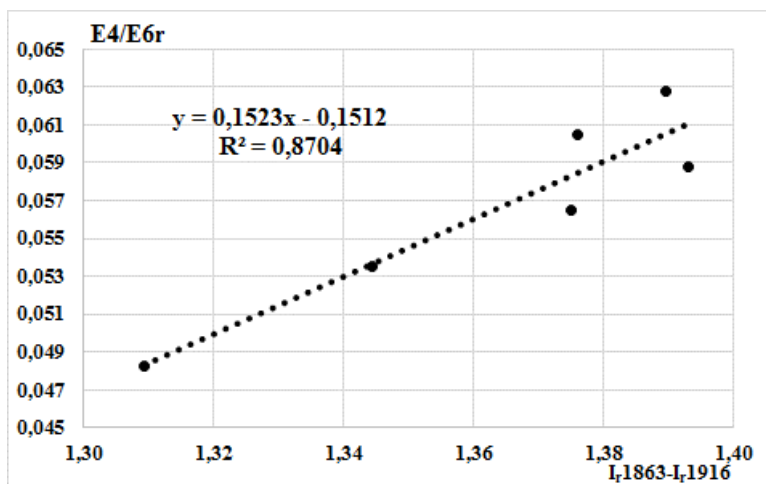
A reflektancia mérés alapján számított reflexiók E4/E6 arányokat ($E4/E6_r$) fenti két A_r abszorbancia érték hányadosaként számítottuk: $E4/E6_r = A_{r\ 465nm} / A_{r\ 665nm}$

Az így számított humuszminőség jellemzőre ($E4/E6_r$) jelentősen hatottak a különböző talajművelési stratégiák (6. ábra).



6. ábra. Az eltérő talajművelési stratégiák hatása a reflektanciából számított E4/E6_r humuszminőségi értékszámra.

A reflexióból számított humuszminőség értékszám ($E4/E6_r$) szoros összefüggést mutatott a talaj nedvszívó képességével összefüggő 1916 nm-en tapasztalható reflektancia csökkenéssel (7. ábra).



7. ábra. A reflexióból számított humuszminőség értékszám ($E4/E6_r$) (y tengely) és a talaj nedvszívóképességével összefüggő 1916 nm-en tapasztalható reflektancia csökkenés (x tengely)

A reflexióból számított humuszminőség értékszám ($E4/E6_r$) közvetlenül is összefügg a talajminták légnedvességgel egyensúlyban levő nedvességtartalmával, de ez az összefüggés kevésbé szoros ($R^2=0,668$).

Következtetések

Megállapítható, hogy a talaj nedvességtartalma az 1916 nm-en tapasztalható reflexió csökkenés alapján jó közelítéssel meghatározható. Bemutattuk, hogy az $E4/E6$ humuszminőségre jellemző értékszám reflektancia spektrumokból számított abszorbancia adatokból is számolható.

Kimutattuk, hogy a talajművelés hatott az reflektancia adatokból számított $E4/E6_r$ értékkel kifejezhető humuszminőségre.

Irodalomjegyzék

BIRKÁS, M. (2010): Long-term experiments aimed at improving tillage practices. Acta Agr. Hung. 58. 75–81.

BUZÁS I. (1988): Talaj és agrokémiai vizsgálati módszertan 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

CHIN Y., ALKEN G. & O'LOUGHLIN E. (1994): Molecular weight, polydispersity, and spectroscopic properties of aquatic humic substances. Environ. Sci. Technol. 1994, 28, 1853-1858.

FEKETE GY., ISSA I., TOLNER L., CZINKOTA I. & TOLNER I.T. (2016): Investigation on the indirect correlation and synergistic effects of soil pH and moisture content detected by remote sensing. Növénytermelés 65 Suppl. 203-206.

FILEP GY. (1988): Talajkémia. Akadémiai Kiadó, Budapest- 293 p.

- GHOSH K. & SCHNITZER M. (1979.): UV and visible absorption spectroscopic investigations in relation to macromolecular characteristics in humic substances. *J. Soil Sci.*, 30, 735-743.
- KALEITA A. L., TIAN L. & YAO H. (2003): Soil moisture estimation from remotely sensed hyperspectral data. In 2003 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- KONOVA M.M. (1966): Soil organic matter. Pergamon Press, Oxford p.400-404.
- MILICS G., NAGY V. & ŠTEKAUEROVÁ, V. (2004): GIS applications for groundwater and soil moisture data presentations. - 12. Posterový deň s medzinárodnou účasťou a Deň otvorených dverí na UH SAV. Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra, 25. november 2004. Ústav hydrológie SAV, Račianska 75. Bratislava, Slovenská Republika, Konferenčné CD. ISBN 80-89139-05-1
- NEMÉNYI M., MILICS, G. & MESTERHÁZI, P. Á. (2008): The role of the frequency of soil parameter database collection with special regard to on-line soil compaction measurement. In: Andrea Formato: *Advence in Soil & Tillage Research*. 125–140. ISBN 978-81-7895-353-3
- NÉMET T. (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma, MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest pp. 35-56
- RÉTHÁTI G., LABANCZ V., TOLNER L., SZALAI Z. & ALEXA L. (2015): Examination of humic substances of composts and differently aged soil-charcoal systems. XIV. Alps-Adria Scientific Workshop Neum, Bosnia and Herzegovina (2015.05.11-16.), *Növénytermelés / Crop production* 64: Suppl. 103-106.
- SCHNITZER, M. & KHAN, S. U. (1972): *Humic substances in the environment*. Marcel Dekker, New York. p. 57- 60
- STEFANOVITS P., FILEP Gy. & FÜLEKY Gy. (1999): *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 470 p.
- STEVENSON F.J. (1994): *Humus Chemistry*, John Wiley & Sons, 496 p.
- SVÁB J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- TOLNER I. T., SZALAY K. D., CSORBA Á., FENYVESI L. & NEMÉNYI M. (2012): Evaluating the effect of acidity and humidity on the optical characteristic of a soil sample. *Növénytermelés*. 61. 287–290.
- TOLNER I.T., TOLNER L., FENYVESI L. & NEMÉNYI M. (2013): Nedvszívó anyagok hatása a talaj reflektancia spektrumára. *Talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában*. *Talajvédelem (Különszám)*. 505–512.
- TOLNER I.T., GÁL A., SIMON B., TOLNER L. CZINKOTA I. & RÉTHÁTI G. (2015): Különböző korú talajba keveredett faszénmaradványok hatásának vizsgálata a talaj kémiai és optikai tulajdonságaira. *Talajvédelem 2015 - Különszám (ISBN 978-963-9639-80-5)* 337-347.