LEUPHANA
UNIVERSITÄT LÜNEBURG

A LED és a hagyományos fényforrások növényházi alkalmazásának összehasonlítása

Balázs, L.; Budai, M.; Palocz-Andresen, Michael; Szalay, D.

Published in:
Sammelband der Tagung der Fakultät für Fortswissenschaften

Publication date:
2011

Document Version
Verlags-PDF (auch: Version of Record)

Link to publication

Citation for pulished version (APA):
Balázs, L., Budai, M., Palocz-Andresen, M. (Hrsg.), & Szalay, D. (2011). A LED és a hagyományos fényforrások növényházi alkalmazásának összehasonlítása. In F. Lakatos, & Z. Szabó (Hrsg.), *Sammelband der Tagung der Fakultät für Fortswissenschaften* (S. 34-40). University of West Hungary.

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 15. Juli. 2025

Konferencia kiadvány

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

KARI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

2011. október 5.

Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2011.

ISBN 978-963-334-041-7

Szerkesztette:

Prof. dr. Lakatos Ferenc és Szabó Zilia

Ajánlott hivatkozás:

LAKATOS F. és SZABÓ Z. (szerk.) (2011.): Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia Kiadvány. NymE Kiadó Sopron. 315 p.

Tartalomjegyzék

PLENÁRIS ELŐADÁSOK 7

1. FARAGÓ S., DITTRICH G., HORVÁTHNÉ HANGYA K. & WINKLER D.: A Lajta project fogolyállományának 20 éve 8
2. PÁJER J.: A környezetterhelés minősítése 13
3. LAKATOS F., TUBA K., TÓTH V. & MÉSZÁROS B..: Jönnek az idegenek – inváziós rovarok a hazai fás növényeken 18
4. MARKÓ G., PÉTERFALVI J., PRIMUSZ P. & KOSZTKA M.: Pályaszerkezet-gazdálkodás az erdészeti úthálózatokon 23
5. KERÉNYI-NAGY V.: Selmecbánya vadrózsái 26

ERDÉSZETI MŰSZAKI SZEKCIÓ 33

Előadások 34

1. BALÁZS L., BUDAI M., PALOCZ-ANDRESEN M. & SZALAY D.: A LED és a hagyományos fényforrások növényházi alkalmazásának összehasonlítása 34
2. BROLLY G., CZIMBER K. & KIRÁLY G.: Fiatalkorú faállományok Voxel alapú törzstérképezése földi lézeres letapogatás adatai alapján 40
3. GYŰRŰ N., HORVÁTH-SZOVÁTI E. & CZUPY I.: Vasúti zajhatások vizsgálata és értékelése 45
4. HORVÁTH B. & CZUPY I.: Erdészeti vágástakarító gép fejlesztése 50
5. MARKÓ G., PRIMUSZ P. & PÉTERFALVI J.: Hajlékony útburkolatok élettartamának meghatározása a továbbfejlesztett kézi behajlásmérés alkalmazásával 54
6. PÉTERFALVI J., MARKÓ G., PRIMUSZ P. & KISFALUDI B.: Feltáróhálózat tervezése szálaló erdőkben 60

Poszterek 66

1. BROLLY G. & KIRÁLY G.: Supporting the survey of ecosystem services by means of geomorphologic analysis of digital terrain model from airborne laser scanning 66
2. MAJOR T. & TÓTH B. Á.: Informatikai eszközök a fahasználatban 71

ERDŐGAZDÁLKODÁSI SZEKCIÓ 77

Előadások 78

1. BERKI I, MÓRICZ N. & RASZTOVICS E.: Adatok az egészségi állapot és fatömeg változásához nedves és száraz tájaink kocsánytalan tölgyeseiben 78
2. GÁLOS B., JACOB D. & MÁTYÁS Cs.: Az erdőtelepítés lehetséges éghajlatmódosító hatásának vizsgálata Európában 81

3. NAGY L. & SZABÓ I.: A kőris hajtáspusztulását okozó *Chalara fraxinea* járvány-dinamikai és patogenitási vizsgálata 85

4. SCHMIDT G. & SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI M.: Városfásítási lehetőségek a Budai Arborétum melegigényes egzótáival 88

5. TUBA K., CSEKE K. & LAKATOS F.: Különböző rokonsági fokú nyárak rovarasszociációinak összehasonlítása 93

Poszterek 99

1. BIDLÓ A., ELMER T. & SZŰCS P.: Termőhelyfeltárás szálaló erdőkben 99

2. FOLCZ Á. & FRANK N.: Nagygomba megfigyelések a Soproni-hegyvidéken 105

3. FORRAI M., SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI M. & HROTKÓ K.: Városi útsorfák transpirációjának előzetes értékelése a fotoszintetikusan aktív besugárzás függvényében 108

4. HOFMANN T., NÉMETH Zs. I., BADÁCZY D. Zs. & KOCSIS R.: Városi fák fiziológiás állapotának felmérésének lehetősége a levélből mérhető antioxidáns kapacitás és totálfenol tartalom alapján 112

5. HORVÁTH A.: Növényi kivonatok, mint herbicidek 116

6. HORVÁTH T.: A MASSER TWC digitális átlaló a gyakorlatban 121

7. KONDORNÉ SZENKOVITS M.: A fafajmegválasztás jelentősége a fafajok fatermési osztályba sorolásának vizsgálata alapján 124

8. KOVÁCS J., LAKATOS F. & SZABÓ I.: Phytophthora fajok szerepe a feketedió pusztulásában 128

9. MÓGYORÓSINÉ KESERŰ L.& FRANK N.: A korán és későn fakadó bükk (Fagus sylvatica) változat aránya a Roth-féle szálaló erdőtömbben 133

10. NAGY G. M., LÁSZLÓ R. HORVÁTH K. & KAPÓCS-HORVÁTH ZS.: A soproni parkerdő turisztikai terheltségének vizsgálata 136

11. TAKÁCS V. & FRANK N.: Hó- és szélfogó erdősávok minősítése a szélsebesség csökkentő hatásuk alapján 141

12. TUBA K. & MOLNÁR M.: Nyár-energiaültetvények növény-egészségügyi minősítése, és javaslat a növényvédelmi technológiára 146

KÖRNYEZETTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI SZEKCIÓ 151

Előadások 152

1. BADÁCZY D. ZS., NÉMETH K. E., KOCSI R. & NÉMETH ZS. I.: Növény és környezete közötti kölcsönhatások érzékelése biokémiai változók korrelációival 152

2. DRÜSZLER Á., VIG P., CSIRMAZ K. & EREDICS A.: A XX. századi felszínborítás-változás hatása a csapadék területi eloszlására Magyarországon 158

3. ELEKNÉ FODOR V.: Utak hatásvizsgálatához szükséges környezeti adatok vizsgálata 164

4. GOMBÁS K. & VÉGSŐ F.: Rendszerszemlélet megvalósítása mintaterületeken 169

5. GRIBOVSZKI Z., CSÁFORDI P., HERCZEG A. & KALICZ P.: A városiasodás vízminőségi hatásai a soproni Rák-patak vízrendszerén 173

6. HERKE Z., NÉMETH Zs. I., CSERNY T. & MAGYAR B.: Inhibíciós mechanizmusok indikálása szennyező komponensek enzimkinetikai adatsorainak korreláltatásával 179

7. KALICZ P., ERŐS M., GRIBOVSZKI Z., MARKÓ G. & PRIMUSZ P.: A soproni Rák-patak egy városi szakaszának hidrodinamikai modellezése 185

8. PINTÉRNÉ NAGY E.: A környezeti nevelés és tudatformálás felmérése Sopron város közoktatási intézményeiben 190

9. POLGÁR A.: A vállalati környezeti teljesítmény önértékelésen alapuló fejlesztési lehetőségei (tekintettel a környezeti tényezőkre és hatásokra) 197

Poszterek 203

1. BIDLÓ A., SZŰCS P., HORVÁTH A. & KÁMÁN O.: Székesfehérvár város talajainak állapota 203

2. BIDLÓ A., SZŰCS P., HORVÁTH A. & KÁMÁN O.: Szombathely város talajainak állapota 209

3. FARAGÓ S. & HORVÁTHNÉ HANGYA K.: Időjárási anomáliák 2006-2010 között a Lajta-projectben 215

4. HORVÁTH A., BIDLÓ A., SZŰCS P. & KÁMÁN O.: Sopron város talajainak állapota 220

5. POLGÁR A.: Teljesítmény fejlesztési modell kialakítása a hazai környezetirányítási rendszerek vizsgálata alapján 227

6. RÁKOSA R., SZILASI I., VISINÉ RAJCZI E. & ALBERT L.: Városökológiai kutatások. Dunántúli nagyvárosok levegőminőségének összehasonlító vizsgálata 230

TERMÉSZETVÉDELMI SZEKCIÓ 234

Előadások 235

1. KERÉNYI-NAGY V.: A Masaryk Egyetem, Természettudományi Kar, Növénytani és Állattani Tanszék Herbárium Crataegus-anyagának (Brnu) revíziója 235

2. KERÉNYI-NAGY V.: Ritka erdélyi rózsa és galagonya taxonok 239

3. KUI B.: A Nagy Murgó (Hargita-hegység) erdeinek flórája 248

4. NÓTÁRi K., JAKAB G., CSÖRGEI B. & CSENGERI E.: A Szarvas-1 energiafű (Elymus Elongatus subsp. Ponticus ’Szarvasi-1’ energiafű) inváziója Szarvas környékén 255

Poszterek **260**

1. BÁTKY G.: A Ferencmajori-halastavak vízimadár-monitoringja a 2000-2009 időszakban 260
2. FARAGÓ S., CSEH P., LUKÁCS Z., KANCSAL B. & MOGYORÓSI T.: A nyugat-magyarországi fészkelő madárállomány felmérésének kutatási módszerei és előzetes eredményei 265
3. SÜTÖRINÉ DIÓSZEGI M. & SCHMIDT G.: Nagyvárosi inváziv növények a Budai Arborétumban és környezetében 269
4. TÓTH V. & LAKATOS F.: A platánlevél-sátorosmoly *(Phyllonorycter platani Stgr. 1870)* populáció genetikai vizsgálata 276
5. VELEKEI B.: A sárgahasú unka (Bombina variegata LINNEAUS, 1758) kutatása a Soproni-hegységben 280

VADBIOLÓGIAI ÉS VADGAZDÁLKODÁSI SZEKCIÓ **283**

Előadások **284**

1. DREMMEL L., TARI T., SÁNDOR G. & NÁHLIK A.: Adatok a muflon táplálkozásáról 284
2. TARI T., SÁNDOR Gy., DREMMEL L. & NÁHLIK A.: Szabad területen és zárt-téren élő vaddisznók táplálkozásának összehasonlítása 289

Poszterek **294**

1. DREMMEL L., HEFFENTRÄGER G., SZALAY B. & NÁHLIK A.: A muflon élőhely-preferenciájának vizsgálata hullatékcsoportok számbavételével 294
2. FARAGÓ S., DITTRICH G. & HORVÁTHNÉ HANGYA K.: Az élőhely-diverzitás változása a Lajta projectben 298
3. FARAGÓ S., DITTRICH G. & HORVÁTHNÉ HANGYA K.: Tartamos táplálékforrás vizsgálatok Barber csapdázással a Lajta projektben 303
4. FARAGÓ S., LÁSZLÓ R., FLUCK D. & BENDE A.: Erdei szalonka monitoring mintavételi programjának eredményei 2010-ben 308
5. LÁSZLÓ R. & GOSZTOLA I.: A vadorzás okozta vadgazdálkodási károk vizsgálata 1998-2007 közötti időszakban Magyarországon..... 312

PLENÁRIS ELŐADÁSOK

1. **FARAGÓ S., DITTRICH G., HORVÁTHNÉ HANGYA K. & WINKLER D.:** A Lajta project fogolyállományának 20 éve

2. **PÁJER J.**: A környezetterhelés minősítése

3. **LAKATOS F., TUBA K., TÓTH V. & MÉSZÁROS B.**.: Jönnek az idegenek – inváziós rovarok a hazai fás növényeken

4. **MARKÓ G., PÉTERFALVI J., PRIMUSZ P. & KOSZTKA M.:** Pályaszerkezet-gazdálkodás az erdészeti úthálózatokon

5. **KERÉNYI-NAGY V.:** Selmecbánya vadrózsái

A LED ÉS A HAGYOMÁNYOS FÉNYFORRÁSOK NÖVÉNYHÁZI ALKALMAZÁSÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

BALÁZS László[1], BUDAI Miklós[1], PALOCZ-ANDRESEN Mihály[2] & SZALAY Dóra[2]

1: GE Hungary Kft., Lighting Technology
laszlo.balazs@ge.com, miklos.budai2@ge.com
2: Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdészeti- műszaki és Környezettechnikai Intézet, Sopron
mpalocz@emk.nyme.hu, szalayd@emk.nyme.hu

Bevezetés

A földfelszín és a levegő felmelegítésében, az élet fenntartásában és az időjárási jelenségek kialakításában döntő jelentőségű a napsugárzás. A zöld növények képesek a napsugárzást saját anyagcsere-folyamataik energiaigényének biztosításához felhasználni. Azonban gyenge megvilágítás mellett a növény etiolálódik, internódiumai erősen megnyúlnak, a fotoszintézist a fotokémiai folyamatok korlátozzák.

A kísérlet helyszíne, az alkalmazott növényfajták és fényforrások

A kísérlet helyszíne a Nyugat-magyarországi Egyetem Botanikus kertjében található üvegház volt. A növényeket 4 különböző szektorban, 4 különböző fényforrással világítottunk meg. Az „A” és „B” szekciókat a természetes fénytől fekete agroszövet segítségével teljes mértékben elzártuk, míg a „C” és „D” szekciók esetében szabadon hagytuk az ablak és az üvegtető felől a fény útját. Az egyes szekciókban a növényeket ugyanazon szisztéma szerint helyeztük el.

Az alkalmazott fényforrások általános ismertetése:

- Fénycsövek

A fénycsövek a kisnyomású kisülőlámpák családjába tartoznak, ahol a kisülés túlnyomó részét a 253,7 nm-es UV rezonanciavonalat gerjeszti, ezt a fénycső belső falán található fénypor alakítja át látható fénnyé. A fénypor összetételével változtatható a spektrum, ez a jelentős eltérés a normál és a növényházi fénycsövek esetében. Az izzóhoz képest minimális infravörös sugárzással működnek, azaz kevésbé melegítenek, az izzó fogyasztásának 20%-ával beérik ugyanakkora fénymennyiség mellett. Fényüket nagyobb felületen adják le, így nem maradnak árnyékos részek. Akkor hatékony a használatuk, ha közel tudjuk tenni növényeinkhez, pl. tavaszi palántanevelésnél, ahol sok egyforma méretű palántát lehet közelről megvilágítani.

- LED lámpák

A fénykibocsátó dióda vagy LED neve az angol Light Emitting Diode rövidítésből származik. A dióda által kibocsátott fény színe a félvezető anyag összetételétől, ötvözőitől függ. A LED jellemzően egyszínű, inkoherens keskeny spektrumú fényt bocsát ki. A fény spektruma az infravöröstől az ultraibolyáig terjedhet, de hozzáférhetőek már hideg, meleg és természetes fehér fényű LED-ek is, ahol a fényt a diódán lévő fénypor alakítja át fehér fénnyé. Kis méretükből adódóan sok különböző színű LED-et is el lehet helyezni egymás mellé, ezáltal könnyen kikeverhető a növények számára ideális spektrum, ez akár módosítható is a növény életciklusának megfelelően. Fényhasznosításuk már felveszi a versenyt a fénycsövekkel, és általában egyenáramú, kisfeszültségű üzemeltetést

igényelnek, amely költség és villamos biztonság szempontjából kedvező tulajdonság. Infravörös sugárzás jellemzően nincs a LED-ek spektrumában, előre sugárzott hő sincs, a fényforrás és a megvilágítás távolsága minimalizálható. A LED-ek hátoldali hűtéséről viszont gondoskodni kell, ugyanis magas hőmérsékleten leromlik a fényhasznosítás.

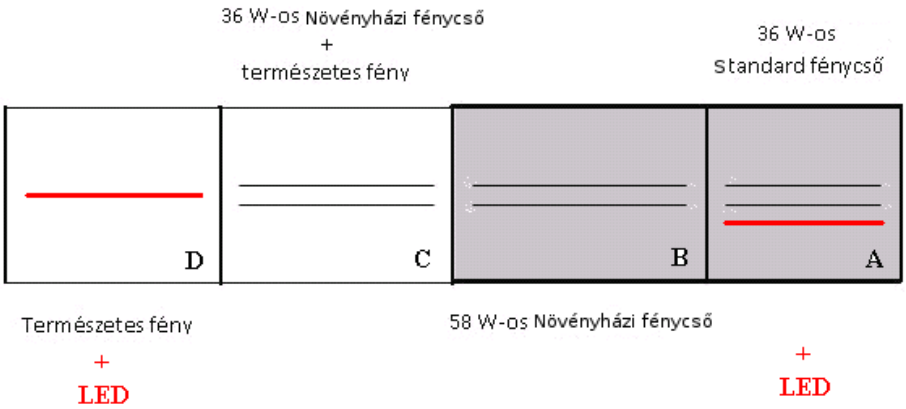
A mérési módszer

A mérések során a különböző részek megvilágítása a következők szerint történt:

2011. február 28 - 2011. április 11. között:

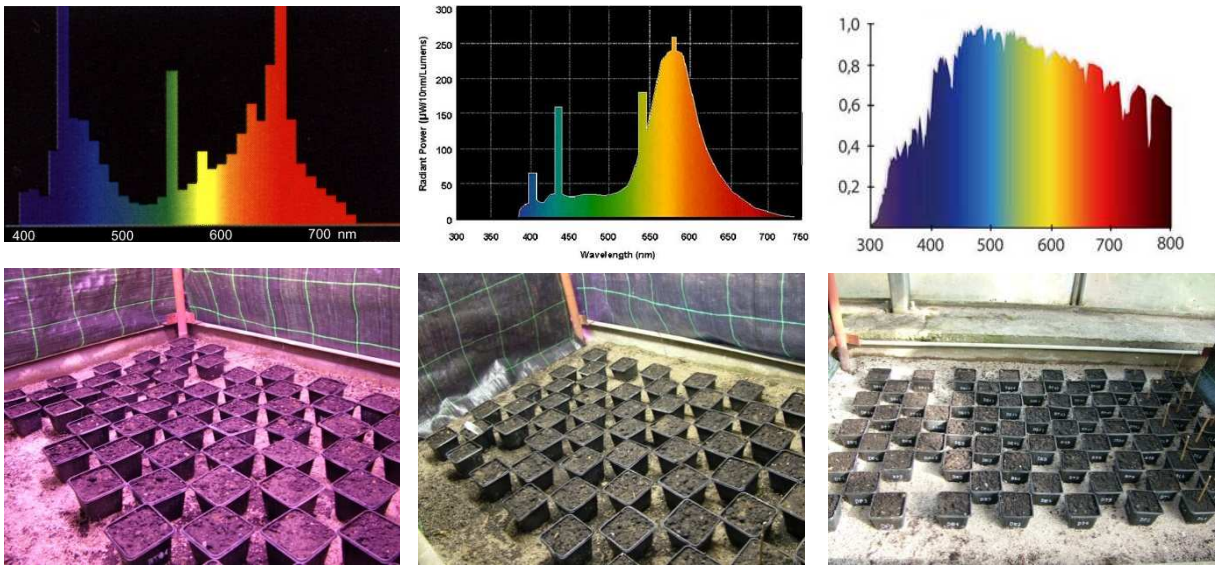
- A szekció: Standard lámpa 2*36 W
- B szekció: Növényházi fénycső 2*58 W
- C szekció: Növényházi fénycső 2*36 W + természetes fény
- D szekció: Természetes fény

2011. április 12 - 2011. június 30. között az „A” és „D” szekciót LED fényforrásokkal egészítettük ki.



1. ábra: A GE által fejlesztett LED fényforrás és a kísérlet során kialakított 4 szekció

A különböző szekciókban az egyes fényforrások eltérő színspektrumban sugároznak. Ehhez mutat nagyon jó szemléltetést a 2. ábra.



2. ábra: A különböző hullámhosszú fényforrások spektruma és a szabad szemmel észlelhető megvilágítási különbségek [1, 2, 3]

Az első képről leolvasható, hogy míg az üvegházi fénycső főképpen a növényeknek a növekedéséhez és a virágzáshoz leginkább kedvező piros és kék spektrumban bocsátja ki fényét, addig a standard fénycső elsősorban sárgás spektrumban sugároz. A természetes napfény szinte a teljes spektrumot felöleli. Az utólag felszerelt mélyvörös LED-lámpák a 660 nm-es hullámhossz környékén csúcsosodnak ki.

A vizsgálatok a növények magasságának méréséből, szemrevételezéséből és fényképek készítéséből álltak. A mérés előnye, hogy a növények állapota roncsolásmentesen, költség és energiatakarékosan végezhető. Az 1. táblázatban látható a mérések gyakorisága és az alkalmazott eljárások típusai a kutatások során.

1. táblázat: A növények növekedésének vizsgálata és gyakorisága

	Mérés	**Eljárás**	**A mérés gyakorisága**
A csírázás megindulása	Első sziklevél megjelenése	A napok száma az ültetéstől az első sziklevél megjelenéséig, vagy a kibúvásig	Heti 2 alkalom
Fiatal növény fejlődése	Növény magasság	A növény csúcsának mérése a föld felszínétől	2 hetente
Növény fejlődése	A lomblevelek megjelenése	Az egyes növények leveleinek meghatározása	Hetente
Virágzó növények vizsgálata	Első virágbimbók megjelenése	Az egyes növények virágbimbóinak meghatározása	Hetente
Virágzó növények vizsgálata	Első virág nyílása	A napok száma az ültetéstől eltelt első virágig számítva	Hetente
Virágzó növények vizsgálata	A virágok száma	Meg kell határozni minden egyes növényen a virágok számát, beleértve a bimbókat is.	Hetente
Minden növény vizsgálata	A fejlődés változása	Fényképek készítése, majd számítógépre történő töltéssel azok elemzése	Eleinte heti 2 alkalom, majd hetente

Mérési eredmények

Az egyes szekciókban található növények pontosan megmutatják, hogy az adott fényforrás megfelelő-e az egyes fejlődési ciklusokban. Eleinte az „A” és „B” szekció növényei csíráztak ki korábban és nagyobb számban, mivel az agroszövettel körülvett kísérleti részekben a lámpák által termelt hő jobb körülményeket biztosított ehhez, lásd 3. ábra.

3. ábra: 2011. 03. 18-i felvételek a paradicsomokról

Átlag magasság: „A”-4,2 cm, „B”-1,6 cm, „C”-1,9 cm, „D”-0,5 cm

Három héttel később a fény felé igyekvő növények szára az „A” és „B” szekciókban helyenként deformálódott, a levelek és szárak világosabb színeződésűek (etioláltak), elmaradt a szilárdítószövetek kifejlődése, a csomóközök, azaz a szártagok meghosszabbodtak. Mindamellett a „C” és „D” szekciókban gyors fejlődést tapasztaltunk. Ezután történt a LED lámpák felszerelése.

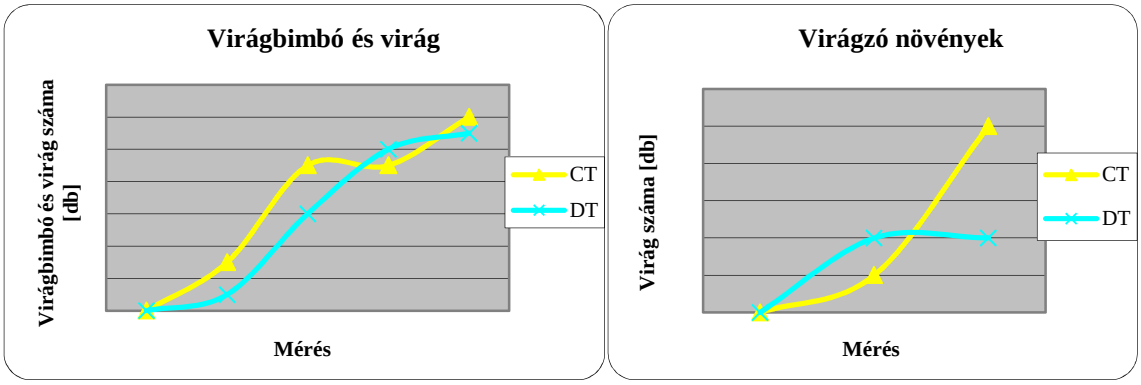
Összehasonlításképpen egymás mellé helyeztünk a 4. ábrán egy a közvetlenül LED előtt és utána 3 héttel készült fényképet ugyanarról a növényről. A változás nagymértékű, a növény kifejlesztette lomblevelét, amelynek színe már élénkebb zöld. A szár vastagsága azonban még mindig nem kielégítő, a növény kezdeti fejlődési stádiumának kedvezőtlen megvilágítása miatt.

4. ábra: 2011. 04. 11-i és 05.05-i felvételek ugyanarról a növényről

A 8 és 9. felvételezés elvégzésekor, tehát március végén, április elején tömeges pusztulások történtek, elsősorban a fénytől elzárt szekciókban, ott is magasan az „A” szekcióban vezető számban, a szárak fejletlenségéből adódóan. Azonban a LED felszerelésekor ezek a pusztulások teljes mértékben megszűntek.

A kísérletek során virágbimbók és virágok csak a „C” és „D” szekciókban jelentek meg. A virágbimbót hozó növények száma körülbelül megegyezik a két szekcióban, csupán egy-egy eltérés mutatkozik, erre vagy arra az oldalra billentve a mérleget.

A „C” és „D” szekcióban különbséget a kinyílt virágok számában tudunk tenni. A „C” szekcióban sokkal magasabb ezek száma, több mint duplája a „D” szekcióban fejlődő növényekénél. Ez az üvegházi lámpának tulajdonítható kedvező hatás, amelyre további bizonyíték, hogy a C szekcióban két paradicsompalánta esetében is megindult a virágzás és később a termés kifejlődése és érése, lásd 5. ábra.



5. ábra: Virágok számának alakulása

Következtetések

A vizsgálatok kezdetén azt tapasztaltuk, hogy a standard fénycsővel megvilágított növények szára gyenge és színtelen, nagyobb arányban pusztultak el egy hónap elteltével a vetéstől számítva. Egyértelműen bizonyított, hogy ez a megvilágítási módszer nem megfelelő a növények termesztéséhez. Bizonyított továbbá, hogy a mesterséges fényforrásokat kizárólag kiegészítő világításként érdemes alkalmazni a természetes fény mellett.

Nagyon fontos megállapítás, hogy már a csírázás kezdetén a megfelelő fényforrások álljanak rendelkezésre, mivel ha csak később kapcsoljuk be a kiegészítő világításokat, már a szár korai gyengesége nem megfelelően erősödik.

A virágzáshoz a növényházi fénycső bizonyult előnyösebbnek. Ennek indoka, hogy a növények fotoszintéziséhez szükséges hullámhossz többségében a 440 és 660 nm között található. A mérésekkel is alátámasztva bizonyítottuk, hogy a vörös fény inkább a hosszanti növekedést és a fejlődést, míg a kék a terebélyesedést és a virágképződést segíti. Így ajánlott lenne a mélyvörös LED-eket kék színspektrummal is kiegészíteni a hatás fokozásához.

Végezetül elmondható, hogy a kísérlet során bebizonyosodott az utólag felszerelt mélyvörös LED-lámpák kedvező hatása a növények fejlődésére, mind a természetes fénnyel kiegészített szekcióban, mind a standard fénycső mellett elhelyezve.

Összegzés és további kutatási lehetőségek

A dísznövények és a zöldségnövények szempontjából az őszi, téli és kora tavaszi időszak alatt nagyon fontos a megvilágítás mennyisége, mivel a növények belső felépítését a megvilágítás erőssége nagymértékben befolyásolja. A LED-lámpák üvegházban történő felszerelése nemcsak a növények fejlődése szempontjából előnyös, hanem a termesztő számára is komoly költségmegtakarítást eredményez az alacsonyabb villamos áram fogyasztás és a hosszabb élettartam miatt. Kicsiny voltuk miatt a jövő üvegházi fényforrások alkalmazása során érdekes lehet az egyes LED-ek elhelyezésének módja a növények helyzetéhez képest. A növények számára a fototropizmus jelensége miatt fontos a nap helyzete, ezáltal érdemes lesz egy napkövető rendszerű LED-panel kidolgozása is.

A bemutatott kísérlet megtervezésében és megvalósításában a GE Hungary Kft. volt a Nyugat-magyarországi Egyetem partnere. A GE Lighting Európa, Közel-Kelet, Afrika régióinak központja Budapesten található, csakúgy, mint a fényforrás üzletág Globális Technológia Központja, ahol mintegy 160 fős mérnök csapat dolgozik a jövő fényforrásainak fejlesztésén. A GE Lighting Európában 7 gyárat üzemeltet, ebből 6-ot Magyarországon.

Irodalomjegyzék

[1] http://www.spicy.hu/node/1886
[2] http://www.aquaticquotient.com/forum/showthread.php/50245-energy-saving-light-bulbs
[3] http://www.activfitness.ch/infoletters/09_07/1nl_licht.htm