

Nedvszívó anyagok hatása a talaj reflektancia spektrumára

Tolner Imre T.¹, Tolner László², Fenyvesi László³, Neményi Miklós¹

¹ Nyugat Magyarországi Egyetem Mezőgazdasági és Élelmiszertudományi Kar
H-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 talaj tulajdonságok roncsolás-mentes optikai vizsgálata gyorsabbá, költségkímélőbbé teheti a precíziós talajművelést. Az optikai vizsgálattal jellemzően nem közvetlenül mérjük a talaj minőségi tulajdonságait, hanem biológiai fizikai folyamatok fizikai eredményeként bekövetkező változásokból következtethetünk rájuk. A talajok savanyodása során jellemzően nedvszívó vegyületek keletkezhetnek a talajokban. A talaj szerves anyag tartalma, illetve szerves anyagokkal történő kezelése növeli annak nedvességmegtartó illetve nedvszívó képességét. A talaj nedvességtartalmára jellemző reflexiós csúcsok nagy pontossággal mérhetők spektrométerrel.

Különböző nedvességtartalmú állapotban a vizsgáltuk a talajok optikai tulajdonságait. A spektrumok eltérései és a talaj kémiai tulajdonságai között összefüggést találtunk.

Abstract

The precision tillage could be faster and more cost-effective by non-destructive optical testing of soils. The optical test is not typically a direct measure of the soil's qualities, but also another soil processes, resulting from changes in the physical infers them. During the acidification of soils, typically absorbing compounds can be formed in soils. The organic matter content of soil and the treatment with organic substances increases the moisture absorption and retention. The soil moisture characteristic reflection peaks can be measured with high precision by spectroradiometer.

We investigated the optical properties of the soils in different humidity conditions. Correlation was found between the spectral differences, and the chemical properties of the soil.

Bevezetés:

A precíziós mezőgazdaság térhódításával fontossá vált az online is használható talajtulajdonság vizsgálati módszerek kifejlesztése. A talajtulajdonságok, a talajokban lejátszódó fizikai, kémiai és biológiai változások befolyásolhatják a talajfelszín optikai tulajdonságait. Ezek nagy hatékonysággal határozhatók meg távérzékelés segítségével.

A talajtulajdonságok minél pontosabb és részletesebb meghatározása egyaránt fontos a geológiai, a mezőgazdasági és a környezetvédelmi tudományok

szempontjából. A hiperspektrális távérzékelés technológiája lehetővé teszi, hogy megismerjük a termőtalaj tulajdonságait nagy területeken a gyorsabb és gazdaságosabb módon, mint ahogyan ezt a hagyományos módszerekkel tehetnénk. 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. Az ezeket meghatározó információk általában a vizsgált hullámhossz intervallum felső tartományában találhatók (KARDEVÁN et al., 2000, KARDEVÁN, 2007).

A talaj kémhatásának kimutatása spektrális távérzékeléssel nem könnyű, mert csak a talajfelület pH-jának közvetett hatásait lehet elemezni reflexiós spektrumok mérésével. Kísérletei alapján SEILERA et al. (2007) bebizonyította, hogy a kémhatás változás az OH csoport koncentráció változását okozza. Ez a reflexiós spektrum vizsgálatával mérhető. Az OH csoportok mennyisége összefügg a talajban található savas csoportok mennyiségével. A savanyú talajokra jellemző CaCl_2 tartalmú talajok esetében 1900-2000 nm tartományban található abszorpciós maximumban jelentős eltérések tapasztalhatók a különböző módon szárított talajminták esetében (TOLNER et al., 2012).

A magyarországi talajok döntő hányada savanyú talaj. A megfelelő melioráció és talajvédelem miatt fontos megbecsülni a savasodás mértékét. (VÁRALLYAY et al., 1980; VÁRALLYAY, 2006; HUSTI, 2006). Vizsgálatok során fontos a talaj savanyúságának minél pontosabb jellemzése. A hagyományos laboratóriumi vizsgálatokon ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, pH_{KCl} , y_1 , BUZÁS, 1988) túl a talaj összes savanyúságát a talajszuszpenzió közvetlen titrálásával is meg lehet határozni. A meghatározás azon alapszik, hogy a talajszuszpenzió titrálása során konstans értéken tartjuk a pH-t (CZINKOTA et al., 2002).

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 (NEMÉNYI, 2008, MILICS, 2004), ezért különös figyelmet fordítottunk a vizsgált talajminták száradására.

Jelen kísérletünkben, laboratóriumi körülmények között vizsgáltuk egy talajban különböző pH érték mellett jellemző kalciumásványok hatását a mintákon mért reflexiós spektrumokra.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálatainkhoz homokos földi talajmintákat használtam. Ennek jellemző tulajdonságai: $K_A=28.33$, Mésztartalom, CaCO_3 $\%=8$ %, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}=8.2$, humusztartalom, $\text{H} \%=1.4$ %, $\text{AL-P}_2\text{O}_5=95$ ppm, $\text{AL-K}_2\text{O}=120$ ppm.

Háromféle kezelést alkalmaztunk:

1. talaj: kezelés nélkül
2. $\text{t}+\text{CaCO}_3$: talaj + hozzáadott CaCO_3 0,375% (Ca tartalom: 0,15%)
3. $\text{t}+\text{CaCl}_2$: talaj + hozzáadott CaCl_2 0,415% (Ca tartalom: 0,15%)

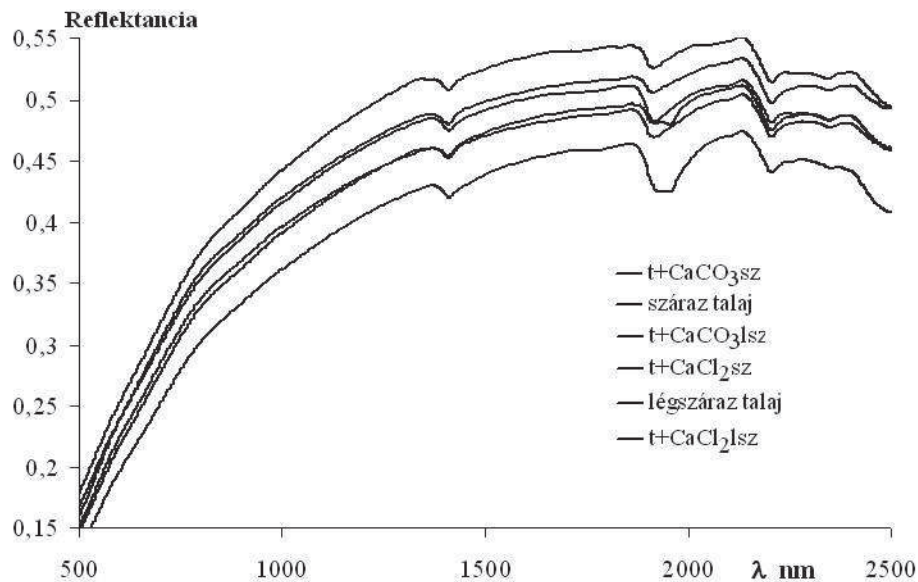
Mind a három kezelés mintáinak reflexiós spektrumát vizsgáltuk száraz és légszáraz állapotban. A száraz állapotot a minták 105°C -on történő szárításával hoztuk létre. A légszáraz állapot a labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapot. Ezt az állapotot a minták 36 óra alatt érték el.

Hasonlóképpen megvizsgáltuk a $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ alt vegyszert is 105°C -on történő szárítást követően illetve a labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapotban is.

A spektrumok felvételezése ASD Fieldspec 3 MAX spektrométerrel történt contactprob kiegészítő feltét alkalmazásával 3 pozícióban, pozícionként 10×20 mérés átlagával készültek. A reflexiós spectrum adatokat kezelésenként átlagoltuk.

Vizsgálati eredmények

A reflektancia spektrumok kezelésenként átlagolt adatait az 1. ábrán ábrázoltuk.

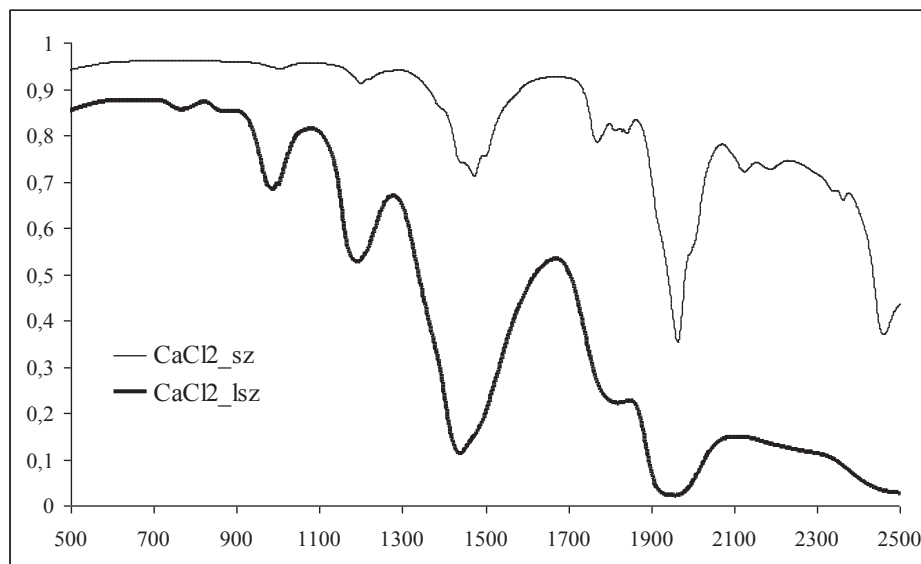


1. ábra. A kezelt minták reflexiós spektrumai 105 °C-on szárított („száraz” illetve „sz” jelölés), és a labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapotban („légszáraz” illetve „lsz” jelölés)

A spektrumgörbék 1400-2400 nm hullámhossz-intervallumban közelítőleg párhuzamosan futnak és sorrendjük az ábrán feltüntetett jelölések sorrendjének felel meg. Legkisebb reflektanciát, vagyis a legnagyobb sugárzáselnyelést ebben a tartományban a légszáraz állapotú „t+CaCl₂lsz” jelölésű minta (talaj + hozzáadott CaCl₂-ot tartalmazó) eredményezte. Legnagyobb reflektanciát, vagyis a legkisebb sugárzáselnyelést ebben a tartományban a 105 °C-on kiszárított állapotú „t+CaCO₃sz” jelölésű minta (talaj + hozzáadott CaCO₃-ot tartalmazó) eredményezte.

A spektrumok mindegyike ugyanott 1400-1500, 1900-2000 és 2200-2300 nm tartományokban lokális reflektancia minimumokat, vagyis adszorpciós csúcsokat mutat.

Mivel a legnagyobb hatást a hozzáadott CaCl₂ okozta, ezért annak reflektanciáját önmagában is megvizsgáltuk (2. ábra)



2. ábra. A $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 105 °C-on szárított („sz” jelölés), és a labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapotban („lsz” jelölés)

Mindkét spektrum 1400-1500, 1900-2000 nm tartományokban lokális reflektancia minimumokat, vagyis adszorpciós csúcsokat mutat. A labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapotban 90%, illetve azt meghaladó sugárzáselnyelést tapasztaltunk.

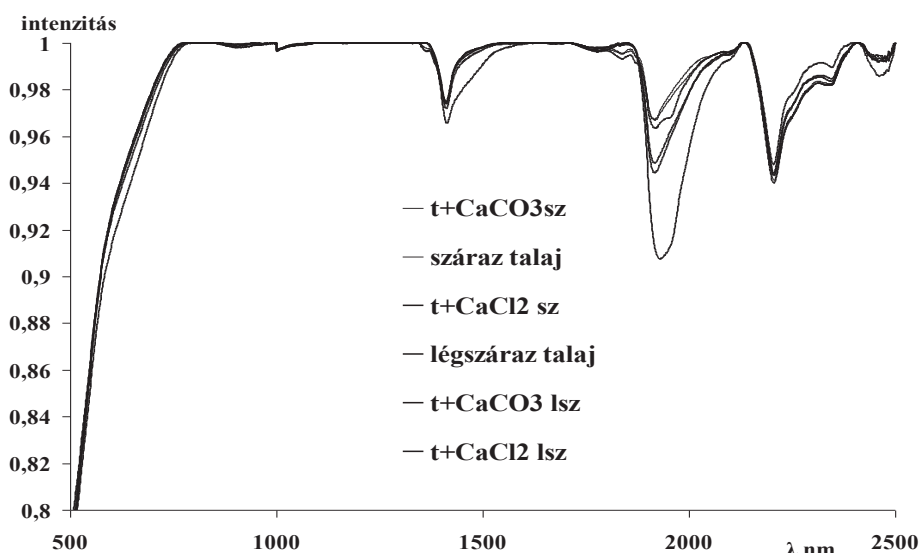
Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések.

Irodalmi adatok alapján a víz 1400-1500, 1900-2000 és 2200-2300 nm tartományokban mutat jellemző abszorpciós maximumokat (WESTAND at.al., 2008).

Ez alapján valószínűsíthető, hogy a vizsgált anyagok spektrumai közti eltérések elsősorban a nedvességtartalmuk közötti különbségekre vezethetők vissza. Az azonos szárítási körülményeknek kitett minták közötti eltérések, azok eltérő nedvességmegkötő illetve nedvesség-visszatartó képesség miatti eltérő nedvességtartalom hatásainak tulajdoníthatóak. Közismert, hogy a kezeléseinkben alkalmazott anyagok közül a CaCO_3 : nem, míg a CaCl_2 erősen nedvszívó anyag. A 105 °C-on szárított $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ nem veszti el teljes víztartalmát. Az anyag teljes vízvesztése csak 260 °C felett érhető el. Ezért láthatók vízre jellemző abszorpciós csúcsok a 2 ábrán, a szárított kalcium klorid esetében is.

A kétféle kalciumkezelés közül, melyet alkalmaztunk az egyik a CaCO_3 . Ez a semleges, vagy gyengén lúgos talajok jellemző alkotórésze. A másik a CaCl_2 ,

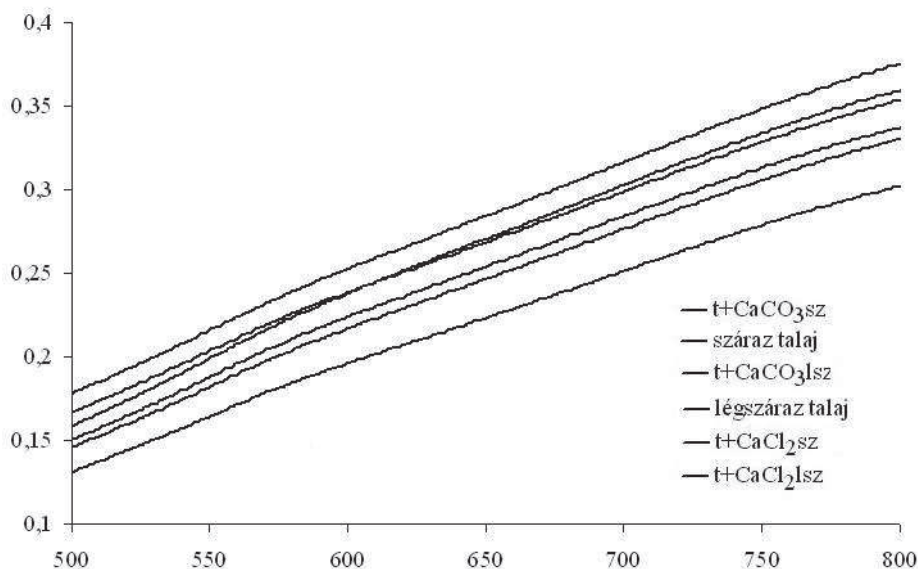
ami a CaCO_3 -ból keletkezhet jellemzően kálisó (KCl) alkalmazás eredményeképpen létrejött savanyító hatásra. Az adszorpciós maximumok különösen élesen rajzolódnak ki kontinuum eltávolítást követő spektrum görbéken (3. ábra).



3. ábra. A kezelt minták reflexiós spektrumai kontinuum eltávolítást követően. A minták 105°C -on szárított („száraz” illetve „sz” jelölés), és a labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapotban („légszáraz” illetve „lsz” jelölés)

1900 és 2000 nm között láthatók a legnagyobb különbségek a görbék között. Az ebben a tartományban található negatív csúcsban elkülönülő görbék sorrendje az ábrán levő kezelés megjelölésekkel megegyezik. Legkisebb eltérést a maximális reflexiótól a szárított vízmentes minták („száraz” illetve „sz” jelölés) adták. Ezek közül a legnagyobb reflexiót az „t+ CaCO_3 sz” jelölésű CaCO_3 kezelést kapott szárított talajminta mutatta. A legkisebb reflexiót a „t+ CaCl_2 lsz” jelölésű minta (talaj + hozzáadott CaCl_2 -ot tartalmazó) levegő páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességű minta eredményezte. A 105°C -on szárított különböző minták között kicsi eltérést tapasztaltunk. A levegő páratartalmával egyensúlyt tartó minták közül a kezeletlen talaj és a CaCO_3 kezelést kapott minták reflexiója csak kismértékben tért el egymástól, míg a CaCl_2 kezelést kapott talajminta reflexiója jelentősen lecsökkent. A vízre jellemző másik két hullámhossztartományban (1400-1500 és 2200-2300 nm) szintén

abszorpciós maximumokat találunk, de ezek kevésbé függenek a kezelésektől.



4. ábra. A kezelt minták reflexiós spektrumai 500-800 nm-es tartományban. A minták 105 °C-on szárított („száraz” illetve „sz” jelölés), és a labor levegőjének páratartalmával egyensúlyt tartó nedvességállapotban („légszáraz” illetve „lsz” jelölés) vannak.

A minták eredeti (kontinuum eltávolítás nélküli) reflektancia spektrumai a teljes vizsgálati tartományban (500-2500 nm) eltéréseket mutatnak (1. ábra). Ezek az eltérések nem értékelhetők olyan egyértelműen, mint az előbb tárgyalt abszorpciós maximumokban, de mégis hasonló tendenciát követnek. A nagyobb nedvességtartalmúak kisebb, míg a kisebb nedvességtartalmúak nagyobb reflektanciát eredményeznek. Gyakorlati jelentősége ennek a látható fény tartományban lehet (4. ábra).

A minták nedvességtartalomtól függő eltérő nedvességtartalma elsősorban a 700-800 nm-es tartományban értékelhető. Ebben a tartományban a spektrumvonalak a jelmagyarázatban feltüntetett sorrendben (4. ábra) helyezkednek el egymás alatt.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a savanyú talajokban előforduló CaCl_2 hatására a talaj száraz és légnedves állapota között a különbség optikai eszköz segítségével meghatározható és ezzel megkülönböztethető a semleges illetve gyengén lúgos talajokban előforduló CaCO_3 hatásától. További vizsgálatok alapján a jelenség felhasználásával lehetővé válhat, hogy száraz és

nedves időszakban távérzékeléssel felvett spektrumok elemzése alapján a talaj savanyúságáról információt nyerjünk. Mivel látható tartományban is eltéréseket kaptunk ez felveti annak a lehetőségét is, hogy lehetnek olyan esetek, amikor látható tartományban észlelő egyszerűbb eszközökkel is közelítő eredményeket érhetünk el.

Irodalomjegyzék

- BUZÁS, I., 1988. Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- CZINKOTA, I., FILEP, GY., RÉKÁSI, M., CZANIK, P., 2002. An Equipment and Software for Improved estimations of Soil Acidity. *Agrokémia és Talajtan*. **51**. 63-73.
- HUSTI, I., 2006. The main elements of sustainable food chain management. - *Cereal Research Communications*, **34**. 793-797.
- 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.
- KARDEVÁN, P., 2007. Reflectance Spectroradiometry – A New Tool For Environmental Mapping, *Carpath. J. of Earth and Environmental Sciences*, **2**. No. 2, p. 29 – 38
- 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: *Andrea Formato: Advence in Soil & Tillage Research*. pp. 125-140. ISBN 978-81-7895-353-3
- 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
- SEILERA, B., KNEUBÜHLER, M., WOLFGRAMMB, B., ITTENA, K.I., 2007. Quantitative Assessment Of Soil Parameters In Western Tajikistan Using A Soil Spectral Library Approach - 10th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing (ISPMSRS'07) Davos, Switzerland 12 – 14 March 2007
- 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.
- VÁRALLYAY, GY., SZŐCS, L., MURÁNYI, A., RAJKAI, K., ZILAHY, P., 1980. Map of soil factors determining the agro-ecological potential of Hungary (1:100 000) II. (In Hungarian). *Agrokémia és Talajtan*. **29**. 35-76.
- VÁRALLYAY, G., 2006. Life quality - soil - food chain. *Cereal Research Communications*. **34**. 335-339.
- WESTAND, F., SCHMIDT, A., KERMIT, M., 2008. Incorporating chemical band-assignment in near infrared spectroscopy regression models. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* **16**. 265-273