



LIETUVOS
AGRARINIŲ IR MIŠKŲ
MOKSLŲ CENTRAS

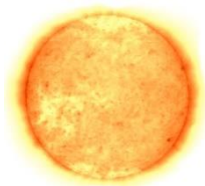
Kietakūnio apšvietimo technologija augalams: fotofiziologinių tyrimų ir technologijų proveržis

Dr. Akvilė Viršilė

LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės institutas
Augalų fiziologijos laboratorija

Augalų fotofiziologiniai tyrimai

Gamtos ir technologijų mokslų santakoje



Anglies lanko
lempa
1880-1940



Kaitrinė
lempa
1920-1930



Žemo slėgio
dujų išlydžio
lempa
~1900



Fluorescencinė
lempa
~1930-dabar



Aukšto slėgio
natrio lempos
~1950-dabar



Šviesą
emituojantys
diodai (LED)
~1990-dabar

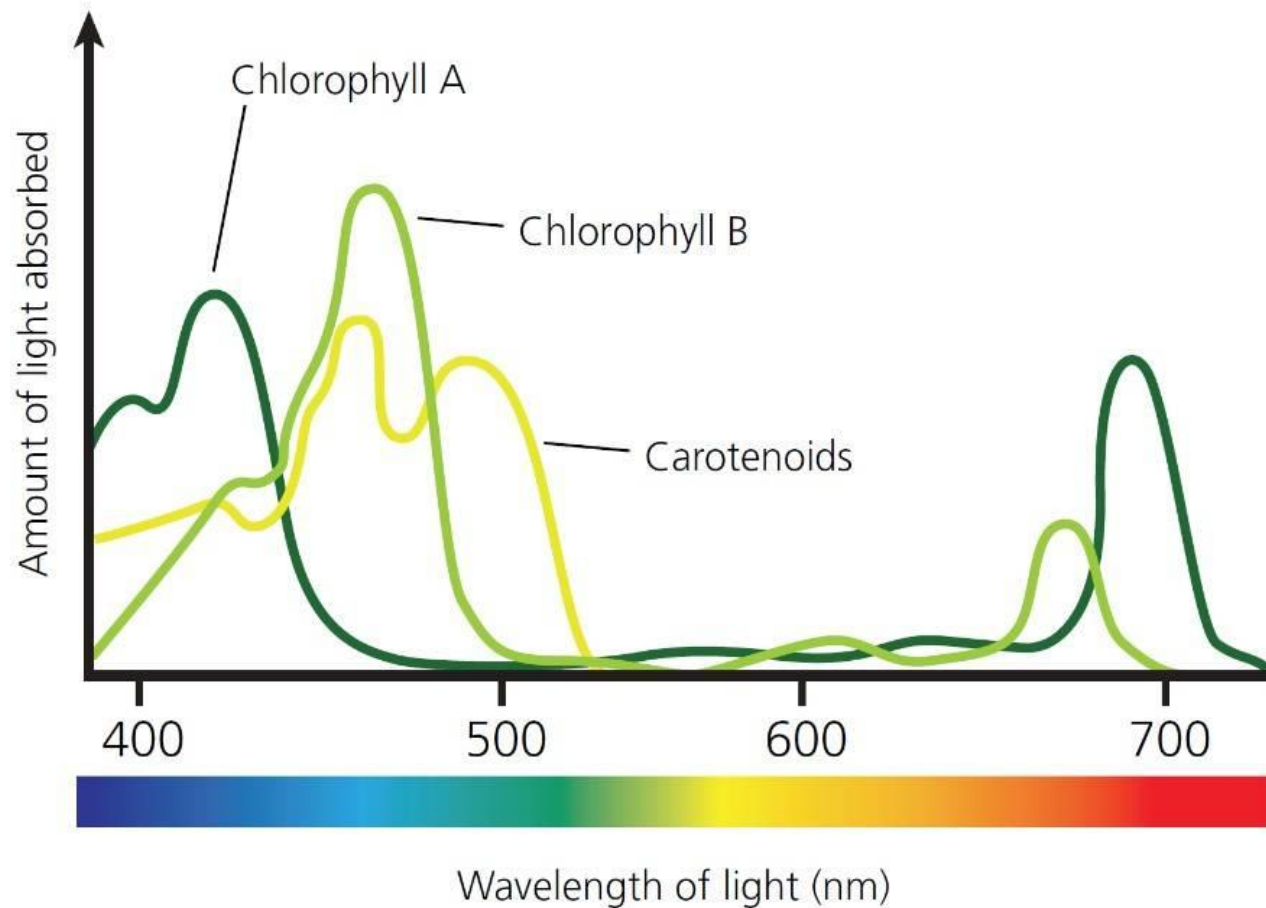
Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos aušra

Pirmieji publikuoti bandymai

Periodas	1990-2006 m.
Technologija	Skolinamasi iš kitų apšvietimo industrijų
Koncepcija	Stimuliuojama fotoreceptorių veikla
Taikymas	Eksperimentinis

Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos aušra

Koncepcijos pagrindas: stimuliuoti fotoreceptorių veiklą



<https://www.heliospectra.com/blog/led-light-spectrum-101-absorption-spectra>

Fotosintezė nekontroliuoja augalų augimo; greičiau augalų augimas kontroliuoja fotosintezę Fritz Went (1903-1990)

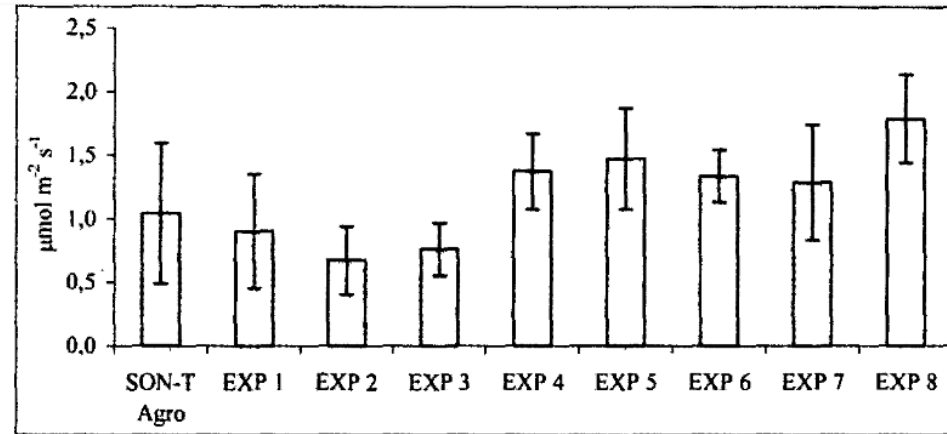
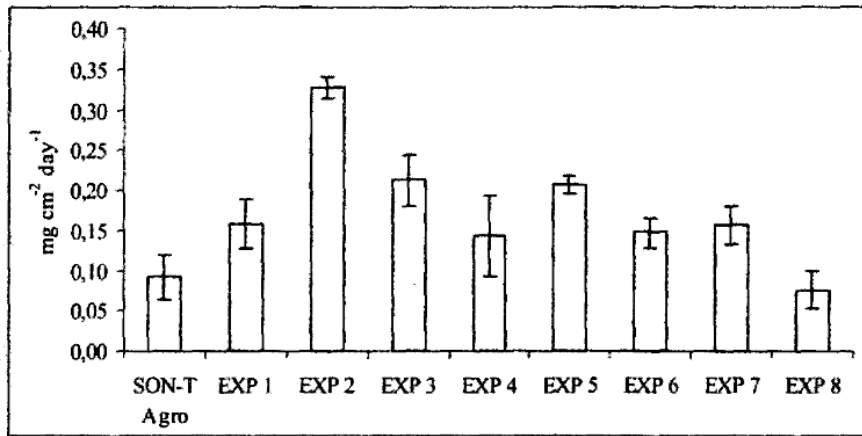


Fig. 2. Photosynthetic productivity of lettuce growing under different light sources. Fig. 5. Photosynthesis intensity of lettuce growing under different light sources.

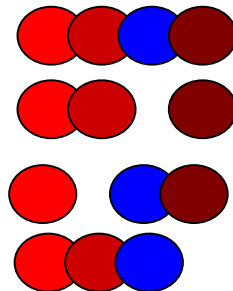
Table 1. Photon flux densities, in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and percent of the total day or night flux density produced by the LEDs with different peak emission wavelengths indicated for different plant growth experiments.

Variants	455 nm	640 nm	660 nm	735 nm	
	Day	Day	Day	Day	Night
EXP 1	9(8.8%)	80 (79%)	9.4(9.3%)	2.9(2.9%)	0
EXP 2	9(6.5%)	120(86.7%)	9.4(6.8%)	0	2.9* (100%)
EXP 3	0	120(90.7%)	9.4(7.1%)	2.9(2.2%)	0
EXP 4	0	120(92.7%)	9.4(7.3%)	0	2.9**(100%)
EXP 5	9(6.8%)	120(91%)	0	2.9(2.2%)	0
EXP 6	9(7%)	120(93%)	0	0	2.9(100%)
EXP 7	9(6.4%)	120(84.9%)	9.4(6.7%)	2.9(2%)	0
EXP 8	9(6.5%)	120(86.7%)	9.4(6.8%)	0	0

* Irradiation by 735 nm was only for 1 hour between 2 and 3 AM

** Irradiation by 735 nm was only for 1 hour between 1 and 2 AM

**LED šviesos
spektro efektai
salotų
fotosintezės
produktyvumui
ir intensyvumui**



Brazaitytė ir kt., 2006

Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos raida

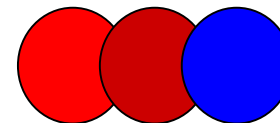
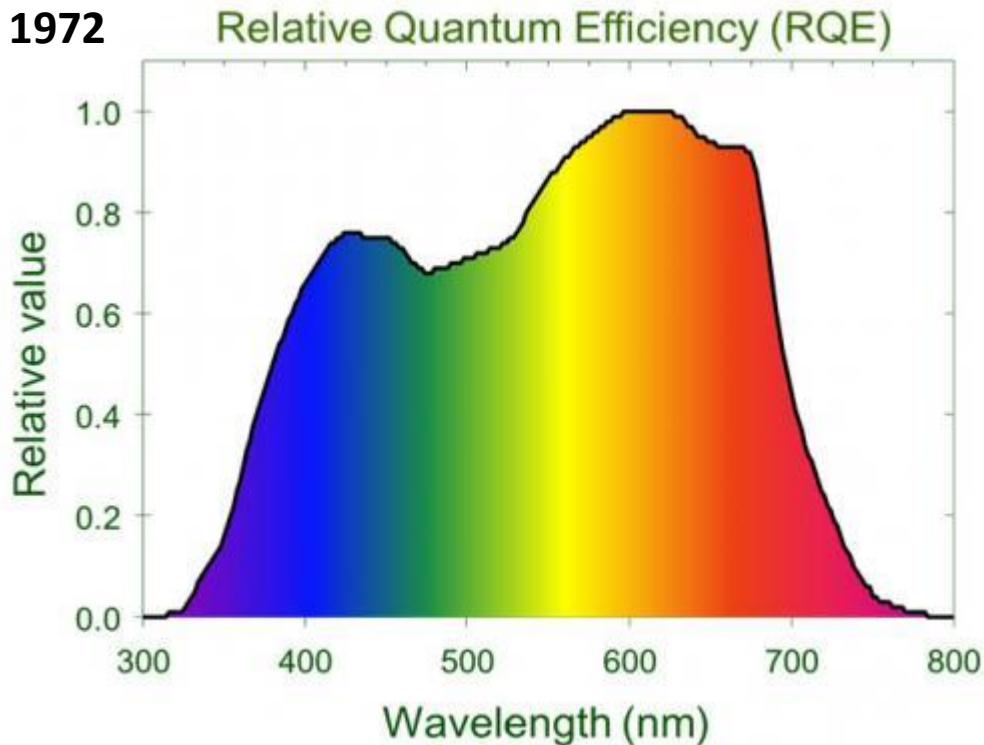
Technologijos ir tyrimų vystymasis

Periodas	2006 – 2013 m.
Technologija	Auga, tačiau nepakankamas efektyvumas, tarnavimo laikas, tobulėja apšvietimo įrenginio technologija
Koncepcija	Remiasi šviesos kvantų našumo fotosintezei teorija
Taikymas	Pirmieji komerciniai LED taikymai. Mažas pasitikėjimas

Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos raida

Koncepcijos pagrindas: energija panaudojama našiausiems bangų ilgiams

McCree, 1972

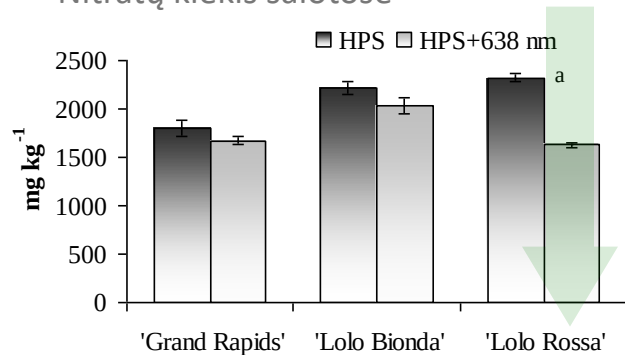


http://msue.anr.msu.edu/news/green_light_is_it_important_for_plant_growth

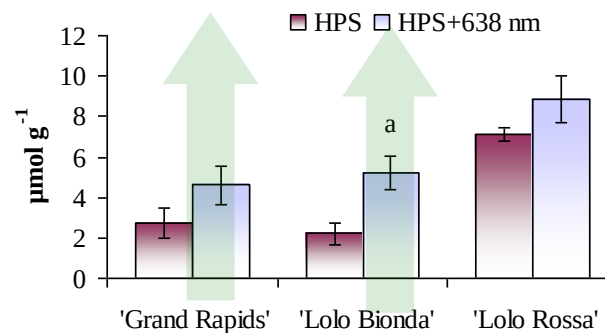
Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos raida

Rūšiai, veislei saviti efektai. Metabolizmas

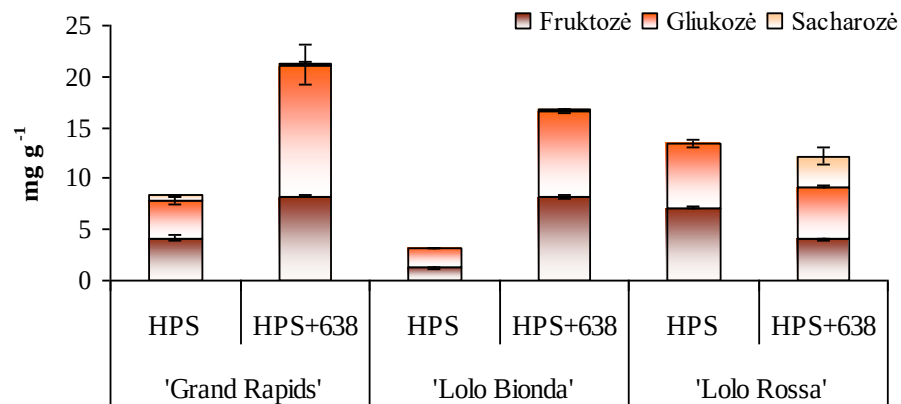
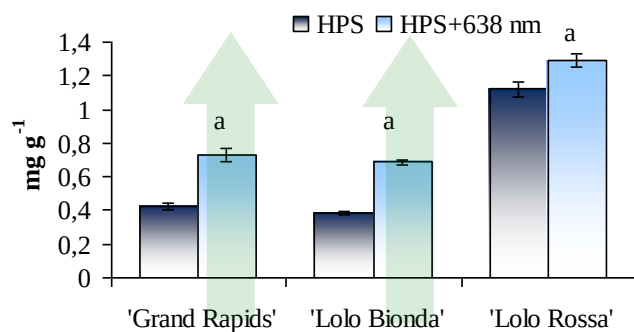
Nitratų kiekis salotose



DPPH radikalų imobilizavimo geba

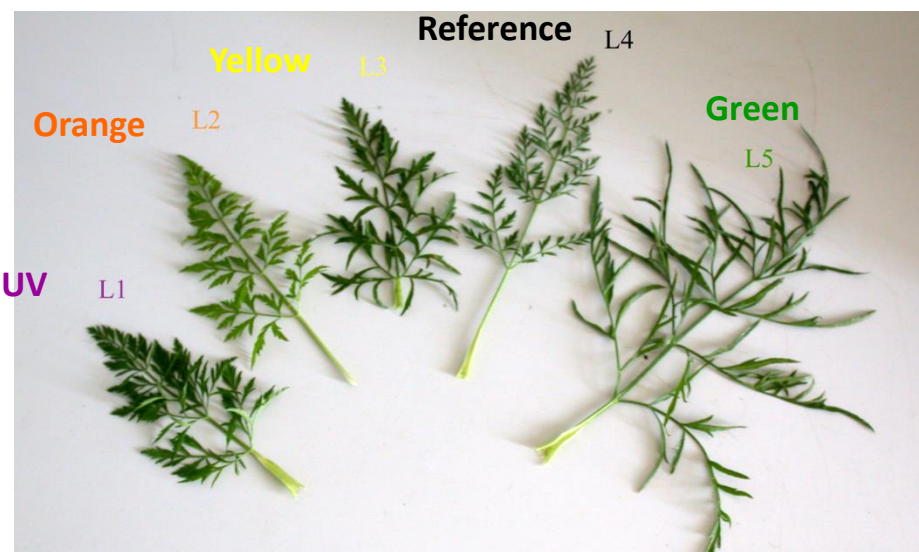


Fenolinių junginių kiekis

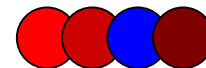


Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos raida

Morfologiniai efektai



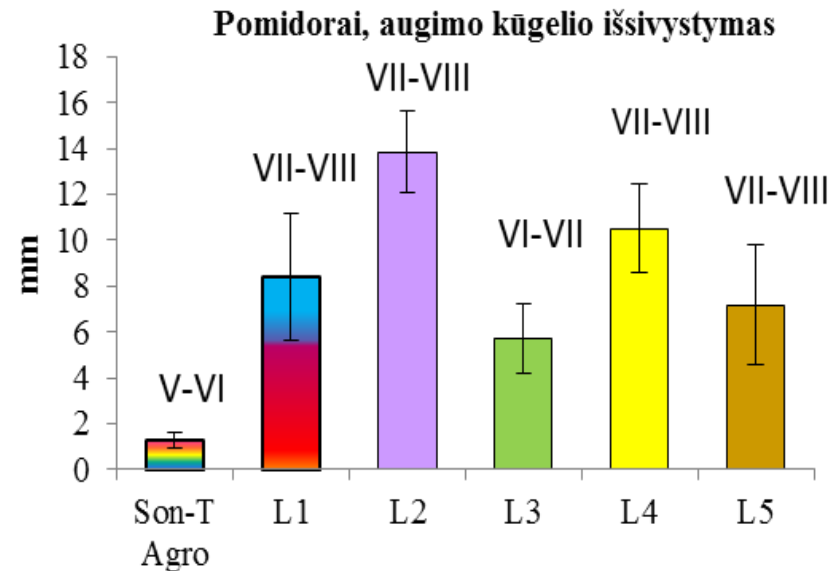
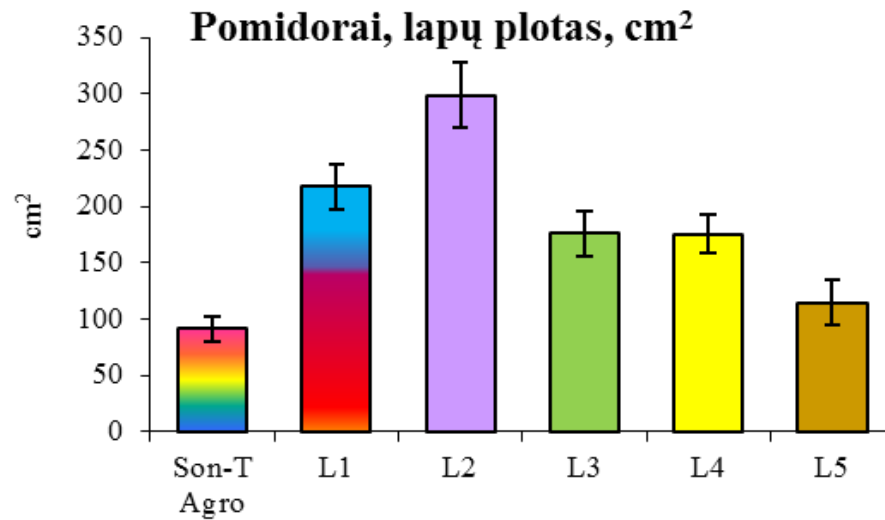
Morkų, augintų po skirtingu LED šviesos spektru, lapų morfologijos skirtumai.



Ridikėlių rizokarpo formavimas, apšviečiant LED šviesos srautu : 40 to 200 μmol

Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos raida

Augimo ir vystymosi procesų pusiausvyra



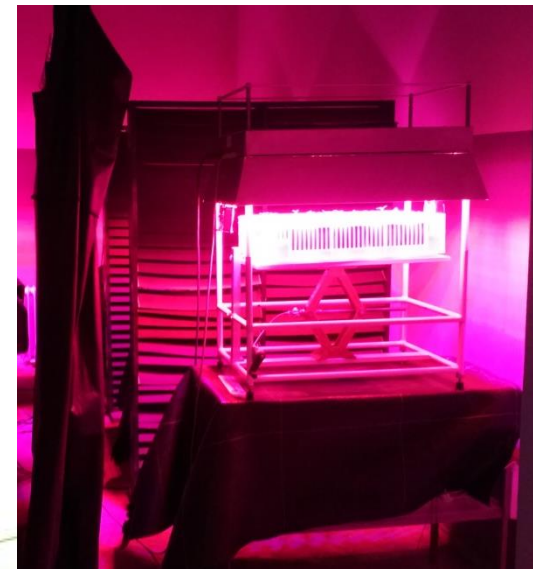
L1 – (pagrindinis šviestukų derinys) –
445, 638, 669, 731 nm

L2 – pagrindinis + 380 nm

L3 – pagrindinis + 520 nm

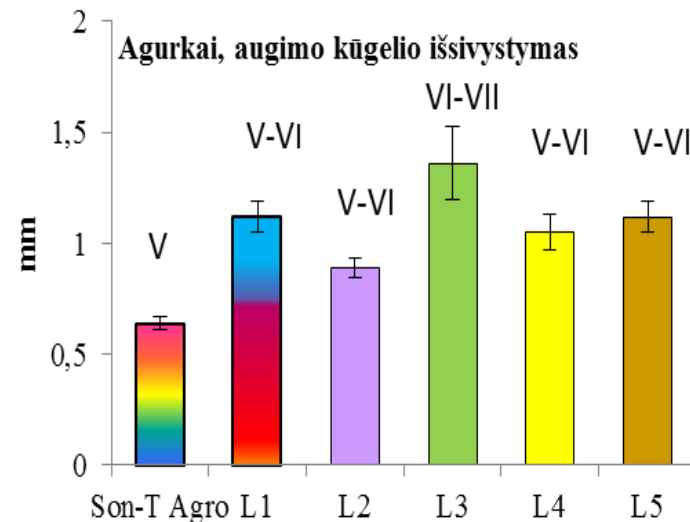
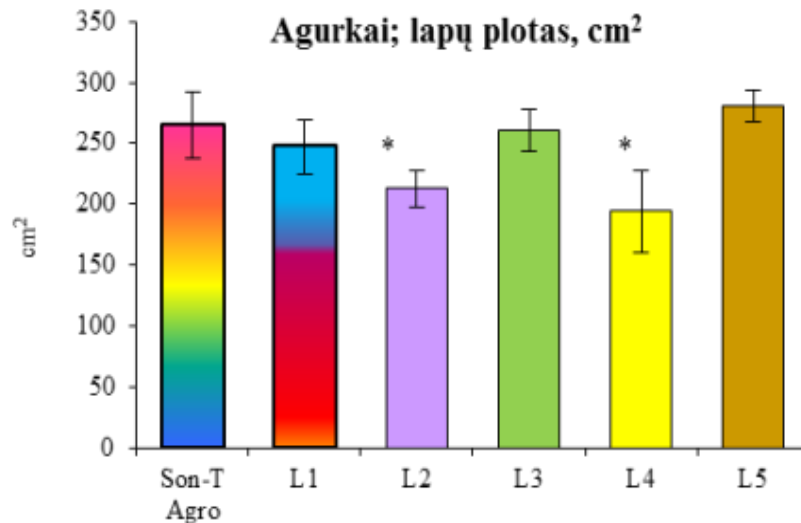
L4 – pagrindinis + 595 nm

L5 – pagrindinis + 622 nm



Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos raida

Augimo ir vystymosi procesų pusiausvyra



L1 – (pagrindinis šviestukų derinys) –

445, 638, 669, 731 nm

L2 – pagrindinis + 380 nm

L3 – pagrindinis + 520 nm

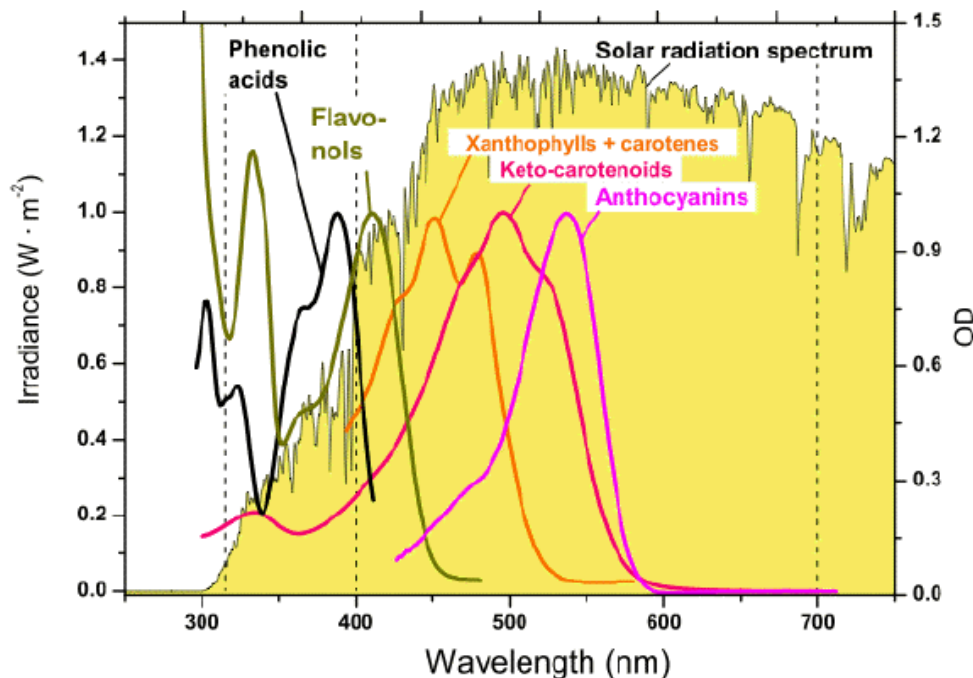
L4 – pagrindinis + 595 nm

L5 – pagrindinis + 622 nm



Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos plėtra

Koncepcijos pagrindas: valdyti augalų fotoatsaką



<http://photobiology.info/Solovchenko.html>

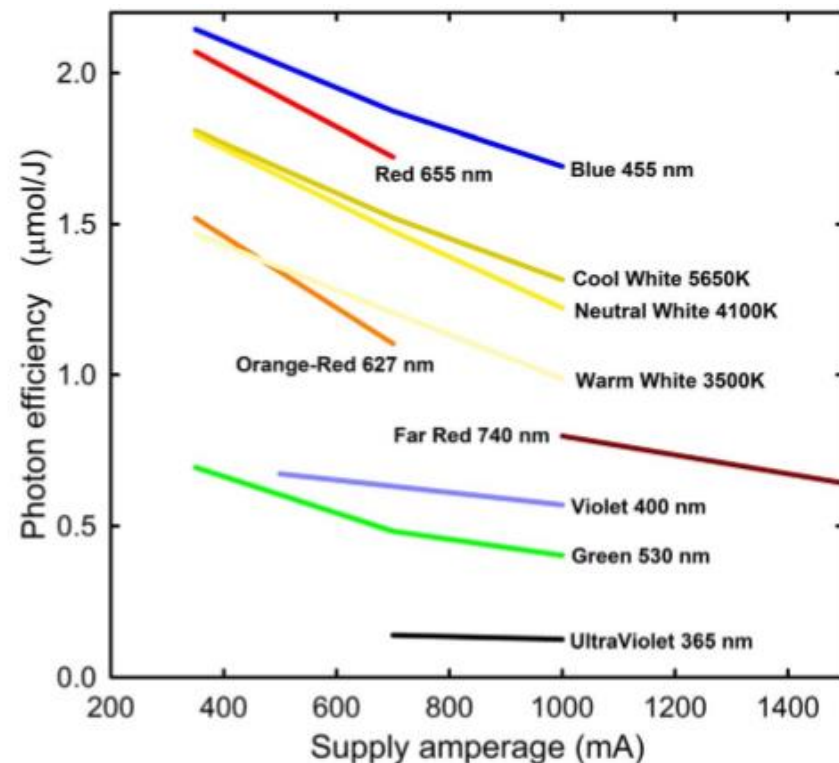


Figure 4. Effect of drive amperage and color on photon efficiency of LEDs. Data for Philips Lumileds LEDs (May 2014), courtesy of Mike Bourget, Orbitec.
doi:10.1371/journal.pone.0099010.g004

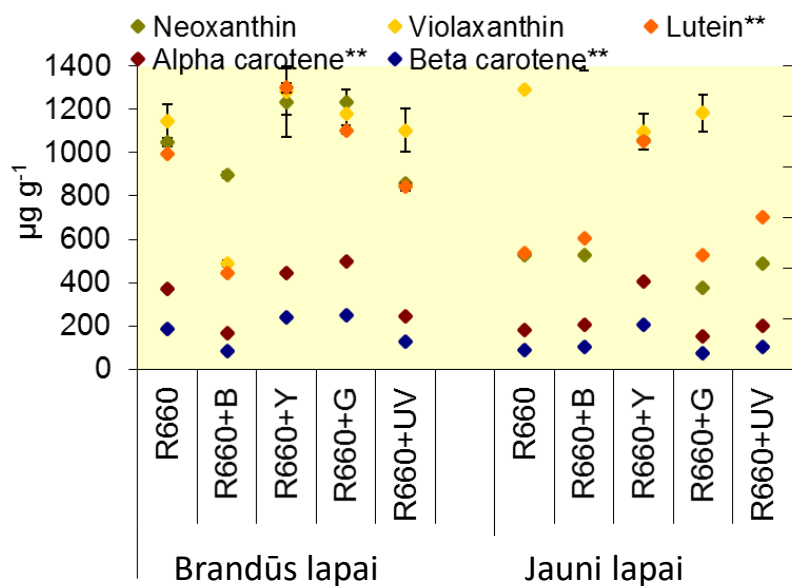
Metabolizmo valdymas



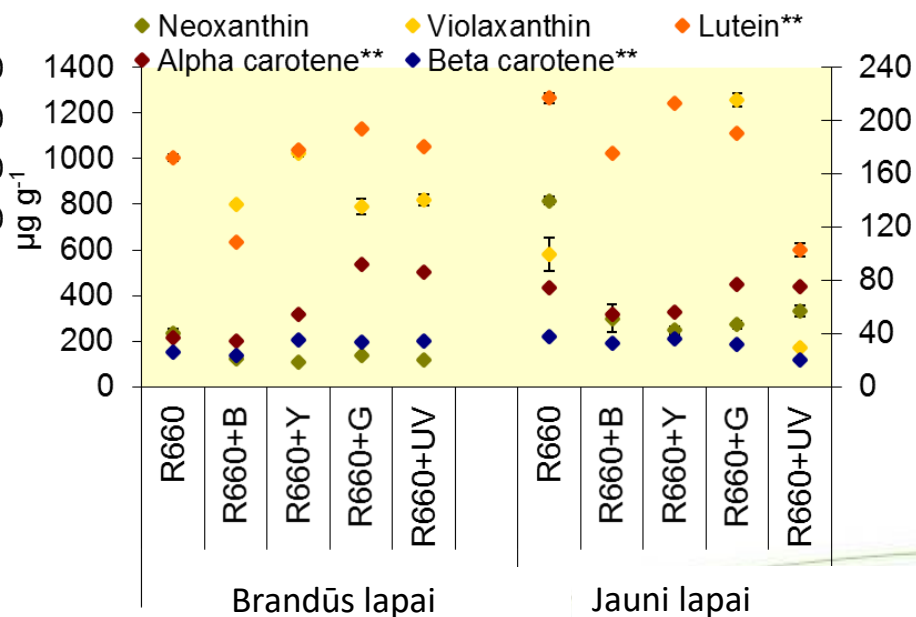
27 d. – Aukšto slėgio natrio lempos, 3 d. - LED

FAS, $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$						
	Red 660 nm	Blue 455 nm	Yellow 595 nm	Green 520 nm	UV-A 385 nm	Total PPFD
R660	300					300
R660+B	250	50				300
R660+Y	250		50			300
R660+G	250			50		300
R660+UV	300				15	~300

Žalialapė perilė



Raudonlapė perilė

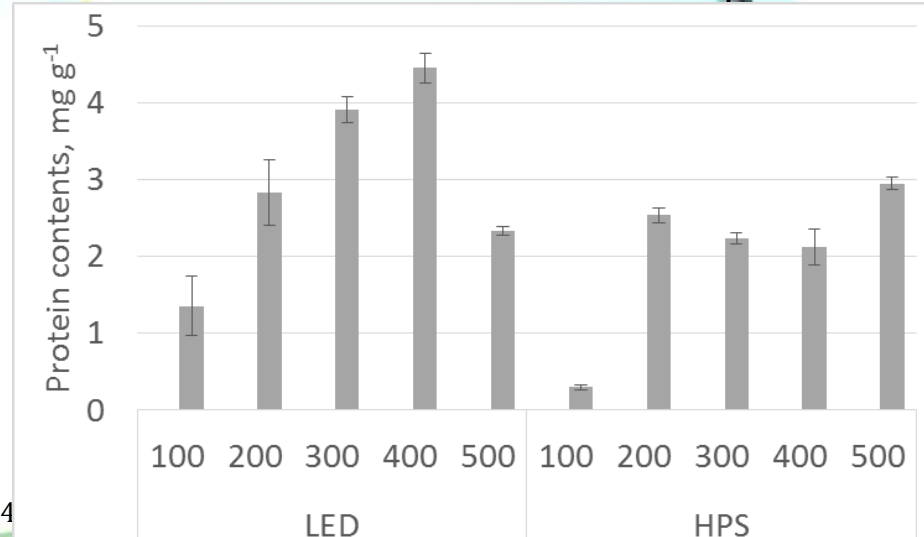
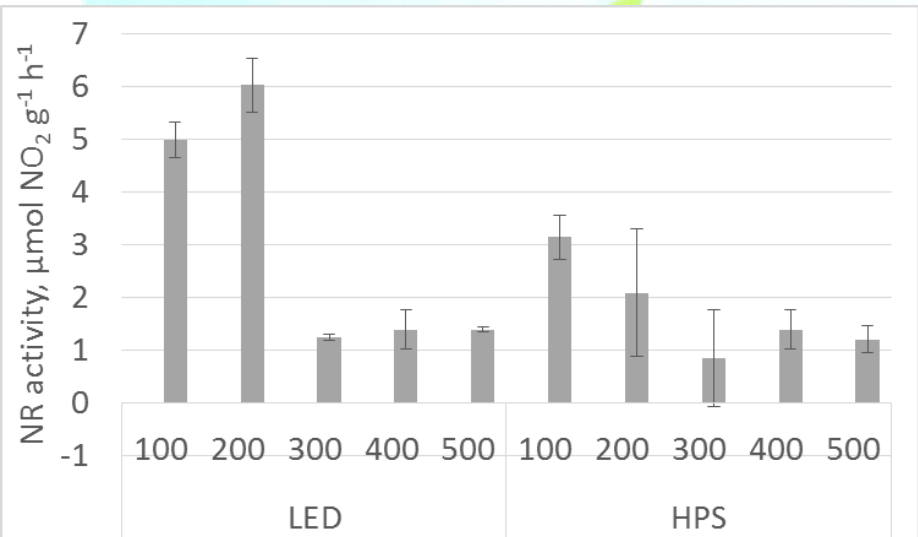
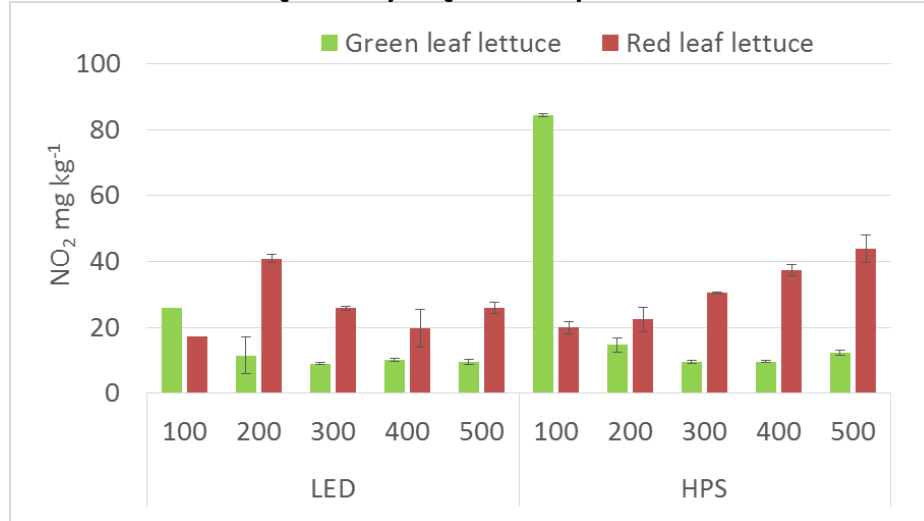
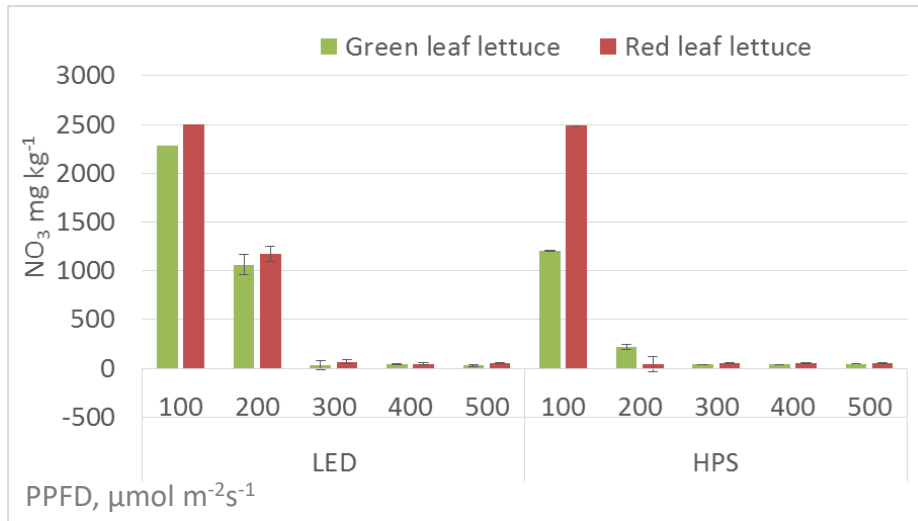


**antrinė Y ašis

Nitratų redukcijos valdymas

HPS – aukšto slėgio natrio lempos

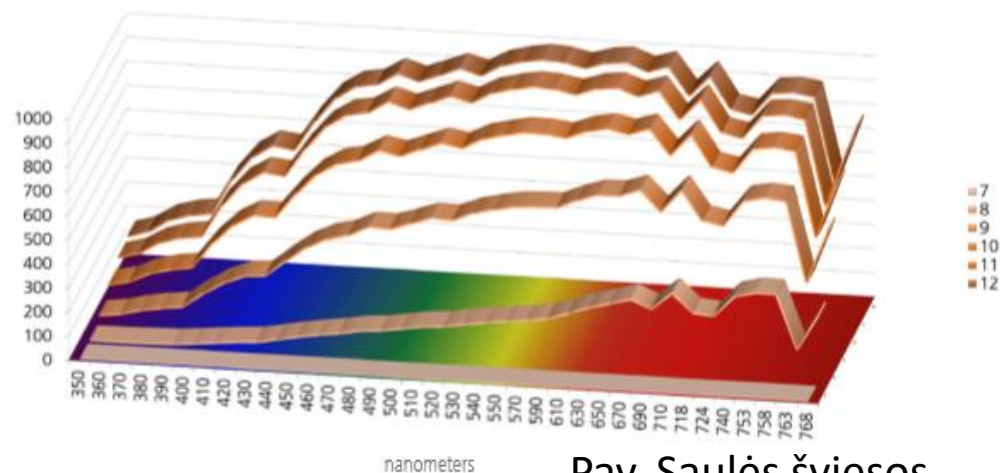
LED – raudonų/mėlynų LED apšvietimas



Kietakūnio augalų apšvietimo technologijos nauda

Koncepcijos pagrindas: biomimikrija auginimui uždaroje patalpose

Pav. „Augalų fabrikai“



Pav. Saulės šviesos spektro kaita nuo 7 h ryto iki vidurdienio.

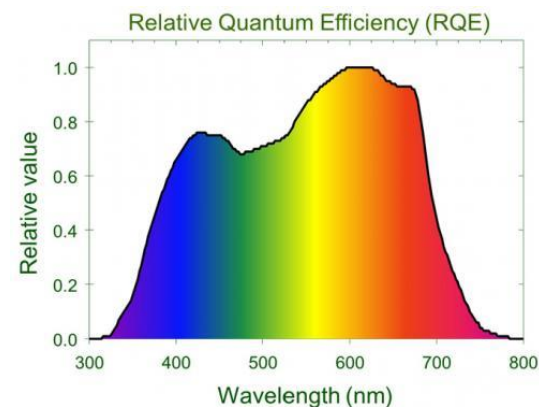
Kietakūnio augalų apšvietimo technologija

Nauja samprata, pagrįsta ilgamete patirtimi

- Augalo atsakas negali būti pagrįstas remiantis vieno lapo kvantų našumo fotosintezei kreive, laikas žvelgti į augalą, kaip į visumą.



McCree, 1972



- Kaip mes galime taikyti auginimo sąlygas, kurios kertasi su normalia fiziologija, siekdami pagerintų rezultatų?
- Gana stimuliuoti, pradėkime auginti...