

# Raport z realizacji tematu: **ocena wzrostu i wydajności fazy jasnej fotosyntezy (PSII) roślin papryki i bazylii uprawianych pod lampami Perfand LED (HORTI B 6/8 i 4/5)**

Raport z prac przeprowadzonych w Instytucie Fizjologii Roślin PAN w Krakowie w ramach umowy z dnia 02.03.2021

**CELEM** przeprowadzonego eksperymentu była charakterystyka fizjologicznych zmian zachodzących w liściach papryki oraz bazylii rosnących pod lampami LED (HORTI B) generującymi światło modulowane (pulsacyjne). W ramach przewidzianych prac zaplanowano analizę porównawczą wydajności fotosyntezy (efektywność PSII, wybarwienie liści) oraz ocenę wzrostu roślin.

## **METODYKA**

Do badań wybrano 2 gatunki papryki (Lena i Gloria) oraz jedną odmianę bazylii (bazylia zwyczajna – zielona). Wykorzystano 2 rodzaje lamp LED typu HORTI B firmy Perfand Led generujących światło pulsacyjne w układzie 6/8s (**P17**) i 4/5s (**P18**). Jako punkt odniesienia (**kontrola**) użyto lamp sodowych (**HPS**). Natężenie napromieniowania na wysokości doniczek ustalono na  $\sim 300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ . Doświadczenie przeprowadzono w zamkniętych, izolowanych komorach wegetacyjnych w warunkach termicznych kontrolowanych: temperatura  $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , fotoperiod: 12h dzień/12h noc. Nasiona wysiano do wilgotnego podłoża będącego mieszanką ziemi zawierającej głównie podłoże do wysiewu „Aura” firmy HoLas z domieszką pisku.

## **Pomiary biometryczne**

### ***Kielkowanie***

Oceniono **dynamikę kielkowania** roślin pod 3 rodzajami lamp licząc liczbę kielkujących roślin w czasie w ciągu pierwszych dwóch tygodni uprawy (bazylia) i pierwszych 20 dni (papryka). W 14-tym dniu wegetacji (bazylia) i 20-tym dniu wegetacji (papryka) oszacowano także **procent kielkowania** - jako ilość skielkowanych nasion w stosunku do wszystkich wysianych nasion.

### ***Wzrost roślin i akumulacja biomasy***

Zarówno w przypadku bazylii jak i papryki, wykonano pełne pomiary biometryczne (wysokość roślin, długość i szerokość wybranych liści oraz ilość liści) na siewkach rozsady (bazylia 30 dzień wegetacji, papryka 40 dzień wegetacji) oraz na roślinach obu gatunków w 50 dniu wegetacji. Rośliny w celu oceny wysokości mierzono od liścieni do wierzchołka. Do oceny parametrów długości i szerokości liści w przypadku roślin w fazie rozsady bazylii pomiary wykonano na liściu drugiego piętra. U roślin papryki pomiary długości i szerokości liści wykonano na pierwszym właściwym liściu (powyżej liścieni). W 50 dniu wegetacji pomiary długości i szerokości liści wykonano u papryki na liściu 5 a u bazylii na liściu z 4 piętra (pary). Ponadto wykonano obserwacje morfologiczne i określono liczbę liści dla papryki i ilość pięter dla bazylii w obu fazach wzrostu. W 50-tym dniu wegetacji oceniono również wizualnie zaawansowanie fazy generatywnej. Wykonano dokumentację fotograficzną zarówno w fazie rozsady jak i w 50 dniu wegetacji. Pod koniec doświadczenia (50 dzień wegetacji) zebrano nadziemną część rośliny bazylii oraz papryki i zważono je w celu oceny akumulacji świeżej masy, a po wysuszeniu w  $100^\circ\text{C}$  także suchej masy.

## Wybarwienie liści

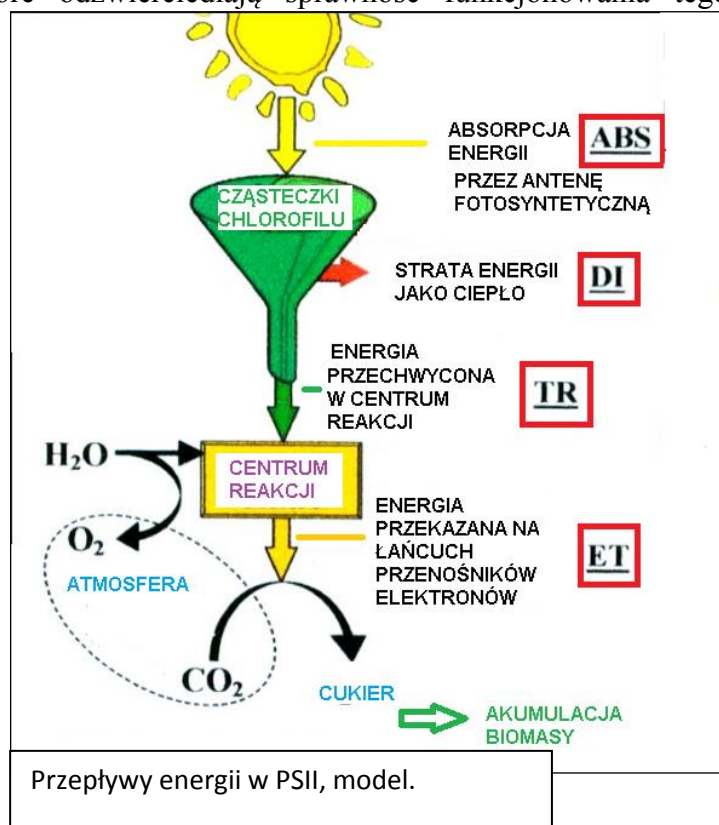
Pomiary intensywności zieleni liści roślin wykonano aparatem SPAD Minolta dla miesięcznych roślin bazylii i 40-dniowych papryki oraz dla roślin obu gatunków w 50-tym dniu wegetacji. Intensywność zieleni liści świadczy pośrednio o zawartości barwników fotosyntetycznych z grupy chlorofili. Jednostką umowną są wartości bezwzględne SPAD. Pomiary wykonano w 8-10 powtórzeniach (na 8-10 roślinach) dla jednego obiektu (lampy). Pomiary wykonano dla rozsady na pierwszym liściu (papryka) i liściu drugiej pary (pietra) bazylii a w przypadku starszych roślin u bazylii na liściu z 4-tego piętra a u papryki na 5-tym liściu.

## Pomiary wydajności fotosystemu II

Przeprowadzono pomiar fluorescencji chlorofilu w celu oszacowania wydajności fotosystemu II (PSII) za pomocą Plant Efficiency Analyzer (PEA, Hansatech Ltd., King's Lynn, Anglia). Szczegóły procedury są podane w pracy Skoczowski *wsp.* (2011). PEA, wykorzystujący analizy szybkiej kinetyki fluorescencji chlorofilu *a* jest dogodnym narzędziem pozwalającym na opis wielu fotosyntetycznych zmiennych i charakterystykę wydajności reakcji przebiegających w ramach fazy jasnej fotosyntezy w obrębie fotosystemu II. Uzyskiwana krzywa fluorescencji służy do obliczania parametrów, które odzwierciedlają sprawność funkcjonowania tego fotosystemu. Pomiary wykonano w 8-10 powtórzeniach (na 8-10 roślinach) dla jednego obiektu (lampy). Pomiary wykonano dla rozsady na pierwszym liściu (papryka) i liściu drugiej pary (pietra) bazylii a w przypadku starszych roślin u bazylii na liściu z 4-tego piętra a u papryki na 5-tym liściu.

### Następujące tzw. PARAMETRY FENOMENOLOGICZNE PRZEPLYWÓW ENERGII

zostały obliczone na podstawie parametrów technicznych pozyskanych z krzywej fluorescencji: absorpcja energii przez anteny fotosyntetyczne ( $ABS/CS = F_m$ ), energia przekazana na centrum reakcji ( $TRo/CS = F_v/F_m \cdot (ABS/CS)$ ), energia przekazana na łańcuchach przenośników elektronów ( $ETo/CS = (F_v/F_m) \cdot (1-V_J) \cdot F_m$ ), strata energii w postaci ciepła ( $DIo/CS = (ABS/CS) - (TRo/CS)$ ),  $RC/CS_m$  – liczebność centrów reakcji; gdzie CS to wycinek liścia (Strasser i *wsp.* 2000).



### Pozostałe parametry:

**PERFORMANCE INDEX ( $PI_{ABS}$ )** ujmujący syntetycznie proporcje czynników sprzyjających i hamujących przebieg reakcji PSII w relacji do absorpcji.

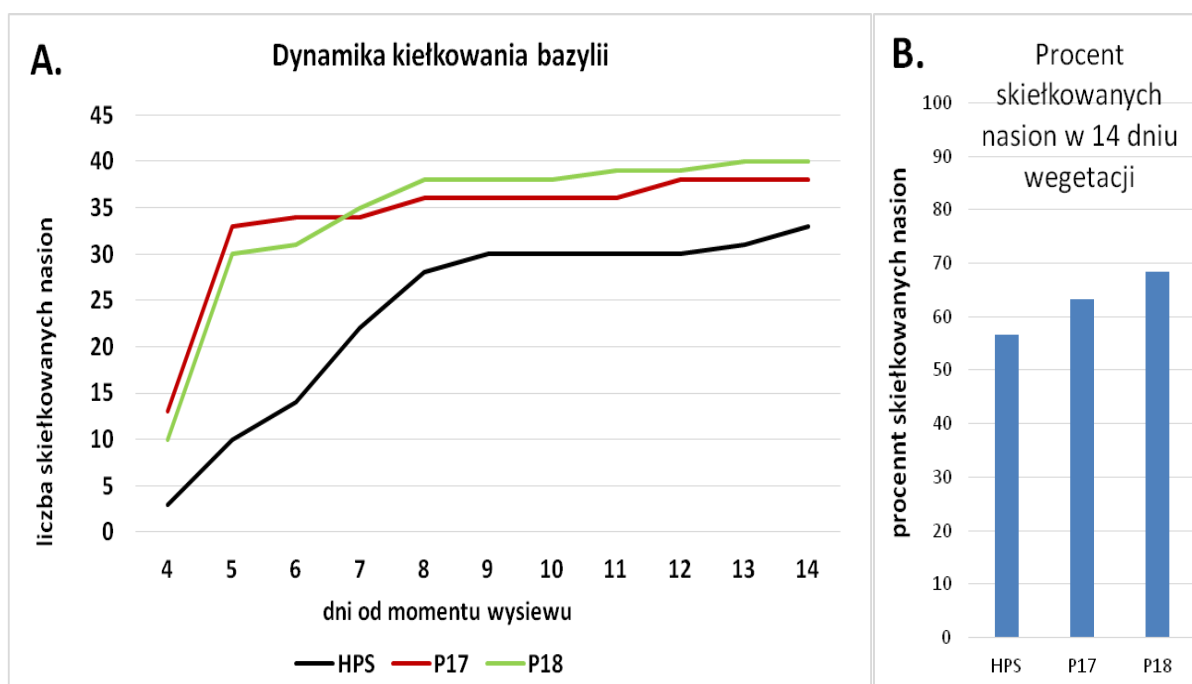
**Fv/Fm** - maksymalna wydajność kwantowa PSII. Im wyższa wartość tego parametru tym lepsza kondycja roślin. Ogólnie jednak spadek wartości poniżej 0.7 uznaje się jako wskazujący na słabą wydolność PSII.

**AREA** - obszar powyżej krzywej indukcji fluorescencji od Fo do Fm jest proporcjonalny do wielkości puli akceptorów elektronów PSII. Gdy transport elektronów z centrum reakcji PSII do plastochinonów jest zablokowany (np. w wyniku stresu rośliny), wartość ta zmniejsza się.

# WYNIKI

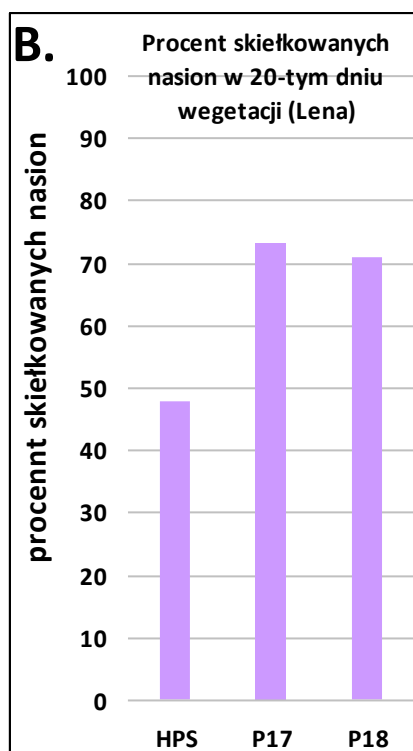
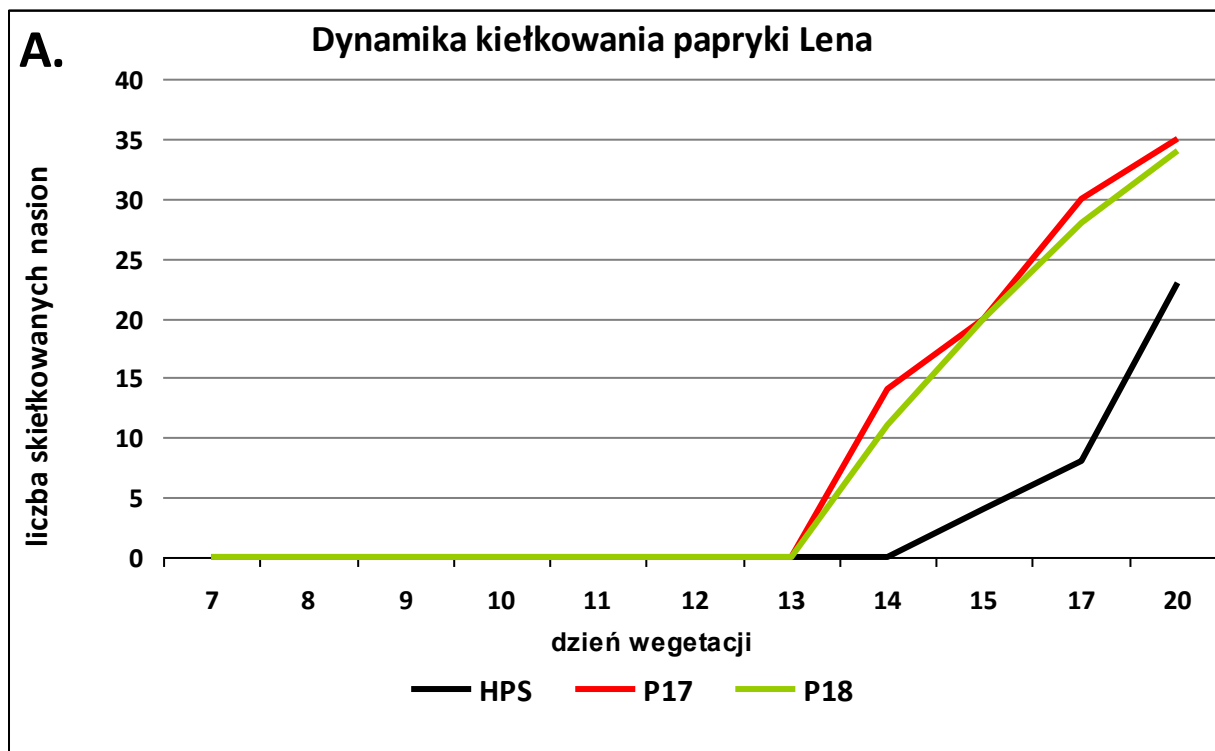
## 1. Kielkowanie i pierwsze dni wzrostu bazylii i papryki

**Ryc.1.** Dynamika kielkowania bazylii zwyczajnej w czasie pierwszych 2 tygodni od wysiewu pod lampami HPS, P17 i P18 (A). (B) – procent skielkowanych nasion w 14-tym dniu wegetacji w stosunku do wszystkich wysianych nasion (wartość przyjęta za 100%).

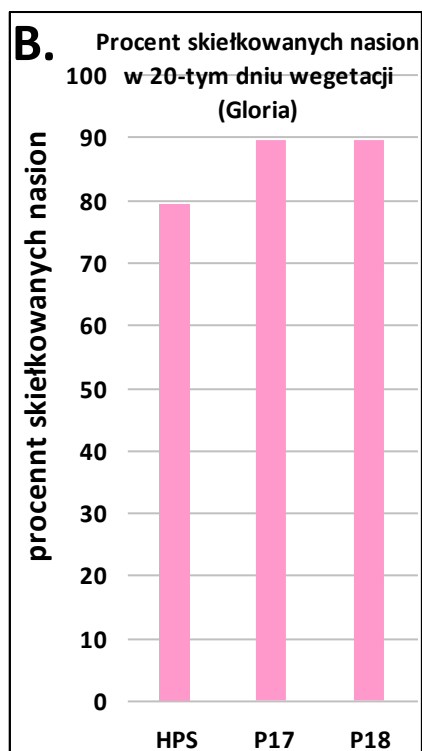
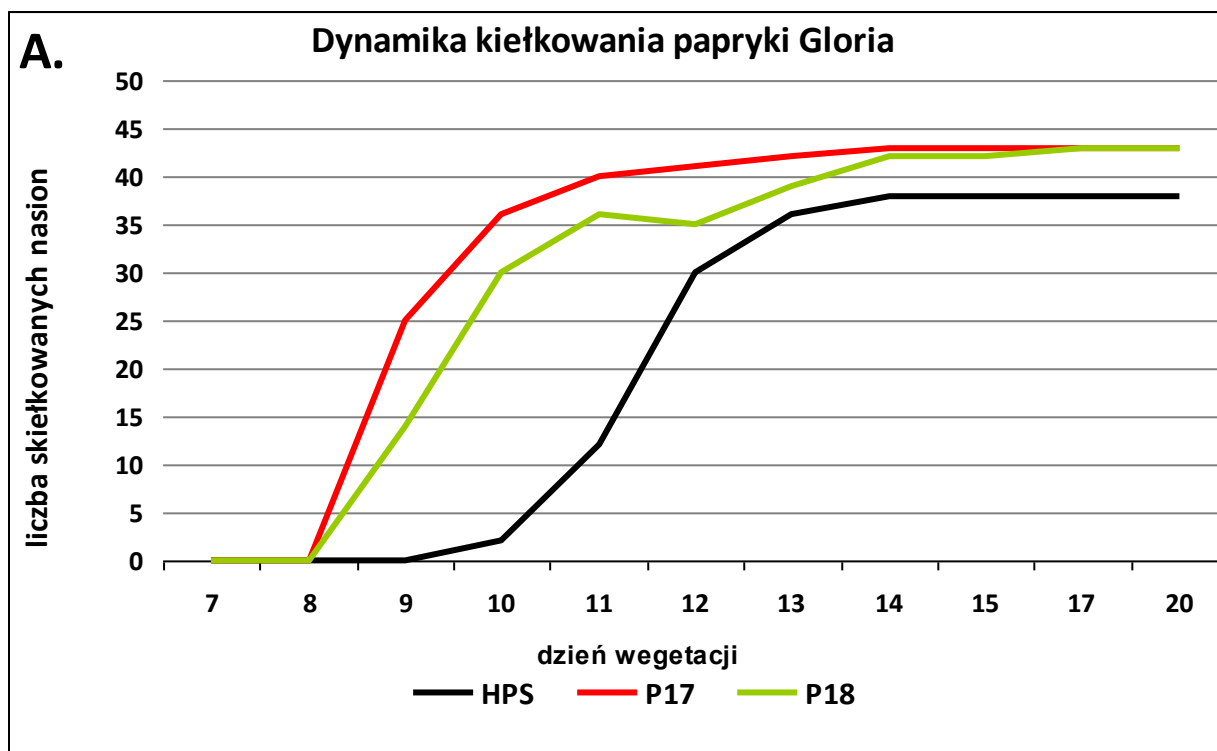


**Komentarz:** Kielkowanie bazylii pod lampami LED P17 i P18 przebiegało szybciej niż pod lampą HPS. Na rycinie 1 widać, że już w 5 dniu wegetacji pod ledami skielkowanych było około 30 nasion a pod HPS niecałe 5 nasion. Kielkowanie pod lampą P17 i P18 miało zbliżoną dość dużą dynamikę (ryc. 1. A), natomiast pod HPS znacznie słabszą. Pod HPS finalnie skielkowało ok. 57% wysianych nasion, pod P17 63% i pod P18 – 68% (ryc. 1. B).

**Ryc.2.** Dynamika kiełkowania papryki (Lena) w czasie pierwszych 20 dni od wysiewu pod lampami HPS, P17 i P18 (A). (B) – procent skielkowanych nasion w 20-tym dniu wegetacji w stosunku do wszystkich wysianych nasion (wartość przyjęta za 100%).



**Ryc.3.** Dynamika kiełkowania papryki (Gloria) w czasie pierwszych 20 dni od wysiewu pod lampami HPS, P17 i P18 (A). (B) – procent skielkowanych nasion w 20-tym dniu wegetacji w stosunku do wszystkich wysianych nasion (wartość przyjęta za 100%).

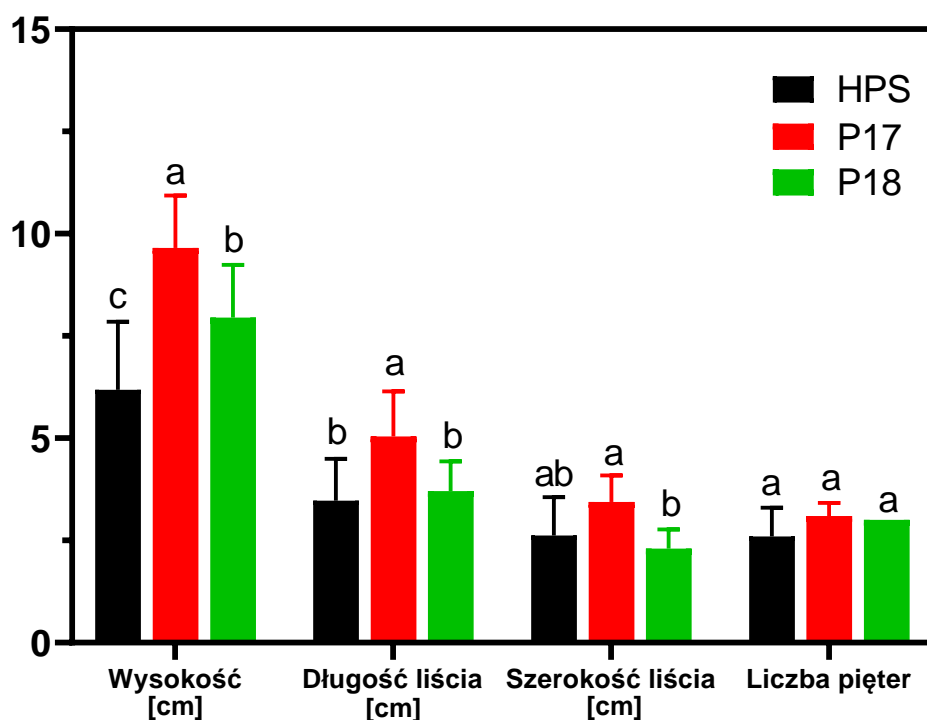


**Komentarz:** Światło generowane przez lampy LED P17 i P18 (w porównaniu do HPS) zarówno u bazylii jak i u obu odmian papryki zwiększało dynamikę kiełkowania (więcej nasion kiełkowało w krótszym czasie) jak również procent skielkowanych nasion w 14-dniu (bazylii) i w 20-tym dniu (papryka) był wyższy pod lampami LED niż pod HPS. Oba te parametry osiągały wartości zbliżone pod P17( 6/8s) i pod P18 (4/5s).

## 2. Rozsada bazylii i papryki

### BAZYLIA

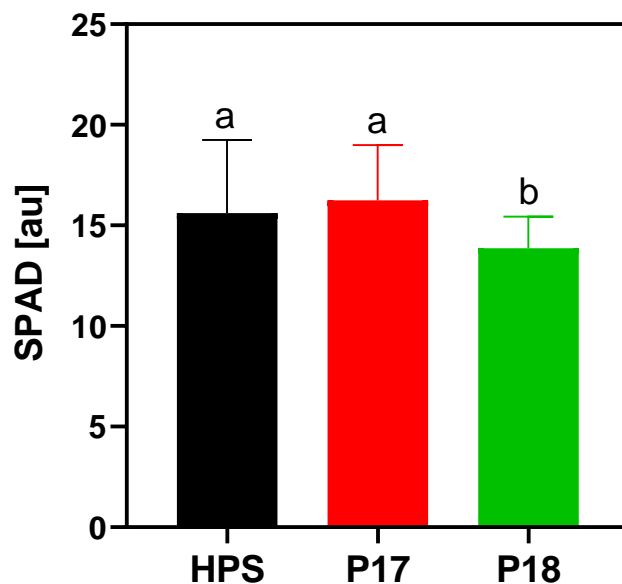
**Ryc. 4.** Wysokość [cm], długość i szerokość [cm] liścia drugiej pary oraz liczba piętér u bazylii (rośliny rozsady) pod lampami LED (P17 i P18) oraz pod HPS. *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tukeya (p 0,05).*



**Komentarz:** Najwyższe rośliny rozsady bazylii uzyskano pod lampą P17, rośliny rosnące pod lampą HPS były istotnie niższe niż rośliny rosnące pod lampami LED. Najdłuższe i najszersze liście wykształciły rośliny rosnące pod lampą P17, natomiast rośliny pod lampą P18 oraz HPS miały liście istotnie drobniejsze. Nie stwierdzono różnic w ilości wykształconych piętér pomiędzy roślinami spod różnych lamp.

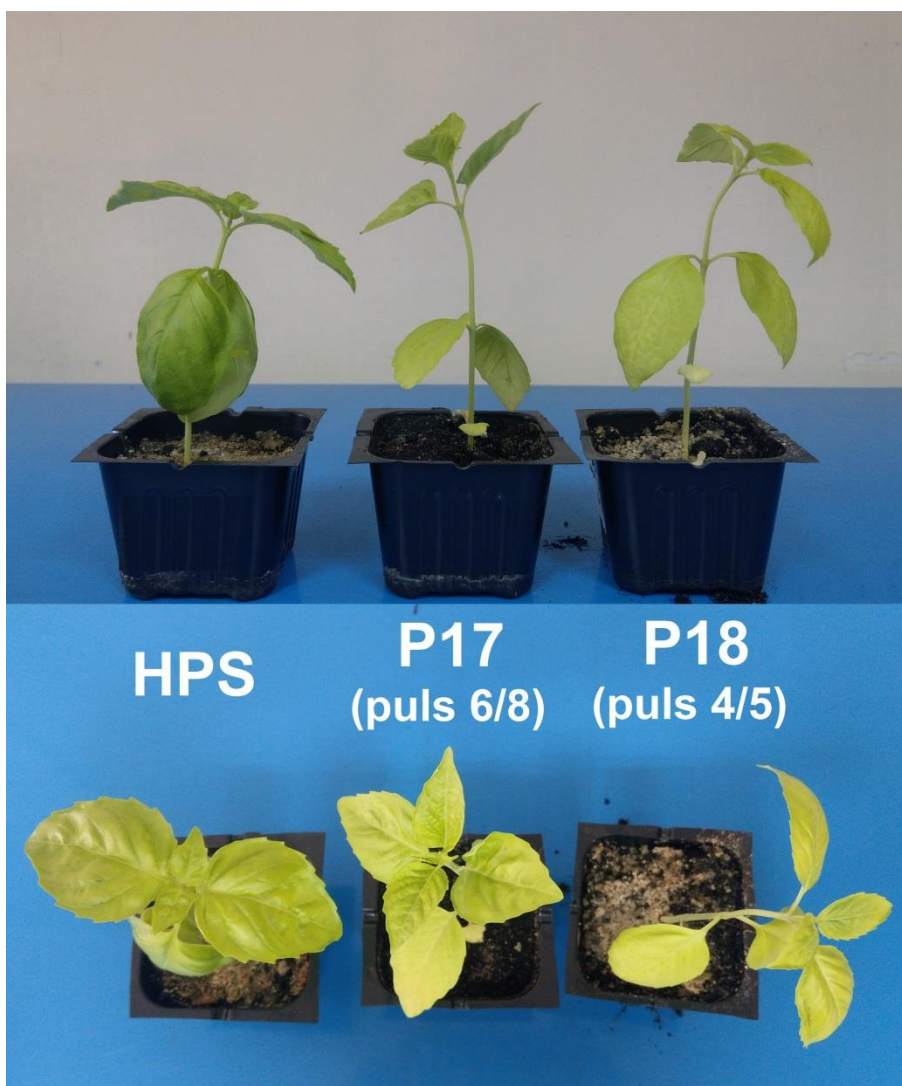


**Ryc. 5.** Intensywność zieleni liści rozsady bazylii [wartość w jednostkach umownych SPAD].  
*Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).*



**Komentarz:** W fazie rozsady najwyższymi wartościami SPAD (najintensywniejszą zielenią) charakteryzowały się rośliny bazylii rosnące pod lampą HPS oraz P17, natomiast najmniejszą wartość zanotowano u roślin pod lampą P18.

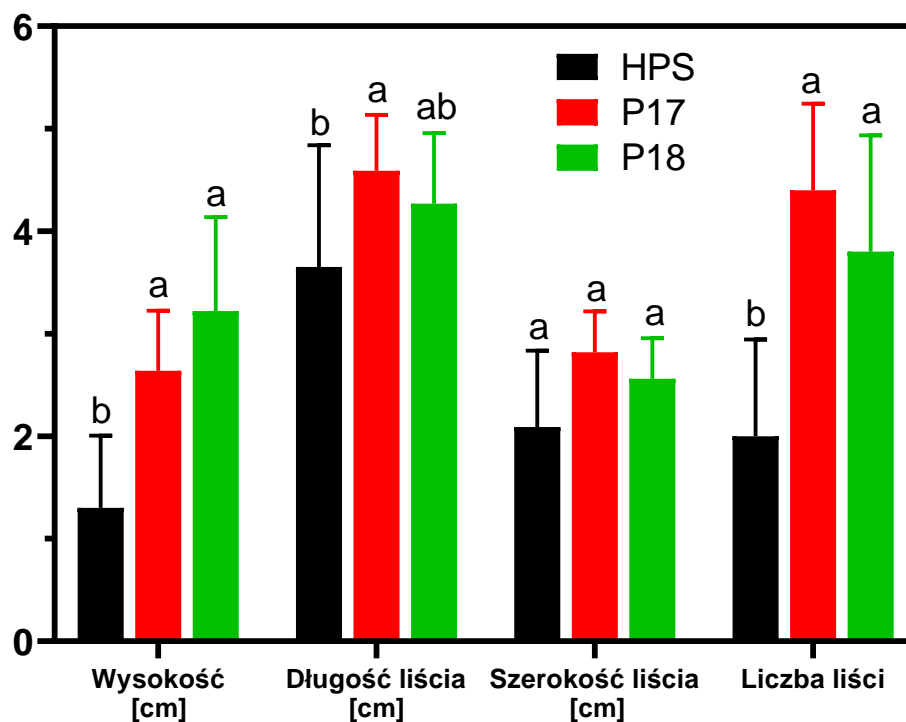
**Fot. 1.** Rozsada bazylii rosnąca pod lampą HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona).



**Komentarz:** Wizualne obserwacje pozwalają stwierdzić, że rośliny pod lampą pulsacyjną P17 i P18 były bardziej wydłużone (por. ryc. 4 - wysokość) i o nieco jaśniejszym zabarwieniu liści, choć pomiarami SPAD (por. ryc. 5) zjawisko to potwierdzono jedynie dla P18. Rośliny bazylii rosnące pod HPS były niższe, ale bardziej krępe.

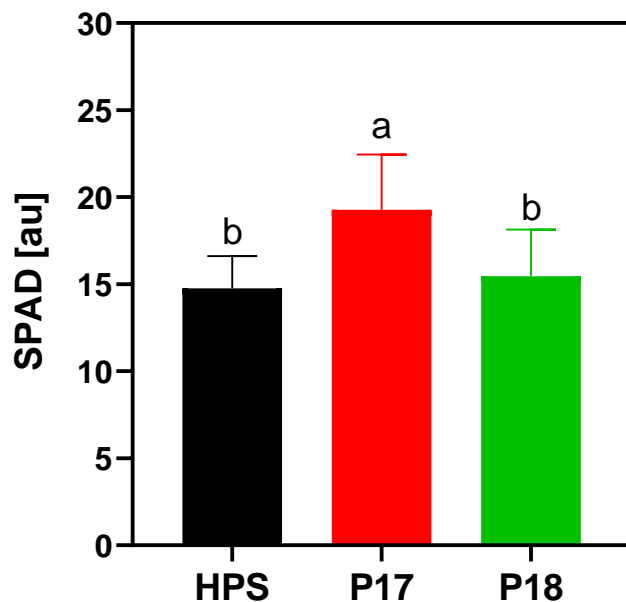
## PAPRYKA

**Ryc. 6.** Wysokość [cm], długość i szerokość [cm] pierwszego liścia oraz liczba liści papryki odm. Lena (rośliny rozsady) pod lampami P17, P18 i HPS. Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tukeya ( $p < 0,05$ ).



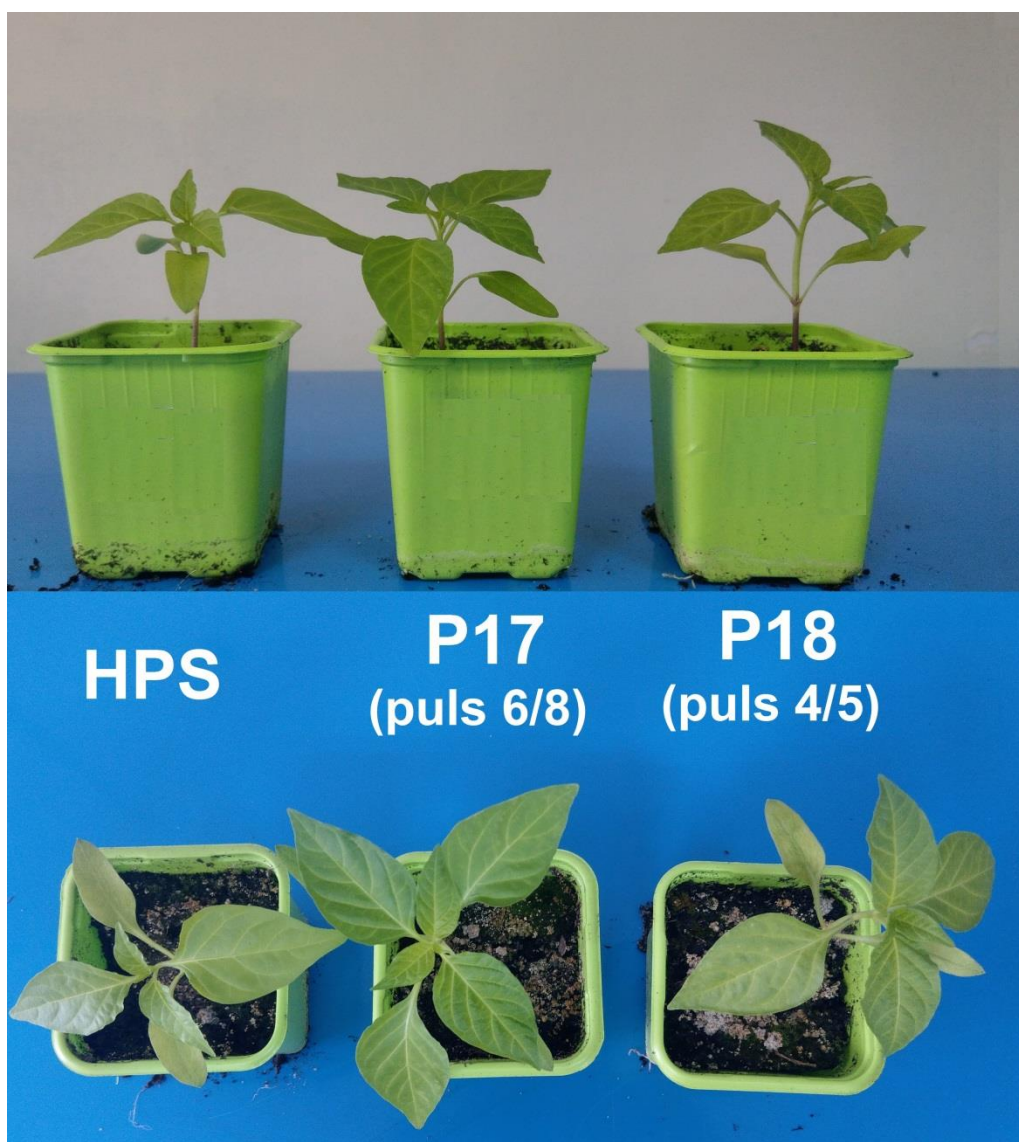
**Komentarz:** Najwyższe rośliny rozsady papryki odm. Lena uzyskano pod lampą P18 i P17. Rośliny rosnące pod lampą HPS były istotnie niższe niż rośliny spod lamp LED. Najdłuższe liście wykształciły rośliny rosnące pod lampą P17, natomiast nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych w szerokości liścia pomiędzy roślinami spod różnych lamp. Najwięcej liści wykształciły rośliny odm. Lena rosnące pod lampą P17 i P18, natomiast najmniej liści wykształciły rozsady pod HPS.

**Ryc. 7.** Intensywność zieleni liści rozsady papryki odm. Lena [wartość w jednostkach umownych SPAD]. Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p > 0,05$ ).



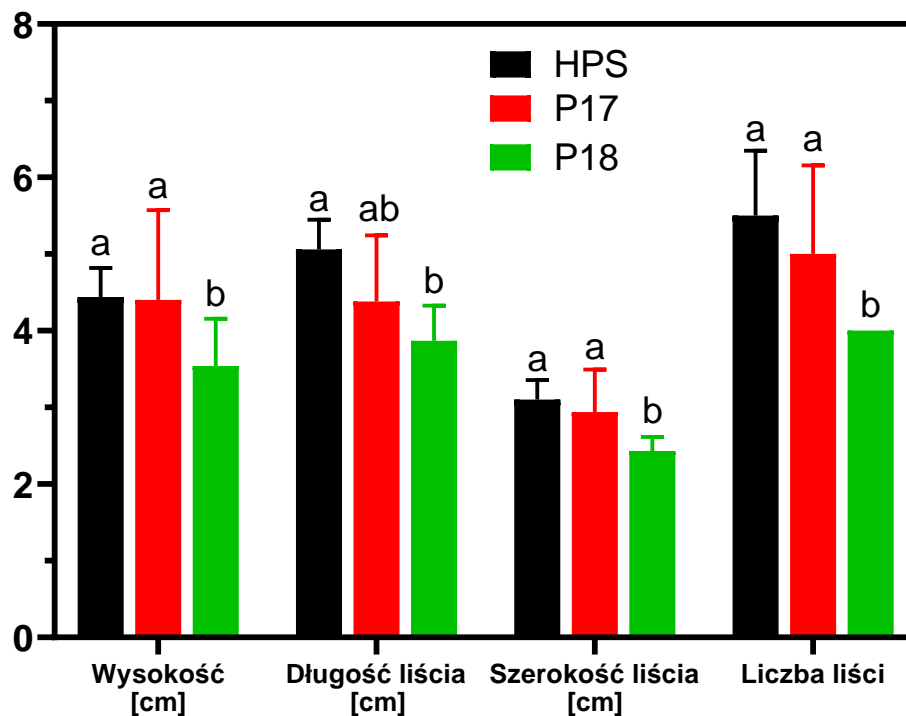
**Komentarz:** Liście rozsady papryki odm. Lena pod lampą P17 charakteryzowały najintensywniejszą zielenią (SPAD) w porównaniu do rozsad spod pozostałych lamp (HPS, P18).

**Fot. 2.** Rozsada papryki odm. Lena rosnąca pod lampą HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona).



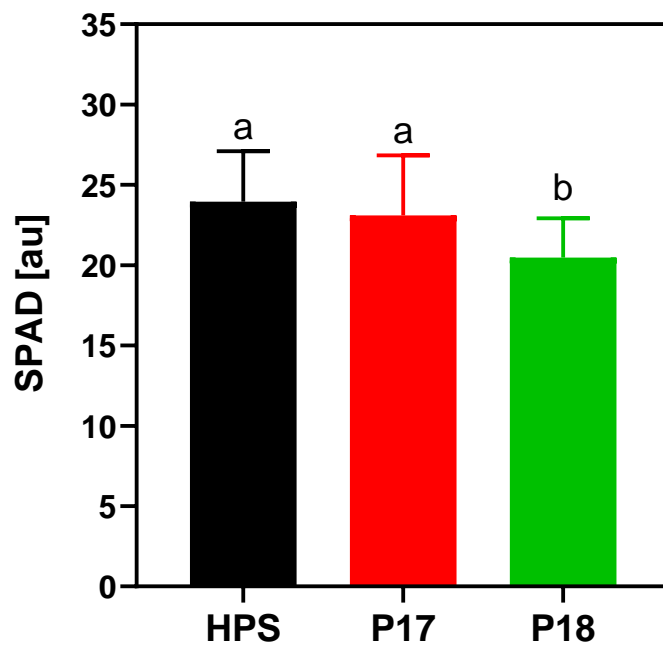
**Komentarz:** Rozsada papryki odm. Lena rosnąca pod lampą HPS była najniższa i najdrobniejsza, a rośliny charakteryzowały się dość cienką łodygą. Rozsady spod lamp pulsacyjnych (P17 i P18) charakteryzowały się wizualnie większą bujnością niż te rosnące pod HPS. Stwierdzono również różnice pomiędzy roślinami spod P17 i P18. Rozsada spod lampy P17 wykształciła bardziej zielone liście (por. pomiar z ryc. 7) i nieco wizualnie większe (co znajduje częściowe potwierdzenie w pomiarach na ryc. 6). U roślin spod lampy P18 łodyżki były wybarwione na fioletowo.

**Ryc. 8.** Wysokość [cm], długość i szerokość [cm] pierwszego liścia oraz liczba liści papryki odm. Gloria (rośliny rozsady spod lamp HPS, P17 i P18). Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tukeya ( $p < 0,05$ ).



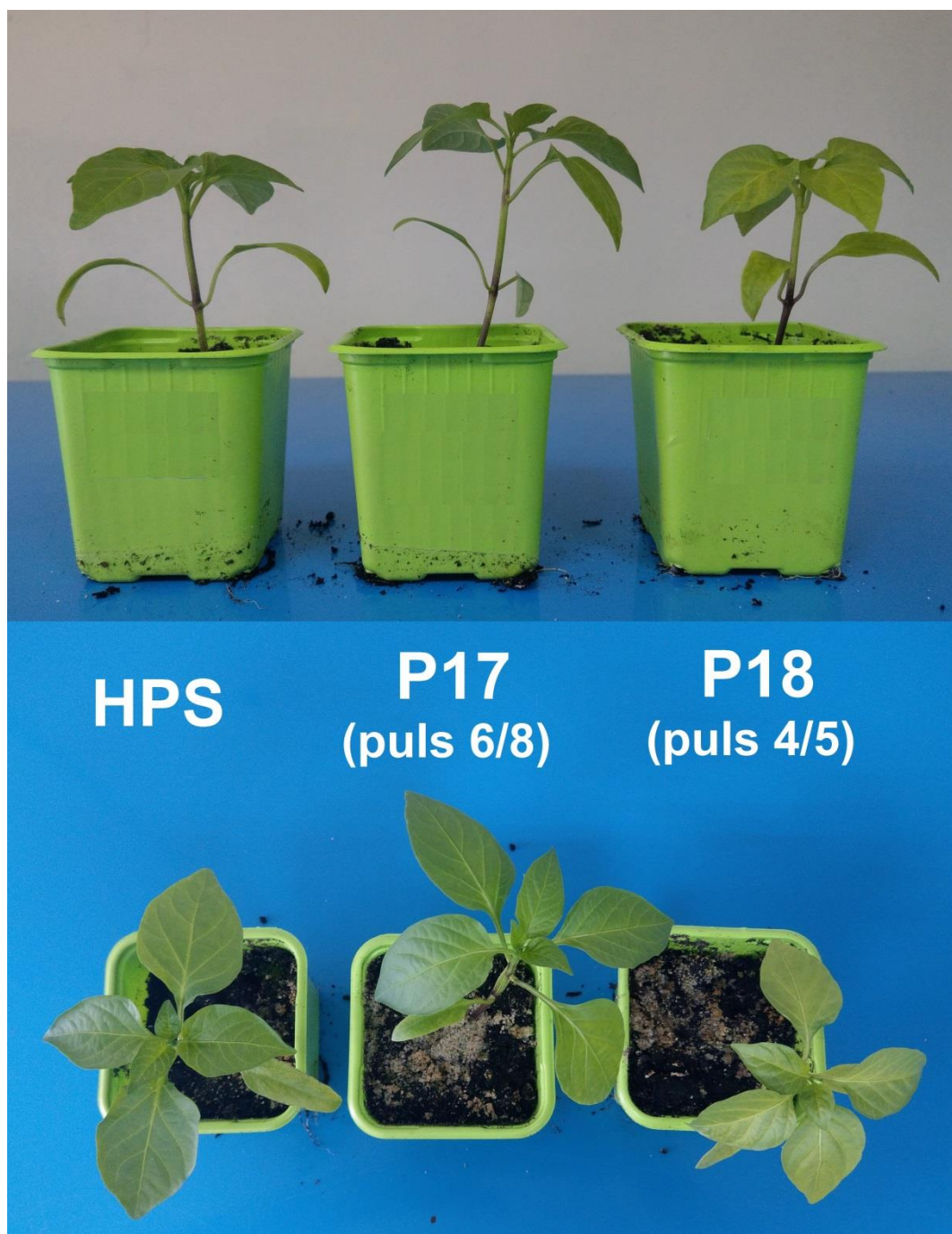
**Komentarz:** Rozsada papryki odm. Gloria rosnąca pod lampą P17 oraz HPS była najwyższa a rośliny wykształciły największe liście (i najwięcej liści), w porównaniu do roślin spod lampy P18 (które były wyraźnie mniejsze).

**Ryc. 9.** Intensywność zieleni liści rozsady papryki odm. Gloria [wartość w jednostkach umownych SPAD]. Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p > 0,05$ ).



**Komentarz:** W fazie rozsady najwyższymi wartościami SPAD (najintensywniejszą zielenią liści) charakteryzowały się liście roślin papryki odm. Gloria, rosące pod lampą HPS oraz P17, natomiast istotnie mniejszą wartość zanotowano u roślin spod lampy P18.

**Fot. 3.** Rozsada papryki odm. Gloria rosnąca pod lampą HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona).



**Komentarz:** Rośliny rozsady papryki odm. Gloria rosnące pod lampą pulsacyjną P17 wykazywały się największą bujnością a ich łodygi były słabo wybarwione na fioletowo. Rośliny rosnące pod HPS i P17 były drobniejsze, ale pod lampą P17 rośliny miały wyraźnie na fioletowo wybarwioną łodygę.



**Tabela 1.** Wydajności fotosystemu II bazylii (A) oraz papryki Lena (B) i Gloria (C) w fazie rozsady prowadzonej pod lampą HPS, P17 i P18. Objasnienia parametrów – patrz metodyka. *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Duncana (p 0,05).*

### A. Bazylia

	Fv/Fm	Area	ABS/CSm	TRo/CSm	ETo/CSm	DIo/CSm	RC/CSm	P.I./ABS
HPS	0,73 a	11720 a	1105 a	812 a	<b>204 a</b>	292 b	356 a	<b>0,37 a</b>
P17	0,71 a	9840 ab	1101 a	780 a	<b>110 b</b>	322 a	346 a	<b>0,13 b</b>
P18	0,71 a	7880 b	1099 a	782 a	<b>106 b</b>	316 ab	320 a	<b>0,12 b</b>

### B. Papryka Lena

	Fv/Fm	Area	ABS/CSm	TRo/CSm	ETo/CSm	DIo/CSm	RC/CSm	P.I./ABS
HPS	0,74 a	15120 b	1323 c	983 b	<b>413 b</b>	340 b	468 b	<b>0,81 b</b>
P17	0,76 a	24200 a	1594 a	1207 a	<b>607 a</b>	387 b	703 a	<b>1,45 a</b>
P18	0,68 b	10480 c	1450 b	991 b	<b>337 b</b>	459 a	424 b	<b>0,36 c</b>

### C. Papryka Gloria

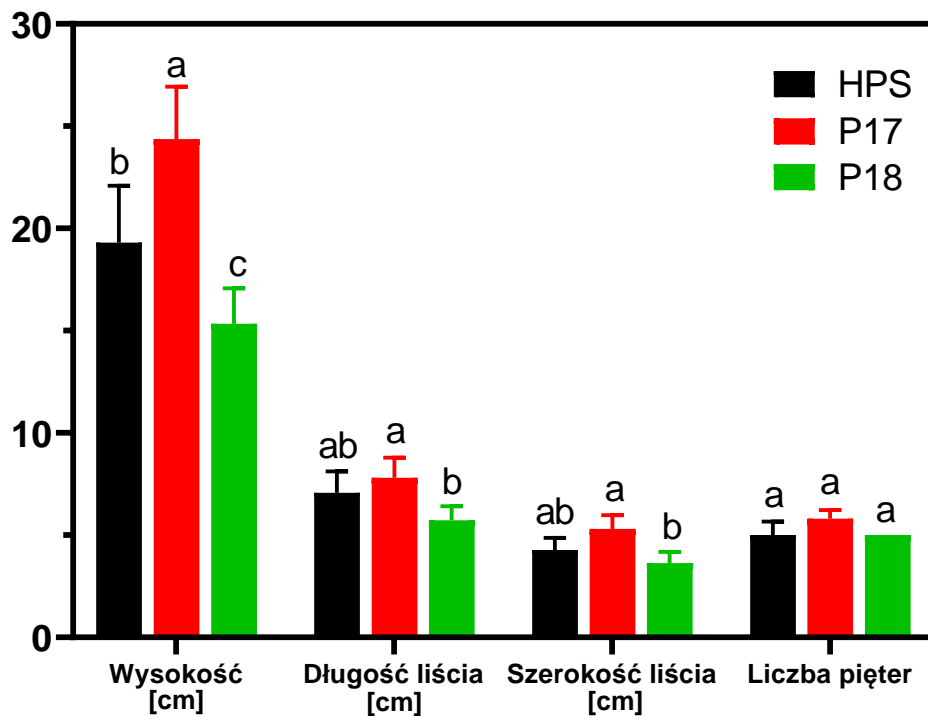
	Fv/Fm	Area	ABS/CSm	TRo/CSm	ETo/CSm	DIo/CSm	RC/CSm	P.I./ABS
HPS	0,70 a	20700 a	1645 b	1151 a	<b>500 a</b>	494 b	551 a	<b>0,69 a</b>
P17	0,67 a	18171 a	1961 a	1302 a	<b>508 a</b>	659 a	587 a	<b>0,48 ab</b>
P18	0,59 b	9940 b	1614 b	953 b	<b>302 b</b>	661 a	389 b	<b>0,19 b</b>

**Komentarz:** Rośliny bazylii w początkowej fazie wzrostu (rozsada) pod lampami LED P17 i 18 charakteryzowały się słabszą wydajnością fotosystemu II (PSII) niż rośliny spod HPS, co wyrażają szczególnie wartości parametrów ETo/CSm i P.I.ABS (Tab. 1 A). W przypadku papryki zauważyć można różnicę odmianową. Rośliny odmiany Lena charakteryzowały się najlepszą wydajnością PSII pod lampą P17 (w porównaniu zarówno do HPS jak i P18) (Tab. 1 B – parametry ETo/CSm i P.I. ABS). Rośliny odmiany Gloria osiągały zbliżony poziom wydajności PSII pod P17 i HPS, a nieco niższy pod P18.

### 3. Wzrost/rozwój roślin (50 dzień wegetacji)

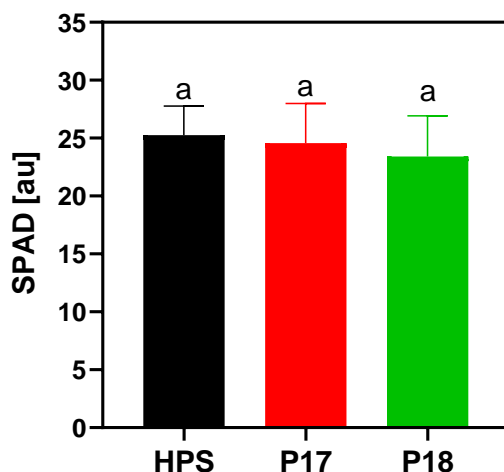
#### BAZYLIA

**Ryc. 10.** Wysokość [cm], długość i szerokość [cm] liścia czwartej pary oraz liczba pięter bazylii w 50 dniu wegetacji (wzrost pod lampami HPS, P17 i P18). Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tukeya ( $p < 0,05$ ).



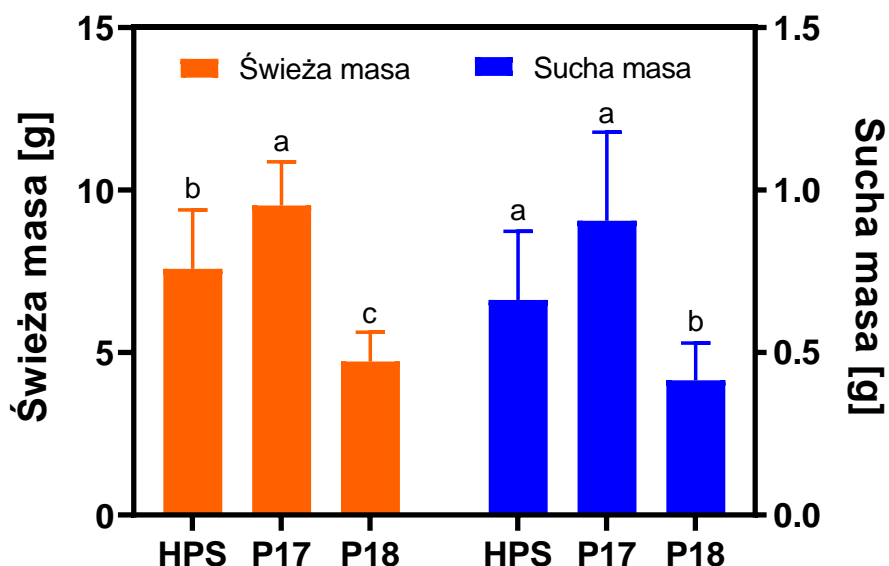
**Komentarz:** Po 50 dniach wegetacji najwyższe rośliny bazylii uzyskano pod lampą P17, natomiast najniższe pod lampą P18. Rośliny spod lampy P17 wykształciły największe liście (najdłuższe i najszersze), natomiast najmniejsze liście były pod lampą P18. Nie stwierdzono różnic w ilości wytworzonych pięter liści (średnio 5 pięter u wszystkich roślin).

**Ryc. 11.** Intensywność zieleni liści bazylii w 50 dniu wegetacji [wartość w jednostkach umownych SPAD]. *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).*



**Komentarz:** W 50 dniu wegetacji nie stwierdzono różnic w intensywności zieleni liście bazylii (wartość SPAD) bez względu na typ lampy, pod którą uzyskano rośliny.

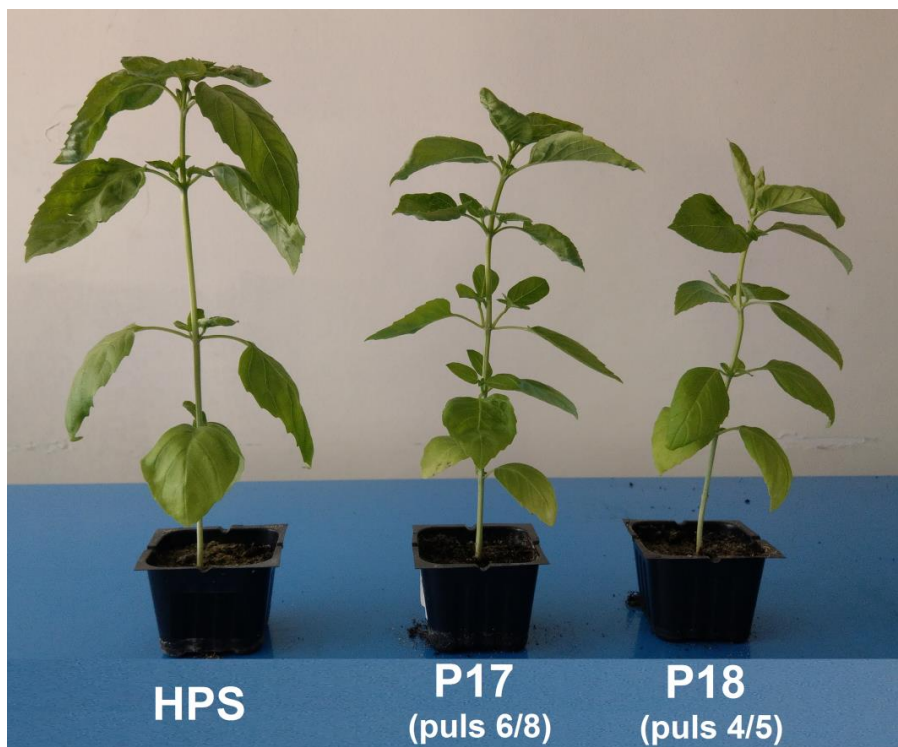
**Ryc. 12.** Pomiar świeżej i suchej masy (akumulacja biomasy) bazylii w 50 dniu wegetacji (rośliny spod lamp HPS, P17, P18). *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).*



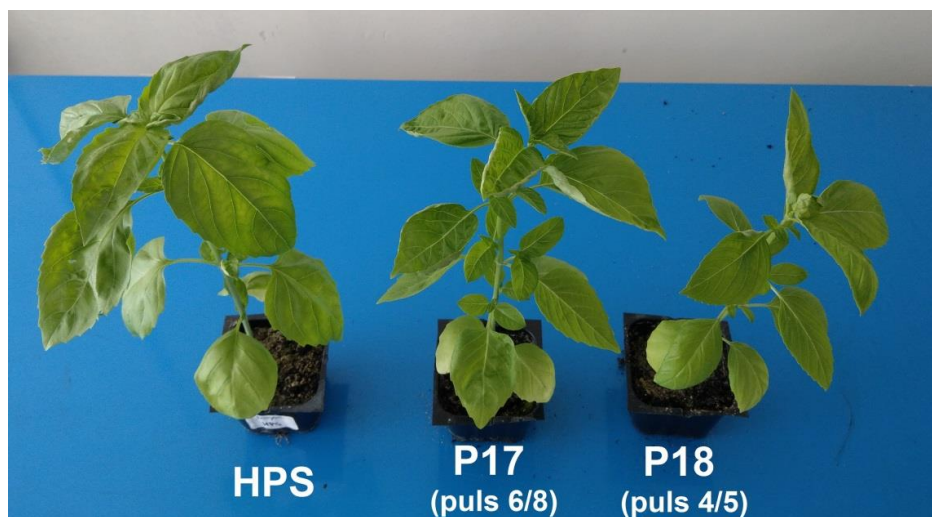
**Komentarz:** Rośliny bazylii rosnące pod lampą P17 charakteryzowała największa akumulacja świeżej masy, natomiast rośliny pod lampą P18 akumulowały najmniej świeżej masy. Najwyższą

akumulację suchej masy uzyskano u roślin rosnących pod lampą P17 i HPS, a najniższą pod lampą P18.

**Fot. 4.** Rośliny bazylii rosnące pod lampą HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona), w 50 dniu wegetacji.



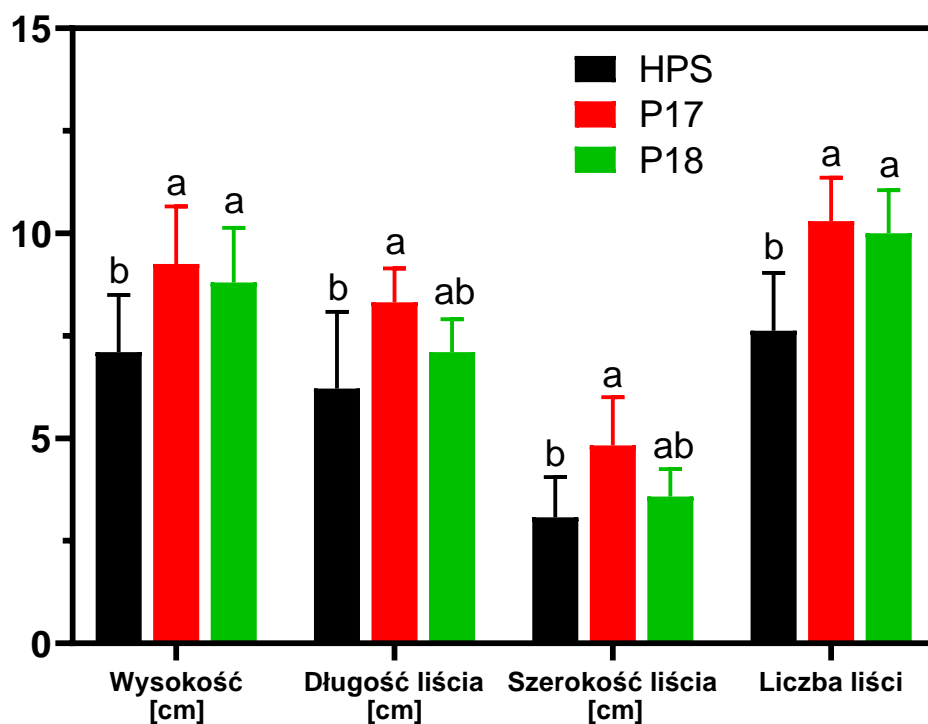
**Fot. 5.** Widok z góry ukazujący pokrój roślin bazylii spod lampy HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona); 50 dzień wegetacji.



**Komentarz:** W 50 dniu wegetacji rośliny bazylii rosnące pod lampami pulsacyjnymi (P17 i P18) miały dużo dość dobrze rozwiniętych bocznych pędów, natomiast rośliny pod HPS były wydłużone z mniej rozwiniętymi liśćmi na pędach bocznych. Rośliny pod lampą P18 były najniższe z dość cienką łodygą (por. ryc. 10).

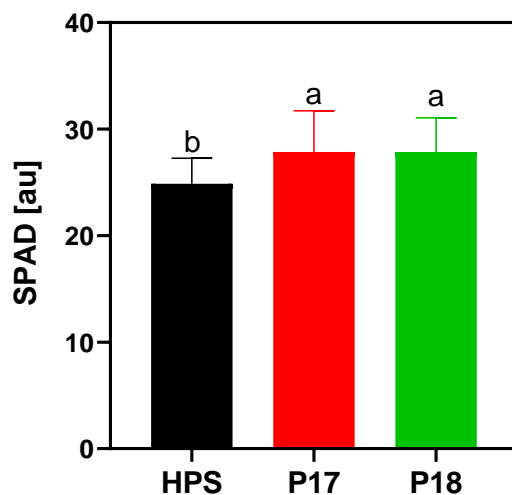
## PAPRYKA

**Ryc. 13.** Wysokość [cm], długość i szerokość [cm] piątego liścia oraz liczba liści papryki odm. Lena w 50 dniu wegetacji (wzrost pod lampami HPS, P17, P18). *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tukeya ( $p < 0,05$ ).*



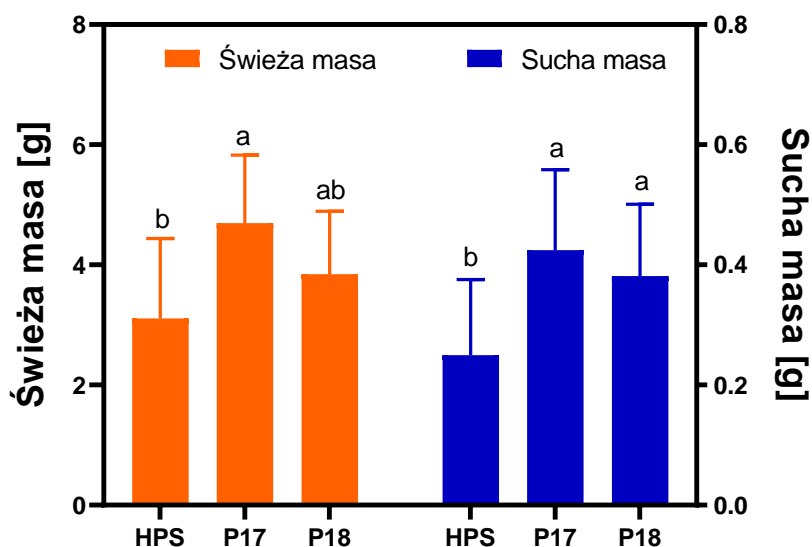
**Komentarz:** Najwyższe rośliny papryki odm. Lena były pod lampami pulsacyjnymi P17 i P18. Rośliny te charakteryzowały się także największymi liśćmi oraz największą ilością wykształconych liści, natomiast istotnie mniejsze były wartości wymienionych parametrów u roślin spod HPS.

**Ryc. 14.** Intensywność zieleni liści papryki odm. Lena w 50 dniu wegetacji [wartość w jednostkach umownych SPAD]. *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).*



**Komentarz:** Istotnie większe zazielenienie liści charakteryzowało rośliny papryki odm. Lena rosnące pod lampami P17 i P18 w porównaniu do roślin spod HPS.

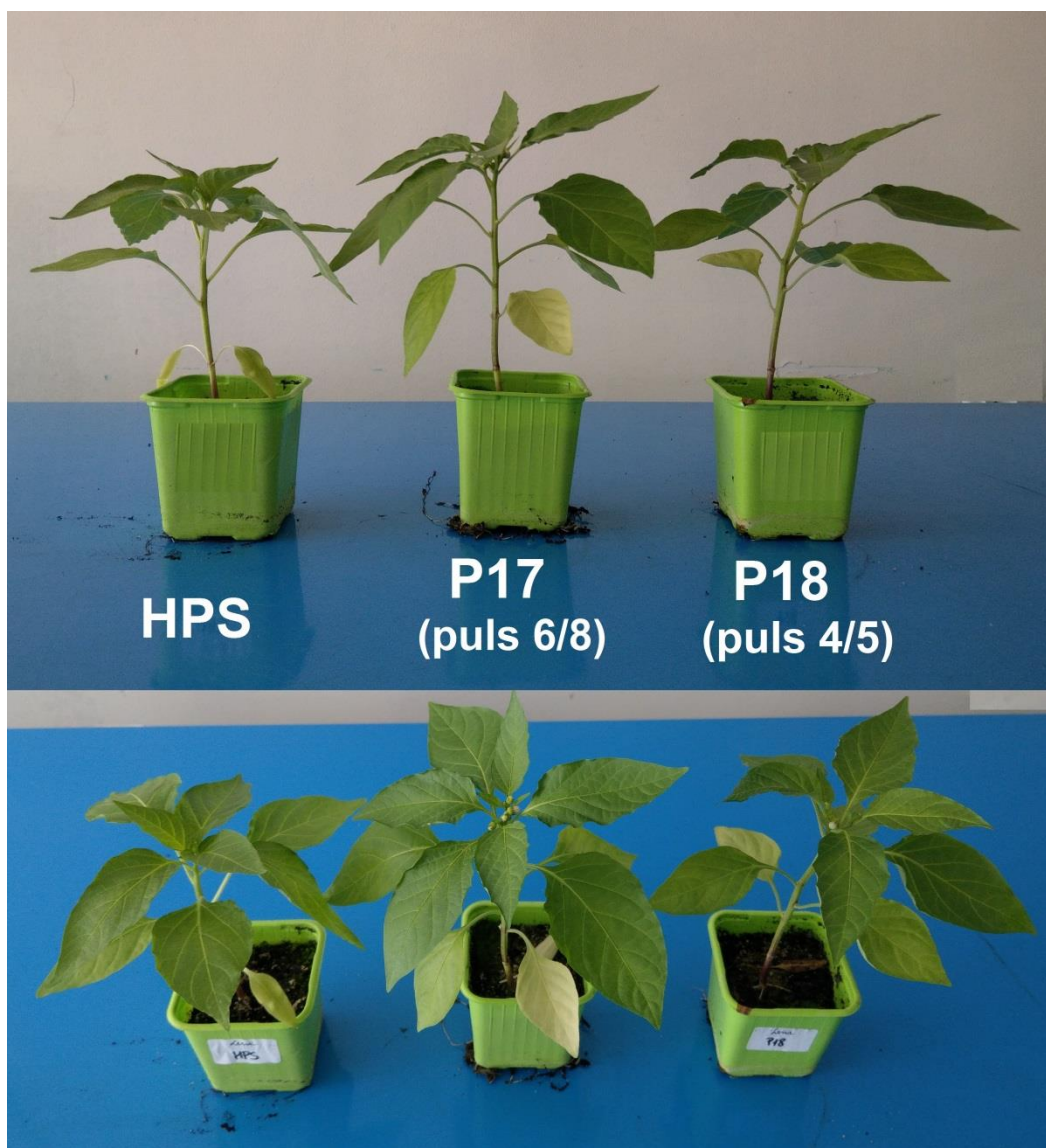
**Ryc. 15.** Pomiar świeżej i suchej masy (akumulacja biomasy) papryki odm. Lena w 50 dniu wegetacji (wzrost pod lampą HPS, P17, P18). *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).*



**Komentarz:** Papryka odm. Lena rosnąca pod lampą P17 akumulowała najwięcej biomasy, uzyskując wysokie wartości zarówno dla świeżej jak i suchej masy części nadziemnej, rośliny

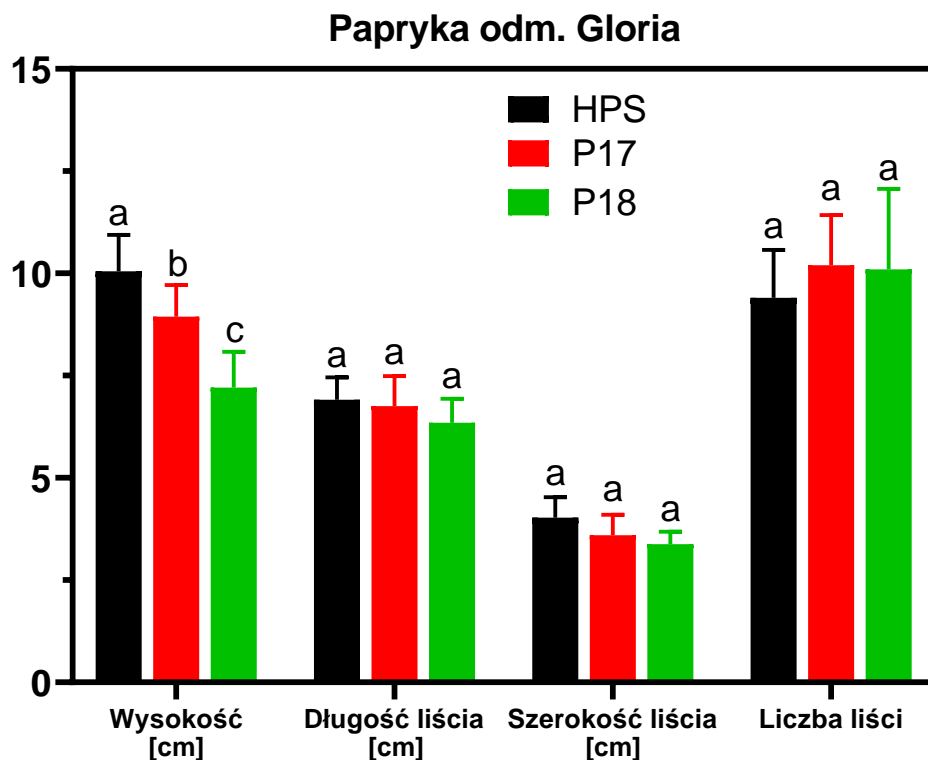
pod lampą HPS miały wartości istotnie niższe niż pod ledami (szczególnie w odniesieniu do suchej masy).

**Fot. 6.** Rośliny papryki odm. Lena rosnące pod lampą HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona); 50 dzień wegetacji.



**Komentarz:** Rośliny papryki odm. Lena rosnące pod lampami pulsacyjnymi (P17 i P18) osiągnęły fazę generatywną (rośliny z pąkami kwiatowymi), podczas gdy pod lampą HPS stwierdzono opóźnienie rozwoju (pąki zanotowano jedynie na jednej roślinie).

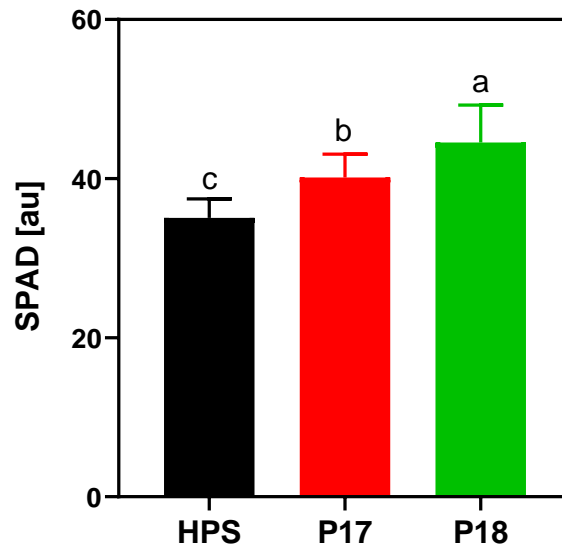
**Ryc. 16.** Wysokość [cm], długość i szerokość [cm] piątego liścia oraz liczba liści papryki odm. Gloria w 50 dniu wegetacji pod lampami HPS, P17 i P18. Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tukeya ( $p < 0,05$ ).



**Komentarz:** Po 50 dniach wegetacji najwyższe rośliny papryki odm. Gloria otrzymano pod lampą HPS, natomiast istotnie mniejsze pod lampami LED (P17 i P18). W przypadku ilości liści jak i ich wielkości nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych pomiędzy roślinami spod wszystkich badanych lamp.

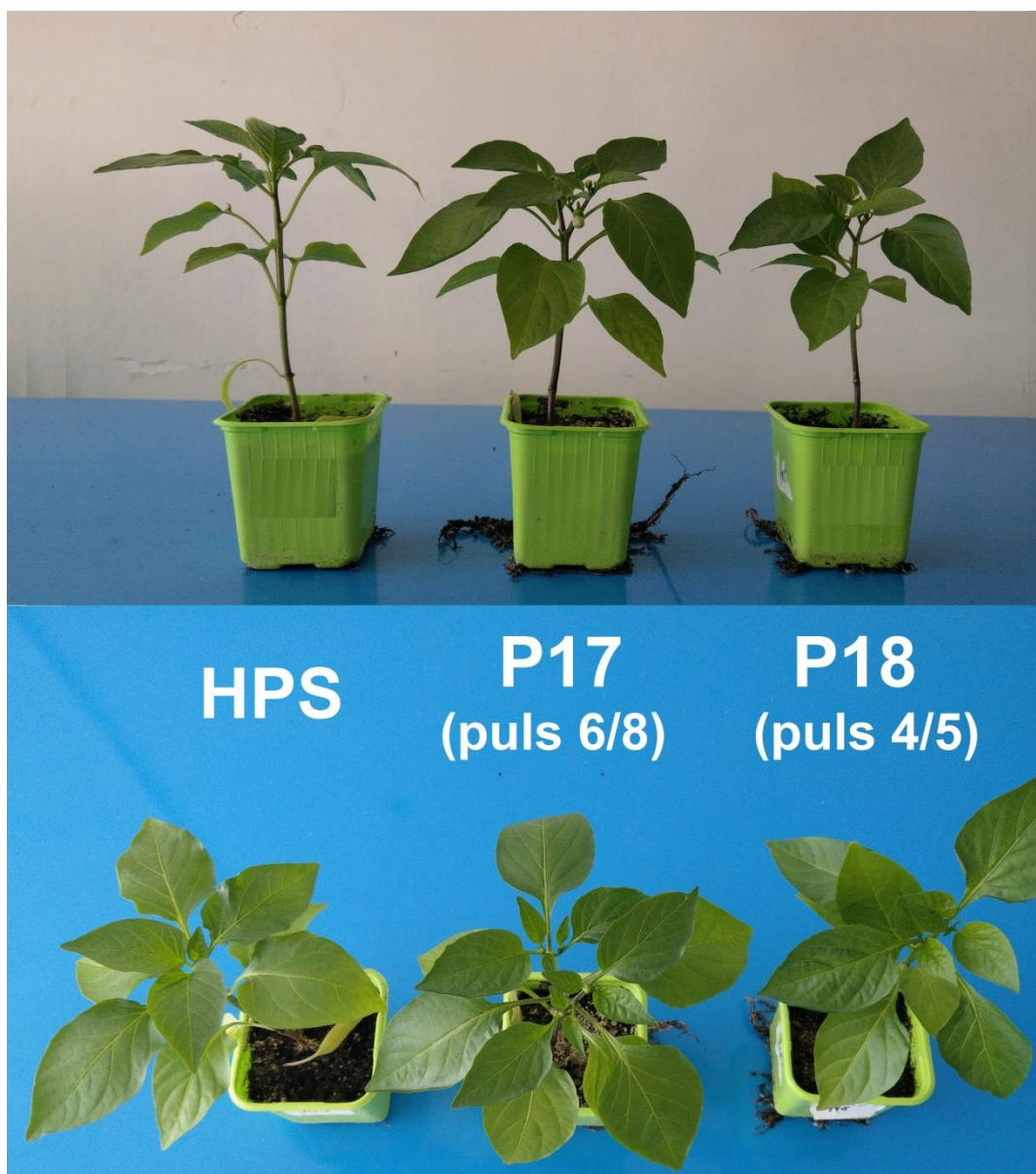


**Ryc. 17.** Intensywność zieleni liści papryki odm. Gloria w 50 dniu wegetacji [wartość w jednostkach umownych SPAD]. *Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).*



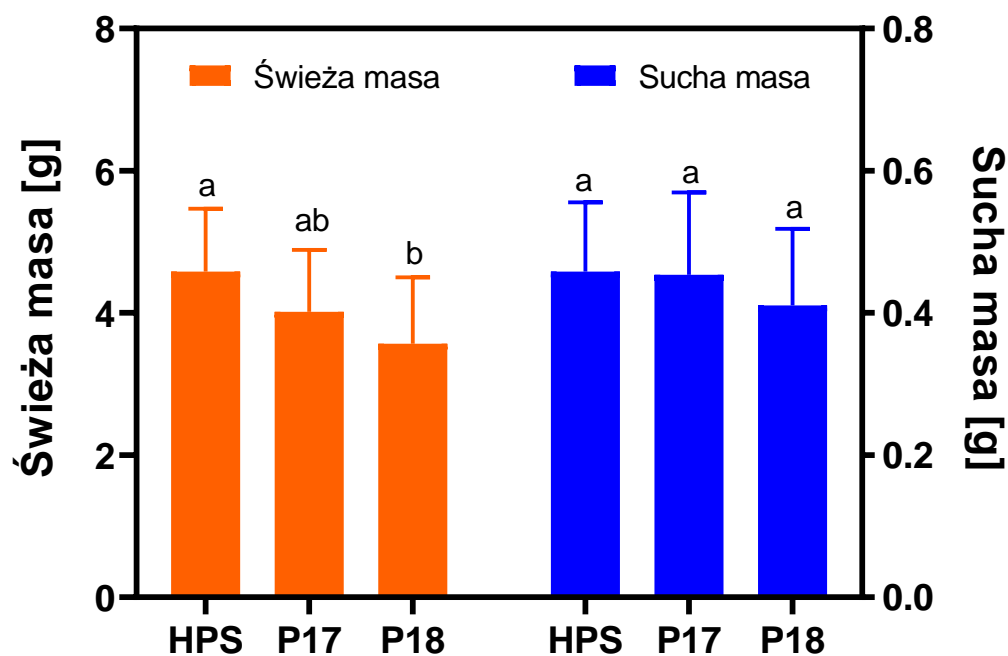
**Komentarz:** Po 50 dniach wegetacji najintensywniejsze zazielenienie liści było u roślin rosnących pod lampą P18, nieco mniejsze pod P17 i najslabsze zazielenienie liści wystąpiło u roślin pod HPS.

**Fot. 7.** Rośliny papryki odm. Gloria rosnąca pod lampą HPS (lewa strona), puls 6/8 (P17 – środek) oraz puls 4/5 (P18 – prawa strona); 50 dzień wegetacji.



**Komentarz:** Do 50 dnia wegetacji rośliny papryki odm. Gloria rosnące pod HPS nie osiągnęły fazy generatywnej. Zaobserwowano u nich najgrubszą łodygę o mocno fioletowym zabarwieniu. Rośliny rosnące pod lampą P17 miały po 4 pączki kwiatowe widoczne na każdej roślinie. U roślin pod lampą P18 były widoczne zawiązki pąków.

**Ryc. 18.** Pomiar świeżej i suchej masy (akumulacja biomasy) papryki odm. Gloria w 50 dniu wegetacji (wzrost pod lampą HPS, P17 i P18). Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Tuckya ( $p < 0,05$ ).



**Komentarz:** Największa akumulacja świeżej masy była widoczna u roślin papryki odm. Gloria rosnących pod lampą HPS, zbliżone wartości (statystycznie nieistotna różnica) zanotowano także u roślin spod P17. Rośliny pod lampą P18 charakteryzowały się najmniejszą akumulacją świeżej masy. Nie stwierdzono różnic w akumulacji suchej masy u tej odmiany papryki niezależnie spod której lampy pochodziły rośliny.

**Tabela 2.** Wydajności fotosystemu II bazylii zwyczajnej (A) oraz papryki Lena (B) i Gloria (C) w 50 dniu wegetacji pod lampą HPS, P17 i P18. Objasnienia parametrów – patrz metodyka.

*Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie wg testu Duncana (p 0,05).*

#### A. Bazylia

	Fv/Fm	Area	ABS/CSm	TRo/CSm	ETo/CSm	DIo/CSm	RC/CSm	P.I./ABS
HPS	0,78 a	29911 a	1491 a	1174 a	<b>487 a</b>	317 a	665 a	<b>1,30 ab</b>
P17	0,79 a	29114 a	1457 a	1158 a	<b>549 a</b>	300 a	737 a	<b>2,12 a</b>
P18	0,78 a	25520 a	1477 a	1150 a	<b>383 a</b>	327 a	662 a	<b>0,95 b</b>

#### B. Papryka Lena

	Fv/Fm	Area	ABS/CSm	TRo/CSm	ETo/CSm	DIo/CSm	RC/CSm	P.I./ABS
HPS	0,78 a	31075 b	1598 b	1253 b	<b>707 ab</b>	345 c	760 b	<b>2,26 a</b>
P17	0,78 a	37500 a	1773 a	1384 a	<b>793 a</b>	389 a	984 a	<b>2,68 a</b>
P18	0,77 a	33709 ab	1590 b	1230 b	<b>657 b</b>	361 b	835 b	<b>2,12 a</b>

#### C. Papryka Gloria

	Fv/Fm	Area	ABS/CSm	TRo/CSm	ETo/CSm	DIo/CSm	RC/CSm	P.I./ABS
HPS	0,79 a	45520 b	1761 ab	1384 a	<b>840 a</b>	378 b	962 ab	<b>3,12 a</b>
P17	0,77 b	45480 b	1695 b	1304 b	<b>810 a</b>	392 ab	940 b	<b>3,13 a</b>
P18	0,78 ab	55171 a	1807 a	1407 a	<b>862 a</b>	400 a	1046 a	<b>3,24 a</b>

**Komentarz:** Rośliny bazylii w 50 dniu wegetacji pod lampą P17 charakteryzowały się bardziej wydajnym fotosystemem II niż rośliny spod HPS czy P18, co wyrażają szczególnie wartości parametru P.I.ABS (Tab. 2 A). Także wartości ETo/CSm (parametr informujący o tym ile energii przekazane zostało na łańcuchach przonośników elektronów) w przypadku roślin spod P17 miał najwyższe wartości, jednak ze względu na duże odchylenie standardowe (rozrzut wyników) nie udowodniono różnicy statystycznie. W przypadku papryki, widoczne wcześniej u rozsady różnice odmianowe zatarły się. Zmalał także wpływ rodzaju światła. Niezależnie, spod jakiej lampy pochodziły rośliny ich wydajność fotosyntetyczna (ujęta w parametrach ETo/CSm i P.I.ABS) była zbliżona.

## Podsumowanie

1. Lampy pulsacyjne P17 i P18 (w stosunku do HPS) zwiększają dynamikę kiełkowania obu badanych gatunków (bazylii, papryka) oraz przyczyniają się do zwiększenia procentu nasion, które siewkowały (w stosunku do wszystkich wysianych nasion).
2. Podsumowując wyniki pomiarów biometrycznych i fotosyntetycznych wykonanych dla bazylii, należy zauważyć, że najkorzystniej na rośliny oddziaływała lampa P17. Porównywalnie bądź nieco słabiej rośliny rosły pod HPS pod czas gdy pod P18 bazylię charakteryzował najniższy wzrost i wydajność fotosyntezy.
3. Podsumowując wyniki pomiarów biometrycznych i fotosyntetycznych wykonanych dla papryki, można zauważyć, że reakcja roślin na doświetlania lampami LED i HPS była uzależniona częściowo od odmiany. Szczególnie dobrze na doświetlanie LED (zwłaszcza P17, a niekiedy także P18) reagowała odmiana Lena. Niejednoznaczne (dodatkowo zależne od fazy wzrostu) wyniki uzyskano w przypadku odmiany Gloria.
4. Rośliny obu odmian papryki osiągnęły fazę generatywną w czasie trwania eksperymentu tylko pod lampami LED.



Raport sporządzono 31.05.2021

Dr Monika Kula-Maximenko

Dr hab. inż. Anna Janeczko