

Talajdegradációs folyamatok vizsgálata nagy felbontású távérzékelte adatforrások alapján

Burai Péter – Tamás János

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

ÖSSZEFOGLALÁS

A szikesedés elsősorban az alföldi területek talajdegradációs problémája, a művelt területek közel 20%-át érinti. A másodlagos szikesedés a vízrendezett és az öntözött területeken fokozottan jelentkezik. A szikesedési folyamatok tér és időbeli vizsgálatának egy lehetséges eszköze a távérzékelte adatok elemzése. A kutatási területnek a tedeji gazdaság P5-ös táblájának 100*250 m-es őszi búzával vetett területét választottuk. A mintaterületen részletes geodéziai felmérést végeztünk, és 10*10 m-es térközben talajmintát vettünk, amelyet laboratóriumban elemeztünk (vezetőképesség, AK, pH). További méréseket végeztünk a mintaterület búza állományának vegetációs vizsgálatának céljából (biomassza, szármagasság, szemtömeg). Kutatásunk során TETRACAM ADC multispektrális kamerával készített, alacsony repülési magasságból (300-500 m), nagy geometriai felbontású (0,2-0,4 m), multispektrális légi felvételek adatait hasonlítottuk össze a mintaterület szikesedési tulajdonságait reprezentáló sótartalom változással és növényi tulajdonságokkal. A multispektrális felvétel vörös (620-750 nm), közeli infra (750-950 nm) csatornáinak reflektancia értékeiből Normalizált Vegetáció Indexet (NDVI) számítottunk, amelyet összehasonlítottunk a földi adatokkal. Az NDVI adatok és a vezetőképesség között szoros korrelációt tapasztaltunk, a multispektrális felvételekből készített NDVI térkép segítségével térben jól lehatárolhatók a magas sótartalmú területek. További szoros korrelációt tapasztaltunk az NDVI érték és a szentermés között, így termésbecslésre is használhatóak a felvételek. Az alacsony repülési magasságból nagy térbeli felbontású képek készíthetőek (20-40 cm) és a légkör zavaró hatása is kevésbé érvényesül, azonban romlik a képek nagyobb területekre történő használhatósága.

Kulcsszavak: távérzékelés, térinformatika, szikesedés, NDVI

SUMMARY

Soil salinity is the main problem of soil degradation in the Grate Plain with cultivated area of 20% affected. Its influence is accelerated on the water managed and irrigated lands. Remote sensing can significantly contribute to detecting temporal changes of salt-related surface features. We have chosen a farm where intensive crop cultivation takes place as a test site as soil degradation can be intensive as a result of land use and irrigation. In order to evaluate soil salt content and biomass analysis, we gathered detailed data from an 100x250 m area. We analyzed the salinity property of the samples. In our research we used a TETRACAM ADC multispectral camera to take high resolution images (0,2-0,5 m) of low altitude (300-500 m). A Normalized Vegetation Index was computed from near infrared (750-950 nm) and red (620-750 nm) bands. This data was compared with the samples of investigated area. Analyzing the images, we evaluated image reliability, and the connection between the bands and the

soil properties (pH, salt content). A strong correlation observed between NDVI and soil salinity (EC) makes the multispectral images suitable for construction of salinity map. A further strong correlation was determined between NDVI and yield.

Keywords: remote sensing, GIS, soil salinity, NDVI

BEVEZETÉS

A szikesedés a talajdegradációs folyamatok közül napjainkban világszerte komoly problémát jelent, mértéke meghaladja az 1 billió ha-t, területi növekedésében jelentős szerepe van a vízrendezésnek és az öntözésnek. Hazánk mezőgazdaságilag művelt területeinek megközelítőleg 20% szikes terület (Várallyay, 1981). A szikesedési folyamatok tér és időbeli vizsgálatának egy lehetséges eszköze a távérzékelte adatok elemzése. A szikes talajok spektrális vizsgálata során tapasztalható, hogy az eltérő ásványi jellemzők jelentősen befolyásolják a spektrális tulajdonságokat (Siegal és Gillespie, 1980; Mulders, 1987). A különböző szikesedési kategóriák sikeresen meghatározhatók fedetlen talajok esetében (Zilinyi, 1995; Tóth, 2002), illetve natív vegetációk esetében az indikátor társulások meghatározásával (Pechmann et al., 2003). Természetes társulások estében a növekvő szikesedési fok, sótartalom, pH nem feltétlenül okoz biomassza csökkenést (Tóth, 2002), mivel a szikes területeken sokszor magasabb biomassza hozamú fajok tenyésznek, mint a környezetük társulásai. A szántóföldi művelésbe vont területeken gyakran találkozhatunk foltszerű, gyakran a másodlagos szikesedés hatására (elsősorban az öntözés) kialakult, káros sótartalmú talajfoltokkal, ahol kedvezőtlen a talaj művelhetősége és a talajadottságok miatt kisebb terméseredmény várható (Datta et al., 1998).

A vegetáció elemzésére elsősorban a növények szöveti sajátosságaiból eredő látható 400-700 nm és a közeli infra 700-1300 nm tartományok spektrális elemzése a legalkalmasabb (Cracknell és Hayes, 1993). A biomassza vizsgálatok egyik általánosan elterjedt módszere a közeli infra és a vörös csatornák reflektancia értékeiből számított Normalizált Vegetációs Index használata (John és Walter, 1995; David et al., 1999). A távérzékelési eredmények megbízhatóságát elsősorban a térbeli és a spektrális felbontás határozza meg (Condit, 1970), azonban a felhasználhatóságát a felvételek nagysága, hozzáférhetősége, visszatérési idő nagyban befolyásolja (Metternicht és Zinck, 2003).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálat helyszíne a Hajdúböszörmény mellett fekvő Tedej Rt. tulajdonában lévő 1500 ha-os Pusztaság terület volt. A munkaterületek környezeti állapotáról részletes adatbázis állt rendelkezésünkre. Talajtani térkép felhasználásával, és területbejárás tapasztalatai alapján a P5 táblán 100*250 m-es mintaterületet jelöltünk ki. A mintaterületen őszi búzát termesztettek azonos agrotechnikai kezelést alkalmazva a teljes sávban. Részletes geodéziai felmérést alkalmaztunk a domborzati és lefolyási viszonyok elemzésének céljából. A mintaterületet 10*10 m-es rácshálóra bontottuk és 10-30 cm mélységből bolygatott talajmintát vettünk laboratóriumi elemzésre, a mintavételi pontok helyzetét Trimble GPS készülékkel rögzítettük. A légszáraz darált talajmintákból 1:2,5 talaj:víz arányú szuszpenziót készítettünk és ebben mértük szabvány szerint a pH-t és az elektromos vezetőképességet ($EC_{2,5}$). A vezetőképesség értékekből Surfer 8.0 szoftver segítségével vezetőképesség térképet interpoláltunk, amelynek értékei EOV vetületi rendszerben az 1. ábrán láthatóak.

1. ábra: A mintaterület vezetőképesség ($\mu S/cm$) térképe a digitális terepmodellel (DTM) és mintavételi pontokkal

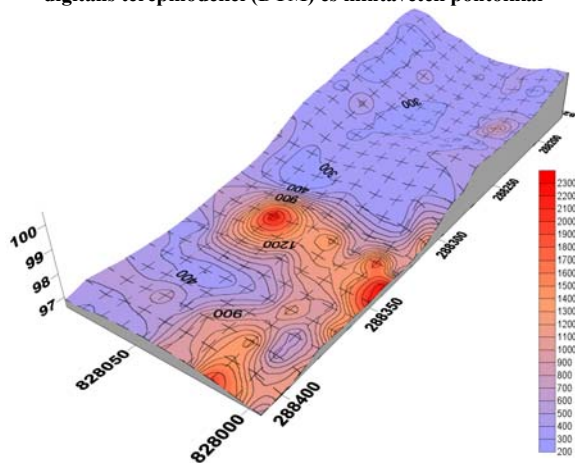


Figure 1: Electric conductivity ($\mu S/cm$) and Digital Terrain Model (DTM) with sample points in the investigated area

A multispektrális felvételek készítéséhez TETRACAM ADC digitális multispektrális kamerát használtunk.

A kamera technikai paraméterei:

- csatornák: zöld (520-600 nm), vörös (620-750 nm), közeli infra (750-950 nm),
- digitális felbontás: 1280*1020 pixel= 1,3 Megapixel (Motorola CMOS),
- optika: 8,5 mm, 1:1,3, 2/3'.

A kamerával motoros sárkányrepülőről, 300 és 500 m magasságban készítettünk felvételeket. A felvételek geometriai felbontása 20-40 cm. A felvételek feldolgozására Briv32, ENVI 4.0, ERDAS 8.6 szoftvereket használtunk. A geometriai transzformációt (EOV vetületi rendszerbe) 1:10.000 topográfiai térképek segítségével elsőrendű polinominális transzformációval végeztük el. A felvételek átlagos RMS (Root Mean Square) értéke 1-3 m.

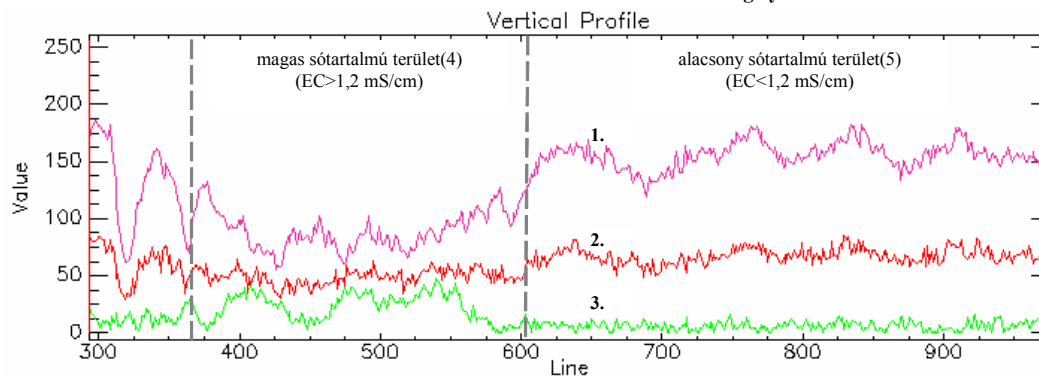
A felvételeket 2004. március-június közötti időszakban 5 alkalommal készítettük. A felvételek közül a májusi időszak felvételét használtuk, ekkor az őszi búza borítása még a magas sótartalmú területeken is meghaladta a 80%-ot, így a reflektancia értéket elsősorban a növényállomány határozta meg.

EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

A TETRACAM ADC kamerával készített felvételekből NDVI értéket számítottunk. A vegetációs index használatának előnye, hogy könnyebb összehasonlítást eredményez, illetve a biomasszát meghatározó közeli infra és vörös csatornákból számít értékeket. Az egészséges, nagyobb biomasszájú vegetációnak nagyobb a közeli infra és a vörös tartomány reflektancia értékek közötti hányadosa, mint a kisebb biomassza tömegű állományok esetében. A fenti összefüggés megfigyelhető a mintaterület É-D tengelyében (2. ábra).

A reflektancia értékekből kiszámítottuk a terület NDVI térképét (3. ábra) az alábbi összefüggés felhasználásával.

2. ábra: A mintaterület reflektancia értékei az É-D tengelyben



1. közeli infra-(1), 2. vörös-(2), 3. zöld csatorna(3)

Figure 2: The reflectance value of the investigated area of the vertical profile

1. near infrared-(1), 2. red-(2), 3. green band(3), high EC area(4), low EC area(5)

3. ábra: A mintaterület NDVI térképe

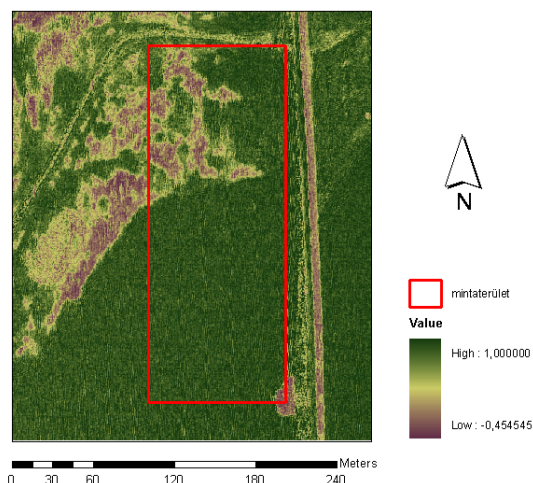
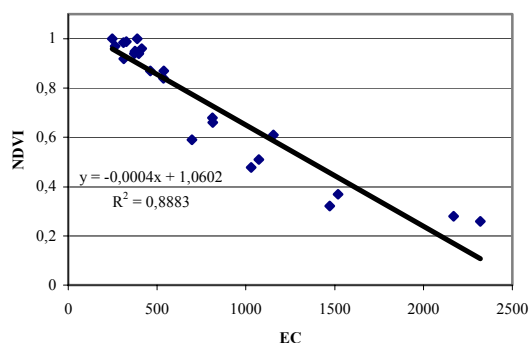
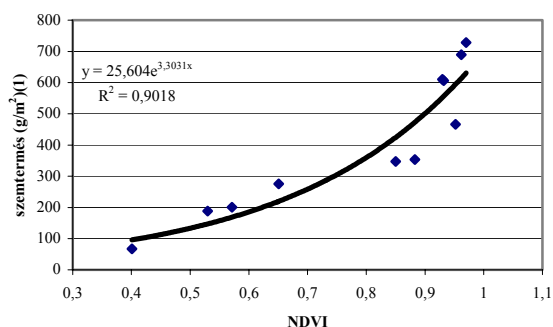


Figure 3: The NDVI image of the investigated area

A számított NDVI térkép és a vezetőképesség (EC) értékeit összevetve (4. ábra) szoros korrelációt találtunk ($R^2=0.88$), a sótartalom fordítottan arányos az NDVI értékkel.

 4. ábra: Normalizált vegetációs index (NDVI) és vezetőképesség [EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)] közötti összefüggés ($n=22$)

 Figure 4: Correlation between NDVI and EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ($n=22$)

További vizsgálatokat végeztünk a terepi biomassa-mintavétel értékeivel. A számított NDVI érték és a szármagasság között ($R^2=0.76$), illetve az NDVI szemertermés között (5. ábra) szoros korrelációt találtunk ($R^2=0.90$).

 5. ábra: Normalizált vegetációs index (NDVI) és szemertermés (g/m^2) közötti összefüggés ($n=11$)

 Figure 5: Correlation between NDVI and yield (g/m^2) ($n=11$) yield (g/m^2)(1)

KÖVETKEZTETÉSEK

A terepen mért adatokat (vezetőképesség, a szintezés valamint a terepi mérések eredményeit) összevetve a TETRACAM ADC kamerával készített és feldolgozott felvételekkel az eredményeink alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

- Az alacsony repülési magasságból TETRACAM ADC kamerával készített felvételek a hagyományos távzérkelt felvételekhez képest nagyobb geometriai felbontásúak, pontosabb térbeli lehatárolást biztosítanak.
- A multispektrális felvételekből készített NDVI térkép segítségével térben jól lehatárolhatók a magas sótartalmú területek.
- A sótartalom növekedése fordítottan arányos a szármagasság és a biomassa-tömeggel.
- Az NDVI érték és a szemertermés között szoros korrelációt tapasztaltunk, így termésbecslésre is használhatóak a felvételek.
- Az alacsony repülési magasságból készített (300-500 m) felvételekkel nagy térbeli felbontású képek készíthetők (20-40 cm) és a légkör zavaró hatása is kevésbé érvényesül, azonban a rektifikáció során, a helyszíntől függően az átlagos pozíciós hiba (RMS) 1-5 m között változik.
- A nagyobb RMS (Root Mean Square) értékű felvételek esetében a térbeli pontosságot növelhetjük a képek mozaikolásával.

IRODALOM

- Condit, L. (1970): The spectral reflectance of American soils. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 36. 955-966.
- Cracknell, A. P.-Hayes, L. W. B. (1993): Introduction to remote sensing. Taylor and Francis, London, 279.
- Datta, K. K.-Sharma, V. P.-Sharma, D. P. (1998): Estimation of a production function for wheat under saline condition. Agricultural Water Management, 36. 85-94.
- David, P. T.-Warren, B. C.-Robert, E. K.-Karin, S. F.-John, M. B. (1999): Relationships between Leaf Area Index and Landsat TM Spectral Vegetation Indices across Three Temperate Zones Sites. Remote Sensing of Environment, 70. 52-68.
- John, C. P.-Walter, C. B. (1995): Leaf Area Index Estimation from Visible and Near-Infrared Reflectance Data. Remote Sensing of Environment, 52. 55-65.
- Metternicht, G. I.-Zinck, J. A. (2003): Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. Remote Sensing of Environment, 85. 1-20.
- Mulders, M. (1987): Remote sensing in soil science. Development in soil science. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 379.
- Pechmann I.-Tóth T.-Tamás J.-Kardeván P.-Róth L.-Burai P.-Katona Zs. (2003): Eltérő talajsótartalmú növényzeti foltok elkülönítése hiperspektrális technológiával. Földminőség és földhasználati információ, Keszthely

Shonk, J. W.-Gaultney, L. D.-Schulze, D. G.-van Scoyoc, G. E. (1991): Spectroscopic sensing of organic matter content. Transactions of the ASAE, 34. 5. 1978-1984.

Siegal, B.-Gillespie, C. (1980): Remote sensing in geology. Wiley, New York

Tóth T. (2002): Szikes talajok tér- és időbeli változatossága. MTA Doktori Értekezés, Budapest

Várallyay, Gy. (1981): Extreme moisture regime as the main limiting factor of the fertility of salt-affected soils. Agrokémia és Talajtan, 30. 73-96.

Zilinyi V. (1995): Természetes felszínek spektrális reflexiós tulajdonságai, és hasznosításuk az optikai távérzékelés interpretációjában. Doktori Értekezés, DATE, MTK, Debrecen, 24-43.