

## **A talajba kevert szilárd pirolízis termékek hatása a talajminták NIR reflektanciájára**

*Tolner László<sup>1\*</sup>, Kocsis István<sup>2</sup>, Czinkota Imre<sup>1</sup>, Tolner Imre Tibor<sup>3</sup>,  
Gulyás Miklós<sup>1</sup> és Füleky György<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, MKK, Talajtani és Agrokémiai Tanszék, 2103 Páter  
Károly utca 1. Gödöllő, Hungary  
E-mail: tolner.laszlo@gmail.com

<sup>2</sup>SZIE Gazdasági, Agrár- és Egészségtudományi Kar, Szarvas

<sup>3</sup>NYME Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár

### **Összefoglalás**

A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0015 projekt keretében Szarvason beállított tenyészedény-kísérletben vizsgáltuk a talajhoz kevert faszén, csontszén és lignitpor hatását a természetett szudánifű tömegére és a vizsgálatához felhasznált gödöllői talaj tulajdonságaira. Az 1, 5 és 10%-ban alkalmazott pirolízis termékek megnövelték a talaj víztartó képességét.

A legnagyobb mértékű változást a faszén esetében tapasztaltuk. A spektorradiométeres vizsgálatok hasznos információkat nyújtottak a bekevert szerves anyag által okozott kémiai és fizikai változások nyomon követésében.

### **Summary**

With support of the TÁMOP 4.2.2.A-11/1 / KONV-2012-0015 project, pot experiment was set-up at Szarvas with sudan grass. We investigated the properties of soil from Gödöllő treated with charcoal, charcoal from bones and lignite powder. The material of 1, 5 and 10% of the pyrolysis products increased soil water holding capacity. The most significant change was observed in the case of charcoal. Spektorradiometer studies provided useful information to the follow-up of the chemical and physical changes caused by the mixed organic matter.

### **Bevezetés**

A különböző bioszenek felhasználása a fenntartható mezőgazdaság érdekében, az üvegházhatású gázok kibocsátásában, a talajok szervesanyag-tartalmának javításában és termékenységének megőrzésében napjainkban kiemelt érdeklődést kiváltó kutatási terület (ATKINSON et al., 2010; SCHULZ & GLASER, 2012).

A biomassza termokémiai lebontása során oxigénmentes vagy minimális oxigén jelenlétében keletkekekekező anyag a bioszén.

A kezelés során stabil szénben gazdag aromás szerkezet alakul ki, mely a kémiai és biológiai lebontásnak ellenáll (LEHMANN, 2007). Ezen anyagok befolyásolják a talaj tulajdonságait, hatással vannak a talaj levegőztetésére, víz kapacitására, tápanyag szolgáltató képességére és mikrobiológiai aktivitásra (ATKINSON et al., 2010).

A növényekre gyakorolt hatása függ a bioszén típusától, tulajdonságaitól, az alkalmazott dózisoktól, a talajtulajdonságoktól és a környezeti hatásoktól. Ez a fajta variabilitás a növényekre pozitív és negatív hatással is lehet (CHAN & XU, 2009; SCHULZ & GLASER, 2012). Ezért szükséges vizsgálni az egyes termékeket különböző kondíciók mellett.

A Mezőgazdasági Gépesítési Intézet légi hiperspektrális képalkotó szenzora az AISA DUAL és az ASD FieldSpec® 3 Max hordozható spectroradiometer nagy területen képes a vizsgált felszínről információt gyűjteni. A műszerek spektrális hullámhossz-tartománya a 350 nm és 2500 nm közé esik. A hiperspektrális vizsgálatok során információt nyerhetünk a talaj sajátos ásványi összetételéről (KARDEVÁN et al., 2000).

Korábbi vizsgálataink során sósavas kezeléssel különböző pH értékre beállított talajminták esetén azt tapasztaltuk, hogy az megváltoztatja a talaj nedvszívó képességét (TOLNER et al., 2012).

A minták víztartalma erősen befolyásolja a reflexiós spektrumot (MILICS et al., 2004; NEMÉNYI et al., 2008; TOLNER et al., 2013).

### Vizsgálati anyag és módszer

A tenyészedényes-kísérlethez felhasznált talajminták a Szent István Egyetem Szárítópusztai Növénytermesztési Tanüzemének területéről származnak. A modellkísérletben felhasznált talaj tulajdonságait döntően a nagy szemcseméret (0,02–2 mm), a kevés ásványi és szerves kolloid, az ezzel összefüggésben lévő gyenge víz- és tápanyag-gazdálkodási jellemzők határozzák meg. Az általunk alkalmazott talaj fizikai tulajdonságai megfelelnek az irodalomban megtalálható kedvezőtlen tulajdonságú talajokénak, így a várható hatások markánsabban jelentkezhetnek.

A talajminták a felső szántott rétegből (Ap) származnak (0–30 cm). A mintákat felhasználásukig hűvös (+ 5 °C) és száraz helyen tároltuk. Felhasználása előtt a növényi részekről megtisztított talajt ledaráltuk, homogenizáltuk és légszáraz állapotban (22–24 °C) 2 mm-es szitán átrostáltuk.

Az előkészítés során homogenizáltuk a kezeléseknak megfelelően (0, 1, 5 és 10% faszén, csontszén és lignitpor) a talajt és szilárd pirolízis végtermékeket (1. táblázat), majd a keverékeket egységesen a talaj szabadföldi vízkapacitásának 60%-ának megfelelő desztillált vízzel megnedvesítettük.

**1. táblázat.** A kísérleti beállítások

Minta jele	Talaj (g)	Kezelés	
		Szilárd pirolízis végtermék (g)	
K (Kontroll)	1000	-	
B1%	990	10	Fa alapú bioszén
B5%	950	50	
B10%	900	100	
CS1%	990	10	Csontszén
CS5%	950	50	
CS10%	900	100	
L1%	990	10	Lignitpor
L5%	950	50	
L10%	900	100	

A tenyészedényekbe szudánifüvet (*Sorghum sudanense*) vetettünk a szilárd pirolízis termékek talajra gyakorolt és esetleges fitotoxikus hatásának tanulmányozása érdekében. A növényeket learattuk és a talajokkal együtt szobahőmérsékleten kiszárítottuk. A talaj és növénymintákat további vizsgálatainkhoz használtuk fel. Minden kezelés esetében három ismétlésben végeztük méréseinket.

A mintákat hiperspektrális ASD FieldSpec ® 3 Max spectroradiometerrel is megvizsgáltuk laboratóriumi mérőszekrényben kialakított mérési elrendezésben.

Az értékeléshez Microsoft Office Excel Makróban készített varianciaanalízis programot használtunk. A program SVÁB (1981) algoritmusára alapján készült. Több publikációban is eredményesen használták (KÁTAI et al., 2013; KOVÁCS et al., 2013; SZABÓ et al., 2013).

### Vizsgálati eredmények

Meghatároztuk a különböző pirolízis melléktermékekkel kezelt talajminták alapvető kémiai és fizikai jellemzőit (BUZÁS, 1988). Az adatok a 2. és a 3. táblázatban láthatók.

Elvégezve a tenyészedény-kísérletet, meghatároztuk a levágott növények hajtásának zöldtömegét (4. táblázat).

**2. táblázat.** A faszénnel, csontszénnel illetve lignittel kezelt talajok alapvizsgálati paraméterei 1.

Minta	Bekeverési%	Só%	pH(KCl)	pH(H <sub>2</sub> O)	H%	K <sub>A</sub>
Faszén	1	0,07	6,56	7,32	1,45	31
	5	0,07	6,48	7,12	2,42	50
	10	0,09	6,59	7,39	2,45	60
Csontszén	1	0,06	6,60	7,37	0,55	21
	5	0,09	6,97	8,08	0,69	21
	10	0,12	7,27	8,42	1,24	27
Lignitpor	1	0,13	6,06	6,56	1,44	24
	5	0,48	4,63	4,93	6,90	27
	10	0,79	3,78	4,20	7,50	29
Kontroll	-	0,05	6,68	7,07	1,28	25

**3. táblázat.** A faszénnel, csontszénnel illetve lignittel kezelt talajok alapvizsgálati paraméterei 2.

Minta	Bekeverési %	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	AL-K <sub>2</sub> O mg/kg	NH <sub>4</sub> -N mg/kg	NO <sub>3</sub> -N mg/kg
Faszén	1	146	208	4,8	1,0
	5	146	239	5,6	1,3
	10	134	288	3,7	0
Csont-szén	1	1236	190	4,3	1,3
	5	9226	210	5,6	1,8
	10	14854	221	4,8	7,1
Lignitpor	1	136	184	4,6	2,4
	5	138	178	5,6	0
	10	161	210	4,4	0
Kontroll	-	143	190	5,6	1,1

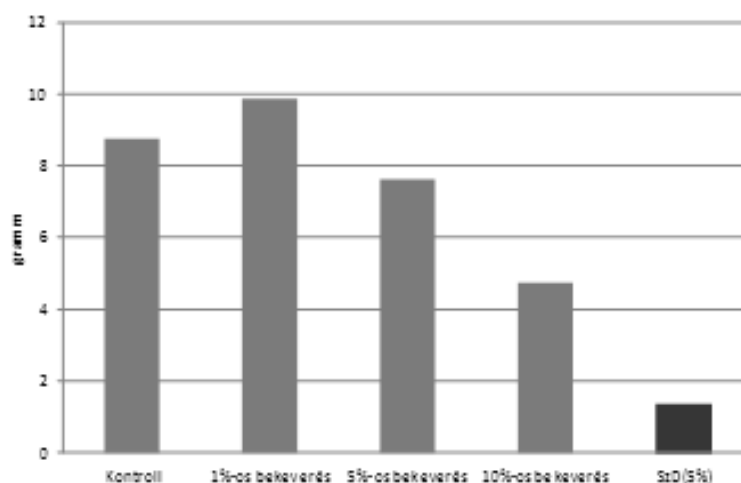
**4. táblázat.** A tenyészedény-kísérletben termelt növények hajtástömege a kezelések függvényében.

Kezelés	Bekeverési %	Ismétlések						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kontroll	-	7,18	8,27	8,26	10,48	9,3	8,98	8,76
Faszén	1	10,15	12,04	11,4	8,44	8,19	9,65	9,21
	5	8,09	8,13	8,00	9,45	8,32	6,48	4,94
	10	4,40	4,70	5,63	4,45	4,36	4,63	4,92
Csontszén	1	12,33	11,39	11,53	11,50	10,50	10,19	8,68
	5	15,61	16,08	15,83	18,76	18,81	15,88	9,32
	10	19,40	16,68	20,23	17,5	14,92	17,12	10,97
Lignit	1	9,85	12,93	11,98	12,18	10,95	12,00	10,35
	5	11,02	17,18	15,98	17,32	15,47	16,97	15,05
	10	2,81	4,99	6,37	3,41	3,02	3,64	9,84

### Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

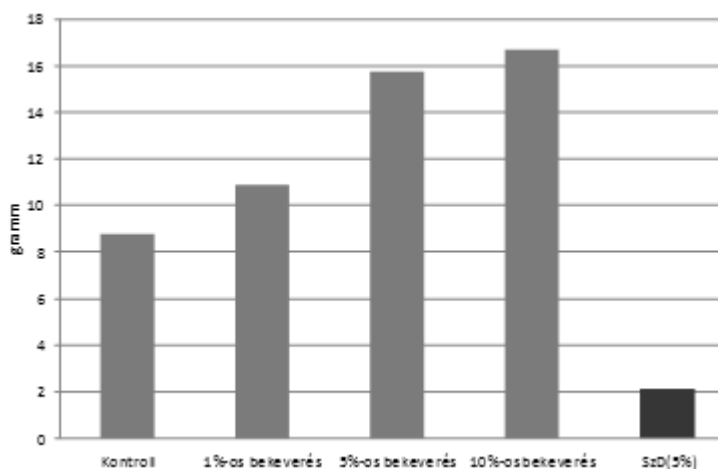
A tenyészedény-kísérletben termelt növények hajtásának zöldtömegét megvizsgáltuk a kezelés függvényében. Az eltéréseket egy tényezős variancia-analízissel számított szignifikáns differencia (SzD(5%)) segítségével értékeltük.

A különböző dózisu faszén (bioszén) hatását az 1. ábrán mutatjuk be.



**1. ábra.** A szudánifű zöldtömege a bioszén (faszén) hatására

Az 1%-ban bekevert faszén pozitív hatást gyakorolt a zöldtömegre. A nagyobb adagok fokozódó mértékben depressziót okoztak. A depresszió okát a talajvizsgálati paraméterek kezelés miatti változását vizsgálva, az 5% illetve 10% kezelések hatására létrejött jelentős Arany-féle kötöttség érték növekedés (25-ről 50 ill. 60-ra) tűnik fel (2. táblázat). Ez nemcsak a kedvezőtlen levegő- és vízgazdálkodással (nagy holtvíztartalom) okozhat gondot, hanem közvetett hatása a levegőtlenesség miatt bekövetkező denitrifikációs nitrogénvesztés miatt is. A különböző dóziszú csontszén hatását a 2. ábrán mutatjuk be.

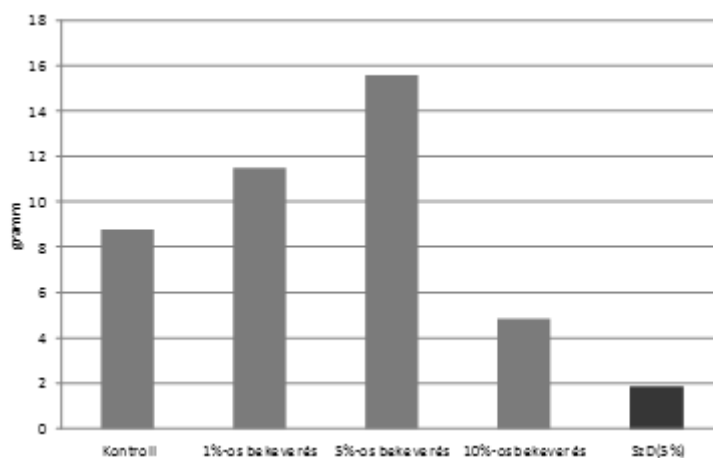


2. ábra. A szudánifű zöldtömege a csontszén hatására

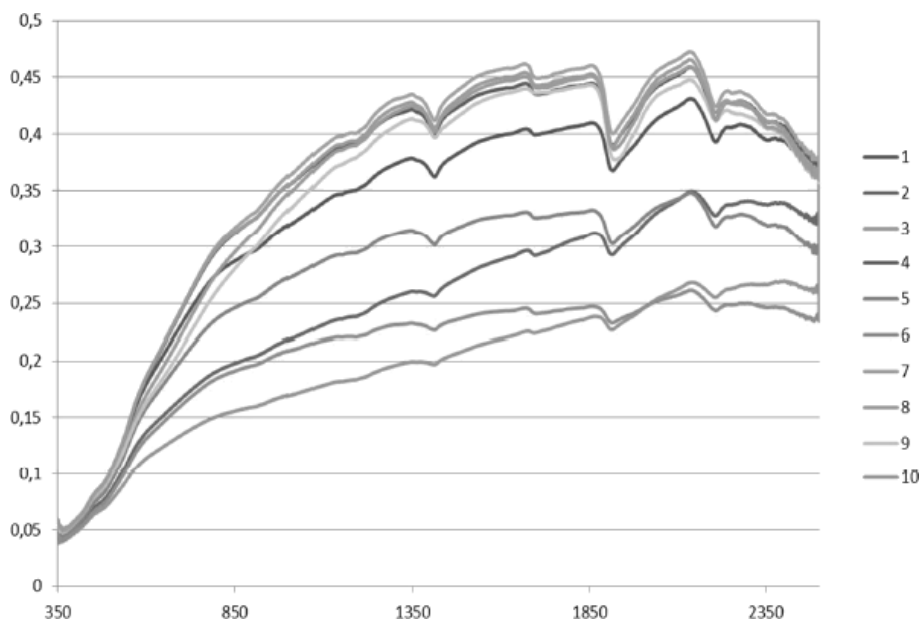
A csontszén kisebb széntartalma és nagyobb ásványianyag-tartalma miatt nincs jelenős hatással Arany-féle kötöttség értékre, így ennek közvetett hatása sem jelentkezik. Jelentős pozitív hatása van viszont a csontszén foszfortartalmának. A 10%-os kezelés további zöldtömeg növelő hatása már nem szignifikáns az 5%-os kezeléshez képest. Ennek valószínű oka, hogy a talajban kialakuló extrém magas AL-P tartalom (2. táblázat) korlátozhatja az esszenciális mikroelemek felvehetőségét.

A különböző dóziszú lignitpor hatását a 3. ábrán mutatjuk be. A lignitpor szignifikáns zöldtömeg növelő hatása 5%-os bekeverési arányig jelentkezik. A 10% lignitpor alkalmazása erős termésdepressziót okozott, még a kontrollhoz képest is. Ennek valószínű oka a lignitpor jelentős savanyító hatásában keresendő.

A talajminták optikai vizsgálatával további különbségeket kerestünk a kezelések hatásai között. A tízféle talajminta hiperspektrális spektruma a 4. ábrán látható.



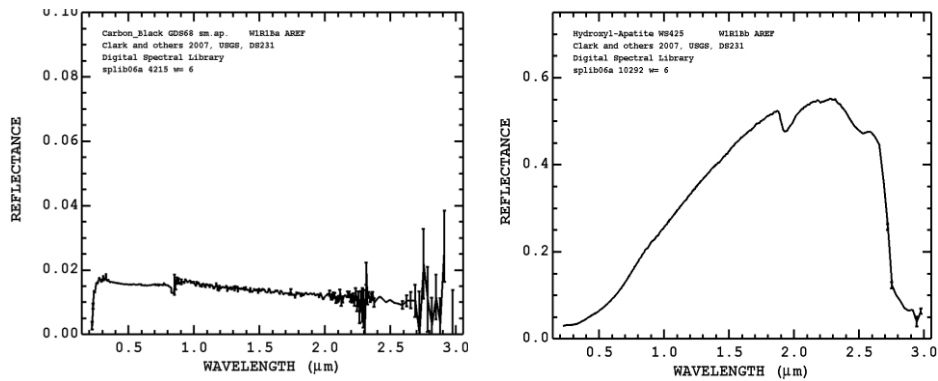
3. ábra. A szudánifű zöldtömege a lignitpor hatására



4. ábra. A hiperspektrális reflexiómérés spektrumok átlagai

1. 1% faszén; 2. 5% faszén; 3. 10% faszén; 4. 1% csontszén; 5. 5% csontszén;  
6. 10% csontszén; 7. 1% lignit; 8. 5% lignit; 9. 10% lignit; 10. kontroll

A kontroll kezelés spektruma a felső egymáshoz közeli spektrumok közepén helyezkedik el. A legalsó vonal a 10% faszén-, a felette levő a 10% csontszénkezeléshez tartozik. Alulról felfele ezeket követi az 5% faszén- és az 5% csontszénkezeléshez tartozó spektrum.

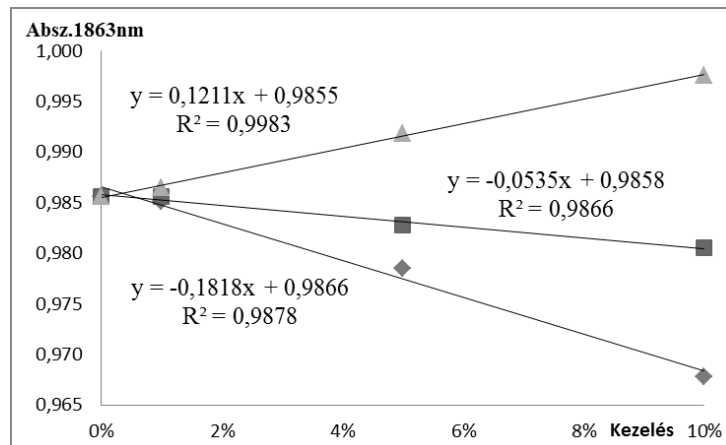


5. ábra. A hiperspektrális reflexiómérés spektrumok. Bal oldal: szén; jobb oldal: hidroxilapatit (US Geológiai Szolgálat)

Ezek a felettük elhelyezkedő spektrumokhoz képest egyenletesebb, nagyobb sugárzáselnyelést mutatnak. Ez a jelenség a szén jelentős sugárzáselnyelő képességének tulajdonítható.

Az 5. ábra bal oldali részábráján látható, hogy a szén sugárzáselnyelő képessége csak kismértékben hullámhosszfüggő.

A vízre, illetve az OH csoportra jellemző 1 916 nm-es reflektancia negatív csúcs előtt található maximum értékek (1 863 nm) jól jellemezhetik a széntartalom által előidézett reflektancia csökkenést. A háromféle pirolízis termék különböző adagjainak hatása az 1 863 nm-en mért reflektancia értékekre a 6. ábrán látható.



6. ábra. A háromféle pirolízis termék különböző adagjainak hatása az 1 863 nm-en mért reflektancia értékekre. Jelmagyarázat: háromszög – lignit; négyzet – csontszén; rombusz – faszén



Mindhárom anyag esetében a koncentráció és a kezelt talajra mért reflektancia (1 863 nm) értékek között szoros lineáris összefüggés van. Az alsó legmeredekebb csökkentő hatást a faszén okozta.

A középső, a csontszénre jellemző egyenes kisebb mértékű csökkentő hatást jelez. Ennek valószínű oka az, hogy a csontszén kevesebb szenet tartalmaz. A csontszén jelentős része hidroxilapatit, amelynek ezen a hullámhosszon nincs reflektancia csökkentő hatása. (A hidroxilapatit hiperspektrális spektruma az 5. ábra jobb oldalán látható.)

A felső egyenes a lignitkezelést jellemzi, amely egy nagy közettartalmú szénfajta. Ez azt mutatja, hogy a lignit reflexiója ezen a hullámhosszon nagyobb, mint a talajé.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a pirolízis termékek dózistól függően jelentős hatást gyakoroltak a vizsgált talaj termékenységére. A spektrométeres vizsgálatok is hasznos információkat nyújtottak a bekevert szerves anyag által okozott változások nyomon követésében.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta a Magyar Kormány és az Európai Unió a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0015 projekt keretében.

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. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### Irodalomjegyzék

- ATKINSON, C. J., FITZGERALD, J. D. & HIPPS, N. A., 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant Soil*. **33**. 1–18.
- BUZÁS I., 1988. Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- CHAN, K. Y. & XU, Z., 2009. Biochar: Nutrient Properties and their Enhancement. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* (Eds.: LEHMANN, J. & JOSEPH, S.) 67–84. Earthscan. London.
- KARDEVÁN, P., RÓTH, L. & VEKERDY, Z., 2000. Terepi spektrométeres mérések a 2000. márciusi, bányászati tevékenység okozta tiszai nehézfém szennyeződések hatásának vizsgálatára. *Földtani kutatás*, 2000. IV.
- 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.
- KOVÁCS, ZS., TÁLLAI, M. & KÁTAL, J., 2013. Examination on the effect of lead and copper heavy metal salts on soil microorganisms under laboratory circumstances. XII. Alps-Adria Scientific Workshop Opatija, Croatia. *Növénytermelés*. **62**. Suppl. 261–264.
- LEHMANN, J., 2007. A handful of carbon. *Nature*. **447**. 143–144.
- 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
- NEMENYI, 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 measurment. In: *Advence in Soil & Tillage Research*. (Ed: ANDREA, F.) 125–140. ISBN 978-81-7895-353-3
- SCHULZ, H. & GLASER, B., 2012. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **175**. 410–422.
- SVÁB J., 1981. *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SZABÓ A., BALLA-KOVÁCS A., KREMPER R., KINCSES S-NÉ. & VÁGÓ I., 2013. A tápközeg és az angolperje (*Lolium perene* 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). 505–512.
- US Geológiai Szolgálat ásványok hiperspektrális könyvtára:  
<http://speclab.cr.usgs.gov/spectral.lib06/ds231/datatable.html>