

DOŚWIETLANIE ROZSADY POMIDORÓW Z WYKORZYSTANIEM ENERGOOSZCZĘDNYCH LAMP LED

Pomidory stanowią jedno z najważniejszych warzyw uprawianych w Polsce pod osłonami. Z punktu widzenia opłacalności uprawy pomidorów pod osłonami niezmiernie ważne jest jak najwcześniejsze posadzenie rozsady. Wczesne terminy sadzenia warunkują uzyskanie wczesnych i wysokich plonów. Pomidory mają wysokie wymagania świetlne. Wyprodukowanie wysokiej jakości rozsady pomidora w miesiącach zimowych (listopad-styczeń) wymaga zastosowania sztucznego doświetlenia.

Niedobór światła podczas uprawy rozsady pomidorów powoduje słabszy wzrost, nadmierną elongację pędów i ich wiotkość, rozjaśnienie barwy liści a przede wszystkim opóźnia tworzenie gron kwiatowych. Uzyskanie rozsady pomidora o właściwych parametrach tj. o dużej masie, zwartej, krępej i wczesnie wchodzącej w kwitnienie wymaga utrzymania optymalnych warunków w szklarni (temperatura, wilgotność, dokarmianie CO₂), prawidłowego, dość intensywnego nawożenia i przede wszystkim doświetlenia. Dostępność naturalnego światła w miesiącach jesienno- zimowych w warunkach Polski jest dla pomidora absolutnie niewystarczająca. W pochmurne dni w listopadzie i grudniu natężenie napromieniowana może wynosić zaledwie 40-50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ podczas gdy minimalny poziom jaki należy zapewnić dla właściwego przebiegu fotosyntezy to ok. 80-100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Nie bez znaczenia jest również fakt, że jesienią i zimą dni są bardzo krótkie, więc sumaryczna ilość energii świetlnej docierającej dobowo do roślin jest niewielka. Niezbędne staje się więc uzupełnienie światła dziennego światłem sztucznym.

Doświetlanie na różnych etapach produkcji rozsady pomidora

- I. Wysiew nasion i kiełkowanie (paluszki z wełny mineralnej, paperpoty itp.), na tym etapie nie ma potrzeby doświetlenia.
- II. Uprawa rozsady pomidora po rozłożeniu liścieni i wstawienia do kostek uprawowych, rozstawa kostka przy kostce w mnożarce. Konieczne doświetlenie przy produkcji rozsady w okresie jesienno- zimowym przez 12-18 godzin.
- III. Uprawa rozsady po rozstawieniu kostek a przed posadzeniem na miejsce stałe w maty uprawowe, często kostki są ustawione w szklarni obok docelowych mat uprawowych. Doświetlanie wskazane, szczególnie przy bardzo wczesnym terminie sadzenia do szklarni przez 10-12 godzin.

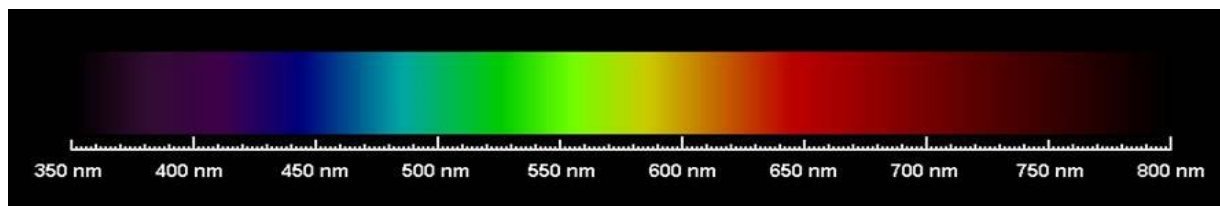
Po wykiełkowaniu siewek i rozłożeniu liścieni rośliny powinny mieć zapewnione przynajmniej 8-10 godzin światła, później od 14 do 16, maksimum do 18 godzin na dobę. Dla prawidłowego rozwoju rozsady konieczne jest co najmniej 6 godzinny okres ciemności. Wzrost i rozwój rozsady zależy od sumarycznej ilości światła docierającego do roślin, zarówno naturalnego, które jest zmienne jak i tego pochodzącego z doświetlenia oraz zależy również od pozostałych czynników agrotechnicznych. Stosując 14- 16 godzinny dzień, przy

temperaturze 20/16°C dzień/noc oraz przy natężeniu napromieniowania na poziomie około 80-100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ wyprodukowanie rozsady trwa około 45-50 dni. Do kontroli natężenia napromieniowania w szklarni (intensywności światła) wskazane jest stosowanie fitofotometrów – mierników mierzących światło w zakresie fotosyntetycznie czynnym 350-700 nm. Uruchamianie systemu doświetlania w szklarni powinno być uzależnione od naturalnych warunków świetlnych na zewnątrz. Wartości progowe włączania i wyłączenia lamp powinny zawierać się w granicach spadku wartości natężenia światła naturalnego poniżej ok. 100 W m^{-2} i wzrostu powyżej 120-140 W m^{-2} .

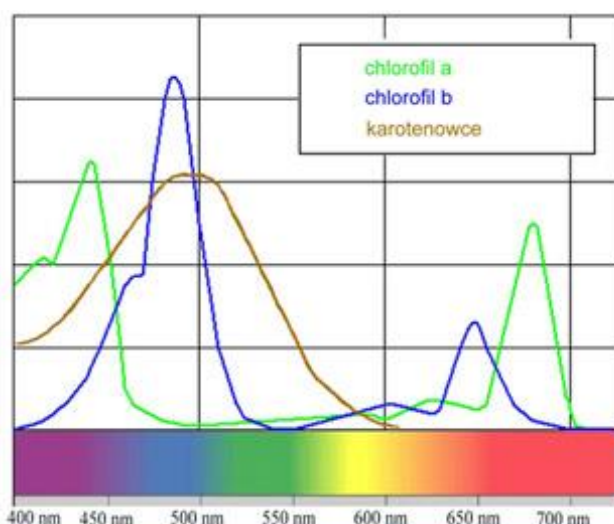
Tabela. Charakterystyka podstawowych źródeł światła stosowanych do doświetlania roślin pod osłonami.

Źródło światła	Główne zalety	Wady	Zakres stosowania w do doświetlania rozsady
Świetlówki	Emitują białe światło, widmo światła wystarczająco dobre dla roślin, wysoka skuteczność doświetlania, wydzielają mało ciepła, są tanie	Stosunkowo duże wymiary, konieczność stosowania układów stabilizacyjno-zapłonowych	Możliwość stosowania w początkowym okresie produkcji rozsady, np. w pomieszczeniach do kiełkowania. W produkcji rozsady pomidora raczej nie są wykorzystywane
Wysokoprężne lampy sodowe (HPS)	Stosunkowo dobry skład widma dla doświetlania roślin (niewielkie niedobory w zakresie światła niebieskiego), wysoka skuteczność świetlna i relatywnie długi okres użytkowania	Emitują ciepło, muszą być zawieszane w pewnej wysokości nad roślinami, dość energochłonne	Najczęściej stosowane w produkcji ogrodniczej, również rozsady, skutecznie stymulują wzrost wegetatywny jak również kwitnienie
Lampy metalohalogenkowe (MH)	Wysoka skuteczność doświetlania, widmo zbliżone do światła dziennego	Niższa skuteczność od lamp HPS	Zalecane do stymulacji wzrostu wegetatywnego. Stosunkowo rzadko wykorzystywane w produkcji towarowej roślin ogrodniczych
Lampy LED	Bardzo trwałe, możliwość modyfikacji widma światła dostosowanego do wielkości roślin i ich fazy rozwoju, cechują się wysoką sprawnością energetyczną i dużą trwałością. Emisja ciepła jest nieznaczna	Stosunkowo wysoka cena lamp ciągle ogranicza możliwości zastosowania w masowej produkcji	Diody LED pozwalają na stosunkowo łatwe dostosowanie widma światła dla potrzeb roślin. Możliwa jest regulacja procesów morfogenetycznych, W badaniach uzyskano bardzo dobre efekty doświetlania rozsady pomidorów. Zapewniając udział w widmie tych lamp światła niebieskiego na poziomie 20-25% można uzyskać zwartą, dobrej jakości rozsadę.

Rys. 1. Widmo światła w zakresie fotosyntetycznie czynnym



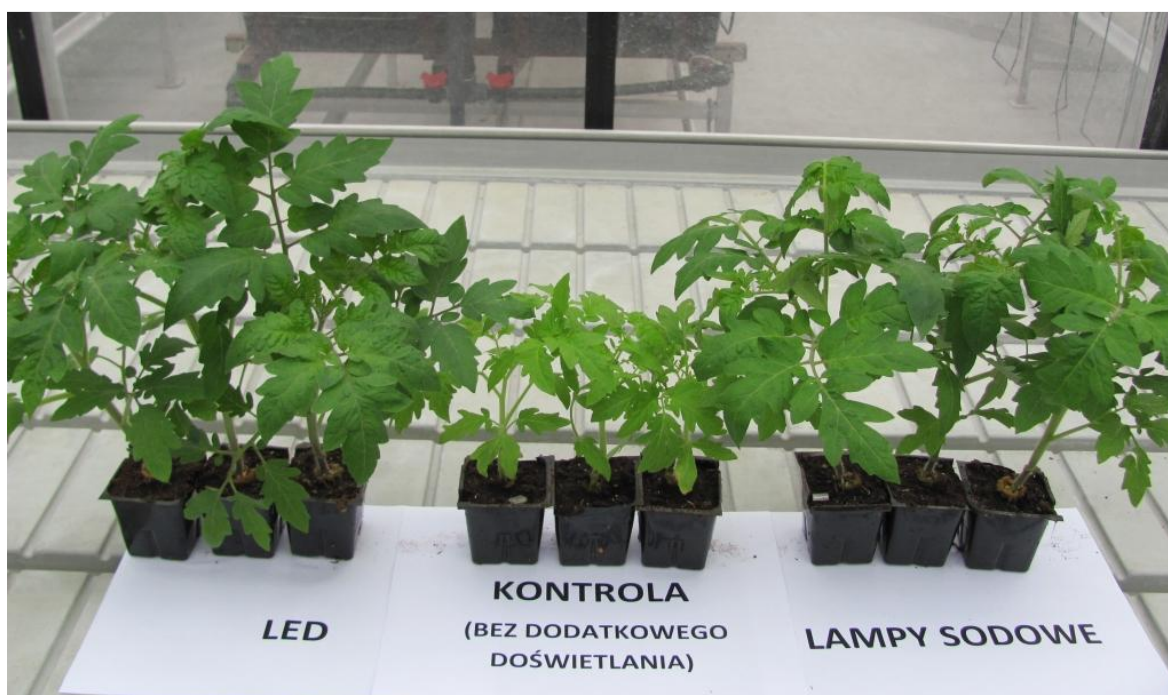
W procesie fotosyntezy jest wykorzystywana jedynie mała część spektrum promieniowania elektromagnetycznego, o zakresie długości fali 400-700 nm, nazywana promieniowaniem fotosyntetycznie czynnym (rys. 1.). Na intensywność procesu fotosyntezy a tym samym tempo wzrostu roślin ma wpływ natężenie napromieniowania jak również oraz spektralny rozkład światła.



Rys. 1. Maksima absorpcji światła dwóch najczęściej występujących chlorofilu u roślin: 430 nm i 662 nm dla chlorofilu a i 453 nm i 642 nm – dla chlorofilu b.

W zależności od charakterystyki zastosowanych diod elektroluminescencyjnych w oprawkach LED oraz ich mocy zarówno widmo światła jak moc lamp może być zróżnicowana. Najczęściej lampy te zawierają diody niebieskie emitujące światło w zakresie 445-500 nm oraz czerwone 640-670 nm, rzadziej dodatkowo jeszcze diody o innych parametrach np.: dalekiej czerwieni 731 nm. Różne kolory światła i ich proporcje mogą uaktywniać w roślinach wiele procesów. Światło niebieskie może powodować nasilenie transpiracji poprzez stymulację otwarcia szparek zaś światło o barwie czerwonej hamuje rozwarcie szparek, co prowadzi do zmniejszenia transpiracji. W badaniach przeprowadzonych na rozsady pomidora wykazano, że dodatkowe światło w zakresie zielonym 520 nm, żółtym 595 nm oraz pomarańczowym 622 nm nie wpłynęło w żaden sposób na wzrost i pokrój rozsady. Dotychczas uzyskane wyniki badań dotyczące zastosowania lamp LED w uprawie rozsady pomidora bardzo obiecujące. Stosując doświetlenie przez około 6 tygodni zarówno lampami HPS (sodowe) jak i LED uzyskano zwartą i bardzo dobrej jakości rozsady pomidorów. Jednakże rośliny doświetlane lampami LED miały lepiej wybarwione liście, co mogło wynikać z dużego udziału barwy niebieskiej w widmie (28,4%) zastosowanych lamp. W

wielu badaniach wykazano, że niebieskie światło odgrywa istotną rolę podczas biosyntezy chlorofilu zaś lampy HPS mają zbyt mały udział w widmie barwy niebieskiej, co przy małym udziale światła dziennego podczas uprawy w szklarni może sprzyjać rozjaśnieniu liści i większej wiotkości roślin. Dotychczasowe badania wskazują również na znacząco niższe zużycie energii (o ok. 40%) w porównaniu do lamp HPS, przy zapewnieniu identycznego natężenia światła podczas uprawy. Z drugiej strony lampy HPS emitując ciepło wpływają na nieznacznie niższe zapotrzebowanie na energię zużytą do ogrzewania kamer wzrostowych. Szereg korzyści jakie stwarza technologia doświetlania rozsady pomidorów i innych roślin lampami LED oraz dynamicznie zwiększająca się z każdym rokiem ilość doniesień naukowych z tego zakresu sugerują, że lampy LED będą wkrótce z powodzeniem stosowane w produkcji wielkotowarowej.



Fot. 1. Siedmiotygodniowa rozsada pomidora Admiro, doświetlana w listopadzie lampami LED, HPS oraz uprawiana bez doświetlania.



Fot. 2. Pięciotygodniowa rozsada pomidora 'Debut' doświetlana lampami HPS i LED.