

## DETERMINATION OF LEAF AREA AND PLANT COVER BY USING DIGITAL IMAGE PROCESSING

## MÓDSZER A LEVÉLFELÜLET ÉS BORÍTOTSÁG MEGHATÁROZÁSÁRA DIGITÁLIS KÉPFELDOLGOZÁSSAL

LÓKE ZS., SOÓS G.

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az növények zöldfelületének ismerete fontos a kutatásban, mert a felület a szárazanyag képzésének a helye. A modellezés elterjedésével a zöldfelület illetve annak kifejezésére szolgáló mutatók pontosabb meghatározása a figyelem középpontjába került.

2002 nyarán üvegházban végeztünk levélfelület mérést burgonyán. Sok helyen céleszközként alkalmazott hordozható automatikus levélfelület mérők költségesek voltak miatt elterjedni mind a mai napig nem tudtak, ezért olyan gyors és olcsó eljárást kerestünk, amellyel a szabálytalan és nehezen számszerűsíthető levél alakzatok felületét, illetve egy-egy növény esetében azok talaj-borítottságát könnyen közelíthetjük. Az általunk tesztelt eljárás álló növényen, annak megsértése nélkül végezhető, s tetszőleges számban ismételtető. Az eljárásban alkalmazott digitális fényképezőgép már általánosan elterjedt, s az ára jóval olcsóbb a levélfelület mérőkénél.

Az eljárás lényege színek alapján történő szegmentálás. Szegmentálás alatt a különböző képek céltudatos részekre bontását értjük, többnyire objektumok elkülönítését a számunkra értéktelennek tekintett képrészekről.

Esetünkben élénk piros színű, ismert felületű kartonlapokat háttérként alkalmaztunk. Ennek a piros kartonnak a hisztogramja különböző megvilágítások esetén is olyan, hogy a piros összetevő meghaladja a zöld és a kék összetevők értékét. Az értékelés során a vörös összetevő kiszűrését végeztük.

Első lépésben a felvételen az ismert távolság rögzítését elvégezve, majd a levelet kijelölve a program segítségével megkaptunk egy számunkra értékes ismert oldalú négyyszöget, melyet kivágtunk.

A következő lépésben egy számítógépes program képpontonként különíti el a háttérrel a zöld növénytől, s ezeket az ismert tulajdonságú képpontokat megszámlolja. Végül a megszámlolt vörös pontokat a összes pontok %-ában adja meg.

**KULCSSZAVAK:** digitális képfeldolgozás, levélfelület, borítottság, színeképelemzés

### ABSTRACT

The development of different crop models, and crop simulation models in particular, pointed out the importance of quantifying the exact value of the leaf area. To measure the leaf size of plants of pinnatifid form, automatic, portable leaf area meters are necessary. In most places these instruments are not available to measure the assimilatory surface size of crops with special leaf shapes. Any cheap and effective method, that could replace the application of expensive portable area meters could be useful in practical every-day research. A CCD camera was applied in our study to take photos in every leaf level of plant height. Another problem is the determination of the shadowing surface (covering) of the whole plant one at a time. By analyzing the images the leaf area or the covering of a whole plant was evaluated.

**KEY WORDS:** digital image processing, leaf area, covering, color segmentation

---

Manuscript received: 20 November, 2002.

Accepted for publication: 28 November, 2002.

## DETAILED ABSTRACT

The knowledge of the size of leaf area is of primary importance in most of research studies, because it also determines the dry matter production of plants. Development of different crop models, mainly simulation ones pointed out the importance of quantifying the exact value of the leaf area.

Investigations were carried out on leaf size measurements in potatoes, during the growing season of 2002, at Keszthely Agrometeorological Research Station. There are a few plants such as potatoes, for the leaf shapes of which the approximation using the area of a simple geometric form is not satisfactory. To measure the leaf size of plants of pinnatifid form, automatic, portable leaf area meters are necessary. In most places these instruments are not available to get the assimilatory surface size of crops with special leaf shapes. The price of the instrument is very high, especially for the most accurate, original well-known products of LI-COR or Delta etc. The expensiveness of the equipments hinders their wide-spread utilisation in Hungarian research. Any cheap and effective method that could replace the application of expensive portable area meters could be useful in practical every-day research.

A CCD camera was applied in our study to take photos in every leaf level of plant height. The branch of potatoes was laid on a red cardboard, directly touching the cardboard with the leaves. Finally the total leaf area of plant was calculated by summing up the areas in different leaf levels. This is a non-destructive method in leaf area determinations, and it can be repeated any time.

Another problem is to determine the shadowing surface (covering) of the whole plant one at a time. It is possible to characterize the development of crops and also potatoes by applying the plant cover measurements. The method to determine the covering of plants is almost the same as it was mentioned above at the separate leaf area measurements, except of taking the red cardboard on the soil surface, leaving the plants untouched. This assumption is not totally equivalent with the exact assimilatory surface size, but they have a very close connection.

When taking the photos, a red cardboard with known area was laid below the plant, on the soil surface. In every image from pixel to pixel we collected the red color ones in the region of interest. The green surface originated from the green shadowing area of plant was determined by subtracting the red color pixels from the total pixel numbers.

## BEVEZETÉS

Az asszimiláló zöldfelület ismerete szinte minden növényvel kapcsolatos kutatásban elsődleges fontosságú, mivel a felület a szárazanyag képzésének a helye. Minél nagyobb a zöldfelület mérete, s minél tovább aktívan tartja azt az egyed, annál nagyobb a lehetőség a nagyobb szárazanyag előállítására.

A modellezés térhódításával a zöldfelület illetve annak kifejezésére szolgáló egyéb mutatók pontos meghatározásának lehetősége ismételtelen a figyelem középpontjába került [2,3]. Van több olyan modell, amelynek szinte egyedüli növényi jellemzője a zöldfelület nagysága, ezért ha azt pontatlanul határozzuk meg, a hibát a modell is tovább görgeti, s az eredmény félrevezető lehet.

2002 nyarán üvegházban végeztünk levélfelület mérést a meglehetősen tagolt levelű burgonyán. Mintanövényül olyan fajt választottunk, melynek felület meghatározásakor egy egyszerű mértani alakzat megfeleltetése nem lehetséges. Hazánkban a sok helyen céleszközként alkalmazott hordozható automatikus levélfelület mérők költségesek voltak miatt elterjedni mind a mai napig nem tudtak, ezért olyan gyors és olcsó eljárást kerestünk, amellyel a szabálytalan és nehezen számszerűsíthető levél alakzatok felületét, illetve egy-egy növény esetében azok talaj-borítottságát könnyen közelíthetjük. Hasonló eljárást használt Pusztai et al. [5] gyomfelvételezésre eredményesen.

Az általunk tesztelt eljárás azért is javasolható, mert a felület álló növényen, annak megsértése nélkül kapható, s tetszőleges számban ismételtető. Az eszközigényként fellépő digitális fényképezőgép már sok helyen megtalálható, s az ára (kb. 70.000 Ft) a levélfelület mérők bekerülési költségének (3-4 MFt) töredéke.

A vizsgálat célja egy olyan gyors és kevés munka befektetéssel járó eljárás kidolgozása volt, amely hazai körülmények között, minimális eszköz befektetéssel is megvalósítható. Az eljárást a szabdalt levelű, nehezen számszerűsíthető felületű növényeknél javasoljuk alkalmazásra, választási lehetőségként. Nem volt célunk egy mindenki számára kizárólagos felület meghatározás kidolgozása, csak a meglévő választék körét szeretnénk volna egy eddig kevésbé használt eljárással színesíteni. A mindenkori körülmények ismerete

alapján a felhasználó döntésén múlik, hogy a meglévő számtalan eljárásból melyiket választja.

## A MEGFIGYELÉS ELJÁRÁSA

2002 nyarán üvegházban nevelt növényeken végeztük a levélfelület illetve borítottság meghatározó gyors digitális módszer tesztelését. A helyszín a keszthelyi Agrometeorológiai Kutató Állomás volt. Vizsgálati növénynek a meglehetősen tagolt levelű burgonyát választottuk, mivel a levélfelület meghatározásakor egy egyszerű mértani alakzat megfeleltetése ennél a növénynél nem lehetséges. A módszer ellenőrzésére a már jól ismert és elfogadott automatikus planiméterek közül a LICOR 3000A típusút alkalmaztuk [1]. A műszer pontossága a gyártók szerint  $\pm 2\%$ .

Az eljárásunk lényege színek alapján történő szegmentálás. Szegmentálás alatt a különböző képek céltudatos részekre bontását értjük, többnyire objektumok elkülönítését a számunkra értéktelennek tekintett képrészektől, hátterektől [4].

A szegmentálás legáltalánosabb módszere a threshold (küszöb), mellyel a szürkeárnyalatos képet egy küszöbérték felállításával értékes és „értéktelen” részekre bontjuk úgy, hogy a küszöb alatti értékhez a legalacsonyabb, a küszöb felettihez a legmagasabb világosságkódot rendeljük. Ezzel a módszerrel levélfelület és borítottság meghatározásánál az árnyékfoltok miatt nagyon pontatlan eredményeket kaptunk. A küszöb megfelelő megválasztása képenként nehézkes és bonyolult, valamint a különböző megvilágításban készített képek javítást igényeltek. A képfokozás tovább bonyolította a képfeldolgozás folyamatát.

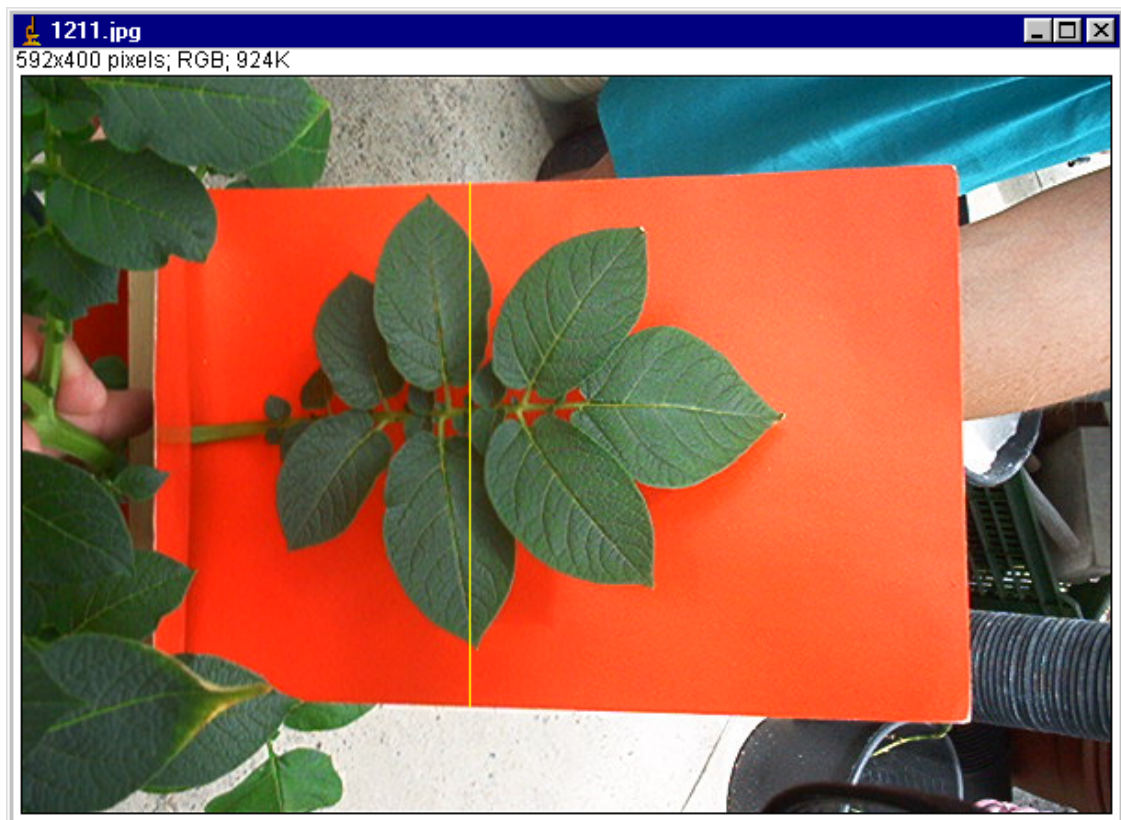
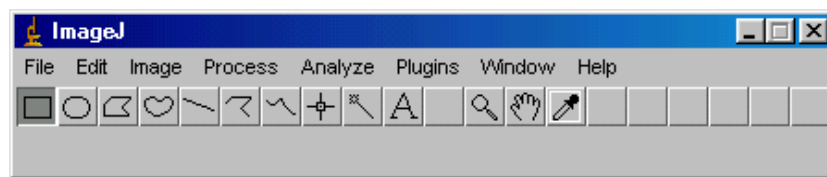
Esetünkben élénk piros színű, ismert felületű kartonlapokat háttérként alkalmaztunk. Ennek a piros kartonnak a hisztogramja különböző megvilágítások esetén is olyan, hogy a piros összetevő meghaladja a zöld és a kék összetevők értékét. Maga a választott karton igen jó minőségű, sima, homogén felületű volt. Az értékelés során a vörös összetevő kiszűrését végeztük. A számítógépes program képpontonként különíti el a háttérrel a zöld növénytől, s ezeket megszámlálja és a háttérrel a kívánt maszkkal (fehér) helyettesíti. Végül a megszámlolt vörös pontokat a teljes pontok %-ában adja meg.

### A LEVÉLFELÜLET MEGHATÁROZÁSA

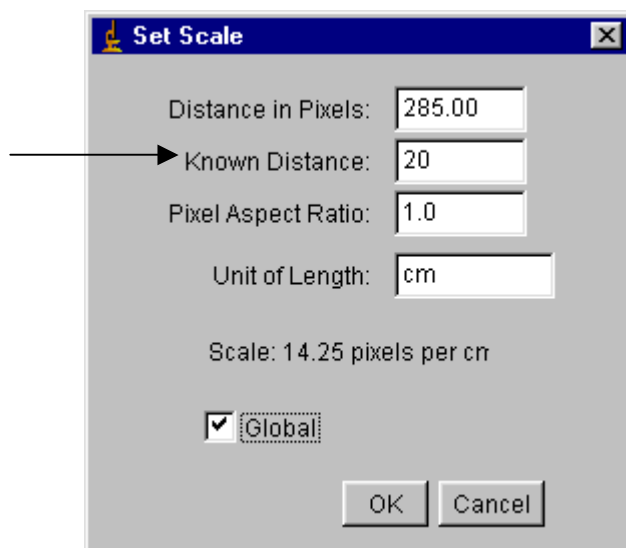
HP PHOTOSMART 318 digitális fényképezővel lefényképeztük az ismert felületű (20 cm x 30cm) piros kartonra fektetett levélágat. A felvétel készítése során ügyeltünk a növény épségére, és arra hogy a felvételt a kartonról megfelelő szögben és értékelhető megvilágításban készítsük el. Az elkészült 24 bites 592x400-as felbontású fotó minőségű felvételeket áttöltöttük PC-re és kiértékeljük.

A kiértékelést Windows98 operációs rendszerben ImageJ ingyenes képfeldolgozó programmal és a bmp24 sajátkészítésű programmal végeztük. Először az ImageJ programmal a felvételen az ismert távolság rögzítését kell elvégeznünk, majd a program segítségével a levelet kijelölve megkapjuk azt a számunkra értékes cm-ben is meghatározott oldalú négyszöget, melyet kivágunk és bitmap formátumban elmentünk, hogy az a saját fejlesztésű bmp24 program inputja lehessen.

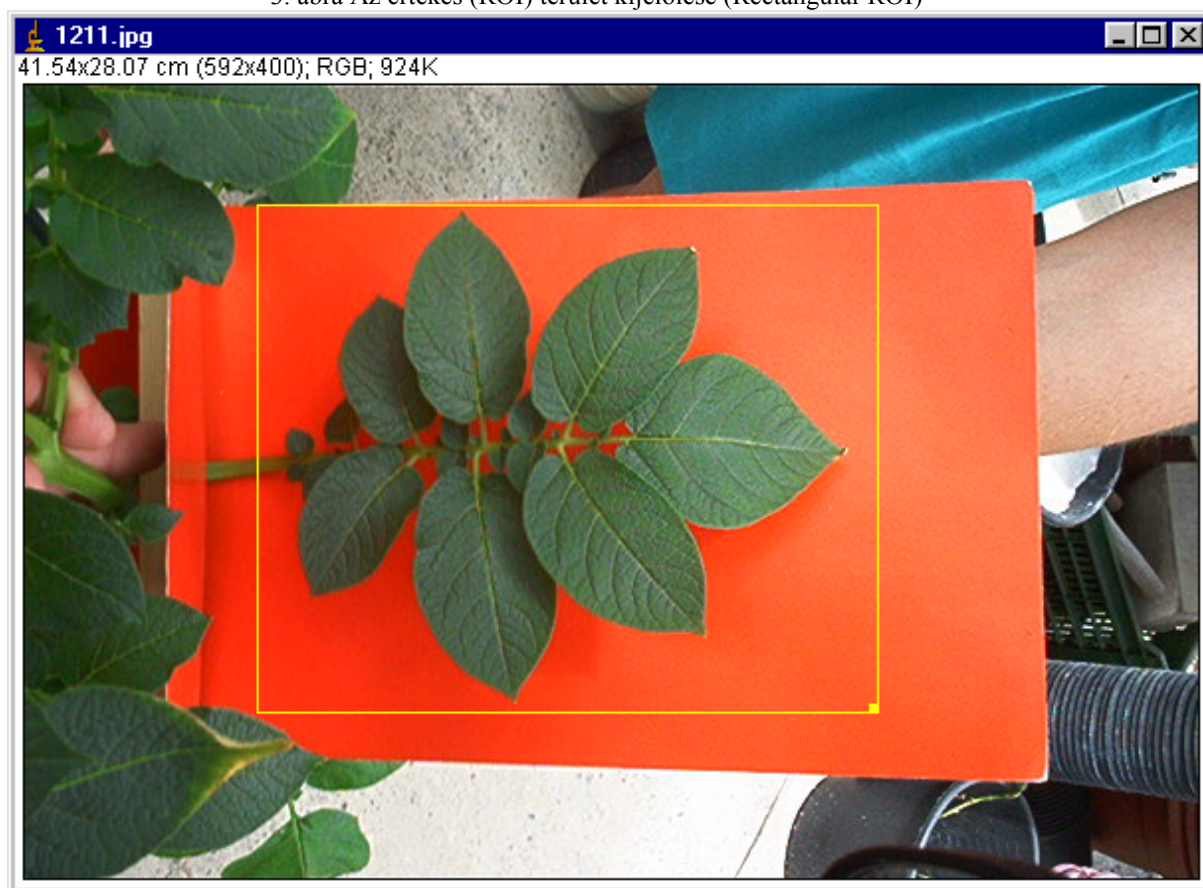
1. ábra Az ismert távolság meghúzása.



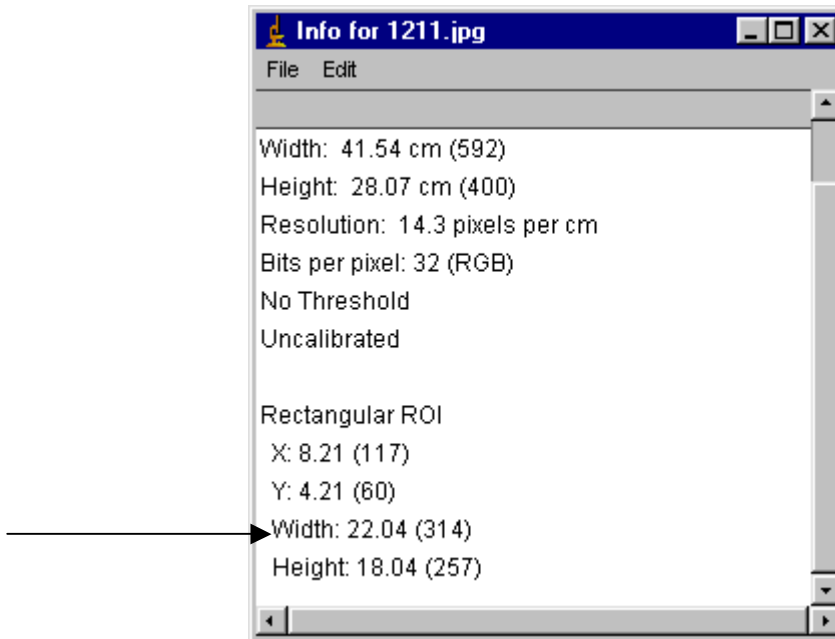
2. ábra Az ismert távolság megadása cm-ben (Analyze->Set Scale)



3. ábra Az értékes (ROI) terület kijelölése (Rectangular ROI)



4. ábra Az oldalméretetek cm-ben (Image->Info)



A bmp24 programmal ebből a felvételtől határozzuk meg a háttér arányát százalékban. A szegmentálás úgy történik, hogy a felvételen a piros karton pixeleinek RGB kódjában a magasabb világosság

kódú (128-255) vörös összetevő jóval magasabb a másik kettőnél- a levél esetén ez nem így van- és a képet képpontonként átvizsgáltuk az R > G függvénnyel a [128-255] tartományban..

5. ábra Szegmentálás RGB színek alapján



6. ábra Az eredmény: 190,05 cm<sup>2</sup>



Végül a kapott értékeket Excelben dolgozzuk fel:

növény:	12-es vödör			
levélszint	szélesség	magasság	háttér (%)	levélfelület (cm <sup>2</sup> )
1	7,84	9,12	75,20	17,73
2	7,89	8,37	84,70	10,10
3	10,49	9,59	68,10	32,09
4	14,70	12,06	51,70	85,63
5	20,00	17,71	55,30	158,33
6	22,94	19,78	56,90	195,57
7	24,19	17,18	53,80	192,00
8	23,46	19,49	53,20	213,99
9	19,90	18,33	47,00	193,33
10	22,62	17,30	53,10	183,53
11	22,04	18,04	52,20	190,05
12	16,65	17,42	55,20	129,94
13	17,19	14,38	57,50	105,06
14	15,62	14,71	65,00	80,42
15	9,90	9,70	48,80	49,17
16	13,62	13,09	62,20	67,39
17	8,47	7,30	50,90	30,36
18	8,54	8,39	57,80	30,24
19	6,35	7,52	68,80	14,90
			Össz:	1979,82

$$\text{Levélfelület} = (\text{kép}) \text{ szélesség} \cdot (\text{kép}) \text{ magasság} \cdot (100 - \text{háttér}) / 100 \quad (1)$$

### BORÍTOTSÁG MEGHATÁROZÁSA

Az eljárás menete azonos a fent ismertetett digitális levélfelület meghatározási módszerrel. A két

módszer között mindössze annyi a különbség, hogy egy 30x30 cm-es kettévágott piros kartont fektettünk közvetlenül a növény alá.

7. ábra Az eredeti felvétel



8. ábra Eredmény: 226,8 cm<sup>2</sup>



### GYAKORLATI ALKALMAZHATÓSÁG

A zöldfelület mérésének ellenőrzéséhez az automatikus planiméterrel mért egyedi levelek felületét használtuk. A teljes növény asszimiláló

felületét az egyes levél emeletek felületének összegzésével állítottuk elő. Az emeletenkénti fényképezés pontossága nem haladja meg a LI-COR mérési pontosságát, sőt esetenként a befogó fej erőteljes szorítása miatt - amelyen minden mérendő levelet át kell húzni - a levelek elszakadhatnak. A fényképezésnél ezzel a sérüléssel soha nem kell számolni.

A borítottság meghatározása rendkívül gyors, mivel egyetlen fényképfelvétel alapján képet kaphatunk a teljes növény (állomány) árnyékoló felületének alakulásáról. Felhívjuk a figyelmet, hogy laza szöveti felépítésű, elfekvésre hajlamos növényeknél a borítottság meghatározása értelmetlenné válik.

A borítottság kapcsolata a zöldfelülettel bár nem azonos (9-10. ábra), de szoros és közvetlen, ezért a



mért adatainkat grafikonon ábrázolva próbáltuk számszerűvé tenni a fenti összefüggést. A két változó közti kapcsolat origón átmenő egyenessel akkor közelíthető, ha a borítottság  $\text{cm}^2$ -ben meghatározott értékeit 1,34-dal előzetesen megszorozzuk. Nyolc mintanövény esetében 2,39%-os pontossággal tudtuk a borítottság értékből az asszimiláló zöldfelület nagyságát származtatni.

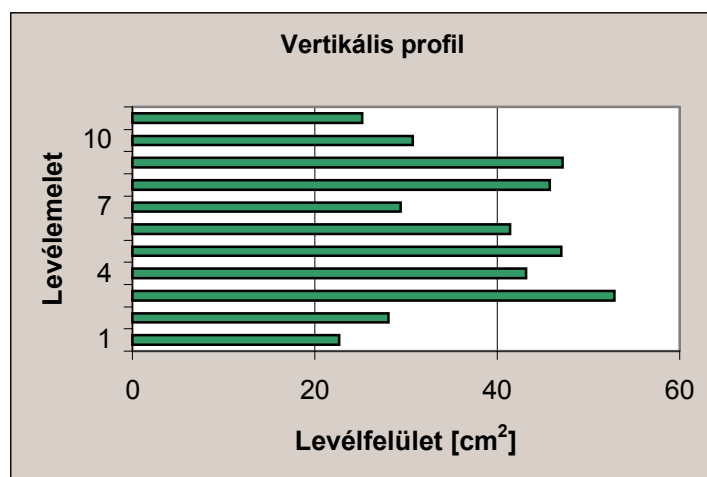
A gyakorlatban történő alkalmazhatósághoz tehát a borítottság értékét – melyet egyetlen felvétellel nyerünk – mindössze egy szorzással átalakíthatjuk zöldfelületté, amely már közvetlenül felhasználható bármely növényi vizsgálathoz. Automatikus

planiméterek alkalmazásával sem juthatunk ennél gyorsabban eredményhez.

9. ábra: Mintanövény borítottság felvétele ( $327,2 \text{ cm}^2$ )



10. ábra: A választott mintanövény levélfelületének vertikális eloszlása (levélfelület:  $413,37 \text{ cm}^2$ )



## IRODALOM

- [1] Anda, A. 2001. Az állományklimát befolyásoló néhány eljárás mikrometeorológiai elemzése. Akadémiai Doktori Értekezés.
- [2] Anda, A., Lőke, Zs. és Burucs, Z. 2001. Öntözött és természetes csapadékelátású kukorica mikroklimája. *Növénytermelés*. 50, 2-3:249-260.
- [3] Anda, A., Lőke, Zs. és Sz. Kirkovits M. 2002. Kukorica néhány vízháztartási jellemzőjének szimulációja. *J. of Central European Agriculture*, Vol. 3. No.2: 95-103. Elektronikus folyóirat.
- [4] Berke, J., Hegedűs, Gy. Cs., Kelemen, D., Szabó, J. 1999: Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Keszthelyi Akadémia Alapítvány, Keszthely; PICTRON Kft., Budapest..
- [5] Pusztai, P., Radics, L., Gál, I. 2001: Digitális képfeldolgozás lehetőségei és korlátai a gyomfelvételezésben. Új eredmények a gyomszabályozásban c. tanácskozás. Martonvásár, 2001. nov. 21.

Zsuzsanna Lőke, [loke@georgikon.hu](mailto:loke@georgikon.hu),  
Gábor Soós, [tavi@georgikon.hu](mailto:tavi@georgikon.hu),  
Veszprém University, Georgikon Faculty of Agronomy,  
P.O.Box 71. Keszthely, H-8361.,  
Tel: 36-83-311-290,  
Fax: 36-83-311-233.