

TÁPANYAG-UTÁNPÓTLÁSI SZINTEK ELKÜLÖNÍTÉSÉNEK LEHETŐSÉGE AZ ŐSZI BÚZÁBAN (*TRITICUM AESTIVUM* L.) SPEKTRÁLIS VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

SZALAY D. KORNÉL^{1,3}, TARNAWA ÁKOS², BALLA ISTVÁN², TOLNER IMRE T.³
ÉS FENYVESI LÁSZLÓ³

¹Szent István Egyetem, Kihelyezett Agrár- Műszaki Tanszék

²Szent István Egyetem, Növénytermesztési Intézet

³FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet

¹2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4., e-mail: szalay@fvmmi.hu

Összefoglalás

A hiperspektrális technológia nagymértékben megnövelte a távérzékelés hatékonyságát. Ezzel az adatgyűjtési módszerrel nagy területek gyors és gazdaságos elemzése valósítható meg. Az eljárás kiválóan beilleszthető a mezőgazdasági termelés, a környezetvédelem és számos egyéb ipari alkalmazás vizsgálati módszerei közé, mennyiségi és minőségi elemzés szempontjából egyaránt. Ebben a tanulmányban terepi spektrométerrel végeztünk méréseket az 'Alföld 90' őszi búzafajta tápanyag-utánpótlási szintjeit vizsgálva a 350nm és 2500 nm közötti hullámhossz tartományban. A kísérleti elrendezésben különféle tápanyag-utánpótlási szinteket alakítottunk ki 10 m²-es parcellákon, melyeket mennyiségi és minőségi paraméterek tekintetében tanulmányoztunk. A kezeléseket véletlen blokkos elrendezésben végeztük négy ismétlésben. Az összefüggések feltárása érdekében a spektrális elemzés mellett növénymagasság (cm), kaláshossz (cm), termésmennyiség (kg/10m²) és minőségi paraméterek függvényében végeztünk összehasonlító vizsgálatokat.

Kulcsszavak: spektrometria, reflektancia, őszi búza, tápanyag- utánpótlás

Bevezetés

A modern civilizáció felgyorsult világában a távérzékelés nélkülözhetetlen eszközzé vált a különböző természetes és mesterséges rendszerek egyensúlyának és működésének vizsgálatában. Az emberiség ma már drasztikus mértékben beavatkozik a Föld ökológiai rendszerébe, gyors és nagyléptékű változásokat idéz elő szűk és tágabb értelemben vett környezetében. Ezek a folyamatok már nem követhetők a hagyományos terepi mintavételezéssel, vagy adatgyűjtéssel. A távérzékelés lehetővé teszi a nagy területekről történő, felszíni folyamatokat jellemző, akár idősoros mintavételezést és a költséghatékony adatszolgáltatást (Kardeván 2010). Az evolúció során a fény érzékelésére kialakult látószerv, a szem is távérzékelést végez a fény látható (380-780 nm) tartományában. A távérzékelési eszközök azonban lehetővé teszik, hogy a látható tartományon kívül is érzékeljük az elektromágneses sugárzást, és így megjelenítsük a szem számára nem látható jelenségeket is, hogy többlet információkhoz jussunk. Ez a technológia új távlatokat nyit a környezet tanulmányozásában (Kristóf 2005). Az eljárás során a vizsgált anyag által elnyelt, áteresztett, illetve az általa kibocsátott elektromágneses sugárzás mértékétől függő visszavert sugárzás intenzitását és spektrális összetételét mérjük, melyből az adott anyagra vonatkozóan mennyiségi, és minőségi információt kaphatunk. Az optikai távérzékelési rendszerek egyik fejlett képviselője az optikai sávban végzett hiperspektrális távérzékelés. A hiperspektrális

technika a növénytakaró minőségi és mennyiségi értékelésének gyors, pontos, térorientált lehetőségét nyújtja (Fenyvesi 2008, Milics et al. 2008, Yang et al. 2009, Milics et al. 2010).

Napjaink társadalmában egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az egészséges életmódra, melynek alapját a helyes táplálkozás képezi. Ehhez megfelelő minőségű élelmiszerekre van szükség, melyeket helyesen megválasztott termesztés-technológiával állíthatunk elő. Hazánkban a búza a legfontosabb gabonanövényünk. A kenyérben megtalálhatjuk a létfontosságú kémiai elemek mellett a szükséges vitaminok nagy részét is. Egészséges és egyenletes növényállományt azonban csak a növény tápanyagszükségletének kielégítésével kaphatunk (Jolánkai, 2004). A termesztés során alkalmazott technológia, illetve tápanyag-utánpótlási eljárások helytelen megválasztása azonban súlyos környezeti problémákhoz vezet. A makroelemekkel történő tápanyag utánpótlás során felhasznált N, P és K közül a legjelentősebb és a leggyakoribb korlátozó tényező a nitrogén (Németh, 2006). Önmagában történő kijuttatása révén is jelentős mennyiségi és minőségi javulást realizálhatunk. Nem megfelelő felhasználása azonban a felszíni és a felszín alatti vizek nitrátosodásához vezethet (Németh, 1996). Az ország egész területére jellemző a függő nitrát-akkumuláció, mely a túltrágyázás következménye. Az Alföldön a nitrátok már elérték a magas talajvízszintet, ahol mélyebben van a talajvíz, ott a nitrátok a termőréteg és a talajvízszint között vannak jelen a talajvíz felé haladva. Erre a folyamatra, a jelent és jövőt érintő problémára, mely felszín alatti vízkészleteket, mint megújuló energiaforrást veszélyeztet (Nagy et al. 2008) a csökkentett N felhasználás sem nyújt megfelelő megoldást (Kovács és Fodor, 2005). A növényekben nagy mennyiségben halmozódhatnak fel nitrátok, az ilyen növények fogyasztása pedig veszélyt jelent az emberekre, különösen a csecsemők számára (Nádasy és Nádasy, 2006). A környezeti károk elkerülése, valamint a megfelelő minőség-mennyiség arány elérése érdekében, a nitrogén felhasználásának mértékét és megosztását körültekintően kell megállapítani. Az esszenciális mikroelemek hiánya csökkentheti a NPK- trágyázás hatékonyságát (Bergmann és Neubert, 1976). Hiányuk csökkenti a termést, továbbá minőségi depressziót és a korokozók elleni fogékonyságot eredményezhet (Jagodín, 1984; Bergmann és Neubert, 1976). A növekvő NPK- kijuttatásával és az egyre magasabb termésátlagok elérésével fokozódik a mikroelemek jelentősége is. Visszapótlásuk szempontjából a lekötődés miatt a talajtrágyázás sok esetben nem kivitelezhető, megoldást a lombtrágyázás jelent (Pecznik et al., 1976; Szentpétery et al., 2005). Ezzel kikerülhetjük a talaj kémhatásából, kötöttségéből, valamint mész- és humusztartalmából adódható felvehetőség szempontjából gátló tényezőket. A levéltrágyázás eredményessége nem tisztázott egyértelműen. A kísérletek alapján (Harmati és Szemes, 1982; Szalay et al., 2009) a termésmennyiségre gyakorolt hatást több tényező együttesen határozza meg. Ezen tényezők a búzafajtán és az alkalmazott lombtrágya fajtáján túl az időjárás (Erdélyi, 2008, 2009; Klupács et al., 2009), a tápanyag-ellátottság, a termésszint és a termőhely. A lombtrágyák, vagy növénykondicionáló szerek nem tartoznak a növényvédő szerek közé, de a minőségi növénytermesztésben fontos kiegészítők. Használatuk célja nem kifejezetten a károsítók elleni védekezés, hanem a növény általános kondíciójának javításával előidézett termésmenyekekedés és minőségi paraméterek javítása, esetleg egyéb kedvező hatások kifejtése a termesztéstechnológia szempontjából (Harnos et al., 2009, Erdélyi et al., 2009). Mindazonáltal alkalmazásuk állati és növényi károsítók ellen érvényesülő mellékhatást is eredményezhet. A növénykondicionáló szerek közé természetes anyagokat tartalmazó, sok esetben pontosan nem meghatározható hatóanyag összetételű készítmények tartoznak. A növényekből, algákból, esetlegesen más heterogén alapanyagokból összeállított szereknél nem beszélhetünk egyféle konkrét hatásról. Használatuk többféle, összetett hatást eredményez. Természetes eredetüknek köszönhetően engedélyezésük egyszerűbb, mint a növényvédelmi szerek csoportjába tartozó készítményeké (Tökés, 2007). A tudományos kutatómunkák eredménye és a társadalmi elvárások egyaránt környezetkímélő mezőgazdasági irányzatok terjedése felé mozdítja a termesztést a fejlett országokban. A lombtrágyák

jelentősége megnő a környezetkímélő rendszerekben, mert itt korlátozott számban áll rendelkezésre megfelelő szer a tápanyag-utánpótlásra, valamint a növényvédelemre is. A következő kísérletben különböző természetes alapanyagokból készült lombtrágyák hatását vizsgáljuk, melyek engedélyezettek a különböző ökológiai gazdálkodási rendszerekben, illetve összehasonlítás céljából vizsgálunk egy kizárólag a hagyományos termesztésben engedélyezett szintetikus készítményt (Folicare).

Anyag és módszer

A kísérleti terület Hatvan-Nagygyombos térségében, csernozjom- barna erdőtalajon (calciustoll) helyezkedik el. Az 'Alföld 90' őszi búzafajtát 10 m²-es parcellákban vetették el 2008-ban. A terület nem kapott műtrágyakezelést. A parcellák eltérő lombtrágya kezelést kaptak véletlen blokk elrendezésben, 4 ismétlésben. A felhasznált lombtrágyák a Folicare kivételével engedélyezettek az ökológiai gazdálkodásban. A felhasznált készítményeket az **1. ábra**, a kialakított kezelésszinteket és jelölésüket az **1. táblázat** mutatja be.



1. ábra Lombtrágya készítmények
Figure 1. Foliar fertilizers

Ismétlés	Lombtrágya	Jelölés
4	Biomit Plussz	1
4	Bioplasma Cu	2
4	C-komplex	3
4	Hungavit G	4
4	Natur Biokál 01	5
4	Folicare 19-11-24 Cu	6
4	Kontroll	0

1. táblázat Kezelésszintek és jelölésük
Table 1. Treatments and their designations

A kísérleti parcellák növénymagasság (cm), kalász hossz (cm), termésmennyiség (kg/10m²) és minőségi paraméterek (fehérje (%), nedves siker (%)), továbbá ezerszemtömeg (g) szempontjából kerültek kivizsgálásra. Fenti vizsgálatoknál a kezelt parcellákról gyűjtött kalászcsoportok spektrális tulajdonságait elkülönítés szempontjából vizsgálva végeztünk méréseket egy ASD FieldSpec 3 MAX típusú hordozható spektroradiométerrel (**2. ábra**).

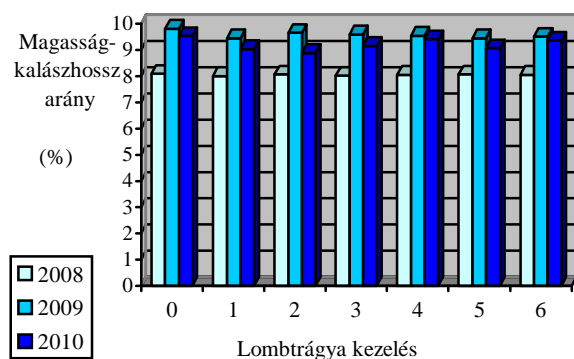


2. ábra ASD FieldSpec 3 MAX hordozható spektroradiométer
Figure 2. ASD FieldSpec 3 MAX portable spectroradiometer
(ASDInc. 2010)

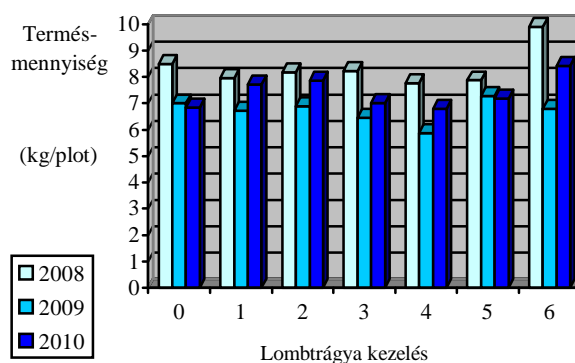
A méréseket labor körülmények között, 350 és 2500 nm közötti hullámhossz-tartományban végeztük.

Eredmények

A vizsgált paraméterekben mérsékelt eltérések jelentkeztek a kezelések függvényében. Növénymagasság és kalász hossz esetében arányszámokat képezve hasonlítottuk össze az adatokat. Az eredmények, melyeket a **3. ábra** szemléltet, mindhárom évjáratban homogén eloszlást mutatnak, egyik lombtrágya sem ért el szignifikánsan magasabb arányszámot a kontroll parcellákhoz képest.



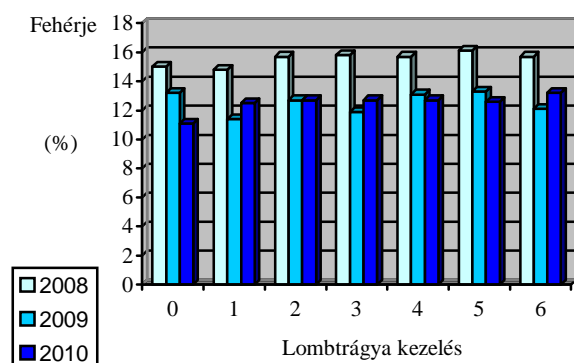
3. ábra A növénymagasság és kalász hossz aránya
Figure 3. Height and ear ratio



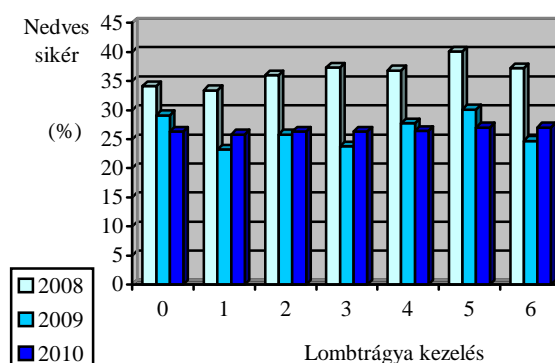
4. ábra A termésmennyiség
Figure 4. Yield

Termésmennyiség szempontjából összehasonlítva a kezeléseket 2008. évben egyedül a Folicare lombtrágya esetében mértünk a kontrollhoz képest nagyobb terméshozamot. A 2009-es évjáratban azonban ez a kezelés már alul maradt, a kontrollhoz képest javulást az ötös számú kezelés, a Natur Biokál 01 adta. 2010-ben az adatok alapján ismét a Folicare mutatkozott a legeredményesebbnek. Az értékek alakulását a **4. ábra** foglalja össze.

A minőségi paraméterek esetében az adatok tendenciája konzekvensen a lombtrágya pozitív hatását jelzi. Fehérje esetében két évjáratban a legmagasabb értéket az ötös számú kezelés adta, azonban az idei évben a Folicare kis mértékben jobbnak bizonyult. Az adatok alakulását a **5. ábra** mutatja be.

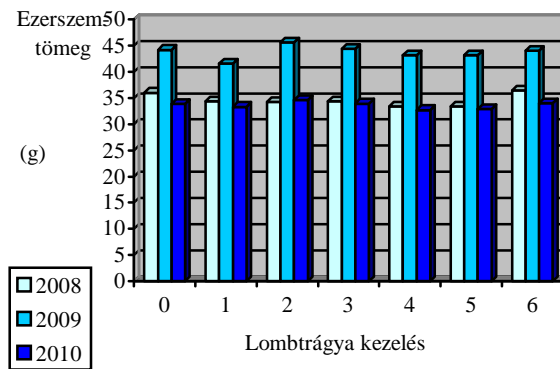


5. ábra Fehérje
Figure 5. Protein



6. ábra Nedves siker
Figure 6. Wet gluten

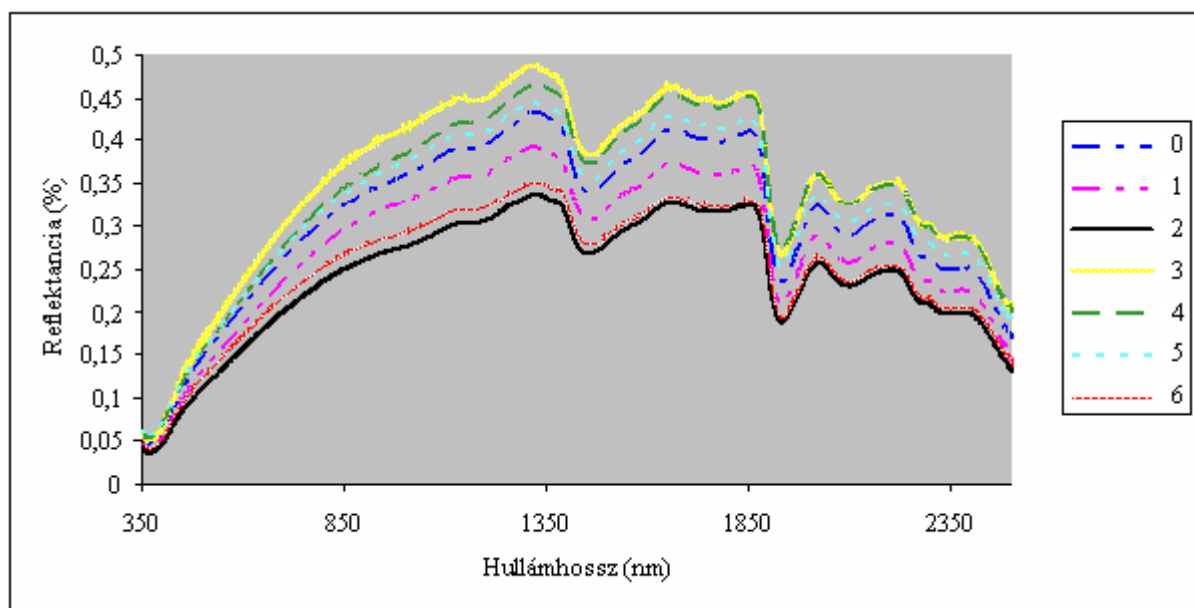
Vizsgálva a nedves siker mennyiségét szintén a Natur Biokál 01 lombtrágya kezelés eredményezte a legmagasabb értékeket két évjáratban, a harmadikban pedig a Folicare-rel közösen érték el a legmagasabb értéket. Az adatokat a **6. ábra** hasonlítja össze. Az ezerszemtömeg értékeket összehasonlítva a Folicare kezeléssel értük el 2008. évben a legmagasabb eredményt, de 2009 és 2010-ben a Bioplasmával történő kezelés adta a legnagyobb értéket. Az eredményeket a **7. ábra** illusztrálja.



7. ábra Ezerszemtömeg
Figure 7. Thousand kernel weight

Az adatok tendenciája az mutatja, hogy elsősorban a 2008-as és a 2010-es évjáratban jelentkezett a különféle lombtrágyák minőségjavító hatása fehérje esetében. Ez a hatás a nedves siker esetében is megfigyelhető, igaz 2010-ben a kontrollhoz képest elért minőség javulás már kevesebb.

A 2010 évben a laborban végzett mérések során spektrális – a megvilágító fényforrásból beérkező és a kalászokról visszaverődő sugárzás arányából, illetve összetételéből származtatott – reflektancia görbéket rögzítettük, melyeket kezelésszintenként történő átlagolást követően a következő grafikonon mutatunk be (**8. ábra**).



8. ábra A különböző lombtrágya kezelést kapott parcellákról gyűjtött kalászok reflektancia görbéi

Figure 8. The reflectance curves of the ears, which were collected from plots which were treated with different foliar fertilizers

Fenti görbék alapján a különböző lombtrágya kezeléseket kapott parcellák búzanövényeiről gyűjtött kalászok spektrális tulajdonságaik szerint elkülönülnek.

Megvitatás

A tápanyagok hiánya száraz időszakban sokkal erősebben jelentkezik, és jobban megmutatkozik a növényen, a vizsgált paraméterekben különösen. A felhasznált lombtrágyákra jellemző, hogy alapvetően a növény tápanyagfelvételének és általános kondíciójának javításával, a zöld felület növelésével érik el kedvező hatásukat. A jellemzően csapadékos időjárás önmagában is segíti a tápanyagok feltáródását, mérsékelve, vagy akár elfedve a különféle lombtrágyák hatásait. Az eredmények alapján a lombtrágyák termésmenvelő és minőségjavító hatása nagymértékben függ a csapadéktól, ezért alkalmazásuk megtérülése erősen függ az adott évjáráttól. A spektrométerrel végzett vizsgálat, illetve a rögzített reflektancia görbék alapján a különböző kezelésszintek által eredményezett spektrális jellemzők, a minőségi és mennyiségi paraméterekben jelentkező mérsékelt különbségek ellenére is elválnak egymástól. Az összefüggések meghatározásához további elemzésre van szükség.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a Szent István Egyetem, Gödöllő és a FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, valamint a nagygyombosi kísérleti terület munkatársainak.

Irodalom

- ASDInc. (2010): Official Home Page. <http://www.asdi.com/products/fieldspec-3-max-portable-spectroradiometer> Utolsó elérés időpontja 2010.08.29
- Bergmann W., Neubert P., (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse In: Árendás T., Csathó P., Németh T., (2001): Tápanyagellátás a minőségorientált búzatermesztésben In: A jó minőségű, keményszemű búza nemesítése és termesztése Ed: Bedő Z. Felelős kiadó: Bedő Z., Búvár G., Matuz J. (2001) Martonvásár – Nádudvar – Szeged p.73- 74 pp.
- Erdélyi É., Boksai D., Szenteleki K., Hufnagel L., (2009): *The role of biomass in mitigation of global warming*. CIGR Symposium . 2009.09.1-4., Rosario, Argentina.
- Erdélyi, É. (2009): Sensitivity to Climate Change with Respect to Agriculture Production in Hungary (2009) Precision Agriculture '09 Edited by: E.J. van Henten, D. Goense and C. Lokhorst, Wageningen Academic Publisher, p. 559-567.
- Erdélyi, É., (2008): The potential impacts of climate change on main field crops and their yields, case studies in Hungary. "Klima - 21" Füzetek 55 (English Special Edition): 53-79.
- Fenyvesi L. (2008): Characterization of the soil - plant condition with hyperspectral analysis of the leaf and land surface, Cereal Res. Com., (Supp 5) 659-663 pp.
- Harmati I.- Szemes D. (1982): A levéltrágyázás hatása a Jubilejnaja 50 és a GK Szeged búzafajtákra. Növénytermelés. 31. 6. 533-537 pp.
- Harnos N., Erdélyi É., Árendás T., (2009): *Tartamkísérletek jelentősége a klímaváltozás hatásainak tanulmányozásában*. Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében. Szerk: Berzsényi Z és Árendás T, ISBN:978-963-8351-36-4, A Magyar Tudományos Akadémia Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár, p. 101-106
- Jagodin B. A., (1984): Sulphur, magnesium and micronutrients and their role in plant nutrition. In: Harmati I. 1987: A tápanyagok szerepe. Ed: Barabás Z. (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 356 p.

- Jolánkai M., (2004): Szántóföldi növények vetőmag-termesztési technológiája Eds:Izsáki Z, Lázár L. (2004): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest 183 p.
- Kardeván P. (2010): A távérzékelési technológia jellemzése. Távérzékelési előadás FVM MGI 2010
- Klupács H., Nyárai F., Balla I., Jolánkai M. (2009): Water availability – A stressor influencing quantity and quality of winter wheat *Triticum aestivum* L. yield. Cereal Research Communication 37. 361-364 pp.
- Kovács G., Fodor N., (2005): A klímaváltozás tápanyagra gyakorolt hatásának becslése. In: Eds: Kovács G., Csathó P. (2005): A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1904 és 2003 között Agronómiai és környezetvédelmi tanulságok. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest 230- 234 pp.
- Kristóf D. (2005): Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban. Doktori értekezés 9 p.
- Milics G., Burai P., Lénárt Cs. (2008a): Pre-Harvest Prediction of spring barley nitrogen content using hyperspectral imaging. Cereal Research Communications, Akadémiai Kiadó, Volume 36, 1863-1866 p. Proceedings of the VII. Alps-Adria Scientific Workshop. Szlovákia, Stara Lesna. 2008. április 28. – május 2.
- Milics G.; Virág I., Farouk M. A., Burai P., Lénárt Cs. (2010): Airborne hyperspectral imaging for data collection for resilient agro-ecosystems. 9 th Alps-Adria Scientific Workshop. Növénytermelés. Špičák, Czech Republic, 2010. 04. 12-17., Edited by M. Harcsa. Akadémiai Kiadó, Vol. 59., pp. 593-596.
- Nádasy E., Nádasy M., (2006): Some harmful or useful environmental effects of nitrogen fertilizers. Cereal Research Communication 34. (1): 49- 52 pp.
- Nagy V.; Štekauerová V.; Šútor J.; Milics G. (2008): Felszín alatti vízkészletek – a talajnedvesség mint megújuló energiaforrás. A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a kárpát-medencében c. nemzetközi konferencia. (lektorált konferenciakötet) Pécs. 37-46. p. Kiadja az MTA Regionális Kutatások Központja. ISBN 978 963 9899 05 6
- Németh T., (1996): Talajaink szervesanyag-tartalma és nitrogénforgalma. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest
- Németh T., Pálmai O., Horváth J., (2006): Evaluation of the N- fertilization of winter wheat based on the N_{min} - method in farm practice. Cereal Research Communication 34. (2): 589- 592 pp.
- Peczник J. (1976): Levéltrágyázás In: Harmati I. (1987): A tápanyagok szerepe. Ed: Barabás Z. (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági kiadó, Budapest 356 p.
- Szalay D. K., Farkas I., Szalay D. (2009): Evaluation of nutrient supply as abiotic stressor on winter wheat *Triticum aestivum* L. performance. Cereal Research Communication 37. (2): 21- 24 pp
- Szentpétery Zs., Jolánkai M., Kleinheincs Cs., Szöllösi G., (2005): Effects of nitrogen topdressing on wheat. Cereal Research Communications 2- 3 619- 627pp.
- Tőkés G., (2007): Növekedésszabályzók és növénykondicionáló szerek használata a kertészeti és szántóföldi növénytermesztésben. 12. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum, Debrecen 206- 213 pp.
- Yang C., Everitt J. H., Bradford J. M., Murden D. (2009): Comparison of airborne multispectral and hyperspectral imagery for estimating grain sorghum yield, Transaction of the ASABE, 641-651 pp.

Abstract

THE POSSIBILITY TO SEGREGATE DIFFERENT NUTRITION LEVELS USING SPECTRAL ANALYSIS IN WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

KORNÉL D. SZALAY^{1,3}, ÁKOS TARNAWA², ISTVÁN BALLA², IMRE T. TOLNER³
AND LÁSZLÓ FENYVESI³

¹ Szent István University, Outer Agricultural Technical Department

² Szent István University, Doctoral School of Plant Sciences, Gödöllő

³ Hungarian Institute of Agricultural Engineering, Gödöllő

2103-Gödöllő, Páter K. u. 1. e-mail: szalay@fvmmi.hu

The hyperspectral remote sensing has greatly improved the efficiency of remote sensing technology, which incidentally proved to be appropriate to analyse large areas according to different quantity and quality parameters in a fast and economic way. Hyperspectral technology can be fitted exquisitely in the agricultural production, in the environment protection and in several other industrial applications according to quantity and quality evaluation methodology. In the following experiment we are analysing different nutrition levels of the 'Alföld 90' winter wheat variety using field spectroradiometer in the wavelength of 350 and 2500 nm. In the experimental arrangement different nutrition levels were applied on 10 m² plots which were studied according to quantity and quality parameters. The treatments were carried out in agronomic replicated blocks. In order to identify the correlations, beyond the spectral analysis we evaluated plant height (cm), ear size (cm), yield (kg/10m²) and quality parameters to make comparative examinations.

Keywords: spectroradiometry, reflectance, winter wheat, nutrient supply