

Saláták beltartalmi és érzékszervi paramétereinek javítása LED alapú világítórendszerrel

Boros Fruzsina^{1,2}, Rakonczay Kristóf³, Heteyi Gina³, Sipos László¹, Balázs László³

¹ Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minőség Tanszék

² Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

³ Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Mikroelektronikai és Technológiai Intézet

LED-ek és a termesztés

- Robbanásszerű piaci növekedés a LED alapú növénytermesztésnél
- Okok: gazdasági (energiahasznosítás, kihozatal), SMART rendszerek, rugalmasság (könnyen alakítható, szabályozható, szoftveres távvezérlés), termelői és fogyasztói igények
- Optimalizált növénytermesztési rendszerekhez szükséges: specifikus ismeretek a növényfaj/fajtára: megvilágítás, hőmérséklet, páratartalom, víz, tápanyagutánpótlás
- Célok: optimalizált megvilágítási programok kidolgozása (know-how) (Philips, Valoya, LumiGrow, stb.)

A salátákról (*Lactuca sativa* L.)

- Eltérő elvárások (termelők, feldolgozók, kereskedők, fogyasztók)
 - Hozam, kevés külső levél, betegség-ellenállóság (peronoszpóra, levélszél barnulás, vírusrezisztencia, levéltetű ellenállóság), alsó levelek ne feküdjenek a talajra, erősen záródó széles alap (ládakitöltő képesség)
 - szállíthatóság (vastag levél)
 - piacosság, pulton tarthatóság,
 - frissesség, roppanósság, beltartalom, keseredés-, barnulás mentesség
 - Termesztői igény → ← Fogyasztói igény
- Jelentős fajtatípusok
 - vaife...



A salátákról (*Lactuca sativa* L.)

Élelmiszerbiztonsági szempontok:

- Nitrát, nitrit, mikrobiológia (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*)
- EU Scientific Committee for Food (ADI): 3,7 mg nitrát /testtömeg kg /nap
- EFSA (2008) nitrát beviteli források: 80% nyers zöldség, 15% ivóvíz, 5% állati termék és gabona

Élelmiszerminőségi szempontok:

- Ha élelmiszerbiztonság OK → Átvétel mennyiség alapján!
- Beltartalmi paraméterek friss salátában átlagosan fajtatípusokra: vas (3-12,4 µg/g), folsav (B9) (0,3-2,2 µg/g), C-vitamin (28-195 µg/g), β-karotin (1,1-68,3 µg/g), lutein (1,3-85,8 µg/g), összes fenol- (0,05-17,6 mg/g) és rosttartalom (9-21 mg/g) (Kim et al., 2016)

Vertikális termesztés



Szupermarket



Quick Facts Lighting Label, Horticultural Applications																			
Brand	Valoya	PAR flux ($\mu\text{mol/s}$)	191.4																
Model	R150 NS1	PAR efficacy ($\mu\text{mol/J}$)	1.44																
Lamp type	LED	PAR efficacy (mol/kWh)	5.17																
Voltage (VAC)	120	Luminous flux (lm)	12480																
Current (A)	1.11	CCT (K)	4949																
Power (W)	133.3	CRI (R_a)	80.0																
Photon flux (at 61 cm mounting height):		Case temperature ($^{\circ}\text{C}$)	55.0																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Waveband (nm)</th> <th>Photon flux ($\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300-399</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>400-499</td> <td>35.1</td> </tr> <tr> <td>500-599</td> <td>77.9</td> </tr> <tr> <td>600-699</td> <td>70.4</td> </tr> <tr> <td>700-799</td> <td>11.2</td> </tr> <tr> <td>800-900</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>300-900</td> <td>196.6</td> </tr> </tbody> </table>		Waveband (nm)	Photon flux ($\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$)	300-399	0.7	400-499	35.1	500-599	77.9	600-699	70.4	700-799	11.2	800-900	1.3	300-900	196.6	<p>Normalized photon flux:</p>	
Waveband (nm)	Photon flux ($\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$)																		
300-399	0.7																		
400-499	35.1																		
500-599	77.9																		
600-699	70.4																		
700-799	11.2																		
800-900	1.3																		
300-900	196.6																		
<p>Measurements performed according to IESNA LM-79-08: Approved Method for Electrical and Photometric Measurements of Solid-State Lighting Products</p>		<p>PAR intensity (at 61 cm mounting height):</p>																	

- A nemzetközi szakirodalomban:
 - fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR),
 - fotoszintetikusan hasznos fotonáram (PPF),
 - fotoszintetikusan hasznos fotonáram-sűrűség (PPFD)
 - napi fotonbesugárzás (DLI)

Javasolt címke a kertészeti világítási eszközökre (Both et al., 2017)

Célok, megvalósítás, információk

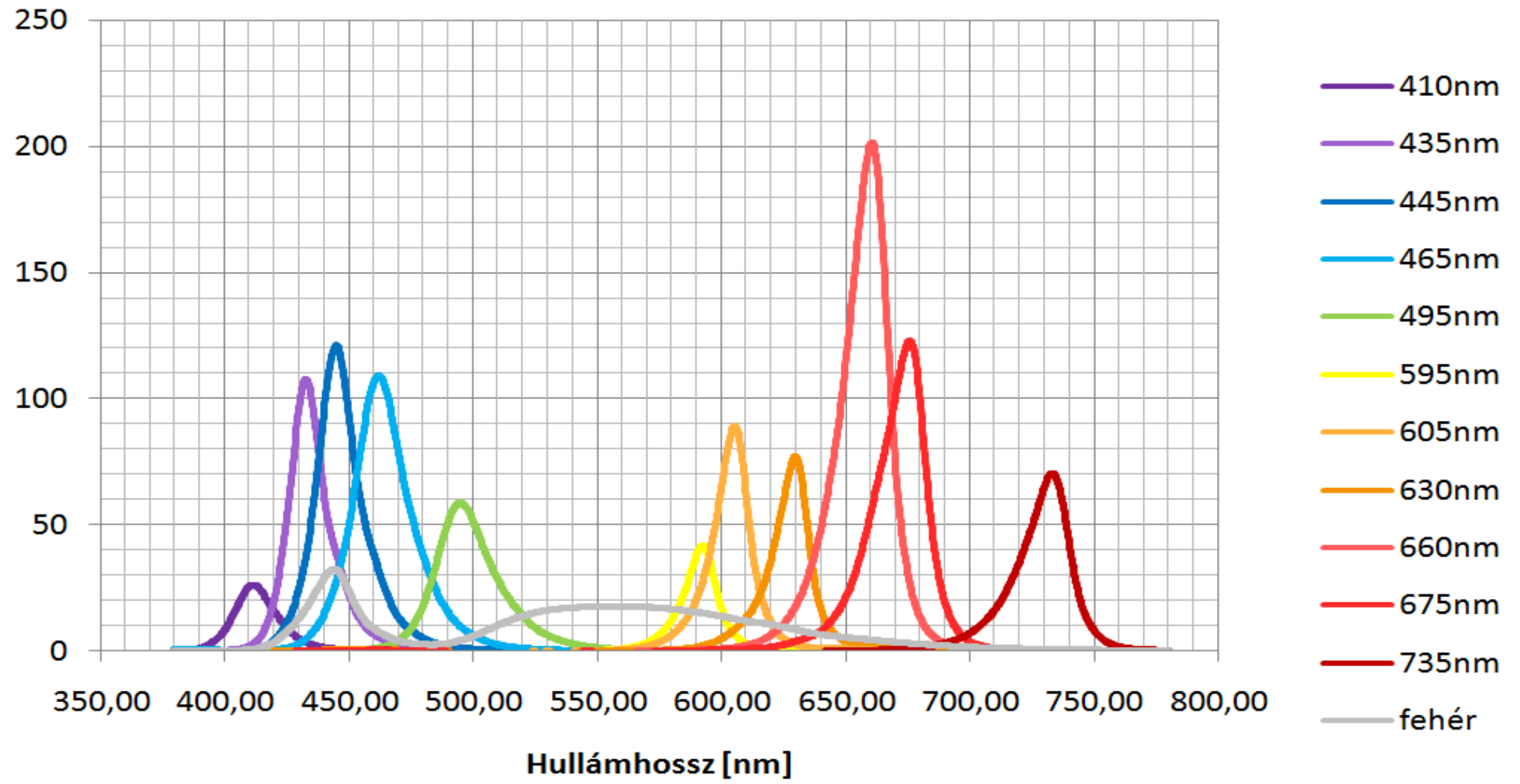
- Cél: a saláta (*Lactuca sativa* L.) egyes zöld- és piros levelű fajtáira optimalizált rendszert hozunk létre
- Megvalósítás: optimalizált környezeti tényezők, megvilágítás: Kind LED K5 XL750 panel
- Korlátozott információk: méret, diódaszám, frekvencia, teljesítmény, PPFD csúcs (ajánlott távolság esetén), 3 szabályozható csatorna (hullámhosszok nem specifikáltak).

Kutatásunk célja

- A tervezett kísérlet reprodukálhatósága érdekében szükséges volt a LED panel fénytani jellemzőire vonatkozóan méréseket végezni:
 - **Hullámhossz** (AvaSpec-2048-2 spektroradiométer)
 - **Besugárzott spektrális teljesítményeloszlás** (60 cm távolság, 6×10cm-es mérőháló)
 - A spektrumból minden egyes pontra PPFD értékek kiszámítása
 - A kék és vörös tartományra vonatkozó fotonáram-sűrűség meghatározása

Mérési eredmények

Hullámhossz

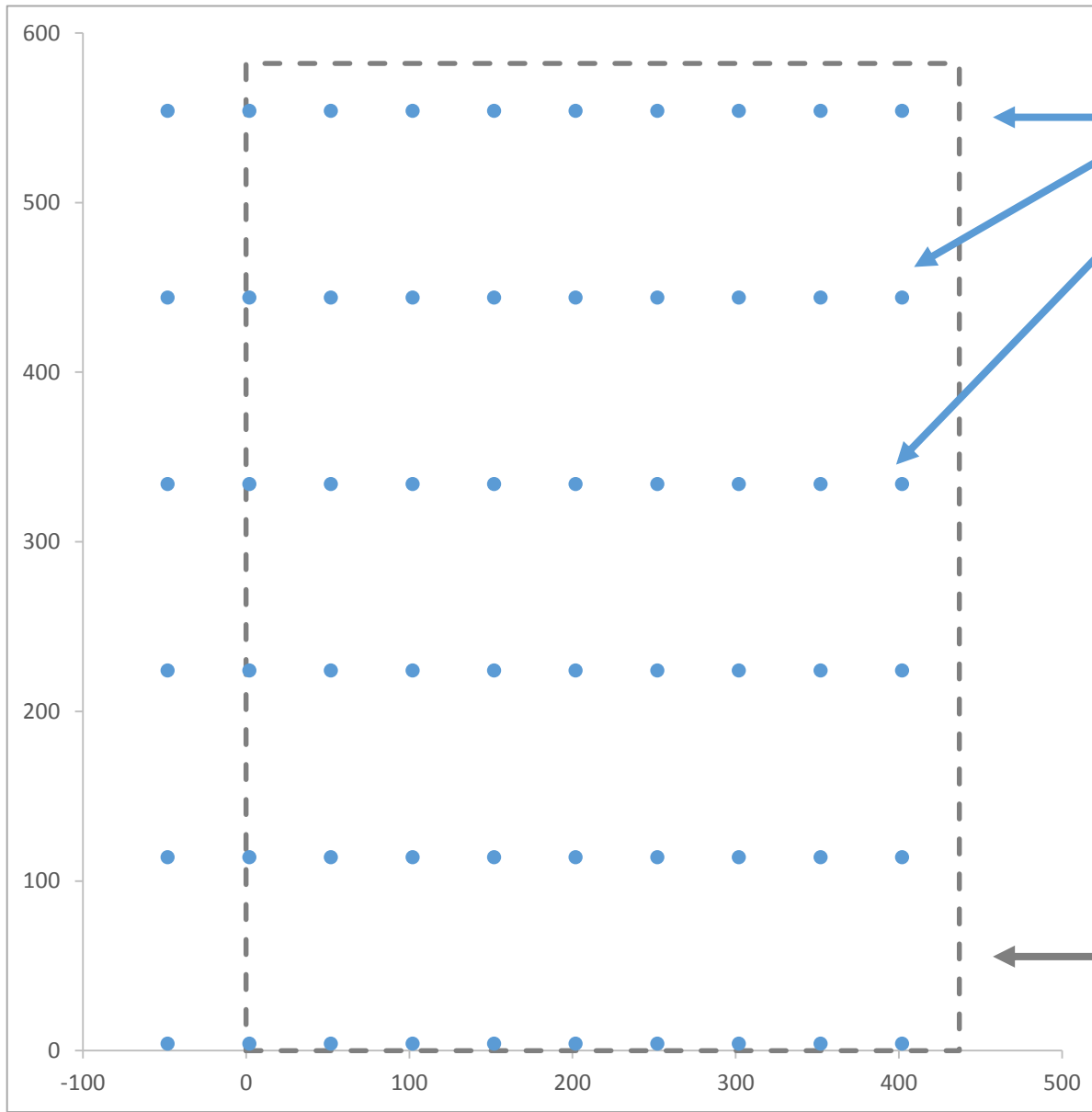


LED-ek száma, kiosztás

Csatorna	Hullámhossz [nm]	LED [db]	%
C	410	4	2
B	435	8	4
B	445	12	6
B	465	16	8
B	495	4	2
C	595	5	2
C	605	7	3
A	630	40	19
A	660	50	24
A	675	46	22
C	735	4	2
C	fehér	12	6
	<i>Összesen</i>	<i>208</i>	<i>100</i>

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16
y1	675	605	675	630	660	605	660	630	675	595	675	630	675	605	675	630
y2	630	660	465	660	630	675	465	660	630	675	465	660	630	660	465	660
y3	445	660	630	410	445	660	630	fehér	445	660	630	410	445	660	630	fehér
y4	675	630	660	435	630	675	660	465	675	630	675	435	630	675	660	465
y5	660	495	fehér	675	660	465	735	675	660	495	fehér	675	660	465	735	675
y6	595	660	675	445	fehér	630	660	435	595	660	675	445	fehér	630	660	435
y7	675	630	660	660	660	675	660	630	675	630	660	660	675	675	660	630
y8	445	675	630	675	445	630	660	675	445	675	630	675	445	630	660	675
y9	675	735	660	465	675	fehér	660	465	675	735	660	465	675	fehér	660	465
y10	660	435	660	410	660	495	675	605	660	435	660	410	660	495	675	605
y11	630	675	660	630	660	630	660	675	630	675	660	630	660	630	660	675
y12	595	660	445	675	605	675	435	630	595	660	445	675	605	675	435	630
y13	465	630	fehér	630	465	630	fehér	675	465	630	fehér	630	465	630	fehér	675

A mérési elrendezés



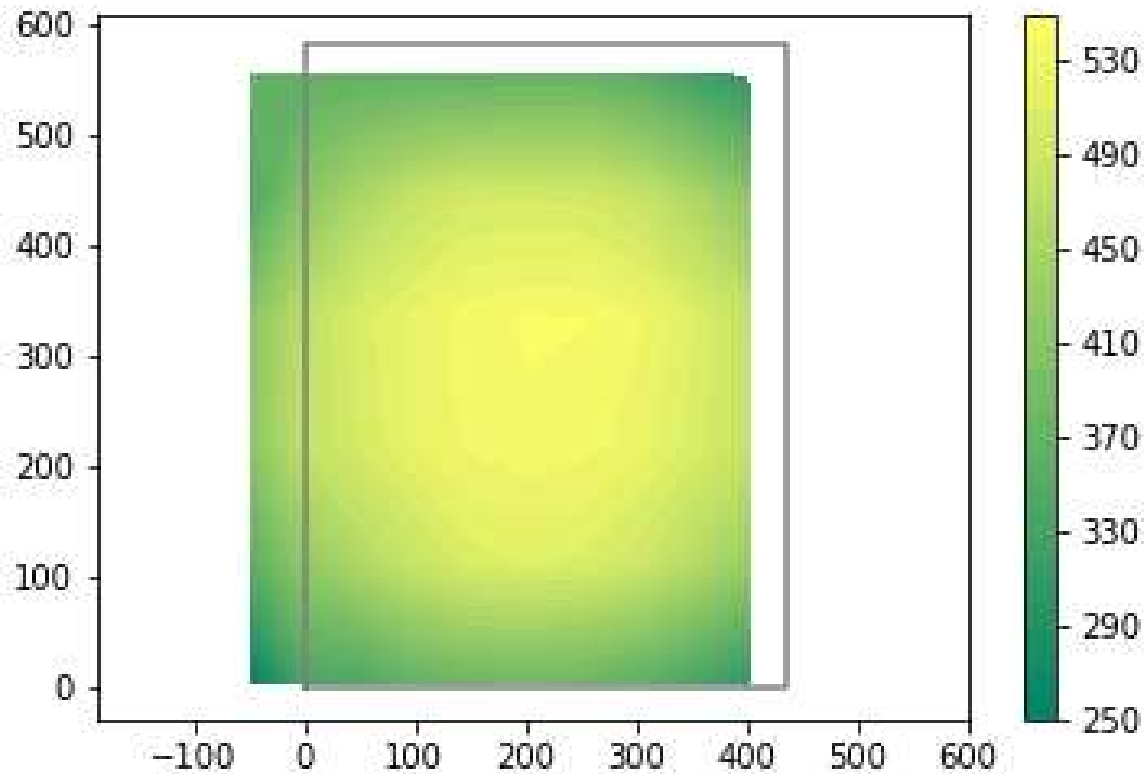
Mérési pontok
 10×6 mátrix

A, B és C csatorna: 50%
A panel és a megvilágított
felület távolsága: 60 cm

A LED panel

Fotonáramsűrűség- eloszlás $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$

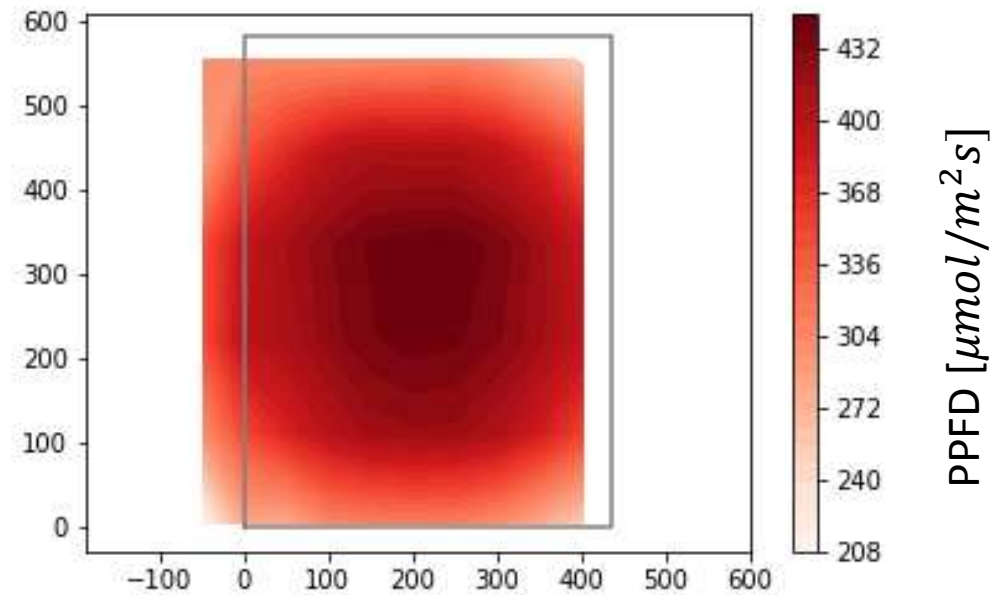
Teljes PPFD: 400-700 nm



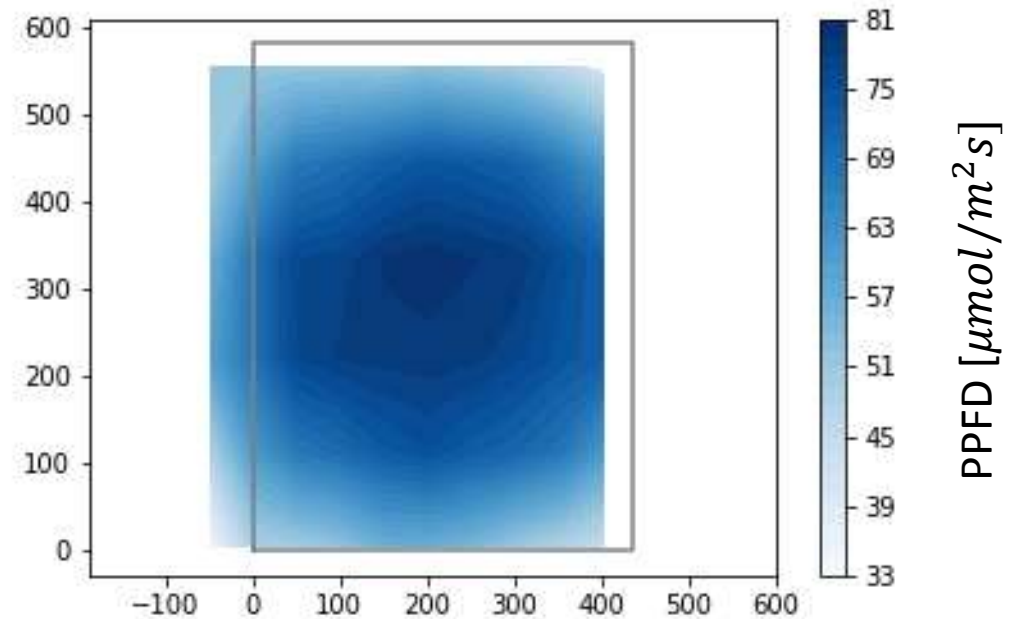
A, B és C csatorna: 50%

A panel és a megvilágított felület távolsága: 60 cm

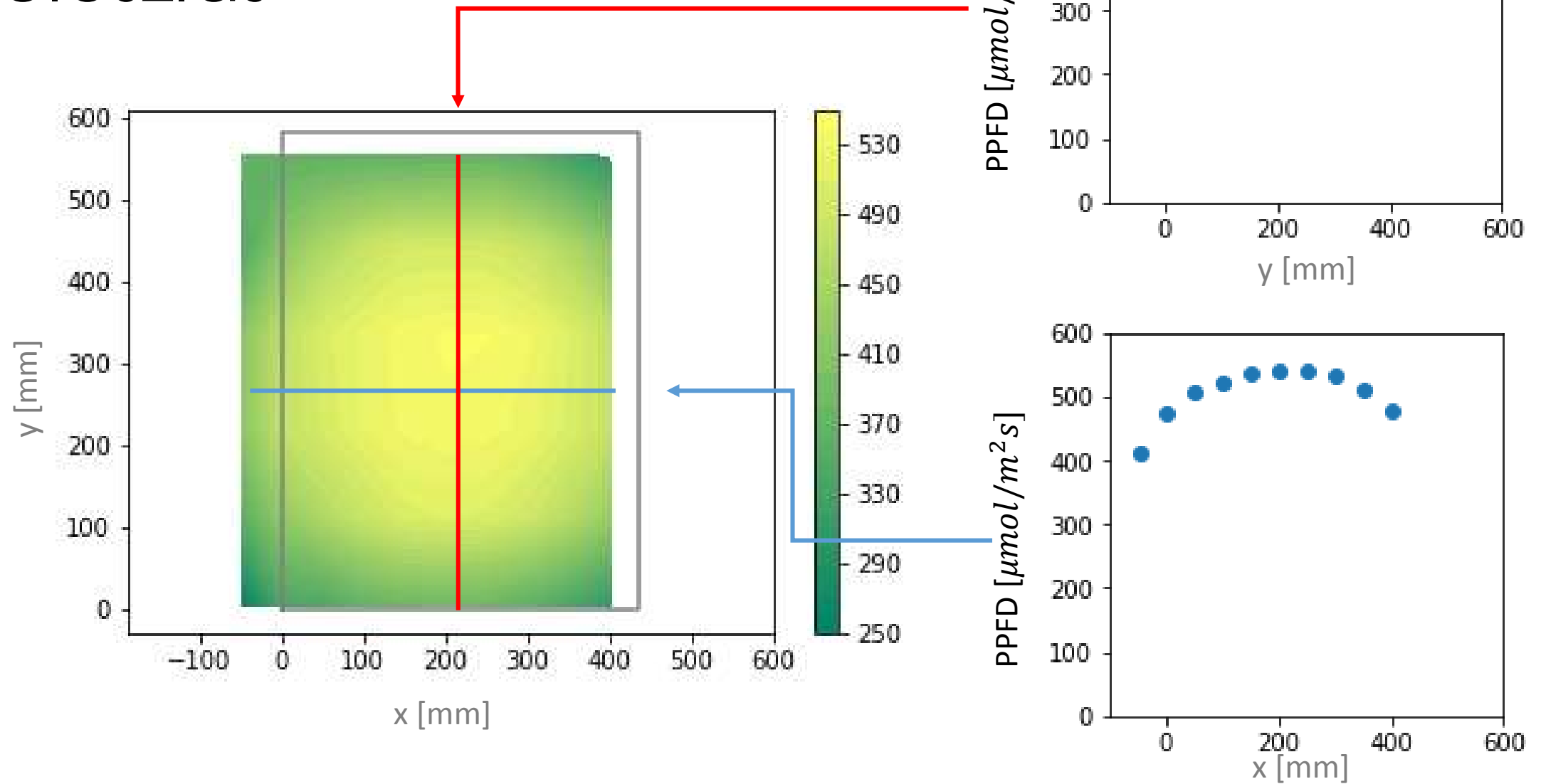
Vörös: 580-700 nm



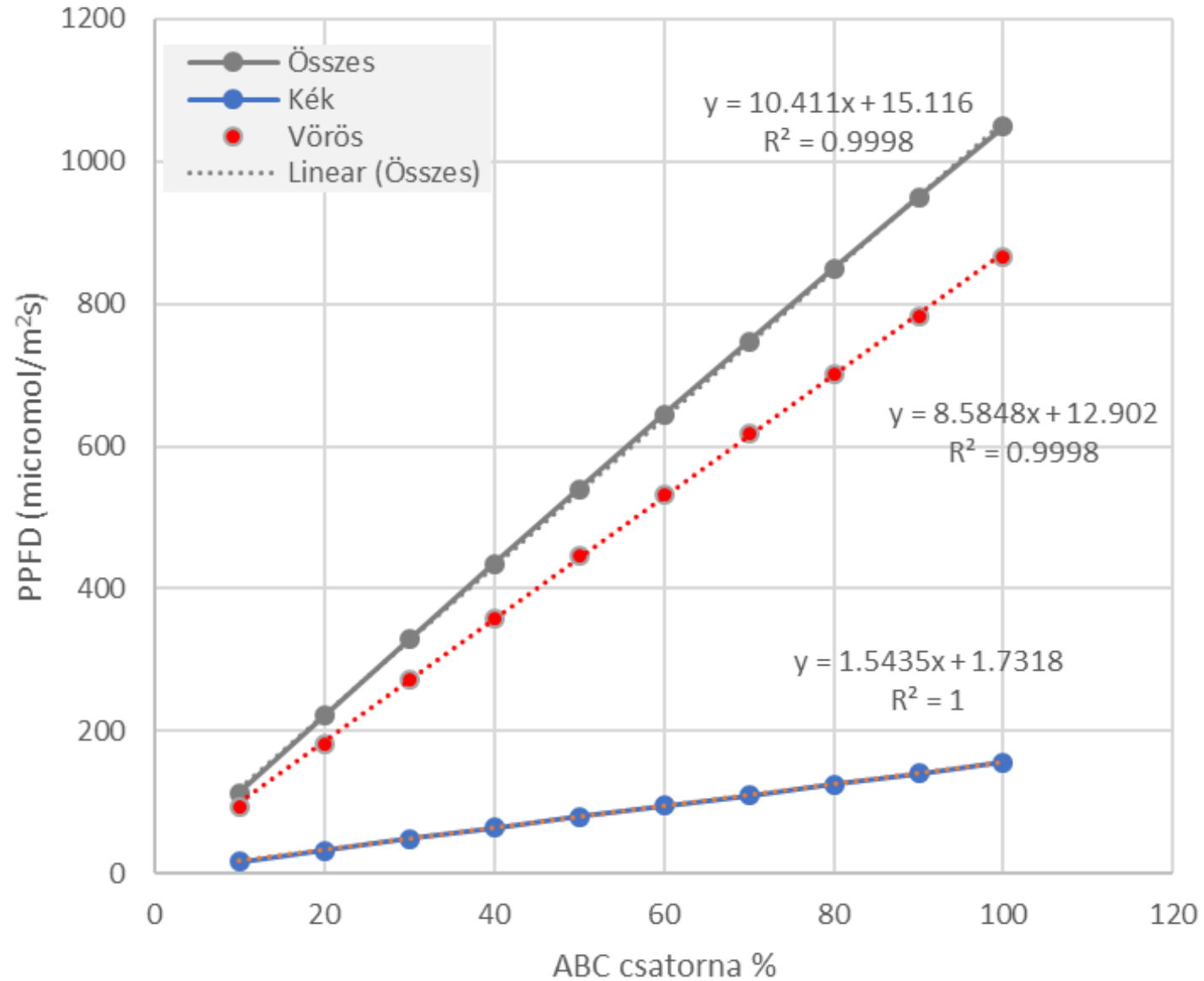
Kék: 400-500 nm



Fotonáram-sűrűség-eloszlás



Fotonáramsűrűség az ABC csatorna %
függvényében, 60 cm távolságban, középpontban
(380, 462 mm)



Köszönöm a figyelmet!

Köszönetnyilvánítás:

A kutatás a Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatásával készült. A kutatást a VEKOP-2.3.3-15-2017-00022, valamint az EFOP-3.6.1-16-2016-00016 és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 számú projektek támogatták.

Boros Ildikó Fruzsina köszönetét fejezi a Szent István Egyetem Kertészettudományi Doktori Iskolának és az Élelmiszertudományi Doktori Iskolának.

Hivatkozások

Kim, M.J., Moon, Y., Tou, J.C., Mou, B., Waterland, N.L. (2016) Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.) J. Food Compos. Anal. 49: 19-34.

Both, A-J., Bugbee, B., Kubota, Ch., Lopez, R.G., Mitchell, C., Runkle, E.S., Wallace, C. (2017) Proposed Product Label for Electric Lamps Used in the Plant Sciences. HortTechnology. 27(4): 544-549.