

TALAJOK SZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA HIPERSPEKTRÁLIS MÓDSZERREL

TOLNER Imre T. ¹, TOLNER László ², FENYVESI László ³, NEMÉNYI Miklós ¹

¹ Nyugat Magyarországi Egyetem Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar, 9200 Mosonmagyaróvár Vár 2,
tolner.imre@mtk.nyme.hu

² Szent István egyetem Talajtani és Agrokémiai tanszék, H-2103 Páter Károly utca 1. Gödöllő, Hungary
³ VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézete, H-2100 Tessedik Sámuel s. 4., Gödöllő, Hungary

Összefoglalás:

A precíziós növénytermesztés megalapozásában fontos a különböző talajtulajdonságok távérzékeléses vizsgálata. A különböző szerkezetű talajok optikai vizsgálata során különböző árnyékhatások jelentkeznek. Laboratóriumi vizsgálataink során a talajminta forgatásával, a változó árnyékhatásokat vizsgáltuk ASD spektrométerrel. Eredményeink alapján a vizsgálat alkalmas lehet a talajszerkezet közelítő meghatározására.

Kulcsszavak: hiperspektrális, távérzékelés, árnyékhatás,

INVESTIGATION OF SOIL TEXTURE BY MEANS OF HYPERSPECTRAL METHODS

Summary:

The investigation of different soil properties by using remote sensing methods has important role in precision agriculture. Different shadow effects can be observed during the optical analysis of soils having different structural properties. In this work we investigated the changing effect of shadows by using the ASD spectroradiometer. Based on our results the method can be suitable for prediction the soil structure.

Keywords: hyperspectral, remote sensing, shadow affect,

Bevezetés

Erózió és művelés hatására a talaj felületi érdessége megváltozik. A talajművelő eszközök által létrehozott érdességen kialakuló mikro-topográfiai árnyékok vizsgálata távérzékeléssel is lehetséges. Garcia Moreno és munkatársai (2008) az árnyékhatások matematikai statisztikai elemzését végezték 4 m²-es laboratóriumi tesztfelületek felhasználásával. Az árnyékhatás okozta eltérések nagymértékben befolyásolják az optikai mérés pontosságát szántóföldi bolygatatlan talajon, illetve annak fizikai előkészítése után. Denis és munkatársai (2014) a hiperspektrális távérzékelési adatok árnyékhatások miatti megváltozásait vizsgálták. Laboratóriumi vizsgálataik alapján megállapították árnyékhatások hullámhosszfüggését. Danilina és munkatársai (2013) széles hullámhossz-tartományú sugárzásokkal (közeli, távoli INFRA és radar) vizsgálták a felületi érdességet a Mojave sivatagban (Kalifornia, USA). A kifejlesztett TIR kompenzációs módszer segítségével jól közelítő modellt alkottak a felületi érdesség távérzékeléssel való meghatározására.

Dívya és munkatársai (2013) a talajok hiperspektrális vizsgálata során a különböző talajjellemzők meghatározására különböző hullámhossz-tartományokat jelöltek ki. 350-575 nm hullámhossz-tartományban a különböző talajtípusok miatti eltérések voltak jól megfigyelhetők. 1400-1800 nm és 1890-2100 nm tartományba a talajokat nedvességtartalmuk alapján tudták jól

elkülöníteni. 2000-2100 nm tartományban a talajok texturájáról kaptak információt. A talaj fizikai előkészítése, megfelelő aprítása után a különböző méretű, alakú szemcsefrakciók (Sun et al., 2014) árnyékhatásait vizsgálva sikerült elkülöníteni a különböző típusú aggregátumokat. A mérési és a megvilágítás szórása, a kis távolság ellenére is fellépő légköri zavaró hatások, ugyanazon talajminta ismételt vizsgálataiban esetén is eltéréseket eredményeztek. Sun és munkatársai (2014) összefüggést találtak a szemcseméret és a szóródás szöge és a szórt sugárzás polarizáltsága között.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatainkhoz használt talajok:

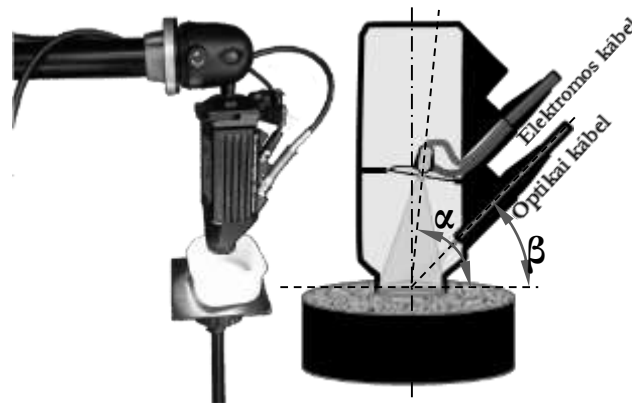
Mintaszám	Mintavétel helye	Típusa
5	Mosonmagyaróvár	meszes öntéstalaj ($\text{CaCO}_3\%=28,6\%$)
14	Kompolt	csernozjom barna erdőtalaj ($y_1=9,3$)
34	Órbottyán	karbonátos homoktalaj ($\text{CaCO}_3\%=3,3\%$)

Fontosabb talajtulajdonságok:

Mintaszám	pH(KCl)	pH(H ₂ O)	CaCO ₃	y ₁	humusz %	agyag %	homok %
5	7,2	7,6	28,6	0	2,7	25,4	5,2
14	5,1	6,1	0	9,3	3,3	46	4,8
34	7,4	7,7	3,3	0	1	5,4	81,4

Vizsgálat körülményei:

Talajonként 36 beállításban végeztünk vizsgálatot ASD hiperspektrális reflexiós spektrofotométerrel. A vizsgálatokat kontakt mérőfejjel (1. ábra) zárt laborszekrényben végeztük, úgy, hogy egy-egy beállítás 10-10 mérést jelentett.



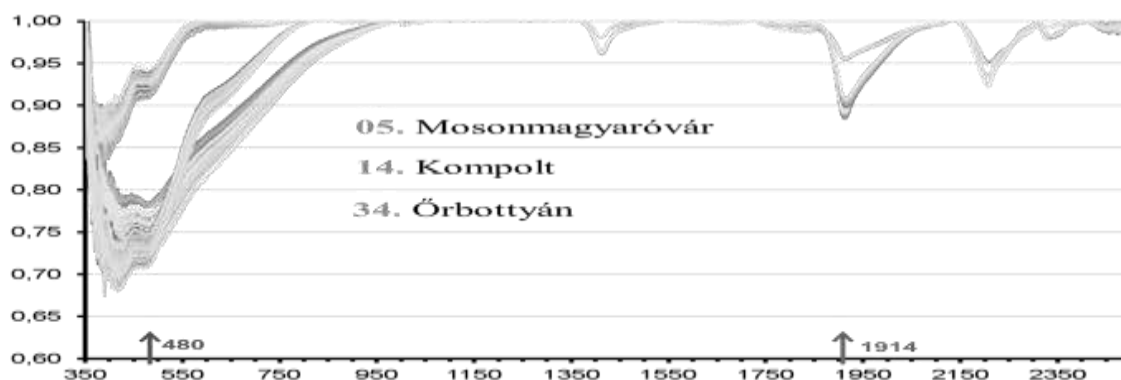
1. ábra. Az ASD hiperspektrális reflexiós spektrofotométer kontakt mérőfeje.

A kontakt mérőfej a fényforrást és az érzékelő objektívjét egyaránt tartalmazza. A megvilágítás iránya 80 fokot (α) zár be a vizsgálandó minta felszínével. Az érzékelés iránya viszont 60 fokot (β) zár be a minta felszínével. Egy-egy talajmintához 3 eltérő pozícióban illesztettük a kontakt mérőfejet. Egy-egy pozícióban 90 fokos elfordításokkal három körben 3*4 felvételt készítettünk.

Az értékeléshez Microsoft Office Excel Makróban készített varianciaanalízis programot használtunk. A program of SVÁB (1981) algoritmus alapján készült, és több tudományos dolgozatban is eredményesen alkalmazták (Kátai et al., 2013, Szabó et al., 2013, Nótás et al., 2014).

Vizsgálati eredmények

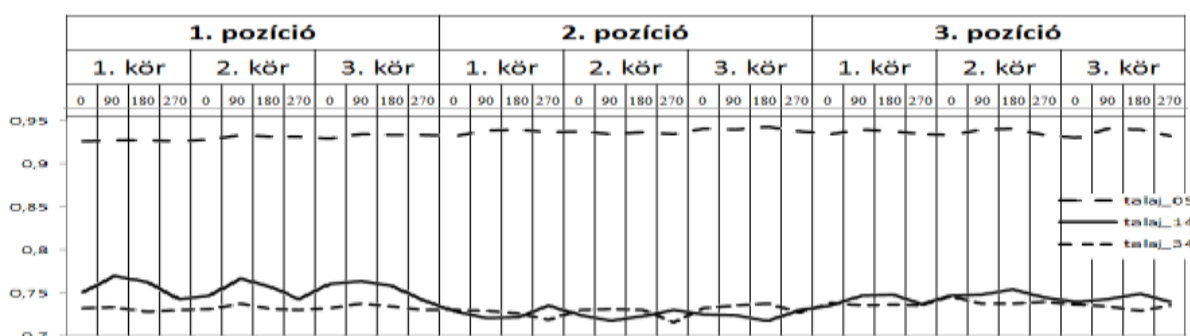
A mért spektrumok reflexiós minimumait vizsgáltuk continuum eltávolítás után (2. ábra).



1. ábra Alapadatok Continuum eltávolítás után

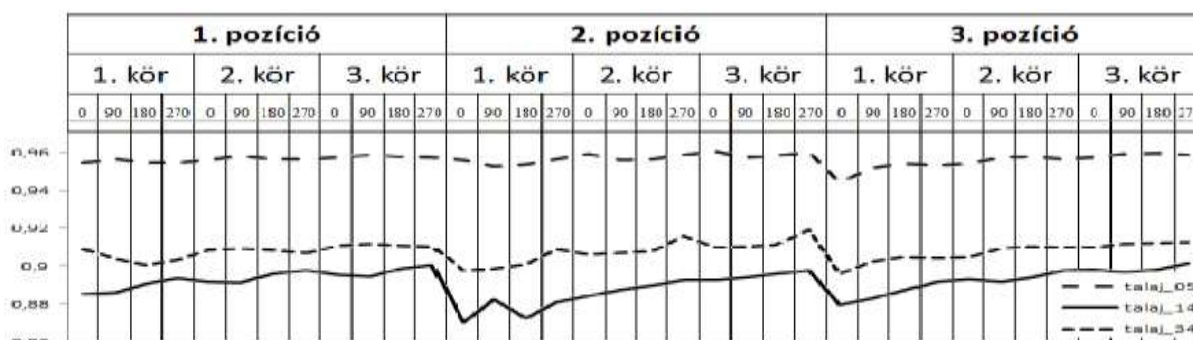
A további vizsgálatokhoz két minimum értéket választottunk ki. Az egyik 480 nm hullámhosszú látható tartományba eső sugárzás, a másik a közeli infra tartományban található 1914 nm-es sugárzás. Ez utóbbi értéke jellemzően a minták nedvességtartalmával függ össze (Tolner et al., 2012, 2013).

A 480 nm-en mért reflexió értékeit (3. ábra) vizsgálva a 14. talajminta esetén a forgatás függvényében jól látható periodicitás jelentkezik (folytonos vonal).



3. ábra. A 480 nm-en mért reflexió értékek a mérési pozíciók és mintaforgatás függvényében.

A másik két talaj (05-szagatott vonal, 34-sűrűbb szaggatott vonal) esetén ez a periodicitás jóval kisebb mértékűnek látszik. Az 5. talajra vonatkozó vonal jóval feljebb halad, mint a másik kettő. A nagyobb reflexiót a nagy mésztartama okozza. Az 1914 nm-en mért reflexió értékeit (4. ábra) vizsgálva elsősorban a pozíció szerinti periodicitás figyelhető meg.



4. ábra. Az 1914 nm-en mért reflexió értékek a mérési pozíciók és mintaforgatás függvényében.

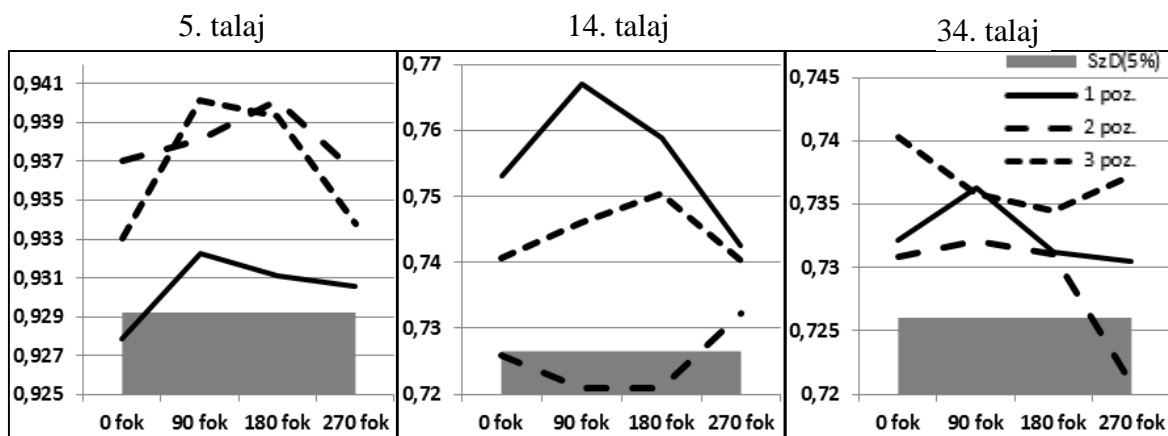
A pozícióváltás szerinti periodikus változás is legerősebben a 14. talajminta esetében jelentkezik. A legkisebb változás a 34. talaj esetében jelentkezik. Bár kisebb mértékben, mint

480 nm-en, de a nagy mésztartalmú öntéstalaj (5. talaj) 1914 nm-es hullámhosszon is elkülönül, nagyobb reflexiót mutat.

A továbbiakban ezeket a periodikus változásokat statisztikailag értékeljük, és fizikai magyarázatot keresünk a szignifikáns változások értelmezésére. Az adatok csoportosítása után talajmintánként elvégzett varianciaanalízisek a következő eredményekre vezettek.

480 nm-en mért reflexiókat vizsgálva a forgatás hatására egyértelmű ciklikus eltéréseket a 14. talajnál (nagy agyagtartalmú csernozjom barna erdőtalaj) találtunk (5. ábra középen).

A 90 illetve 180 fokos elfordítás hatására mindhárom mérési pozícióban szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk. Az 5 % hibavalószínűséggel számított szignifikáns differenciát (SzD(5%)) az ábrák alján levő szürke sáv mutatja. A szignifikáns eltérések az elfordítás hatására megváltozó árnyékhatásokra utalnak.

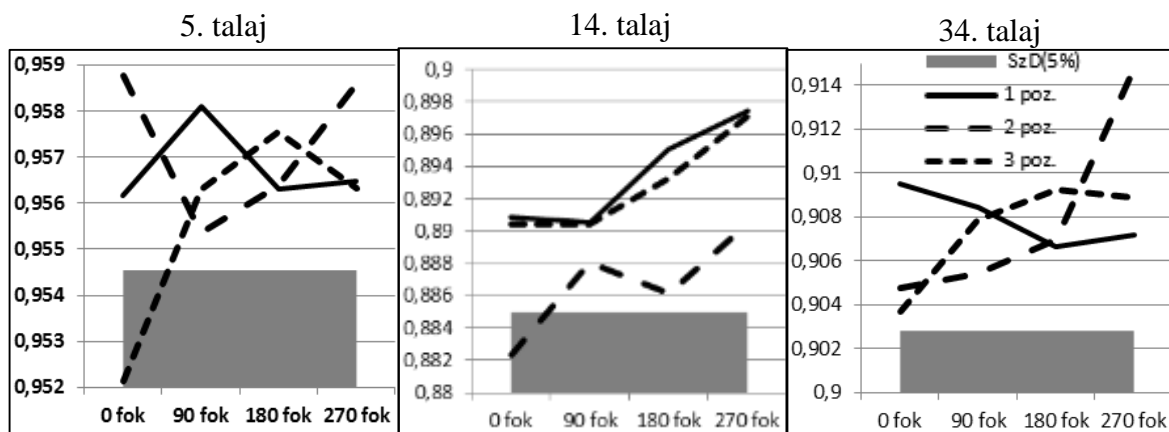


5. ábra A három talaj reflexió intenzitásai 480 nm-en a forgatási szög függvényében.

Az 5. talaj (meszes öntéstalaj) esetében kevesebbszer találkozunk szignifikáns eltérésekkel (5. ábra bal szélén). Az elforgatás hatására jelentkező egyértelmű ciklikus eltérést csak 3. pozícióban (sűrű szaggatott vonal) látunk. A 2. pozícióban (szaggatott vonal) nem, míg az 1. pozícióban (folytonos vonal) csak egy esetben láthatunk szignifikáns eltérést. Ezek az adatok nem igazolják egyértelműen, hogy az elfordítás hatására az árnyékhatások megváltoznának.

A 34. talaj (karbonátos homoktalaj) (5. ábra jobb szélén) esetében még kevesebbszer találkozunk szignifikáns eltérésekkel. Csak a 2. pozíció 270 foknál mért reflexió adata tér el a többitől, a többi pozícióban nem található szignifikáns eltérés az elforgatás hatására. Megállapítható, hogy ezek az adatok sem igazolják, hogy az elfordítás hatására az árnyékhatások megváltoznának.

Az infravörös tartományban levő 1914 nm hullámhosszon a reflexiók forgatási szög szerinti megváltozását mindhárom talajon és mindhárom pozícióban a 6. ábra mutatja.



6. ábra A három talaj reflexió intenzitásai 1914 nm-en a forgatási szög függvényében.

A 6. ábrán levő jelölések azonosak a 5. ábrán levőkkel. A változások az 5. talaj esetében a legkisebbek. A 1914 nm esetében is igazolható ciklikus intenzitásváltozás, de a forgatásból eredő ciklikusság mellett a 3. pozíció első ismétlésében a talaj száradásából eredő intenzitásnövekedés is feltételezhető (6. ábra bal szélén).

A 14. talaj esetében a forgatásból eredő intenzitásváltozás minden lépésben szignifikáns. A forgatásból eredő ciklikusság mellett jelentős a talaj száradásából eredő intenzitásnövekedés (6. ábra középen). A száradás hatása azért jelentkezik, mert amikor az érzékelő fejet egy adott pozícióban közvetlenül a talaj fölé helyezzük (1. ábra), elkezdődik az adott területen a minta melegedése és vízvesztése. A száradás hatása jelentős hatást okoz az 1914 nm-es hullámhosszon a visszavert sugárzás intenzitására, mert ezen a hullámhosszon a visszavert sugárzás intenzitása függ a talaj víztartalmától.

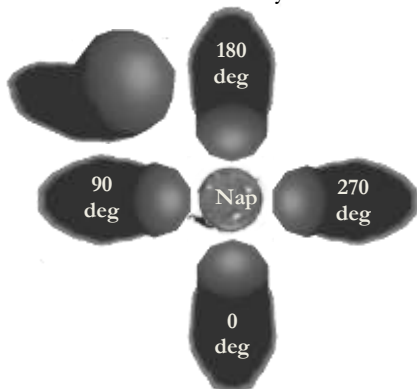
A 34. talaj esetében is a változások is szignifikáns változások láthatók. A forgatásból eredő ciklikusság mellett a 2. és a 3. pozícióban jelentős a talaj száradásából eredő intenzitásnövekedés (6. ábra jobb szélén). A jelenség és annak valószínű oka azonos lehet, mint a 14. talaj esetében tapasztaltakkal.

Következtetések

A kontakt mérőfejben elhelyezett érzékelő optika a minta felületére 60 fokban visszavert sugárzást érzékeli. A megvilágító fényforrás a minta felületére 80 fokos szögben sugároz (1. ábra). Egyenetlen felszínen ez árnyékhatast eredményez. Amennyiben a felületi egyenetlenségek a felület síkján körszimmetriát mutatnak, úgy az árnyékhatast független a minta elforgatásától. Aszimmetrikus egyenetlenségek a minta elforgatásával eltérő árnyékhatast eredményeznek. A vizsgált talajminták felületi egyenetlensége kicsi, mivel a talajminták előkészítése miatt csak maximum 2 mm-es darabok fordulhatnak elő. Közel gömbszimmetrikus szerkezeti elemeket tartalmazó talajok (homoktalaj, csernozjom) esetében kisebb az árnyékhatast megváltozása a minta elforgatásának hatására. A nagyobb agyagtartalmú aszimmetrikus szemcséket tartalmazó talaj (14.) árnyékhatast, vagyis heterogenitása a legnagyobb (7. ábra)

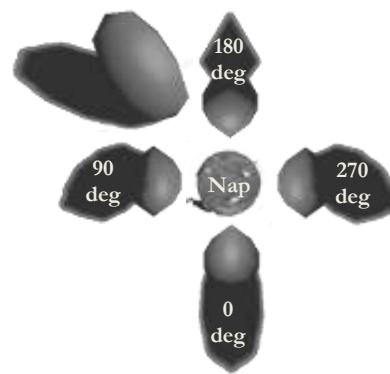
Morzsás szerkezeti elem

- Közel azonos méretű árnyék



Szemcsés szerkezeti elem

- Változó méretű árnyék



7. ábra Megvilágítás hatására fellépő árnyékok különböző szerkezeteknél.

Az 1914 nm-es infravörös sugárzás mélyebben hatol a mintákba, ezért a kisebb felületi egyenetlenség nem mutat olyan heterogenitást, mint ami tapasztalható a látható tartományba eső 480 nm-en.

Köszönetnyilvánítás:

Tolner Imre Tibor publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott.

Irodalomjegyzék

- DENIS, A., STEVENS, A., VAN WESEMAEL, B., UDELHOVEN, T., & TYCHON, B. (2014):** Soil organic carbon assessment by field and airborne spectrometry in bare croplands: accounting for soil surface roughness. *Geoderma*, 226, 94-102.
- Y. DIVYA & S. SANJEEVI & K. ILAMPARUTHI 2013:** A STUDY ON THE HYPERSPECTRAL SIGNATURES OF SANDY SOILS WITH VARYING TEXTURE AND WATER CONTENT. *ARAB JOURNAL OF GEOSCIENCES* 7: 3537-3545.
- GARCÍA MORENO, R., SAA REQUEJO, A., TARQUIS ALONSO, A. M., BARRINGTON, S., & DÍAZ, M. C. (2008):** Shadow analysis: a method for measuring soil surface roughness. *Geoderma*, 146(1), 201-208.
- IRYNA DANILINA, ALAN R. GILLESPIE, LEE BALICK, AMIT MUSHKIN, MATTHEW SMITH, AND DAN BLUMBERG 2013:** COMPENSATION FOR SUBPIXEL ROUGHNESS EFFECTS IN THERMAL INFRARED IMAGES. *INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING*, 2013 VOL. 34, Nos. 9–10,
- KÁTAI J. - VÁGÓ I. - BORBÉLY M. - KONG Y.H. - INUBUSHI K. (2013):** Correlation between mineral nutrients and enzyme activities in Hungarian and Japanese soils. XII. Alps-Adria Scientific Workshop Opatija, Croatia, *Növénytermelés* 62 Suppl. 249-252.
- NÓTÁS E. - MOLNÁR E. - RUZSA D. - CSOMA Z. - DEBRECZENI K. - HELTAI GY. (2014):** Effect of N fertilizer forms and soil moisture levels on the N gaseous losses. *Applied Ecology and Environmental Research* 12 589-599.
- SUN, Z., ZHANG, J., TONG, Z., & ZHAO, Y. (2014):** Particle size effects on the reflectance and negative polarization of light backscattered from natural surface particulate medium: Soil and sand. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 133, 1-12.
- SVAB, J.(1973):** Biometry Methods in Research (Hungarian). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SZABÓ A. - BALLA-KOVÁCS A. - KREMPER R. - KINCSES S-NÉ. - VÁGÓ I. (2013):** A tápközeg és az angolperje (*Lolium perenne* L.) jelzőnövény P- és K- tartalmának alakulása különböző komposztadózisok alkalmazásakor. Talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában. Talajtani vándorgyűlés, Miskolc, 2012. Talajvédelem (Különszám) 459-468.
- 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. Talajtani vándorgyűlés, Miskolc, 2012.08.23-25. Talajvédelem (Különszám ISBN 978-963-08-6322-3) 505-512.