

WEBINARIUM

UPRAWA ROŚLIN POD WPŁYWEM RÓŻNYCH SPEKTRUM ŚWIATŁA UZYSKANYCH W TECHNOLOGII LED. WPŁYW NA STAN FIZJOLOGICZNY ROŚLIN

dr Szymon Rusinowski, IETU

15 kwietnia 2021

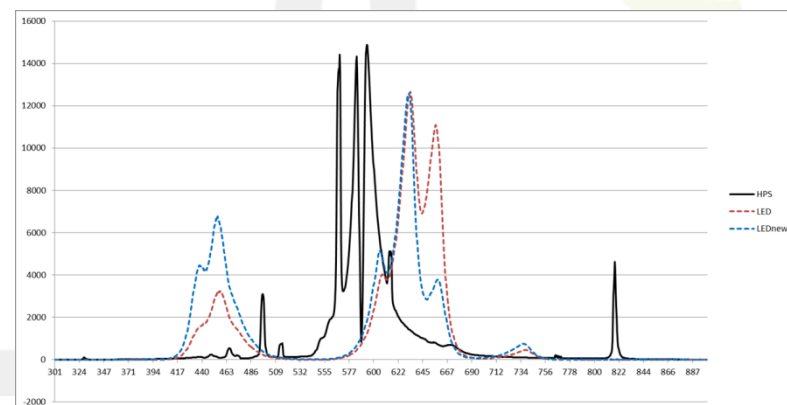
Obecnie w rolnictwie w większości stosowane są lampy wyładowcze (HID):

- Wysokoprężne lampy sodowe (HPS, 400 – 1000W)
- Świetlówki fluorescencyjne (FLT, 18 – 36W)
- Lampy Metalohalogenkowe (MH, 400 – 1000W)



Alternatywą dla konwencjonalnych rozwiązań może być oświetlenie LED charakteryzujące się:

- Dużo wyższa skuteczność świetlna (lm W^{-1} ; $\mu\text{mol J}^{-1}$)
- długa żywotność
- stosunkowo niska temperatura powierzchni doświetlanej
- zróżnicowane spektrum (widma)
- konstrukcja opraw nie wykorzystująca gazów



CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było selekcja najbardziej optymalnego rozwiązania w oparciu o technologię LED do produkcji różnych odmian sałaty oraz różnych gatunków i odmian matecznika roślin ozdobnych. W zależności od wymagań hodowcy/producenta zastosowano różne natężenia światła sztucznego podczas eksperymentów. W ramach pracy wykonywano pomiary parametrów służących do oceny stanu fizjologicznego oraz parametrów biometrycznych roślin

Eksperyment I



Eksperyment II



Doświadczenia prowadzono w specjalnie stworzonych do tego celu „Grow Box’ach” umożliwiających naświetlanie roślin konkretnym źródłem światła.

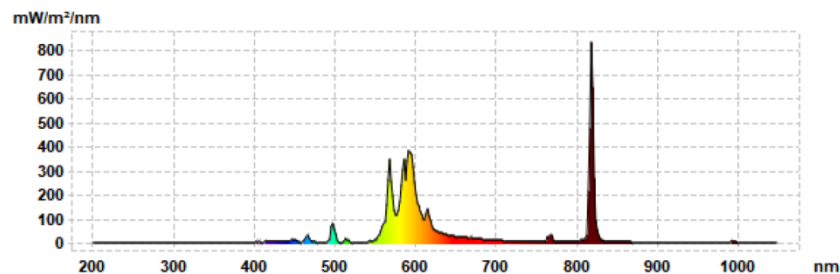
Warianty Eksperymentalne:

- **HPS** (kontrola)– światło wytwarzane przez wysokoprężną lampę sodową (HPS)
- **LW** – Światło białe w oparciu o diody dedykowane do uprawy roślin (5000K)
- **LWFR** – Mieszanka dwóch różnych spektrów światła białego dedykowanych do uprawy roślin z dodatkową suplementacją światłem z zakresu bliskiej podczerwieni (5000K/3000K/NIR)
- **LB** – Mieszanka 6 różnych długości fali światła z zakresu światła niebieskiego, czerwonego oraz bliskiej podczerwieni z zawartością światła niebieskiego na poziomie ~30% (2xNiebieskie/3xCzerwone/1xNIR)
- **LR** – Mieszanka 6 różnych długości fali światła z zakresu światła niebieskiego, czerwonego oraz bliskiej podczerwieni z zawartością światła niebieskiego na poziomie ~15% (2xNiebieskie/3xCzerwone/1xNIR)



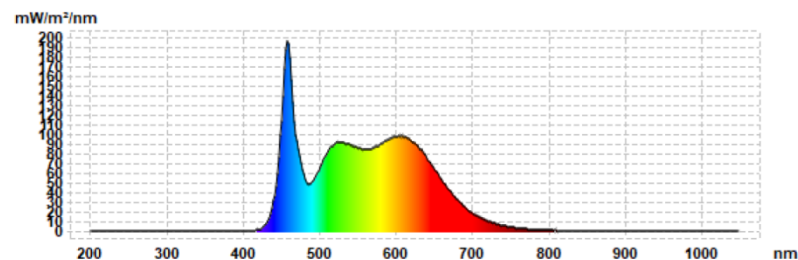
Eksperyment I: HPS, LW, LWFR, LR, LB
Eksperyment II: HPS, LWFR, LR, LB

Spectrum



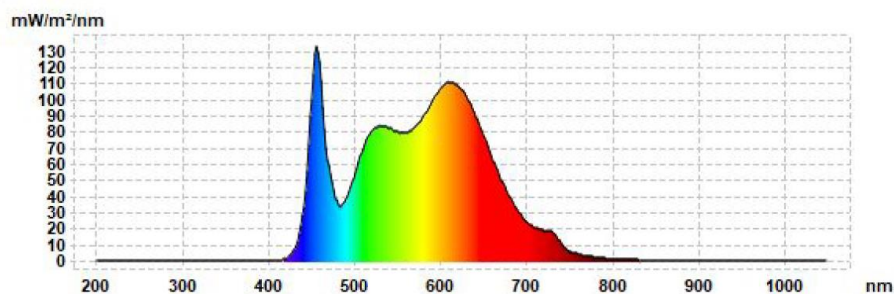
HPS

Spectrum



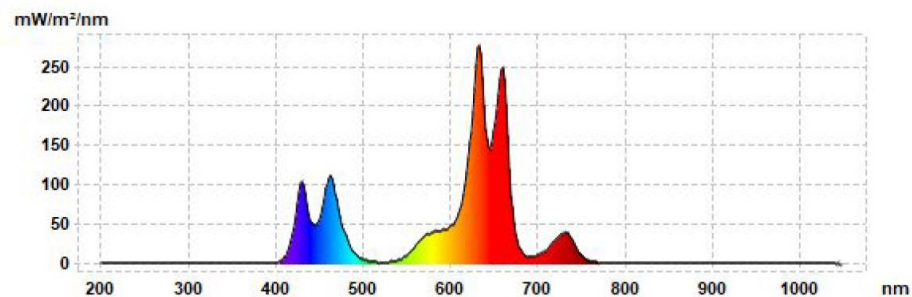
LW

Spectrum



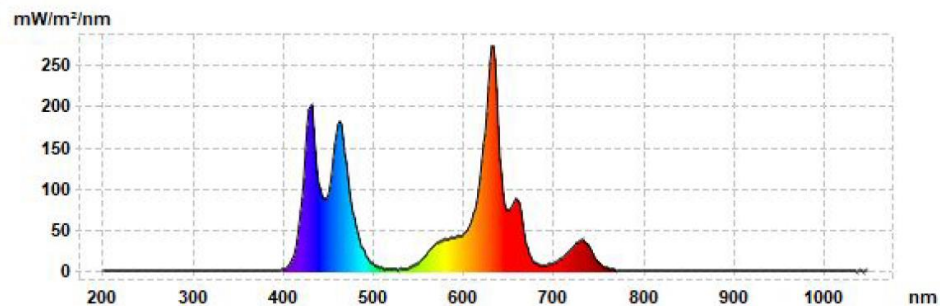
LWFR

Spectrum



LR

Spectrum



LB

	Eksperyment I	Eksperyment II
Materiał roślinny	• <i>Lactuca sativa</i> L.: - Lamberto (LAM) - Jolito (JOL)	• <i>Petunia</i>: - Petunia Conchita Grande White (CGW) - Supertunia Vista Bubblegum (VB), - Surfinia Purple (SP) • <i>Calibrachoa</i>: - Superbells Unique Red (VR) - Superbells Unique Golden Yellow (VGY).
Forma uprawy	Uprawa z nasion, produkcja siewek w multiplatach	Uprawa matecznika dostarczonego w doniczkach (Pozyskiwanie materiału do rozmnażania wegetatywnego co ok. 14 dni)
Warunki uprawy	Temperatura: 20°C Natężenie oświetlenia: 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ Fotoperiod: 12/12 h	Temperatura: 20°C Natężenie oświetlenia: 120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ Fotoperiod: 11/13 h
Czas trwania uprawy	18 dni	Ok. 4 miesiące
Zakres pomiarów	Intensywność fotosyntezy Intensywność transpiracji Przewodność szparkowa Fluorescencja chlorofilu <i>a</i> (parametry i krzywe) Względna zawartość Chlorofilu Względna zawartość Flawonoli Względna zawartość Antocyjanów Masa roślin Dokumentacja fotograficzna	Fluorescencja chlorofilu <i>a</i> (parametry i krzywe) Względna zawartość Chlorofilu Masa zebranych szczepków Dokumentacja fotograficzna
Wykorzystane urządzenia	LC Pro SD (ADC Bioscientific, UK) Dualex Scientific + (FORCE-A, Francja) Handy PEA (Hansatech Instruments Ltd., UK)	Dualex Scientific + (FORCE-A, Francja) Handy PEA (Hansatech Instruments Ltd., UK)

Wykorzystanie urządzeń pomiarowych do oceny stanu fizjologicznego roślin *in vivo*:

LC Pro SD



Dualex Scientific +

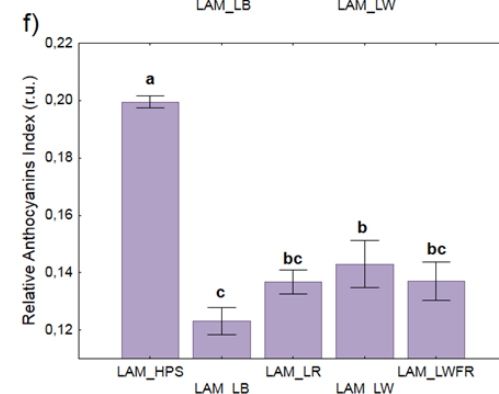
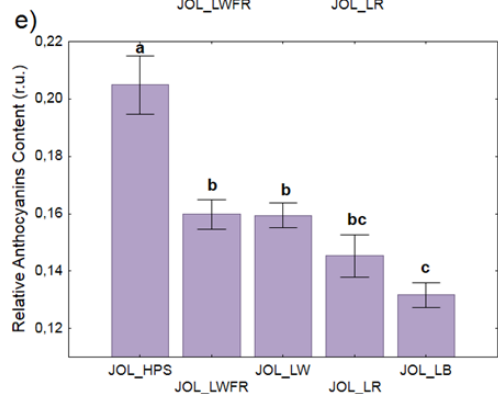
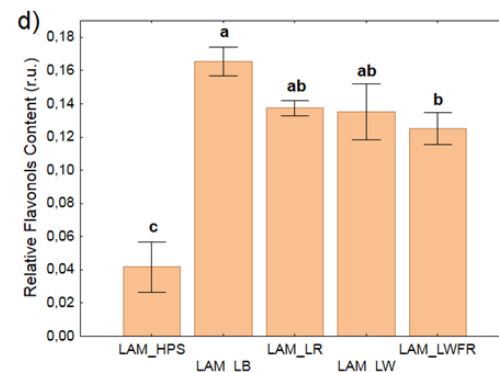
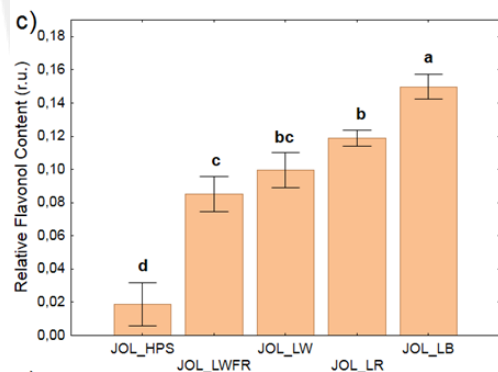
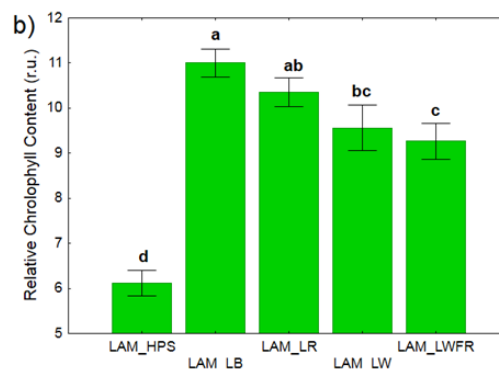
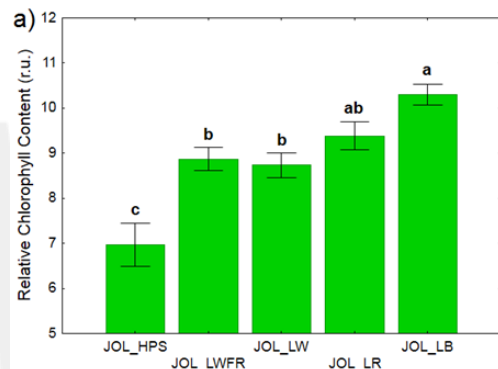


Termin pomiarów:
Eksperyment I: Zakończenie Eksperymentu
Eksperyment II : 6 tydzień uprawy
(Przed pobraniem materiału)

Handy PEA

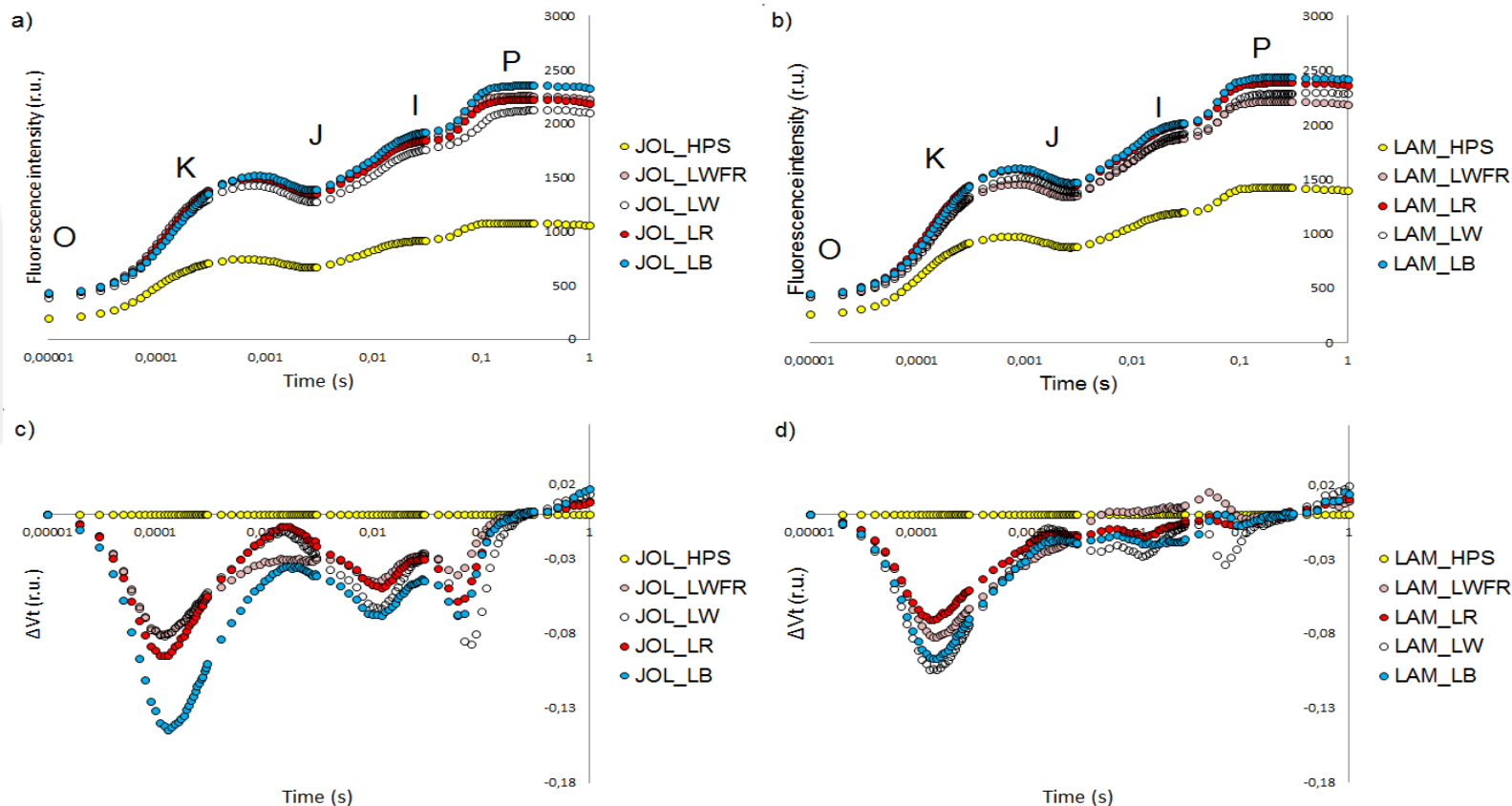


WYNIKI (EKSPERYMENT I) – ZAWARTOŚĆ BARWNIKÓW



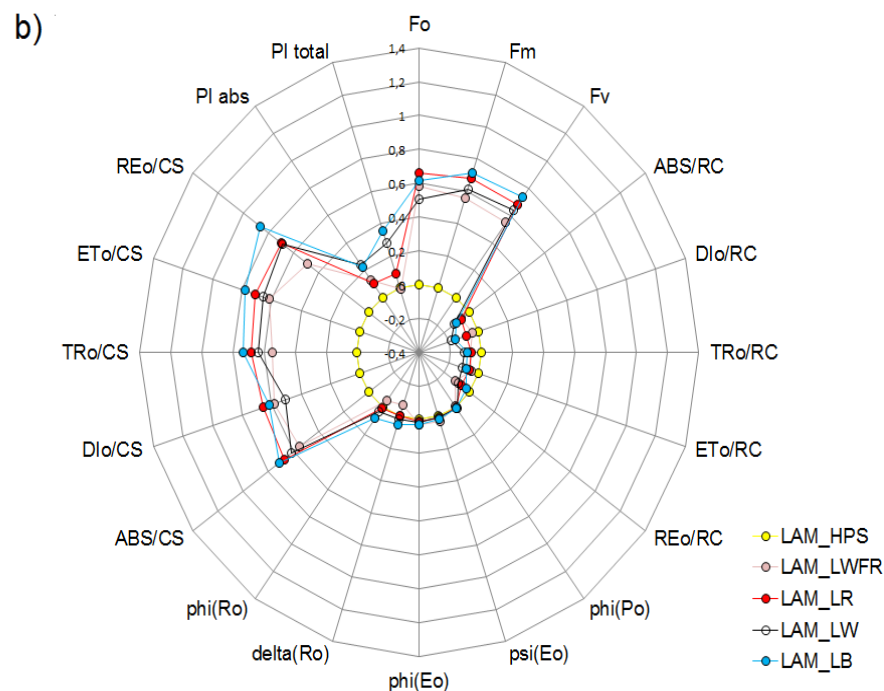
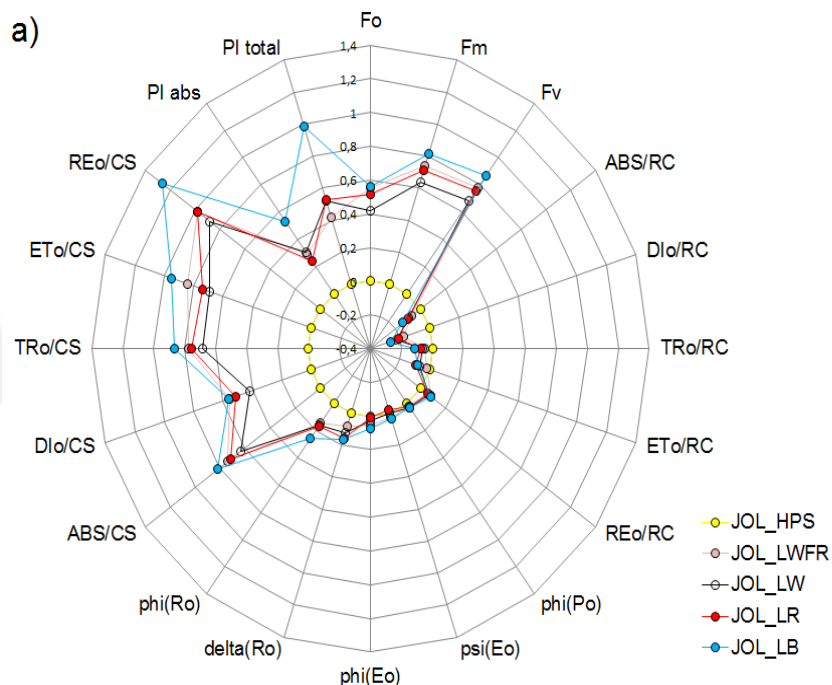
Zawartość względnych wartości barwników roślinnych chlorofilu (a,b), flawonoli (c, d), antocyjanów (e, f) dla dwóch odmian sałaty Jolito (JOL) oraz Lamberto (LAM) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Małe litery określają różnice istotne statystycznie uzyskane w wyniku analizy wariacji (ANOVA) przy pomocy testu post-hoc NIR FISHER'a na przyjętym poziomie istotności ($P > 0,05$). Wartości przedstawiono jako średnia $\pm$ błąd standardowy.

WYNIKI (EKSPERYMENT I) – FLUORESCENCJA CHLOROFILU



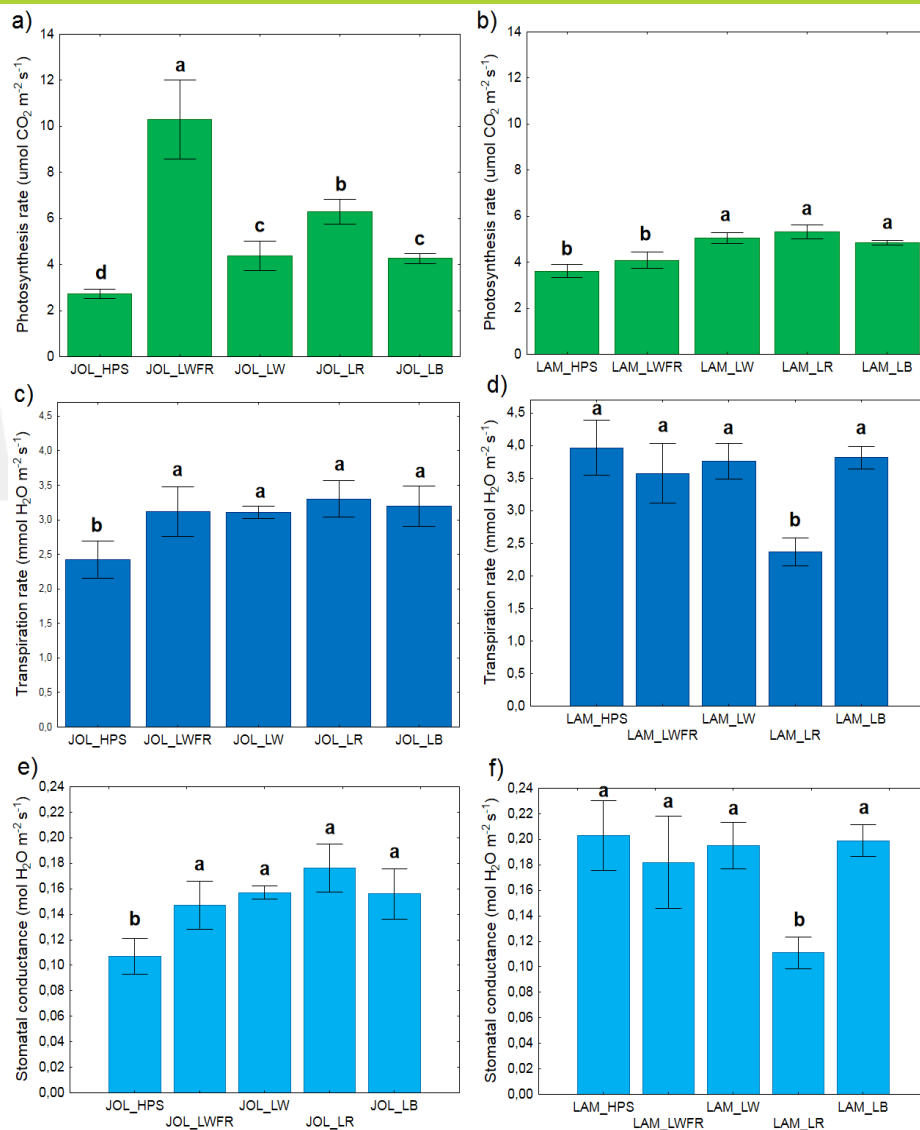
Przebiegi krzywych indukcji fluorescencji chlorofilu *a* (a, b) oraz znormalizowanych krzywych fluorescencji chlorofilu *a* (c, d) przedstawionych w stosunku do kontroli (HPS) dla dwóch odmian sałaty uprawianej w warunkach zróżnicowanego spektrum światła. Wartości przedstawiono jako średnie.

WYNIKI (EKSPERYMENT I) – FLUORESCENCJA CHLOROFILU



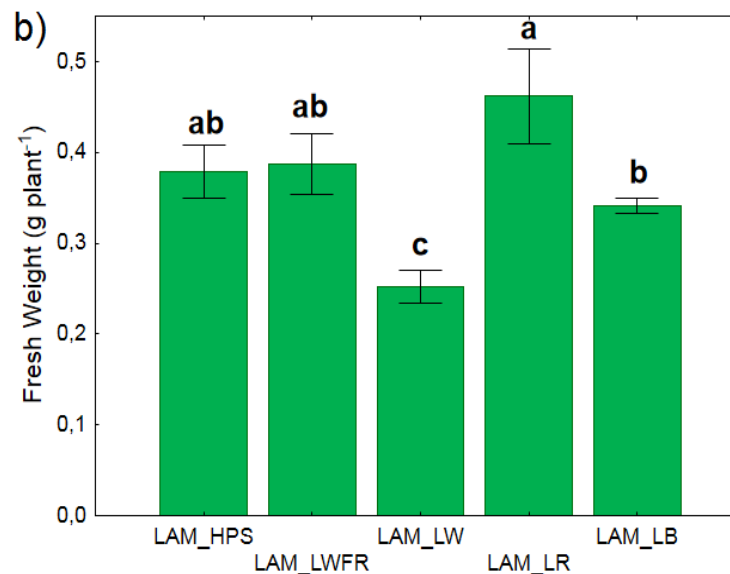
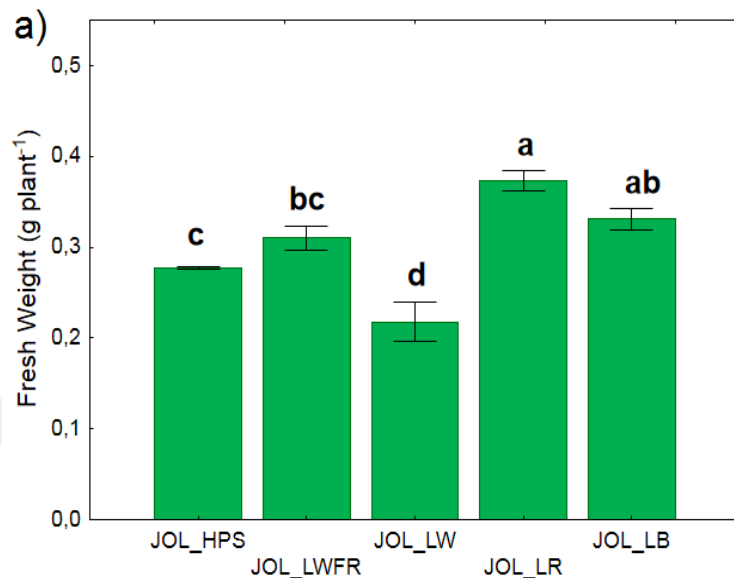
Zmiany w wartościach parametrów uzyskanych z pomiaru fluorescencji chlorofilu *a* znormalizowane w stosunku do kontroli dla dwóch odmian sałaty uprawianej w warunkach zróżnicowanego spektrum światła.

WYNIKI (EKSPERYMENT I) – PARAMETRY WYMIANY GAZOWEJ



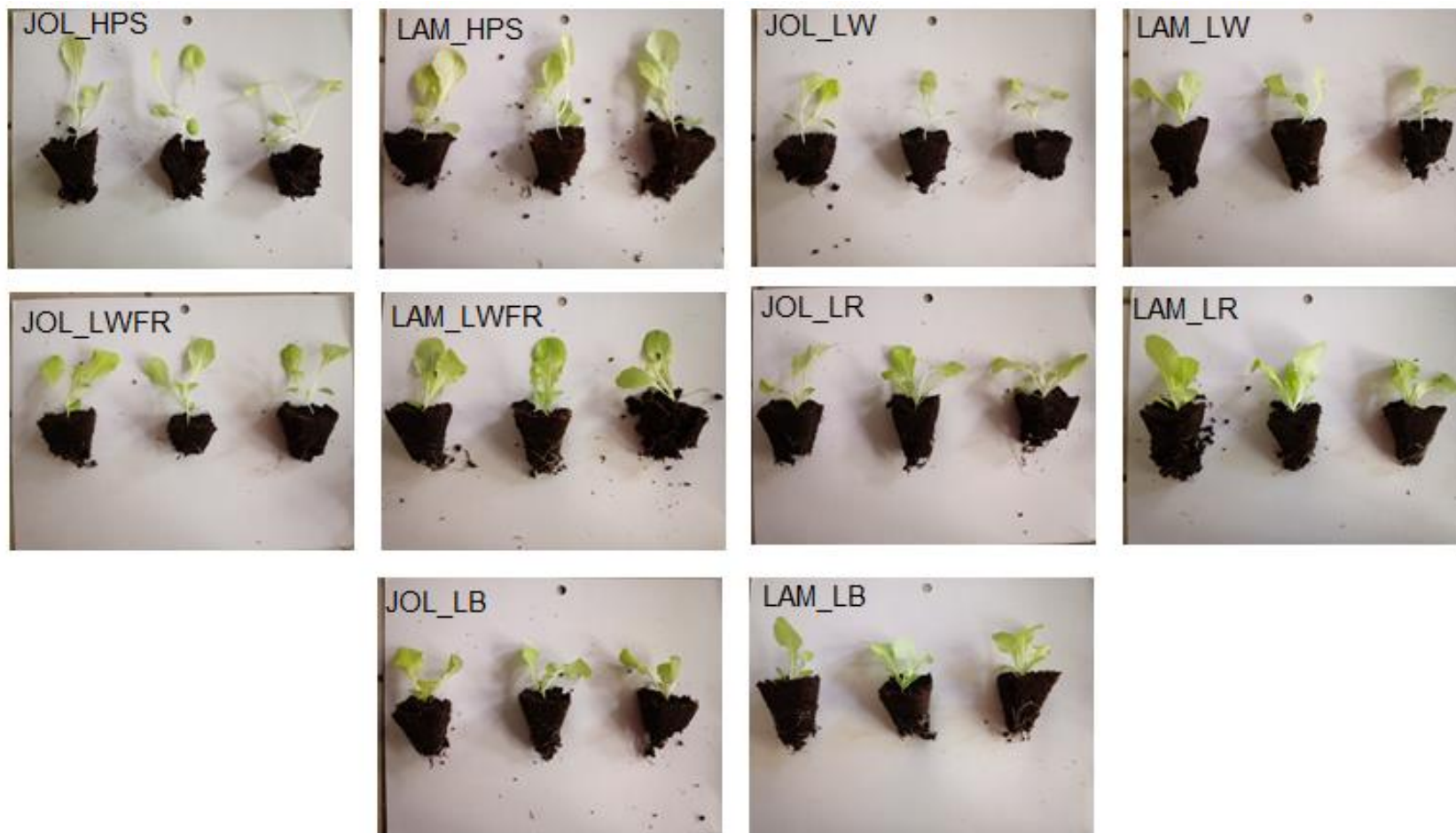
Wyniki parametrów wymiany gazowej; intensywności fotosyntezy (a,b), intensywności transpiracji (c, d), przewodności szparkowej (e, f) dla dwóch odmian sałaty Jolito (JOL) oraz Lamberto (LAM) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Małe litery określają różnice istotne statystycznie uzyskane w wyniku analizy wariancji (ANOVA) przy pomocy testu post-hoc NIR FISHER'a na przyjętym poziomie istotności ($P > 0,05$). Wartości przedstawiono jako średnia $\pm$ błąd standardowy.

WYNIKI (EKSPERYMENT I) – ŚWIEŻA MASA SIEWEK



Produkcja świeżej masy sadzonek dwóch odmian sałaty Jolito (JOL) oraz Lamberto (LAM) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Małe litery określają różnice istotne statystycznie uzyskane w wyniku analizy wariancji (ANOVA) przy pomocy testu post-hoc NIR FISHER'a na przyjętym poziomie istotności ($P > 0,05$). Wartości przedstawiono jako średnia $\pm$ błąd standardowy.

WYNIKI (EKSPERYMENT I) – DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Zdjęcia poszczególnych wariantów eksperymentalnych dwóch odmian sałaty Jolito (JOL) oraz Lamberto (LAM) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła.

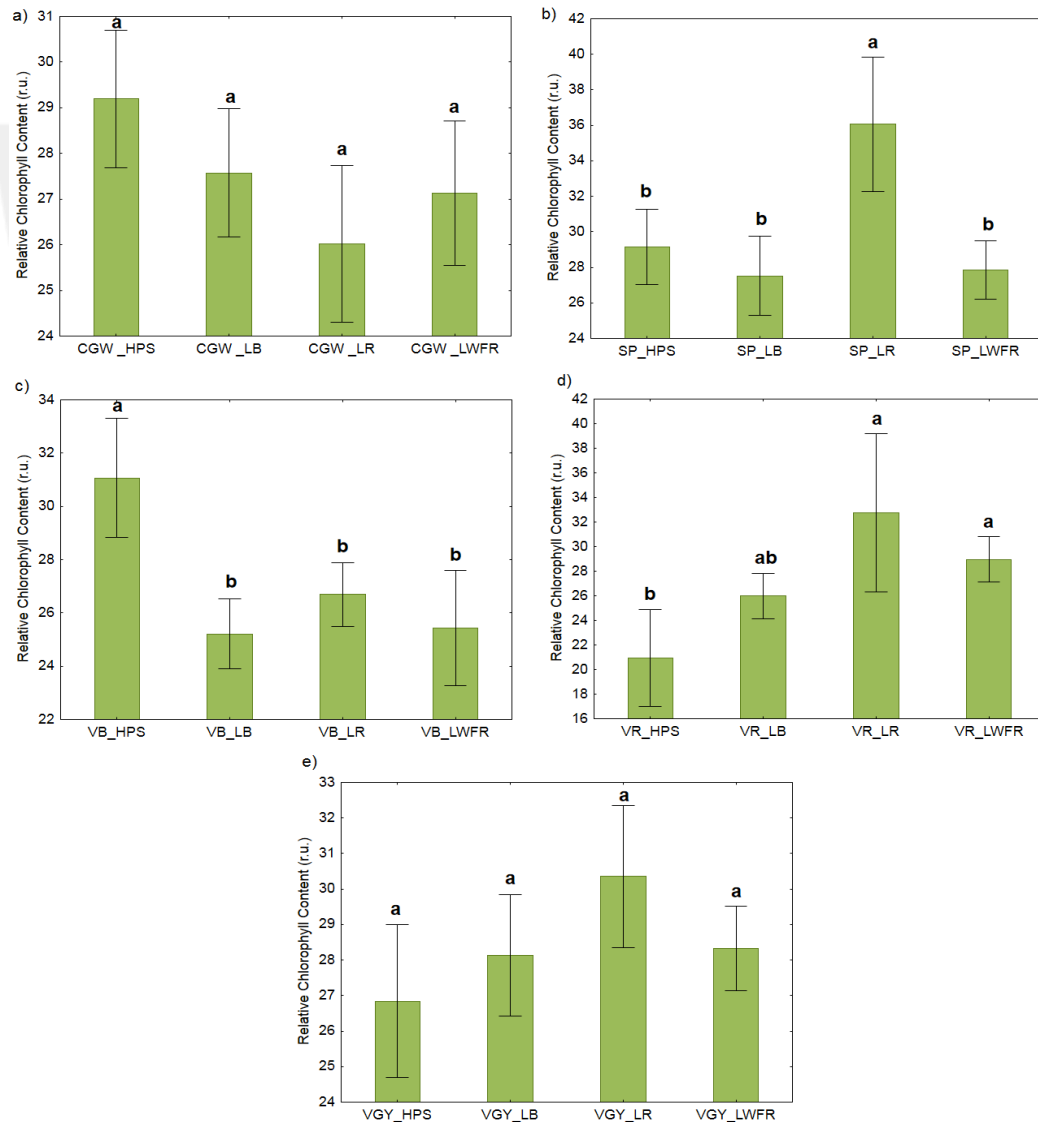
WYNIKI (EKSPERYMENT I) – DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA (JOL)



WYNIKI (EKSPERYMENT I) – DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA (LAM)

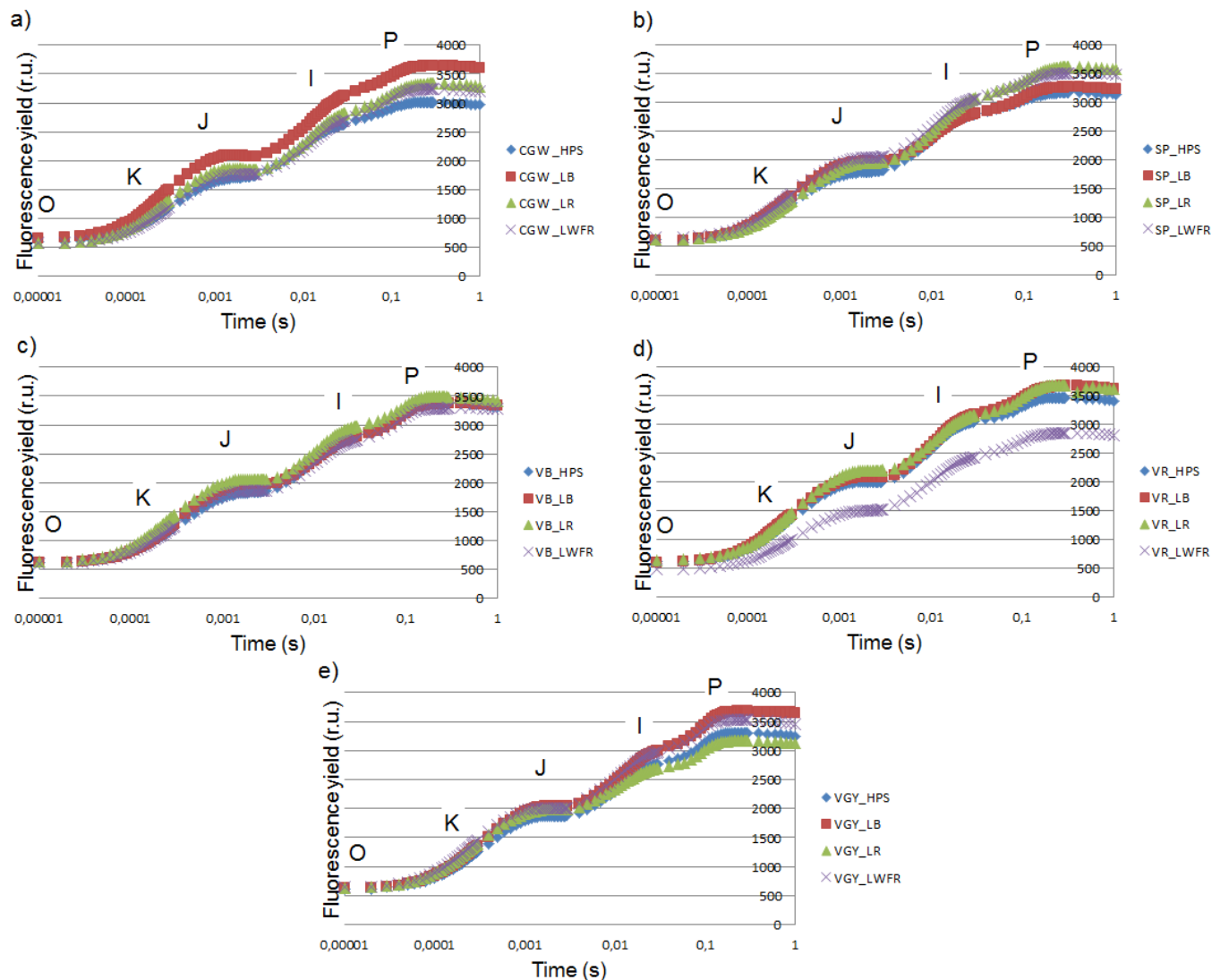


WYNIKI (EKSPERYMENT II) – WZGLĘDNA ZAWARTOŚĆ CHLOROFILU



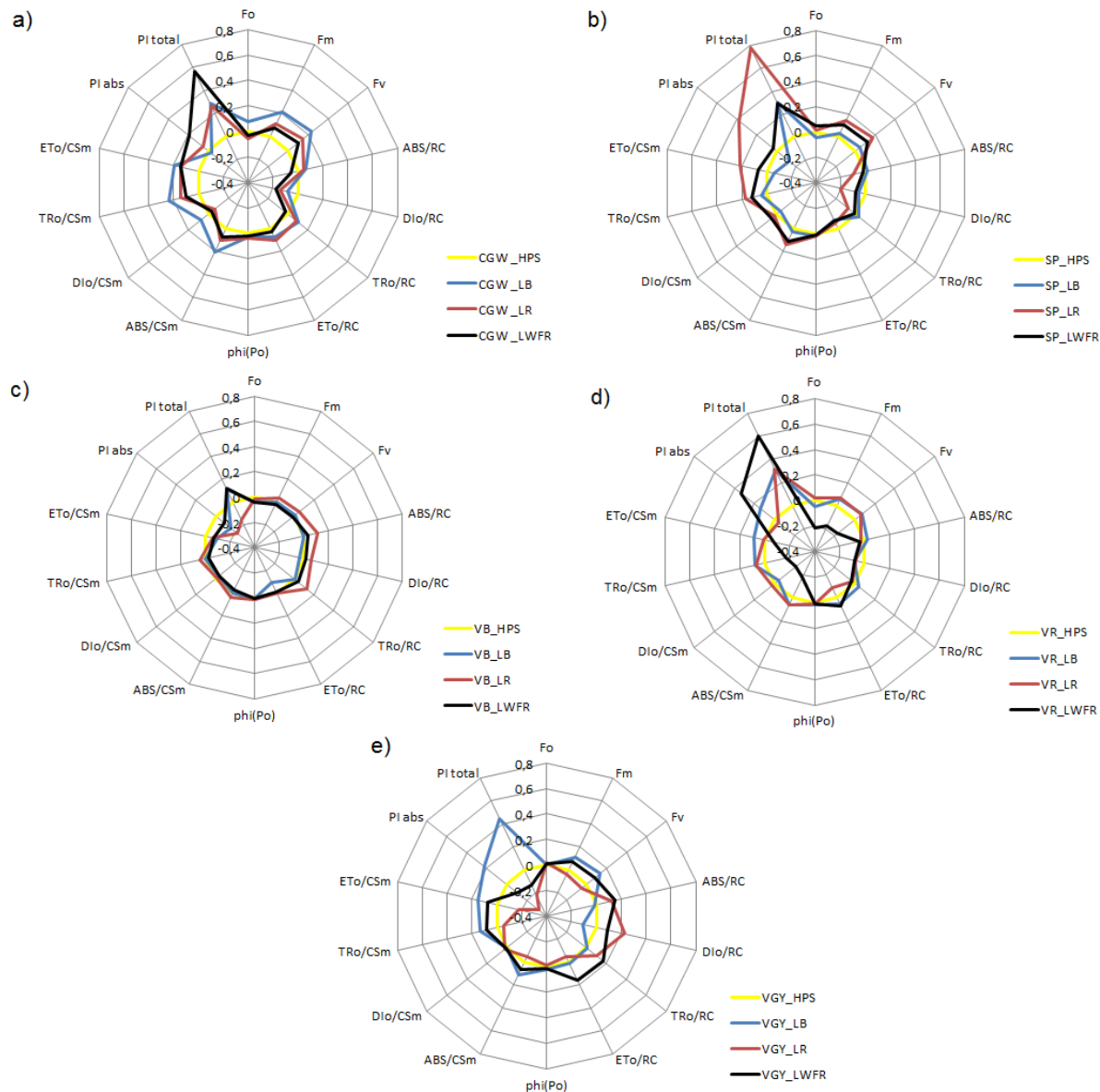
Względna zawartość chlorofilu dla pięciu odmian roślin ozdobnych CGW (a), SP (b), VB (c), VR (d) oraz VGY (e) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Małe litery określają różnice istotne statystycznie uzyskane w wyniku analizy wariancji (ANOVA) przy pomocy testu post-hoc NIR FISHER'a na przyjętym poziomie istotności ($P > 0,05$). Wartości przedstawiono jako średnia $\pm$ błąd standardowy.

WYNIKI (EKSPERYMENT II) – FLUORESCENCJA CHLOROFILU



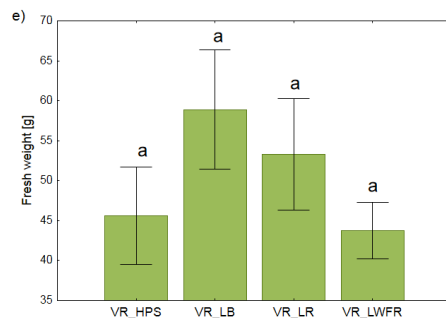
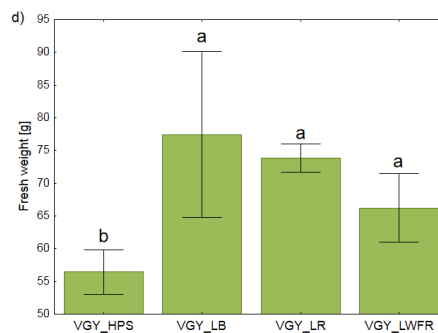
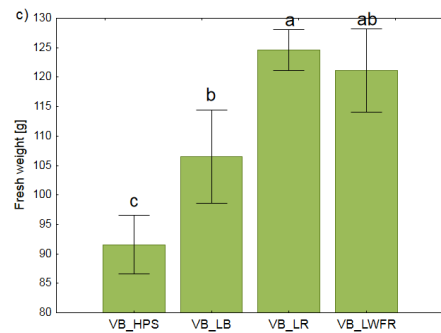
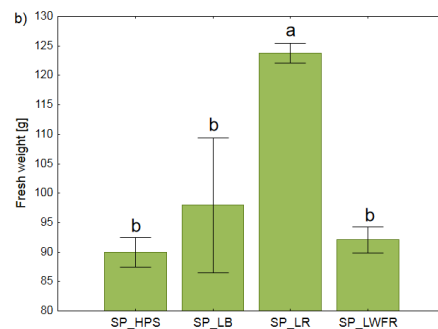
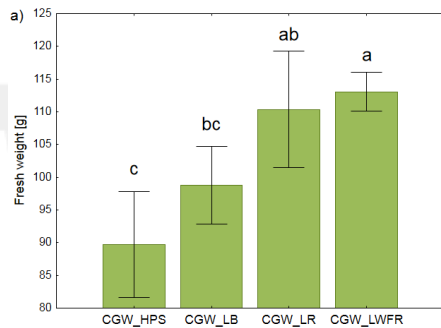
Przebiegi krzywych indukcji fluorescencji chlorofilu a pięciu odmian roślin ozdobnych CGW (a), SP (b), VB (c), VR (d) oraz VGY (e) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Wartości przedstawiono jako średnie.

WYNIKI (EKSPERYMENT II) – FLUORESCENCJA CHLOROFILU



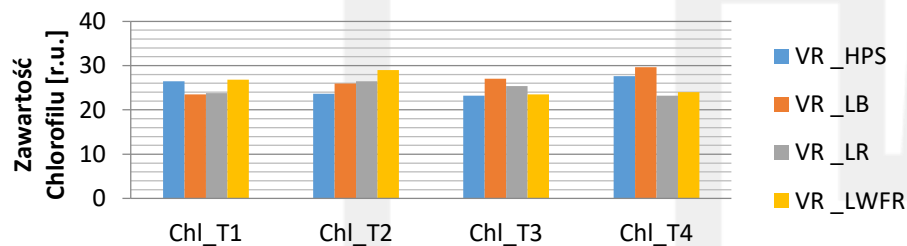
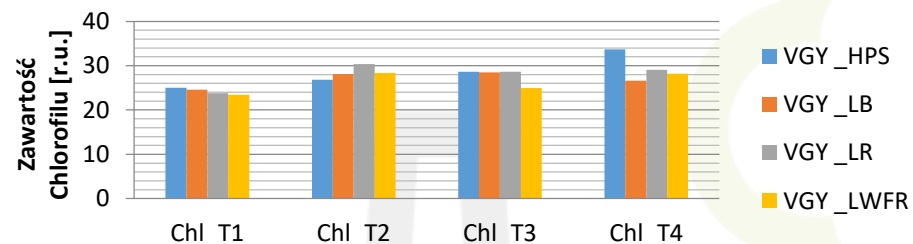
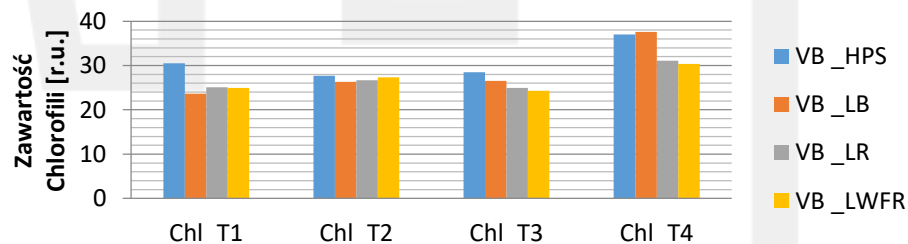
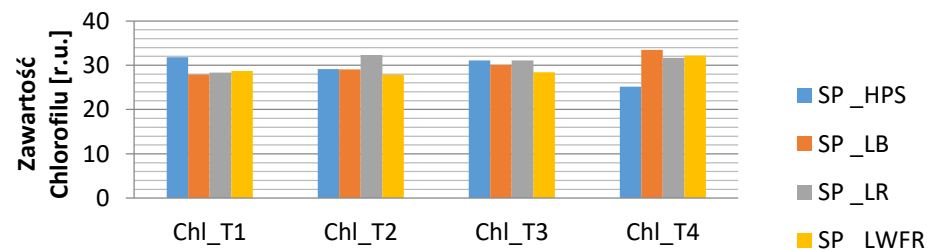
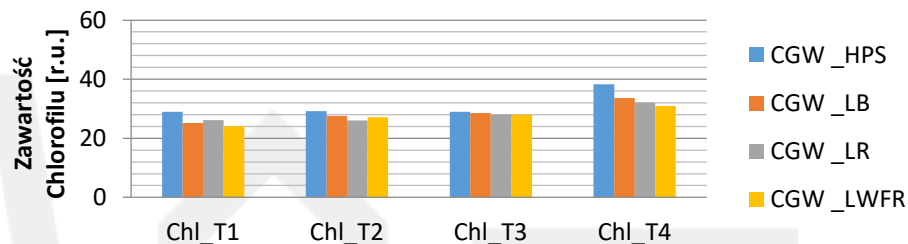
Zmiany w wartościach parametrów uzyskanych z pomiaru fluorescencji chlorofilu *a* znormalizowane w stosunku do kontroli (HPS) dla pięciu odmian roślin ozdobnych CGW (a), SP (b), VB (c), VR (d) oraz VGY (e) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Wartości przedstawiono jako średnie.

WYNIKI (EKSPERYMENT II) – ŚWIEŻA MASA PŁONU

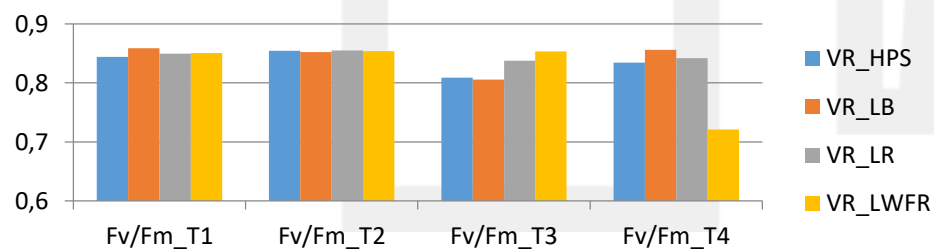
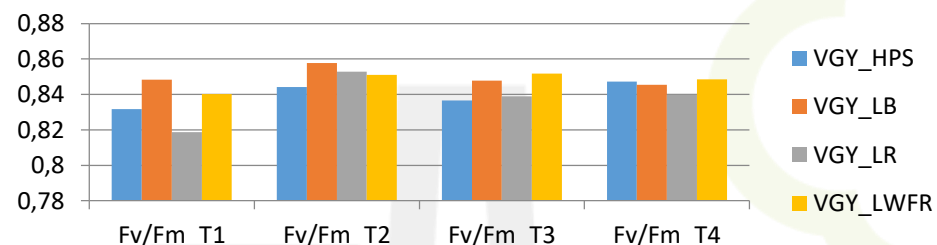
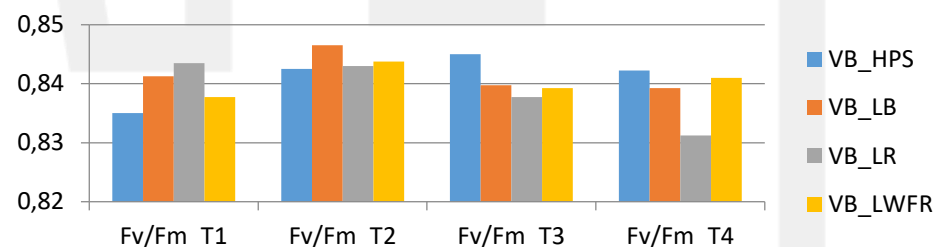
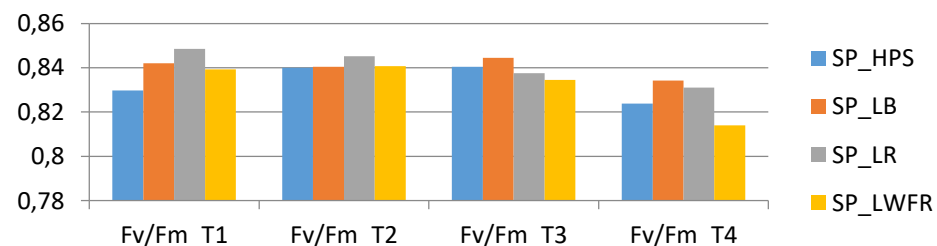
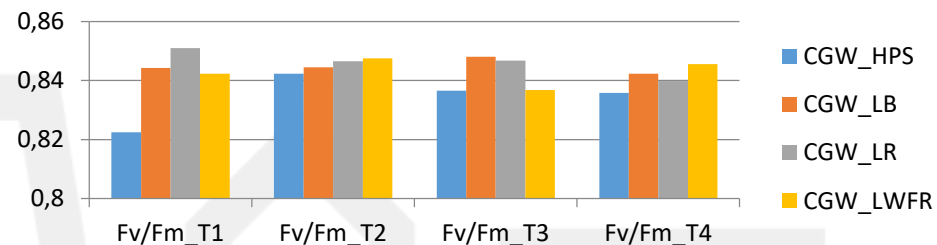


Produkcja świeżej masy pędów do rozmnażania wegetatywnego dla pięciu odmian roślin ozdobnych CGW (a), SP (b), VB (c), VR (d) oraz VGY (e) podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła. Małe litery określają różnice istotne statystycznie uzyskane w wyniku analizy wariancji (ANOVA) przy pomocy testu post-hoc NIR FISHER'a na przyjętym poziomie istotności ($P > 0,05$). Wartości przedstawiono jako średnia $\pm$ błąd standardowy.

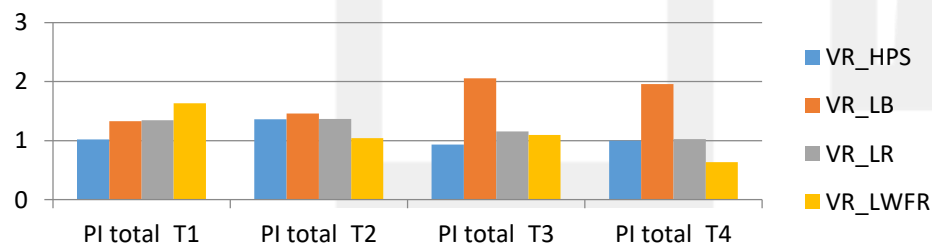
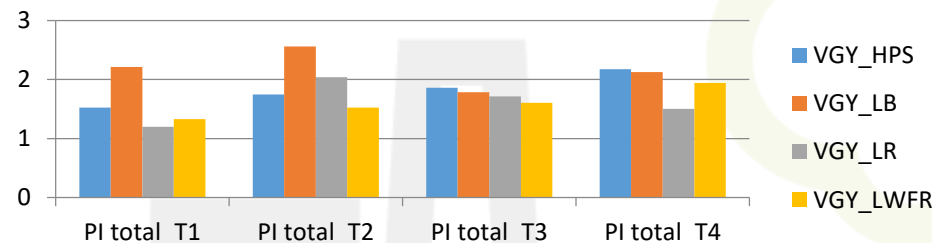
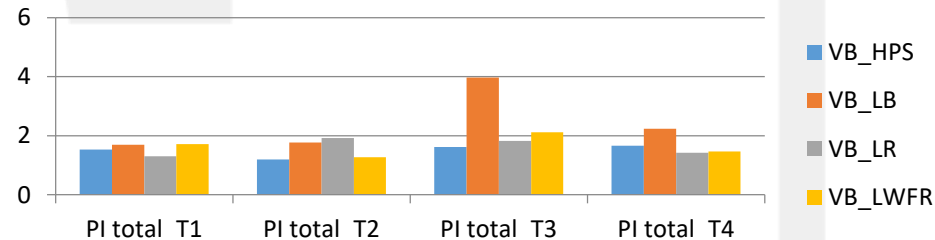
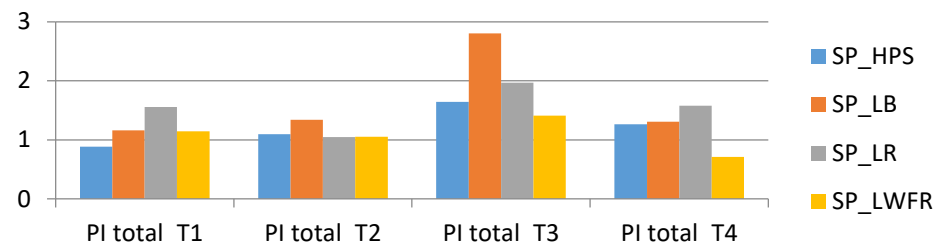
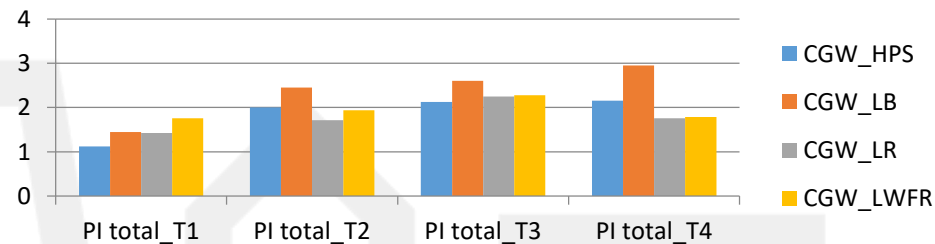
WYNIKI (EKSPERYMENT II) – ZAWARTOŚĆ CHLOROFILU



WYNIKI (EKSPERYMENT II) – FV/FM



WYNIKI (EKSPERYMENT II) – PERFORMANCE INDEX (TOTAL)



WYNIKI (EKSPERYMENT II) – DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Zdjęcia poszczególnych wariantów eksperymentalnych dla trzech odmian roślin ozdobnych CGW, SP oraz VB, podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła.

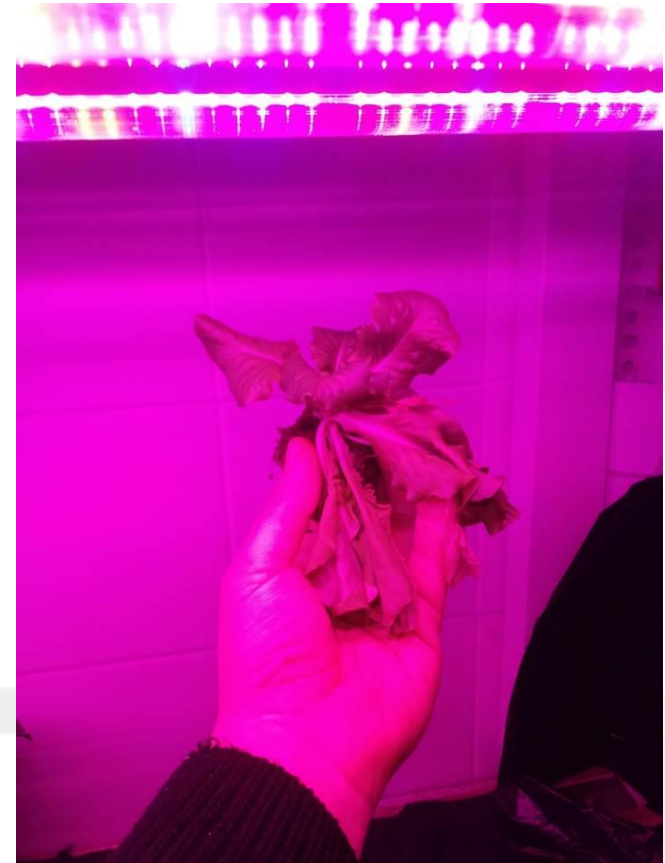
WYNIKI (EKSPERYMENT II) – DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



Zdjęcia poszczególnych wariantów eksperymentalnych dla dwóch odmian roślin ozdobnych VR oraz VGY podczas uprawy pod wpływem zróżnicowanego spektrum światła.

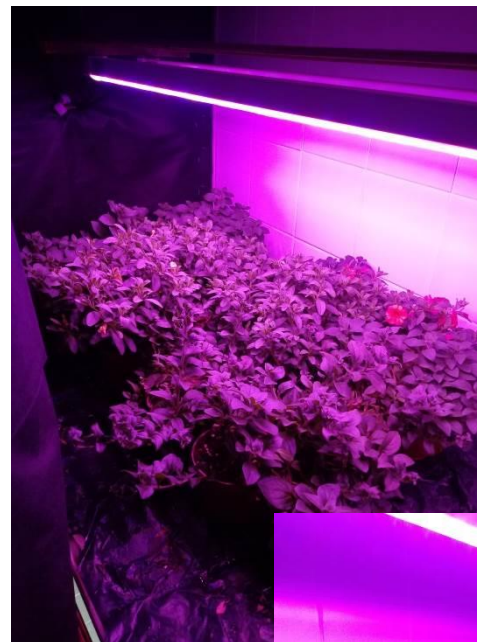
WNIOSKI (EKSPERYMENT I)

- W wariantach naświetlanych źródłem światła w technologii LED obserwowano istotnie wyższą zawartość chlorofilu i flawonoli oraz istotnie niższe zawartości antocyjanów w porównaniu do kontroli (HPS)
- Wydajność fazy jasnej fotosyntezy mierzona poprzez intensywność fluorescencji chlorofilu a wykazała, istotnie wyższą wydajność dla wariantów LED w porównaniu do kontroli (HPS)
- Analiza parametrów wymiany gazowej charakteryzowała się najlepszymi wynikami dla wariantu LR niezależnie od odmiany, jednakże w ramach tej analizy obserwowano odpowiedź odmianowo specyficzną szczególnie dla wariantu kontrolnego
- Analiza biomasy oraz cech morfologicznych sadzonek wykazała, że najbardziej pożądaną charakterystykę oraz biomasę posiadają rośliny uprawiane w wariacie LR
- Biorąc pod uwagę wypadkową wszystkich analiz, najlepszym spektrum światła do uprawy sadzonek był wariant LR oraz LB. Sadzonki uzyskane pod wpływem tych spektrów mają lepiej rozbudowany aparat fotosyntetyczny w stosunku do kontroli oraz charakteryzuje je odpowiednia morfologia i istotnie wyższa produkcja biomasy



WNIOSKI (EKSPERYMENT II)

- W wariantach naświetlanych konwencjonalnym źródłem światła (HPS-HID) dla odmian CGW oraz VB obserwowano najwyższe wartości chlorofilu, natomiast w pozostałych wariantach przynajmniej jeden z wariantów opierający się o technologię LED wykazywał wyższe wartości dla tego parametru.
- Wydajność fazy jasnej fotosyntezy mierzona poprzez intensywność fluorescencji chlorofilu a oraz wyliczonych parametrów wykazała, przewagę mieszanin różnych długości fali światła (LB oraz LR) w stosunku do konwencjonalnego oświetlenia (HPS-HID)
- Analiza zbiorów świeżej masy roślin wykazała, że najwyższe wartości tego parametru niezależnie od uprawianej odmiany obserwowano dla wariantu LB
- Biorąc pod uwagę wypadkową wszystkich analiz, najlepszym spektrum światła do uprawy sadzonek był wariant LB. Rośliny pod wpływem tego spektrum charakteryzowały się wydajniejszą fazą jasną fotosyntezy co przekładało się na wyższe wartości przyrostu biomasy, a tym samym większą ilością i masą zebranych pędów do dalszego rozmnażania wegetatywnego.



Dziękuję za uwagę !



Instytut Ekologii
Terenów Uprzemysłowionych
Ul. Kossutha 6, 40-844 Katowice
www.ietu.pl
ietu@ietu.pl

dr Szymon Rusinowski
e-mail: s.rusinowski@ietu.pl

