



Precíziós gyümölcsstermesztés térinformatikai rendszerének kiépítése

Fórián T., Nagy A., Tamás J.

Debreceni Egyetem, AGTC, MÉK, Viz- és Környezetgazdálkodási Intézet, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A modern térinformatikai programok lehetővé teszik a szakemberek számára, hogy az eddigieknél részletesebb adattartalommal rendelkező fajtatérképeket hozzanak létre, amelyet a rendszer síkban és térben egyaránt képes megjeleníteni. A rendszer által biztosított lehetőségeknek köszönhetően a gyümölcsstermesztés tudományterületén jelentősen kibővült ezzel a kutatási módszerek köre. A Debreceni Egyetem Pallagi Kertészeti Kísérleti Telepén létesített jégfalós, alma fajtagyűjtemény területén végeztük vizsgálatainkat. A fajtakísérletek során, azonos ültetvényen belül különböző korú és térállású alanyokon végeznek metszési, öntözési, hozam, agrometeorológiai és jégvédelmi kísérleteket. Kutatásunk célja, hogy a terepen végzett vizsgálatok eredményeit egy térinformatikai adatbázis segítségével jelenítsük meg, illetve elemezzük ki. A termőterületről térinformatikai és távérzékelési módszerek használatával, földrajzi koordinátákkal ellátott információs rendszer készült, mely tartalmazza a fajtanevet, a telepítési-, és talajtani adatokat, valamint a gyümölcsfákra vonatkozó paramétereket. Talajtani felmérések alapján a terület fizikai félesége homok, azonban a vízgazdálkodási paraméterek illetve a talajellenállás értékei alapján jól lehatárolható tömörödött rétegek találhatóak a 30-40 cm-es zónában. Az attribútum tábla segítségével történő logikai lekérdezés jelentősen meggyorsítja a vizsgálatokat, mivel az adatok integrálása révén olyan térhelyes - fa szintű - elemzéseket tesz lehetővé, mely a hagyományos (papír alapú) dokumentációk segítségével nem valósítható meg. Ezek alapján meghatározhatóak azok a területek, ahol közép-mély talajlazítást szükséges végezni, valamint azok a területek ahol talajjavítás, illetve mikroelem trágyázás szükséges. (Kulcsszavak: gyümölcsstermesztés, térinformatika, távérzékelés)

ABSTRACT

Organizing of the geoinformatics system of precision fruit-growing

T. Fórián, A. Nagy, J. Tamás

University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences
Institute of Water and Environmental Management, H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

The modern geographical information programmes make possible to the professionals to create species-maps with more detailed data than earlier, which can display in 2D or 3D. Thanks to the possibilities ensured by the system it flared the scope of the investigational methods in case of several disciplines. We have carried out examinations in the apple-plantation of the Horticulture Investigational Station in Pallag of the University of Debrecen being part of an ice-net. Within a plantation consisting of same species the stocks with different age and spacing have been studied by pruning, irrigational, yield, agro-meteorology and hailstone damage prevention treatments in the course of species-investigation. The aim

of our investigation is to analyze the results of the field work with the help of geoinformatics database. The geographical information system of the apple plantation containing the name of species, data of plantation and soils, and the parameters of the fruit trees was established with applying of geoinformatical and remote sensing methods. The physical type of soil on the field is sand on the basis of the examinations of soil science, but by the reason of the parameters of the water management and the value of the soil-toughness compact layers can be found at 30-40 cm depth. The logical query from the attribute table quickens the examinations significantly since it makes possible geographical correct tree basis analysis having integrated data, which couldn't carry out with the help of the traditional documentations. According to these we can determine the fields where it has to loosen soil, and to do soil-amelioration or manuring.

(Keywords: fruit-growing, geoinformatics, remote sensing)

BEVEZETÉS

A térinformatikai keretrendszer létrehozásának egyik fő oka volt, hogy a gyümölcsstermesztéssel foglalkozó kutató telepek adatbázisa meglehetősen széttagolt, a kezelése valamint az aktualizálása igen nehézkes. A legfőbb termesztési adatok (fajta név, telepítés éve, metszés- v. permetezés ideje stb.) hagyományosan papír alapú formátumban állnak rendelkezésre, amelyek a legtöbb esetben külön-külön, a telepen dolgozó kutatóknál fajtánként vagy parcellánként vannak nyilvántartva. A telepítés után a hiányok és a pótlások átvezetése csak új fajta listák készítésével oldható meg, és ennek hiánya számos problémát okoz, amely már táblaszinten is több ellentmondáshoz, végső soron gazdaságilag hibás döntéshez vezethet.

Az egységes, georeferált nagyfelbontású, digitális térinformatikai keretrendszer alkalmas a döntéstámogatásra, mely lehetőséget biztosít:

- a folyamatosan változó termesztési adatok bevitelére, aktualizálására
- a vizsgálati eredmények egységes szempontú elemzésére
- az agrár környezetvédelmi támogatások elnyerésének segítésére
- monitoring rendszer kialakítására
- a különböző területi beavatkozások optimalizálására.

A célkitűzés megvalósítása érdekében, elsőként a rendszer logikai modelljét kell megalkotni, majd a tényleges fizikai modelljét kell létre hozni, és feltölteni adattartalommal.

1. *A logikai modell kialakítása* során szem előtt kell tartani a rendelkezésre álló adatok típusát és a térinformatikai rendszerben való beépíthetőségének formáját. Meg kell állapítani, hogy a rendszer akadálymentes működéséhez milyen rétegeket kell létrehozni, hogy az adatállományból milyen formában lehet ezen adatokat megjeleníteni, illetve, hogy hogyan lehet a különböző állományokat egymáshoz kapcsolni.

2. *A fizikai modell felépítése* a tényleges vektoros, és raszteres adatállományok létrehozásából és adatokkal való feltöltéséből áll, a szükséges hardver és szoftver eszközök használatával.

Összességében a végcél egy olyan precíziós döntéstámogató módszer kidolgozása, amellyel javítható a gyümölcs ültetvény talajainak vízgazdálkodási tulajdonsága és mérsékelhető a nagyintenzitású csapadékok hatása.

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem, AMTC-MTK Tangazdasága és Tájkutató Intézetének Pallagi Kertészeti Kísérleti Telepén végeztük, kifejezett figyelmet fordítva a jéghálóval ellátott integrált alma ültetvényre. A telepítés 15 sorból áll, melyből az első 6

sor leginkább meteorológiai (jégháló) kísérletek helyszíne, míg a további 9 sor esetében főleg különböző metszési módszereket alkalmaznak, helyenként változó tőtávolsággal. A sortávolság 4m, a tőtávolság pedig 1m (helyenként 1,5 és 0,5m). Összesen 1524 tőhely térhelyes felvételezése történt meg, amely 23 tőhiányt és 1501 gyümölcsfát jelent. Az ültetvényen belül 8 fajta található, melyből legnagyobb számban Golden Reinders, Pinova és Early Gold fajták fordulnak elő.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A mintaterületre vonatkozó különböző adattartalmú térképek vektorizálása ArcGis 9.2 szoftver segítségével történt. A terepi felmérésnél TRIMBLE JUNO PDA eszközök segítségével két terepi adatgyűjtő szoftvert alkalmaztunk (DigiTerra 5, ArcPad 7). A belsőleg integrált GPS által gyűjtött térbeli adatok valós idejű pontossága növelhető különböző korrekciós eljárások alkalmazásával, jelen esetben DGPS korrekciót Terrasync Office környezetben, illetve TRIMBLE PATHFINDER Geostation mérési korrekciót végeztünk. A terepi távolság mérésekhez rendelkezésre állt egy lézeres távmérő (Leica Distro $\pm 1,0$ mm pontosságú), Sokkia szintező és libellás szintezőórúd, valamint 2 cm pontosságú járókerék. Ezek a geodéziai eszközök a vertikális és horizontális felmérést is cm-es pontossággal tették lehetővé. Így tehát a tő és sortávolságot cm-es pontossággal katalogizáltuk. A távolságmérésnél figyelembe vettük a tőhiányokat is, hogy az adatbázis készítésekor a tő helyek térbelileg pontos helye is megfelelő geokoordinátával rendelkezzen. A térinformatikai rendszer attribútum táblázata tartalmazza az almafa fajta nevét, telepítési adatit, és az állapotára vonatkozó adatokat, melyből SGL lekérdezés segítségével leválogatásokat végeztünk.

A hiperspektrális felvételeket AISA DUAL rendszerként ismert 2 hiperspektrális szenzorral készítettük. Az Eagle kamera látható és közeli infra hullámhossz tartományban (VNIR), míg a Hawk kamera pedig közép-infra hullámhossz tartományban (SWIR) készít felvételeket. A teljes hullámhossztartomány 400-2450 nm-ig terjed. A felvételek felbontása (1 pixel) $0,25 \text{ m}^2$ volt. A felvételeket ENVI 4.4 szoftver alkalmazásával dolgoztuk fel.

A terepfelszín egyenetlensége miatt különös figyelmet fordítottunk a különböző talajváltozatok vizsgálatára. A mintavételi eljárások kiválasztása során a fő szempont volt, hogy a legtöbb információt gyűjtjük össze a legkevesebb számú mintavétel révén. A pontok kijelölése az összes sor száma, és az egyes sorokban található fák száma alapján szisztematikus mintavételi eljárással történt. Összesen 16 mintavételi ponton (*I. ábra*) Eijkelkamp kézi talajfúró segítségével felszíni, és felszín alatti (40, 70 cm mélység), valamint bolygatott felszíni és felszín alatti (40 cm, és 70 cm mélység) mintavétel történt. A munka során szemcseméret eloszlást, kémhatást, elektromos vezetőképességet, Arany-féle kötöttségi számot (K_A), valamint hidrométeres eljárást, minimum-, maximum-, és kapilláris vízkapacitást, röntgeneszenciás spektrometriás mérést végeztünk. A vizsgált mintákat $103-105 \text{ }^\circ\text{C}$ szárítószekrényben 24 óráig szárítottuk, illetve homogenizáltuk. A szemcse-eloszlás vizsgálata során a szitálási eljárás 2 mm, 1 mm, $630 \mu\text{m}$, $500 \mu\text{m}$, $315 \mu\text{m}$, $200 \mu\text{m}$, és $100 \mu\text{m}$ szemcseméret nagyságú szitasoron keresztül történt. A szemcsék tömegét fél gramm pontossággal mértük vissza, és számítottuk az összes talajtömeghez képest az Atterberg-féle frakciók százalékos eloszlását. A bolygatatlan talajoszlopokon meghatároztuk maximális vízkapacitási $pF=0$ (VK_{max}) minimális vízkapacitási $pF=2$ (VK_{min}) értékeket. A talajtömörödöttséget a helyszínen, 1 cm rétegenként a 3T System talajellenállás mérő műszerrel mértük. A mechanikai ellenállás (tömörödöttség) értékeit a 60° -os kúpszögű talajba hatoló szonda érzekelte. A talajminták kémhatását az EBRO; az elektromos vezetőképességet mikroprocesszoros WTW LF 320/SE; a Fe-, K-, Ca-tartalmát, röntgen fluoreszcenciás spektrometria elvén működő NITON XLt 700 mérő műszerrel mértük. A

térinformatikai elemzéseket a Surfer 9 program segítségével, interpolálás (Kriging) módszerével végeztük.

1. ábra

Mintavételi pontok helyzete a kísérleti intenzív alma ültetvényben



Figure 1: Research area and the position of the sample points

Legend(1), Sample points(2), Trees(3)

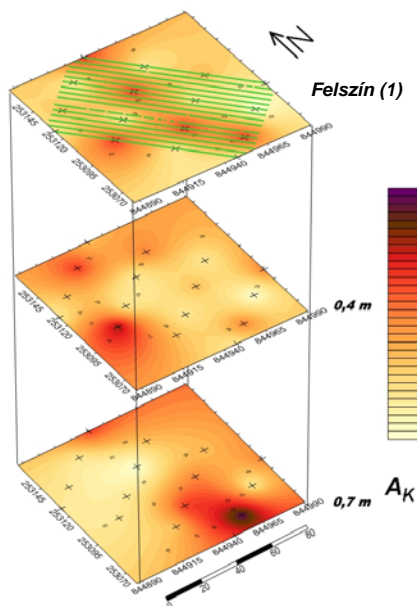
EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A mintaterület térinformatikai rendszerén belül számos vektoros, illetve raszteres réteget állítottunk elő, amelyeket geokoordinátákkal láttuk el. A rendszer előnyeit kihasználva megvizsgáltuk, hogy milyen kapcsolat van a hiperspektárlis felvételek elemzése a terepi mintavételek eredményei között. A területről elkészült egy 3 dimenziós domborzatmodell is, lefolyási modellezés céljából.

A felszíni és a 0,4 és 0,7 m-es mélységből vett minták K_A adatai alapján a gyümölcsös talajának fizikai félesége könnyű homok volt. Az Arany-féle kötöttség térbeli eloszlása alapján azonban jól elkülöníthető területrészek határolhatóak el mindhárom vizsgált rétegben (2. ábra). Az eltérések a rétegenként rendre máshol jelentkeznek, amely különösen a felszíni és a 40 cm-es rétegben, a lokális tömörítő hatásnak lehet a következménye. Megállapítható továbbá az is, hogy a talaj felső rétege humuszban szegény. A szemcseméret megoszlás vizsgálata (száraz szitálás) alapján is megállapítható volt, hogy a talajban a durva homok szemcseméret aránya igen magas volt (3. ábra). Az egyes rétegre jellemző homokfrakció arányok között jelentős eltérés nem találtunk.

2. ábra

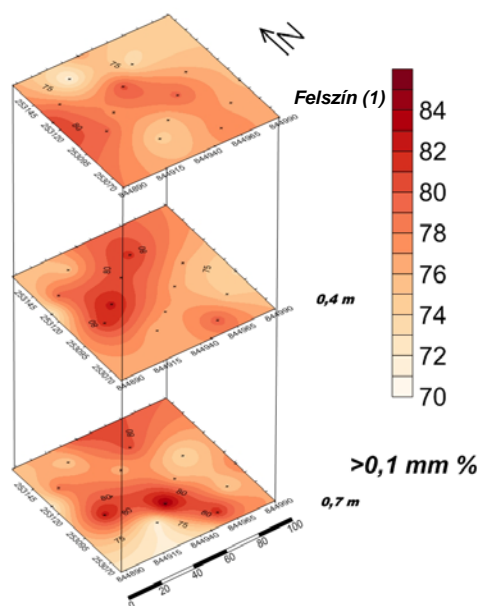
Az Arany-féle kötöttség alakulása

Figure 2: Distribution of K_A values

Surface(1)

3. ábra

A talaj 0,1 mm feletti szemcsefrakciójának térbeli eloszlása

Figure 3: $>0.1\text{mm}$ particle size distribution of soil

Surface(1)

A talajfelszín maximális és minimális vízkapacitása meglehetősen heterogén térbeli eloszlású (4. ábra). Ennek oka, hogy a magasabb VK_{\max} értékkel jellemezhető területek magasabb K_A és alacsonyabb homoktartalommal jellemezhetőek, míg az alacsonyabb értékek alacsonyabb K_A értékkel és magasabb homoktartalommal párosul. A vizsgált területünk vízgazdálkodási tulajdonságai alapján kis vízkapacitású (160-240 mm/m), homokos vályog, és vályog talajokra jellemző minimális vízkapacitással rendelkezik a Várallyay (2002) féle besorolás alapján, amely látszólag ellentmond a K_A , homoktartalom eredményeivel. Ez az ellentmondás a tömörödöttségnek lehet a következménye.

A vizsgált terület Ny-i részén a talajban 0,3 m mélységben a 3T System penetrométerrel az extrém tömörödöttségű homokköpad miatt már nem tudtunk mérni, mivel elértük a méréstartomány határát: 10000 kPa-os felső határt. Az ennél mélyebb rétegek átlagos talajjellenállása egyértelműen meghaladták ezt a határértéket. Ez a nagymértékű tömörödöttség jelentősen módosítja a homoktalaj vízbefogadó képességét, a vízgazdálkodási paramétereit, és a beszivárgás intenzitását. A tömörödött, 3 MPa-nál nagyobb talajjellenállású foltokban 40-50 cm mélységű, közép mély lazítás szükséges.

Az elektromos vezetőképesség (EC) értékek alapján a talaj nem sós (<2 mS/cm), illetve alacsony sótartalmú (2-4 mS/cm), a pH érték alapján pedig gyengén savanyú kémhatású (Filep, 1999). A felszíni réteg sótartalma adódott a legmagasabbnak, azonban még így is a homoktalajra jellemzően alacsony sótartalmú volt.

4. ábra

A VK_{max} és VK_{min} területi eloszlása

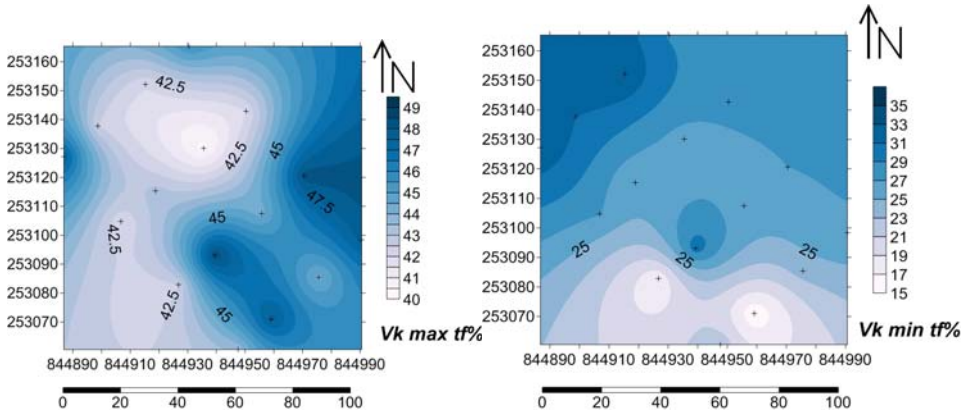


Figure 4: Distribution of VK_{max} and VK_{min} values

A vizsgált talaj káliumban gazdagon ellátott, mivel 0,3 % feletti K_2O arányokat mértünk. Az Alföld esetében a káliumtartalom még a homoktalajokban sem mosódik ki a talajszelvényből, viszont a felszíni rétegekből a mélyebb rétegek felé mozoghat, amely a talajunk kálium tartalmának térbeli eloszlását magyarázza (5. ábra).

Általánosan elmondható, hogy a vizsgált talaj vas tartalma igen kevés (6. ábra), kevesebb, mint a talajok átlagos 2-8 %-os Fe_2O_3 aránya (Filep, 1999). A vas oxidok, hidroxidok, foszfátok formájában, illetve szilikátok, agyagásványok kristályrácsába beépülve fordul elő a talajban. Az alacsony vas tartalom a felszíni kilúgzás, illetve az alacsony kolloidtartalom eredménye, amely ugyancsak utal a talaj könnyű fizikai szerkezetére. A mélyebb rétegek magasabb vastartalma a kimosódás eredménye.

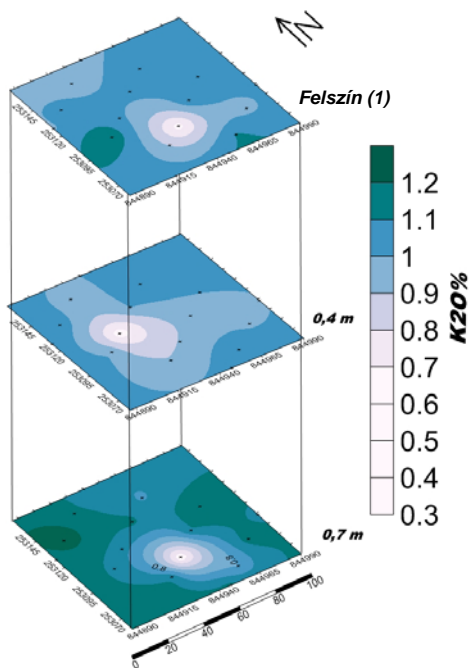
Az eredményeink alapján kitűnik, hogy bár a terület homok fizikai féleségű, a 30-40 cm-es talajrétegben erősen tömörödött ($>3MPa$). Emellett a tömörödöttség a vízbefogadó képességét is nagymértékben módosítja, amelyet 12 mm/h-ban állapotítottunk meg vízzel telített talajban. Az időszakos víztöbblet többek között, valószínűleg ennek köszönhető. A SPAC Teach program segítségével arra a következtetésre jutottunk, hogy nagy csapadékintenzitás (30 mm/h) mellett a lefolyás és összegyülekezés 24 perc elteltével indul meg, míg 45 mm/h esetén ez az idő 12 percre rövidül. Ha a lazítást elvégzik a területen, akkor a lefolyás, illetve az időszakos víztöbblet káros hatása kiküszöbölhető.

A hiperspektrális felvételek különböző hullámhossztartományában érzékelt adatait korrelációs analízisek segítségével összevetettük a talajminták vizsgálatából kapott eredményekkel. Ezek alapján jelentős korreláció (szignifikancia szint $<0,05$) volt megállapítható a minimális vízkapacitás, a pH, a térfogatsűrűség és a spektrális csatornák között.

A minimális vízkapacitás esetében a következő spektrális csatornáknál volt kimutatható korreláció: 400-1345nm ($R=0,7$); 1640-1797nm ($R=0,5$); 2331-2413nm ($R=0,5$). A pH érték az 1351-1414nm ($R=-0,65$); 1860-1870nm ($R=-0,3$) csatornákkal korrelált. A térfogatsűrűség és a spektrális csatornák között 1920-1930nm ($R=-0,65$) tartományban volt korreláció. (Nagy és Tamás, 2009)

5. ábra

A K-tartalmának térbeli eloszlása



6. ábra

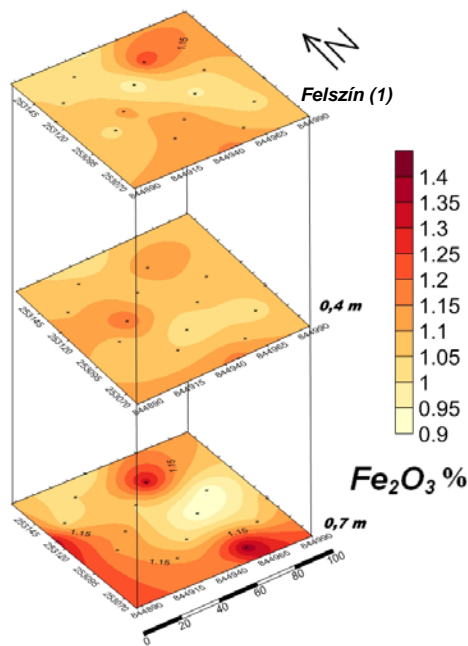
 Fe_2O_3 tartalom térbeli eloszlása

Figure 5: Distribution of K contain of soil

Figure 6: Distribution of Fe_2O_3 contain of soil

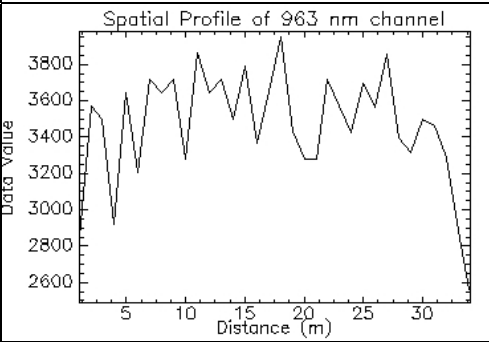
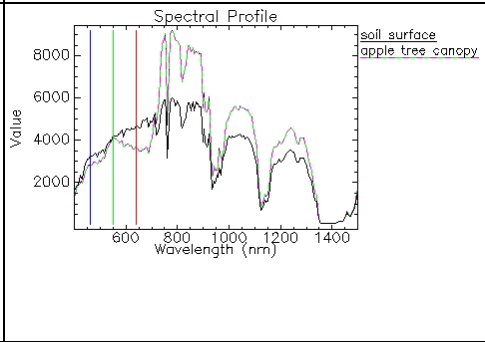
Surface(1)

Surface(1)

Felszíni talajréteg vizsgálatai alapján a minimális vízkapacitás és a talaj ellenállás ($R=-0,535$) közötti szignifikáns korreláció bizonyítja a talajtömörödés vízkapacitásra gyakorolt negatív hatását. A maximális vízkapacitás és a térfogattömeg ($R=-0,663$) közötti összefüggés is az előbbieket igazolja. A pH és az EC ($R=0,555$) viszonyát a karbonát tartalom befolyásolhatja. A kálium műtrágyázásnak köszönhetően, mind a 40 és 70 cm-es rétegben a klórtartalom és a kálium között szoros ($R=0,911$), szignifikáns korrelációt találtunk (Tamás és Nagy, 2009a). A korrelációs faktorok átlagértékek voltak.

Továbbá a spektrális keresztmetszet segítségével megvizsgáltuk az almaültetvényt a relatív reflektancia értékei alapján is. A 963-as csatorna spektrális profilja a relatív reflektancia eloszlását mutatja a parcella rövidebb átlója mentén, ahol a nagyobb lombzat értékei a kiugró csúcsoknak felelnek meg (7. ábra).

A spektrális görbék elemzése során a mintaterület néhány reprezentatív pontján további spektrumot is megvizsgáltunk. A kisebb lombzattal rendelkező fák alacsonyabb reflektancia értékkel jellemezhetők, míg a nagyobb lombzathoz magasabb érték kapcsolódik (Tamás és Nagy, 2009b). A spektrális profil az összes csatorna esetén az 1 pixelhez ($0,25\text{m}^2$) tartozó spektrális értékeket ábrázolja, melyen jól láthatóan elkülönülnek infravörös tartományban (773-782nm) a lombzathoz tartozó értékek (8. ábra).

<p>7.ábra</p> <p>A 963-as csatorna spektrális profilja</p>	<p>8. ábra</p> <p>A teljes hullámhossztartomány spektrális profilja</p>
	
<p><i>Figure 7: Spectral profile of 963nm channel</i></p>	<p><i>Figure 8: Spectral profile of soil surface and foliage</i></p>

KÖVETKEZTETÉSEK

A fenti eredmények alapján lehatárolhatóak azok a területek, ahol középmező talajjavítást szükséges végezni, valamint a mikroelem ellátottság és pH alapján pedig térhelyesen meghatározhatjuk azokat a területeket ahol talajjavítás, illetve mikroelem trágyázás javasolt. A kutatás során megállapítottuk, hogy a mintavételezéssel meghatározott talajtulajdonságok és a távérzékelte adatok között szoros korreláció mutatható ki. A fentiekben bemutatott térinformatikai rendszer integrálta a különböző vizsgálati módszerek eredményeit, mely folyamatos aktualizálás mellett biztosítja a termelőnek a megfelelő információ mennyiséget a precíziós gyümölcsstermesztés megvalósításához, és a döntéstámogatáshoz.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Kutatásainkat „A gyümölcsstermesztést veszélyeztető extrém időjárási hatások előrejelzése és gazdaságos védekezési technológiák kidolgozása” OM-00265/2008 pályázat keretében valósítottuk meg.

IRODALOM

- Filep, Gy. (1999): Talajtani alapismeretek I – Általános talajtan. Debreceni Agrártudományi Egyetemi jegyzet. Mezőgazdaságtudományi Kar : Debrecen. 213 p, 54-58. p., 149-163. p.
- Nagy, A., Tamás, J. (2009): Integrated airborne and field methods to characterize soil water regime. In: Celkova, A. Proceeding of peer-reviewed contributions, Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system, Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 412-420. p.
- Tamás, J., Nagy, A. (2009a): Advanced evaluation of spatial inhomogeneity of light sandy soil. Analele Universitatii din Oradea Fascicula: Protectia Mediului. 14. 338-348. p.

- Tamás, J., Nagy, A. (2009b): Green vegetation evaluation based on NDVI and field measurements. In: Celkova, A. [Proceeding of peer-reviewed contributions, Transport of water, chemicals and energy in the soil-plant-atmosphere system] Institute of Hydrology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, 665-670. p.
- Várallyay, Gy. (2002): The role of soil and soil management in drought mitigation. In: Proc. Int. Conf. On Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification, Bled, Slovenia, April 21-25 2002. ICID-CIIC. [CD]

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Fórián Tünde

Debreceni Egyetem, AGTC, MÉK, Víz- és Környezetgazdálkodási Intézet
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

*University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences
Institute of Water and Environmental Management,
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.*

Tel.: +36-52-508-444/88014, Fax: +36-52-508-456

e-mail: forian@agr.unideb.hu