
Különböző spektrális felbontású távérzékelési adatforrások alkalmazási lehetőségei az agrár-környezetvédelemben

Burai Péter – Pechmann Ildikó

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,
Mezőgazdaságtudományi Kar,
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen
pburai@gissserver1.date.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A hiper- és multispektrális technológiát széles körben használják a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben. A mezőgazdasági erőforrás-kutatás mellett a környezetvédelmi problémák felmérésére is jól alkalmazhatóak az egyes távérzékelési módszerek. Jelenlegi munkánkban a légi hiper- és multispektrális, illetve kézi multispektrális kamerával készített felvételeket hasonlítottuk össze a mintaterület háttéradataival. A hiperspektrális felvételeket 80 csatornás légi spektrométerrel (Digital Airborne Imaging Spectrometer /DAIS 7915/) készítették, 2002. augusztusban. Vizsgálati mintaterületnek két intenzíven művelt alföldi gazdaságot jelöltünk ki, ahol nagyobb méretekben is jelentkezik a földhasználatból és öntözésből eredő talajleromlás, gyomosodás. További felvételeket készítettünk TETRACAM ADC típusú szélessávú multispektrális kamerával földről és repülőről. A készülék a kék, a zöld és a közeli infra tartományban készít digitális felvételeket. A mintaterületek környezeti állapotáról részletes GIS adatbázis állt rendelkezésünkre. A 2002-es év tavaszi és nyári aspektusában gyom- és vegetáció térképet készítettünk. A talajok sótartalmának vizsgálatra 2003-ban egy 80x100 m-es területen részletes felmérést végeztünk. A felvételek elemzése során az adatok megbízhatóságát, illetve az egyes csatornák és a földhasználat, talajok típusa, só-, pH-, tápanyagtartalma, gyomosodottsága közötti kapcsolatot vizsgáltuk. A hiperspektrális felvételek esetében a célunk a megfelelő csatornakombinációk kiválasztása és elemzése volt. A TETRACAM ADC kamerával különböző vegetációs időszakban készítettünk felvételeket, amelyből borítottságot, NDVI és SAVI indexet számoltunk. A célunk egy háttér információkon alapuló, speciálisan a szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásainak elemzését segítő spektrális könyvtár felállítását volt.

Kulcsszavak: Levélfelület-index, távérzékelés, párolgatás, multispektrális és hiperspektrális felvételek

SUMMARY

Hyper and multispectral imaging systems are widely used in agricultural and environmental protection. Remote sensing techniques are suitable for evaluating environmental protection hazards, as well as for agriculture resource exploration. In our research we compared aerial hyper and multispectral images, as well as multispectral digital camera images with the background data from the test site. Hyperspectral records were obtained using a new 80-channeled aerial spectrometer (Digital Airborne Imaging Spectrometer /DAIS 7915/). We have chosen two farms where intensive crop cultivation takes place, as test sites, so soil degradation and spreading of weeds can be intensive as a result of land use and irrigation. We took additional images of air and ground with a TETRACAM ADC wide band multispectral camera,

which can sense blue, green and near infrared bands. We had detailed GIS database about the test site. Weed and vegetation map of the area in the spring and the summer was made in 2002. For soil salt content analysis, we gathered detailed data from an 80x100 m area. When analyzing the images, we evaluated image reliability, and the connection between the bands and the soil type, pH and salt content, and weed mapping. In the case of hyperspectral images, our aim was to choose and analyze the appropriate band combinations. With a TETRACAM ADC camera, we made images at different times, and we calculated canopy, NDVI and SAVI indexes. Using the background data mentioned above, the aim of our study was to develop a spectral library, which can be used to analyze the environmental effects of agricultural land use.

Keywords: Leaf area index (LAI), remote sensing, evapotranspiration, multispectraland, hyperspectral images

BEVEZETÉS

A távérzékelés legnagyobb potenciális felhasználója a mezőgazdaság. Ez azzal magyarázható, hogy a mezőgazdaság használja fel a legtöbb megújuló természeti erőforrást (Lóki, 1996). A távérzékelés fizikai alapja a többnyire szoláris eredetű elektromágneses sugárzás spektrális eloszlásának, illetve a sugárzás változásának detektálása. A felszínre érkező elektromágneses sugárzást a felszín anyagi tulajdonságaitól és geometriai szerkezetétől függően bocsátja ki, vagy veri vissza (Zilinyi, 1995). Különböző spektrumú és felbontású távérzékelési adatforrásokat használhatunk fel környezetünk értékelésére a precíziós hiperspektrális felvételektől kezdve a globális meteorológiai folyamatokat vizsgáló műholdfelvételekig. A sokcsatornás, nagy felbontású adatforrások a reflektancia ismeretében pontos környezeti állapotfelmérésre is alkalmasak, míg a meteorológiai és erőforrás-figyelő műholdak adatait nagyobb területek hosszú távú folyamatainak megfigyelésére használják. Előnye a távérzékeléssel nyert adatoknak, hogy nagy területre általánosíthatók, és így a megfigyelés költségei jelentősen csökkenthetők. A távérzékelést a mezőgazdasági gyakorlatban a földhasználat értékelésére, a természet növények elkülönítésére, biomassza meghatározásra, termésbecslésre, a talajok vizsgálatára alkalmazzák. Az agrár-környezetvédelem egyik nagy problémája a földterületek környezeti állapotának hiányos ismerete. Az adatfrissítés a legtöbb esetben költséges

és az alkalmazott módszerek gyakran csak pontszerű adatokat szolgáltatnak. A távérzékeléssel lehetőség nyílik a talaj-növény rendszerről a térben folyamatos, valós idejű információhoz hozzájutni, hogy közben a vizsgált közegben semmilyen változást nem idézünk elő.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hiperspektrális felvételeket a német Geophysical Environmental Research corp (GER) intézet 80 csatornás DAIS 7915 (Digital Airborne Imaging Spectrometer) légi spektrométerével készítették. Az új szenzor spektrális tartománya a látható fénytartománytól az infra hőtartományig terjed különböző sávokban. A térbeli felbontása 3 m. 8000-12000 nm között 7 spektrális csatorna alkalmas a földi objektumok hő és emissziós értékeinek mérésére. Ezek és a 72 keskeny sávú csatorna alkalmas a 450-2450 nm között észlelhető talaj/növény interakció vizsgálatára. A felvétel spektrális jellemzőit az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat

A DAIS 7915 spektrális jellemzői

Hullámhossz tartomány, nm(1)	Csatornák (2)	Sáv-szélesség(3)	Detektor*(4)
400 - 1000	32	15-30 nm	Si
1500 - 1800	8	45 nm	InSb
2000 - 2500	32	20 nm	InSb
3000 - 5000	1	2.0 μ m	InSb
8000 - 12600	6	0.9 μ m	MCT

*Fő radiometriai paraméterek

Forrás: Chang et al., 1993

Table 1: Spectrometer Characteristics of DAIS 7915 wavelength range(1), bands(2), bandwidth(3), detector(4)

A 80 különböző hullámhosszú fényimpulzusokat rögzítő felvétel más-más spektrum tartományt rögzít. Így a különböző képek digitális összehasonlításával olyan objektumokat tudunk kiválasztani, melyek megkülönböztetése az egy csatornás felvétel esetén nem lehetséges, illetve a hagyományos erőforrás figyelő műholdaknál (pl. Landsat TM, SPOT) nagyságrendileg hatékonyabb. A légi hiperspektrális felvétel (1. ábra) mellett TETRACAM ADC szélesspektrumú multispektrális kamerával készítettünk felvételeket a mintaterületről repülőről és földről. A kamera a kék, a zöld és a közeli infra tartományban készít digitális felvételeket 1,3 millió dpi felbontásban. A készülékkel nagy számú felvételt készíthetünk, amellyel elsősorban a biomasza nagyságát, a borítottságot, illetve a víztartalom változását vizsgálhatjuk. A vizsgálat helyszíne a Hajdúböszörmény mellett fekvő Tedej Rt. tulajdonában lévő 1500 ha-os Puszta terület, és a Debreceni Egyetem ATC látóképi Növénytermesztési Kísérleti Telep és Tanüzem volt. A munkaterületek környezeti állapotáról részletes adatbázis állt rendelkezésünkre. Topográfiai térképek és légifotók felhasználásával készített terepmodell,

részletes digitális talajgenetikus, valamint belvíz térkép, kiegészítve a közvetlenül lerepülés előtt felvett talajnedvesség és tömörödöttségi adatokkal. A talaj-tömörödöttségi vizsgálatot végeztünk 3T system rendszerrel 0,7 m mélységig 1 cm-es vertikális felbontásban, a talajnedvességet TRIME FM-2, TDR elven működő eszközzel mértük. A Tedej Rt. és a látóképi telep táblatorzskönyvei részletes háttéradatokkal szolgáltak a földhasználat és a tápanyagmérleg elemzéséhez, valamint a 2002-es év tavaszi és nyári aspektusában részletes gyom- és vegetáció térkép készült.

1. ábra: A vizsgálati terület hiperspektrális képe a táblakiosztással

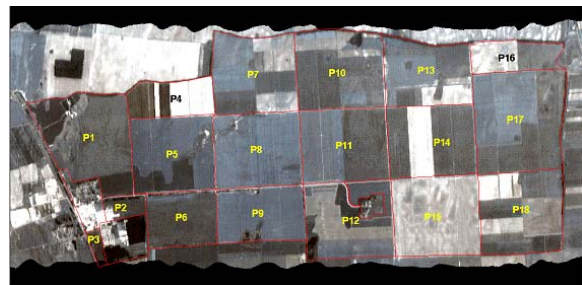


Figure 1: The hyperspectral image of the investigated area and its dividing in cultivated fields

Cönológiai felvételezésre kerületek a terület gyomfoltjai, a csatornákat kísérő nádasok és a higrágya-tavat övező vegetáció. A talajok szikesedési folyamatait részletesen vizsgáltuk, elektromos vezetőképességének mérésére egy egyenáramú berendezést használtunk, mely négy elektródás rendszerrel működik, 1 kHz frekvenciával. A műszerrel néhány deciméter, maximum egy méter mélységig mérhető a talaj átlagos fajlagos ellenállása. A méréseket kvadrátonként kétszeri ismétléssel két mélységben, 20 cm-ként (0-40 cm-ig) végeztük el. A terepi adatok kalibrálására minden 16-ik kvadrátokból, szintén négy mélységből, 10 cm-ként bolygatott talajmintát vettünk laboratóriumi elemzésre. A talajmintákból meghatároztuk a gravimetriás talajnedvesség tartalmát 105 °C-on történő hevítéssel. A légszáraz darált talajmintákkal 1:2,5 talaj:víz arányú szuszpenziót készítettünk és ebben mértük szabvány szerint a pH-t és az elektromos vezetőképességet (EC_{2,5}). A hiperspektrális felvételt ERDAS 8.6 térinformatikai szoftverrel transzformáltuk EO-vetületi rendszerbe. Így a területről gyűjtött összes információ azonos vetületbe került, ami lehetővé tette az adatintegrálást és a képi elemek értékelését. A TETRACAM ADC multispektrális kamerával készített felvételeket Briv 32 szoftverrel dolgoztuk fel, és számítottunk különböző indexeket.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A hiperspektrális felvételek feldolgozását az ERDAS IMAGINE 8.6 szoftverrel végeztük el. A felvétel geometriai transzformációja után az egyes

csatornák reflektancia értékeit összehasonlítottuk a növényállománnyal, az egyes talajtípusokkal és a talaj főbb fizikai tulajdonságaival, tápanyagtartalmával. A geometriai transzformáció után ellenőrizetlen osztályba-sorolást végeztünk, majd azonosítottuk a különböző természetű növények, mesterséges objektumok és szabad vízfelület (csatornák, trágyató) színeit (2. ábra).

2. ábra: A vizsgálati terület ellenőrizetlen osztálybasorolása

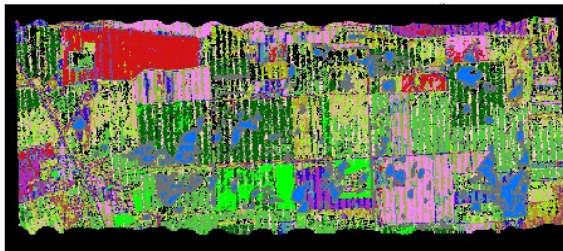


Figure 2: Unsupervised classification of the experimental site

3. ábra: Talajtípusok reflektancia értékei a tedeji mintaterületen

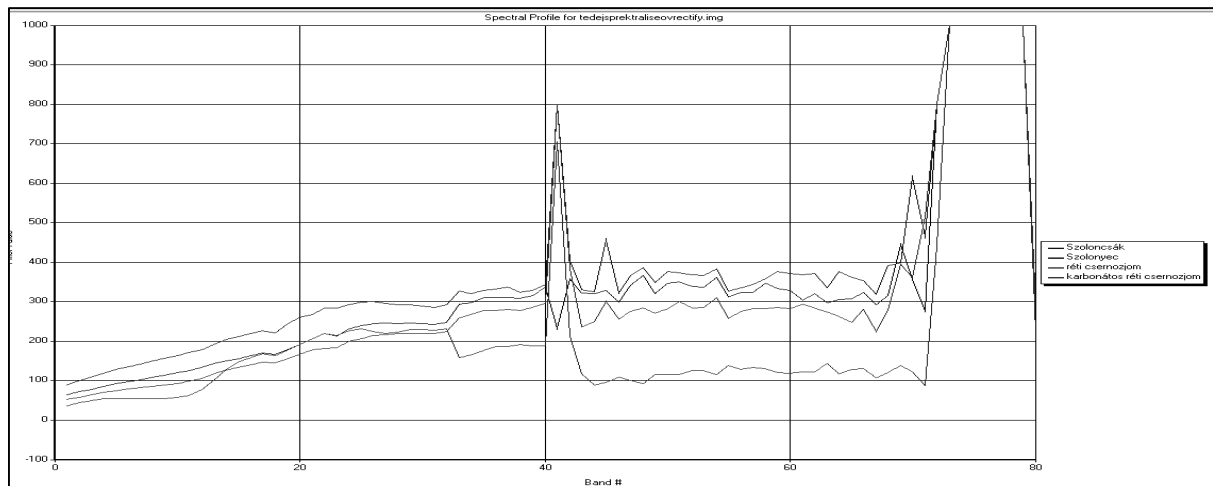


Figure 3: Spectral profile of some soil types

A vizsgálatok másik területe a biomasszában a gyom- és a kultúrnövények differenciált vegetációs értékelése volt. Az elemzés során vizsgáltuk, hogy alkalmazható-e a hiperspektrális technológia a talaj-növény rendszer biológiai, kémiai és fizikai állapotának értékelésére, valamint a gyomfoltok megjelenésének ökológiai okainak felfedésére. Részletes vizsgálatot végeztünk egy kevert állományú 80×100 m-es mintaterületen, ahol a szikesedési folyamatokat vizsgáltuk. A terepen és a laboratóriumban mért elektromos vezetőképesség adatoknál elvégzett korrelációs számítások alapján a felső 10 cm-es rétegben mért értékek szignifikáns korrelációt mutattak, így a továbbiakban a sótartalom becslésére az ebben a szintben mért terepi EC értékeket használtuk fel.

A természetű növények spektrumának leválogatásához Detrekői és Szabó (2003), Bill (1999), valamint Tucker (1979) ajánlatai alapján választottuk ki azt a három sáv szélességet, melynek kombinációjában egyértelműen osztályozhatók a kultúrnövények. A három csatorna: 2.(0,514 μm), 20.(0,832 μm), valamint a 9.(0,639 μm). Agrár-környezetvédelmi vonatkozásban a talajhasználatot, vízgazdálkodás hatásait, a gyomosodást vizsgáltuk a mintaterületen. A földértékelés egyik gyakori problémája a talajtípusok beazonosítása. Hazánk teljes területéről hozzáférhetőek a talajtani térképek, ám azok méretaránya és a kora miatt nem minden esetben felel meg az egzakt földértékelésnek. Minden egyes talajtípusnak megvan a saját reflektancia értéke, amely a talajásványi és szerves anyagainak a minőségi és mennyiségi jellemzőitől függ. Mindkét mintaterületről részletes talajtérkép állt rendelkezésünkre, amelyek segítségével sikerült beazonosítani az egyes talajok jellemző spektrális tulajdonságait (3. ábra).

A terepen mért vezetőképesség (EC) és a hiperspektrális felvétel reflektancia értékei között számított regresszió bizonyította a módszer eredményességét (2. táblázat).

A hiperspektrális képek vizsgálata mellett a TETRACAM ADC típusú kamerával is készítettünk felvételeket. A kamera nagy előnye, hogy gyorsan és alacsony költséggel tudunk felvételeket készíteni. A készüléket elsősorban mezőgazdasági célra használják a vegetáció vizsgálatára. A használat során NDVI és SAVI index, borítottság (4. ábra) vizsgálatára alkalmaztuk. Különböző szántóföldi kultúra és gyomos tarlóról készítettünk képeket. A gyakorlatban számított LAI értékekkel összehasonlítva szoros korrelációt állapítottunk meg a mért és a számított értékek között.

SPSS 11.0 szoftverrel számított lineáris regresszió a reflektancia és a vezetőképesség értékei között

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
12	(Constant)	4,605	,398		11,568	,000
	REF40	-1,17E-02	,003	-,941	-3,826	,000
	REF52	2,307E-02	,003	2,636	6,848	,000
	REF5	-7,10E-02	,007	-,890	-10,245	,000
	REF61	-8,79E-03	,002	-1,088	-3,607	,000
	REF67	4,168E-03	,001	,476	3,279	,001
	REF45	1,027E-03	,001	,199	1,997	,047

^a Dependent Variable: EC2_5
 EC 2.5 = Constant + a1*REF40 + a2*REF52 + a3*REF5 + a4*AREF61 + a5*REF67 + a6*REF
 R = 0,825

Table 2: Linear regression between reflectance and EC data with the program SPSS 11.0

4. ábra: Növényborítottság vizsgálata kukoricában

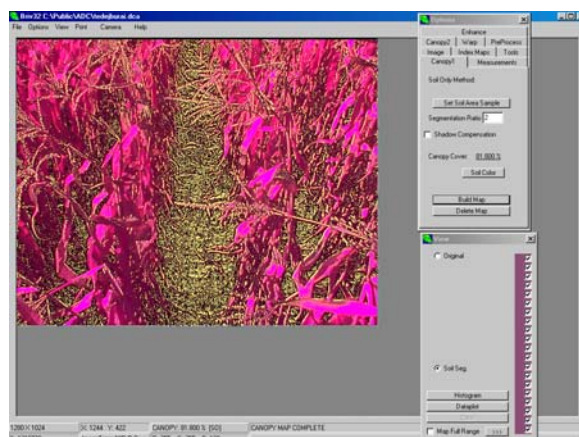


Figure 4: Calculated canopy cover in maize

KÖVETKEZTETÉS

Az eddigi kutatási eredmények azt mutatják, hogy a mezőgazdasági távérzékelés klasszikus kérdéseire – földhasználat, termésbecslés, vízgazdálkodás, talajvédelem – a 80 csatornás felvétel megbízható adatokat nyújt. Ez a hagyományos erőforrás figyelő műholdak adatainál nagyságrendekkel nagyobb adatbizást biztosít felbontásban és csatornaszámban egyaránt. Az összetett és részletes környezeti terhelésre vonatkozó kérdések megválaszolása azonban csak megfelelő háttér információk birtokában alkalmazható és meg kell vizsgálni, az egyes tulajdonságok spektrális elemzésének megbízhatóságát. A hiperspektrális távérzékelés differenciált elemzésre is alkalmas, míg a TETRACAM ADC multispektrális kamera a vegetáció elemzésében bizonyult hatékony eszköznek. Jövőbeni kutatásainkban háttér információkon alapuló, speciálisan az agrár-környezetvédelmi hatások elemzését segítő spektrális könyvtár felállítására szeretnénk helyezni a hangsúlyt.

IRODALOM

- Bill, R. (1999): Grundlagen der GEO-Informationen-Systeme. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg
- Chang, S.-Westfield, M. J.-Lehmann, F.-Oertel, D.-Richter, R. (1993): A 79 – Channel Airborne Imaging Spectrometer. SPIE. 1937. 164-172.
- Detrekői Á.-Szabó Gy. (2003): Térinformatika. Nemzeti Tankönyv Kiadó, 102-107.
- Lóki J. (1996): Távérzékelés. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen
- Tucker, C. J. (1979): Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment, 8. 127-150.
- Zilinyi V. (1995): Természetes felszínek spektrális reflexiók tulajdonságai, és hasznosításuk az optikai távérzékelés interpretációjában. Egyetemi Doktori Értekezés, DATE, MTK, Debrecen, 24-43.