

WPŁYW ZASTOSOWANIA ŚWIETLÓWEK LED NA SZYBKOŚĆ WZROSTU ROŚLIN ZIEMNIAKA

THE IMPACT OF LED TUBES ON THE RATE OF POTATO PLANT GROWTH

mgr inż. Mateusz Mielczarek, mgr inż. Anna Pawłowska, dr Krzysztof Treder
IHAR-PIB Oddział w Boninie, Pracownia Diagnostyki Molekularnej i Biochemii
e-mail: m.mielczarek@ihar.edu.pl

Streszczenie

Rośliny *in vitro* odmian *La Rouge*, *Ilona* i *Kerkove Rohličky* oraz wyrosłe z oczek wyciętych z bulw odmiany *Vineta* uprawiano w dwóch pomieszczeniach fitotronowych w tych samych warunkach, ale w jednym stosowano świetlówki LED *Greenie T8 Flora* (mieszanka światła czerwonego i niebieskiego, w zakresie długości fal pokrywającym się z zakresami pochłanianymi przez chlorofil, zużycie prądu 18W), w drugim *Narwa T5 54W/865* (światło białe, 54W). W większości rośliny oświetlane świetlówkami LED rosły szybciej, były wyraźnie wyższe już w 5. dniu doświadczenia i różnica ta dynamicznie się powiększała w kolejnych dniach. Najbardziej spektakularny wpływ świetlówek LED stwierdzono u roślin uzyskanych z oczek bulw odmiany *Vineta*: po 12 dniach były one w pełni rozwinięte i średnio o 21,75 cm wyższe niż w dniu zerowym doświadczenia, podczas gdy rośliny z oczek oświetlane światłem białym po tym samym czasie przyrosły średnio 4,75 cm. Szybszy wzrost roślin może się przyczynić do znacznego skrócenia czasu certyfikacji sadzeniaków, a także namnażania materiału wysadzanego z roślin *in vitro*.

Słowa kluczowe: długość fali, szybkość wzrostu, świetlówka LED

Abstract

The *in vitro* plants of *La Rouge*, *Ilona* and *Kerkove Rohličky* cultivars and plants that had been grown from eyes cut from *Vineta* tubers were grown in two plant growth rooms under the same conditions, but one was illuminated by *Greenie T8 Flora* LEDs (a mixture of red and blue light in the wavelength range coinciding with the ranges absorbed by chlorophyll, current consumption 18W), while the second by fluorescent tubes *Narwa T5 54W/865* (white light, 54W). Most plants illuminated with LEDs had faster growth, they were clearly higher already on day 5 of the experiment, and this difference dynamically increased in the following days. The most spectacular effect of LED fluorescent lamps was found in plants obtained from the eyes of tubers of the cv. *Vineta*: after 12 days they were fully developed and on average 21.75 cm higher than on the day zero, while plants from the eyes illuminated with white light at the same time grown 4.75 cm on average. Faster plant growth may contribute to a significant shortening of the certification time of seed potatoes, as well as the multiplication of planted material *in vitro*.

Keywords: growth rate, LED lamp, wavelength

Fotosynteza jest procesem fizjologicznym, który bezpośrednio wpływa na prawidłowy wzrost i rozwój roślin. Zależy ona od światła, które jest źródłem energii dla zachodzącej w jej trakcie produkcji

związków organicznych. Z uwagi na to, że w Polsce w zależności od pory roku panują zmienne warunki świetlne, które nie zawsze są wystarczające do właściwego wzrostu roślin, do ich uprawy stosowane jest oświe-

tlenie sztuczne o różnej barwie i intensywności (Gajc-Wolska i in. 2010). Oprócz fotosyntezy istotne dla wzrostu roślin jest także wzbudzanie niezależnych od niej procesów rozwoju i wzrostu nazywanych fotomorfogenezą, w których światło nie jest źródłem energii, lecz bodźcem indukującym te procesy (Tretyn 2002).

Receptorami światła w fotomorfogenezie są kompleksy barwników z białkami. U roślin wyższych za większość reakcji fotomorfogenetycznych odpowiadają trzy grupy takich fotoreceptorów: fitochromy, kryptochromy i fototropiny (Tretyn 2002, Gabryś 2012). Fitochrom absorbuje światło w zakresie niebieskiego i bliskiego ultrafioletu, a także czerwieni oraz dalekiej czerwieni, dlatego jest uznawany za uniwersalny receptor w kontroli fotomorfogenezy (Kopcewicz i in. 1992). Kryptochrom odpowiada m.in. za hamowanie wzrostu wydłużeniowego. W przeciwieństwie do fitochromu jest fotoreceptorem jedynie światła niebieskiego (Batschauer 1998; Kopcewicz, Lewak 1998). Fototropiny również są receptorami światła niebieskiego i odpowiadają za indukowane światłem reakcje ruchowe roślin, w tym m.in. za ruchy chloroplastów oraz fototropizm (Gabryś 2012).

U ziemniaka fotoreceptory w odpowiedzi na indukcję świetlną regulują zarówno kwitnienie, jak i powstawanie bulw (Stefańczyk, Śliwka 2013). Ziemniak jest też jednym z gatunków, które najefektywniej przekształcają energię słoneczną na pożywienie człowieka, biorąc pod uwagę walory zarówno ilościowe, jak i jakościowe (Niederhauser 1993; Sawicka 1991; Sawicka, Michałek 2003). O tym, że roślinom ziemniaka niezbędna jest dostępność światła o odpowiedniej długości fali, świadczy także to, że długość okresu wzrostu bulwy zależna jest od stanu fotosyntetycznie aktywnych liści (Milthrope, Moorby 1993).

Przykładem wykorzystania nowych technologii w uprawie roślin na skalę przemysłową jest użycie lamp LED w zamkniętych farmach pionowych. Powyższy rodzaj lamp

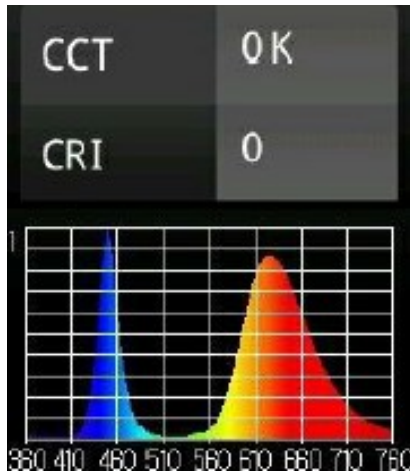
wypiera stosowane wcześniej lampy sodowe i fluorescencyjne. Na korzyść takiego rozwiązania wpływa to, że lampy LED charakteryzują się dłuższym okresem eksploatacji, znacznie mniejszym zużyciem energii elektrycznej oraz emitują mniej ciepła do otoczenia. Mogą być stosowane we wszystkich fazach wzrostu roślin, ponieważ mogą emitować światło żądanej długości fali. Efektem tego jest różowofioletowa poświata, która powstaje przy mieszaniu czerwonej i niebieskiej barwy światła (Drożdż-Szczybura 2017).

W Pracowni Diagnostyki Molekularnej i Biochemii w Boninie wykonuje się liczne doświadczenia z wykorzystaniem prób oczkowych do wykrywania wirusów ziemniaka. Skrócenie czasu, w którym uzyskuje się rośliny wystarczająco duże, by je testować na obecność wirusów, usprawniłoby wykonywanie badań. Dlatego celem pracy było zbadanie, czy zastosowanie lamp LED do uprawy ziemniaków przyspieszy ich wzrost w stosunku do stosowanego dotąd oświetlenia.

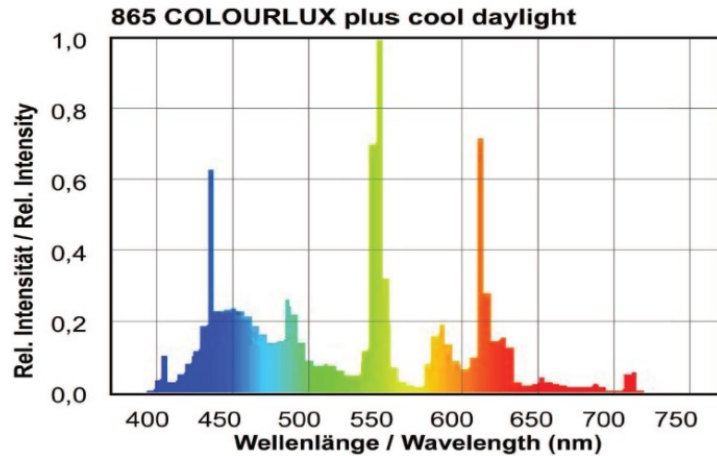
Materiały i metody

W doświadczeniu użyto dwóch rodzajów świetlówek: LED Greenie T8 Flora oraz Narva T5 54W/865. Pierwsza nie zapewnia światła o barwie białej, lecz mieszankę światła czerwonego i niebieskiego, w zakresie długości fal pokrywającym się z zakresami pochłanianymi przez chlorofil (rys. 1). Natomiast druga emituje światło o standardowej mieszance barw, dając w efekcie światło białe (rys. 2). Świetlówka firmy Greenie charakteryzuje się zużyciem prądu na poziomie 18W, świetlówka firmy Narva – 54W.

Rośliny *in vitro* oraz oczka wycięte z bulw użyte w doświadczeniu zostały wysadzone do doniczek wypełnionych substratem torfowym z domieszką nawozu Yara Mila Viking NPK 14-14-04. Sadzonki podlewano przynajmniej raz dziennie, w zależności od zapotrzebowania stosowano dodatkowe podlewanie.



Rys. 1. Zakres barwy światła emitowanego przez świetlówki LED Greenie T8 Flora (dane uzyskane od producenta)



Rys. 2. Zakres barwy światła emitowanego przez świetlówki Narva T5 54W/865 (dane uzyskane od producenta)

Rośliny uprawiano przy dobowym cyklu 16h dzień / 8h noc w temperaturze 21°C i przy wilgotności 80%. Jediną różnicę w warunkach uprawy roślin stanowiło oświetlenie: w jednym pomieszczeniu stosowano świetlówki LED Greenie T8 Flora, w drugim – Narva T5 54W/865. W każdym pomieszczeniu wysadzono po dwie rośliny odmian La Rouge, Ilona i Kerkove Rohličky (otrzymanych z Pracowni Zasobów Genowych i Kultur in vitro w Boninie). Badano wpływ rodzaju oświetlenia na wzrost roślin in vitro tych trzech odmian oraz na wzrost roślin uzyskanych z oczek wyciętych z bulw odmiany Vineta.

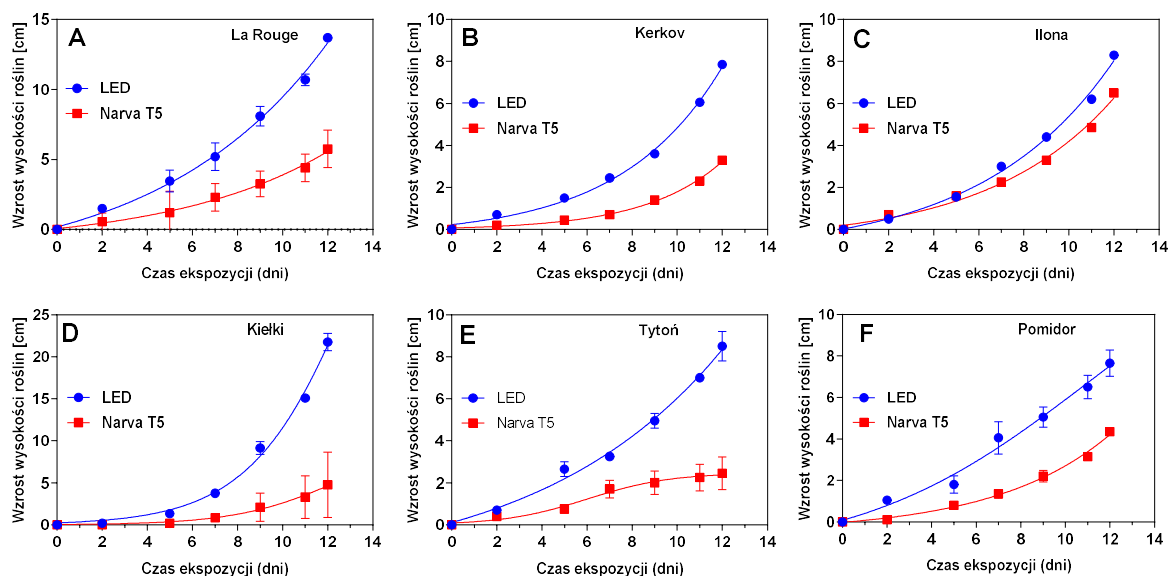
Dla porównania wysadzono również gatunki stosowane jako rośliny testowe w doświadczeniach wirusologicznych – pomidor odmiany Rutgers oraz tytoń odmiany Sam-sun.

Pomiary roślin wykonywano w okresie od 09.04. do 22.04.2018 r. w odstępach dwudniowych (oprócz trzeciego pomiaru, który wykonano po trzech dniach). Mierzono całkowity wzrost roślin w dniu zerowym i w kolejnych dniach doświadczenia. W celu porównania wpływu obu rodzajów oświetlenia na wzrost wysokości roślin wartości wzrostu mierzone w centymetrach normalizowano, odejmując od nich wzrost roślin zmierzony w dniu zerowym (rys. 3).

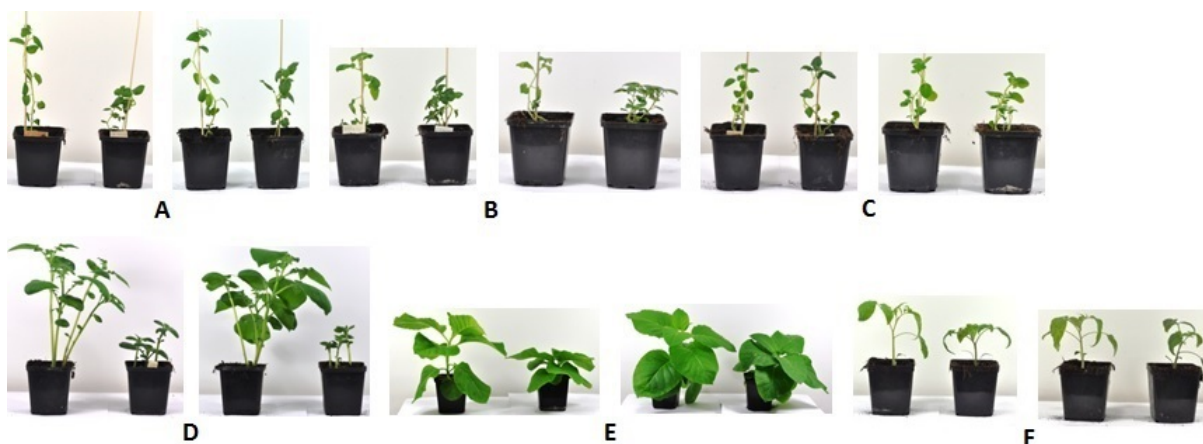
Wyniki i dyskusja

W większości rośliny oświetlane lampami LED Greenie T8 Flora rosły szybciej niż oświetlane lampami Narva T5 54W/865 (rys. 3). Rośliny oświetlane świetlówkami LED były wyraźnie wyższe już w 5. dniu doświadczenia i różnica ta dynamicznie się powiększała w kolejnych dniach (rys. 3). Najbardziej spektakularny wpływ świetlówek LED na szybkość wzrostu stwierdzono u roślin uzyskanych z oczek wyciętych z bulw odmiany Vineta (rys. 3D, LED). Po 12 dniach rośliny te były w pełni rozwinięte i średnio o 21,75 cm wyższe niż w dniu zerowym doświadczenia, podczas gdy rośliny z oczek oświetlane świetlówkami Nava T5 (światło białe) osiągnęły po tym samym czasie średnio o 4,75 cm większą wysokość w porównaniu z dniem zerowym.

Rośliny in vitro odmian La Rouge i Kerkove Rohličky rosły wyraźnie szybciej pod wpływem światła LED niż w świetle białym. W ciągu 12 dni rośliny La Rouge przyrosły odpowiednio o 13,7 cm (światło LED) i o 5,75 cm (światło białe), a rośliny odmiany Kerkove Rohličky o 7,85 cm w świetle LED i o 3,30 cm w świetle białym. Rośliny odmiany Ilona rosły tylko nieznacznie szybciej w świetle LED (8,3 cm), w świetle białym przyrosły o 6,5 cm (rys. 3A-C). Światło LED było również wyraźnie bardziej korzystne dla wzrostu spokrewnionych z ziemniakiem gatunków roślin – tytoniu (rys. 3E) i pomidora (rys. 3F).



Rys. 3. Wpływ rodzaju oświetlenia na szybkość wzrostu badanych roślin. ABC – rośliny *in vitro* wysadzone do doniczek; D – rośliny z oczek wyciętych z bulw odmiany *Vineta*; E – tytoń odmiany *Samsun*; F – pomidor odmiany *Rutgers*; świetlówki LED Greenie T8 Flora – LED, zwykłe świetlówki Narva T5 54W/865 – Narva T5; Punkty na wykresach reprezentują średnie z dwóch powtórzeń biologicznych, a słupki błędów – odchylenia standardowe. Krzywe wzrostu dopasowano za pomocą programu GraphPad Prism 7



Fot. 1. Wpływ rodzaju oświetlenia na szybkość wzrostu badanych roślin. Rośliny *in vitro* wysadzone do doniczek: A – *La Rouge*, B – *Kerkove Rohličky*, C – *Ilona*, D – rośliny z oczek wyciętych z bulw odmiany *Vineta*, E – tytoń odmiany *Samsun*, F – pomidor odmiany *Rutgers*. Zdjęcia wykonano po 12 dniach wzrostu roślin. 1,3 – rośliny z pomieszczenia oświetlanego światłem LED, 2,4 – z pomieszczenia oświetlanego światłem białym (fot. M. Mielczarek)

Wizualną różnicę widoczną po 12 dniach doświadczenia przedstawiono na zdjęciach od A do F (fot. 1). Na każdym zdjęciu rośliny 1 i 3 pochodzą z pomieszczenia z lampami LED Greenie T8 Flora, natomiast rośliny 2 i 4 – z pomieszczenia z lampami Narva T5 54W/865. Nie wszystkie zdjęcia oddają wizualnie fakt, że rośliny oświetlane lampami LED rosły szybciej, ponieważ w niektórych przypadkach ich wysokość w pierwszym

dniu doświadczenia była mniejsza od roślin oświetlanych lampami Narva.

W związku z tym, że wszystkie parametry oprócz oświetlenia w obu pomieszczeniach były takie same, można wnioskować, że szybszy wzrost roślin spowodowany był zastosowaniem świetlówek LED Greenie T8 Flora. Dodatkowo można zauważyć różnice w szybkości wzrostu roślin różnych odmian ziemniaka wysadzanych w postaci *in vitro*.

Optymalny dobór światła ma istotny wpływ na szybkość wzrostu roślin. Może to mieć duże znaczenie, jeśli chcemy skrócić czas certyfikacji sadzeniaków. Wykonuje się ją za pomocą prób oczkowych, które polegają na wycięciu oczek z badanych bulw, przetrwaniu spoczynku, podkiełkowaniu i wysadzeniu w szklarni. Po ok. 4-5 tygodniach wykonuje się test ELISA na soku uzyskanym z liści roślin potomnych. Zastosowanie oświetlenia LED mogłoby pozwolić na skrócenie tego czasu o kilka tygodni.

Szybszy wzrost roślin może również mieć znaczenie w produkcji zdrowego materiału nasiennego, skracając czas namnażania materiału wysadzanego z roślin *in vitro*. Z uwagi na obserwowane różnice odmianowe warto jednak podjąć szczegółowe badania nad wpływem światła LED na szybkość wzrostu roślin poszczególnych odmian.

Podsumowanie

Wykazano, że zastosowanie do uprawy roślin ziemniaka w pomieszczeniu fitotronowym świetlówek emitujących światło LED o barwie z zakresu czerwonego oraz niebieskiego pozytywnie wpływa na szybkość wzrostu roślin. Użyte w doświadczeniu świetłówki firmy Greenie zużywają tylko 18W energii elektrycznej, natomiast białe świetłówki marki Narva – 54W, co generuje oszczędność na poziomie 2/3. Stanowi to dodatkowy atut ekonomiczny, przemawiający za stosowaniem świetlówek LED w uprawie roślin w pokojach fitotronowych.

Literatura

1. **Batschauer A. 1998.** Photoreceptors of higher plants. *Planta* 206: 479-492;
2. **Drożdż-Szczybura M. 2017.** Specyfikacja światła i oświetlenia w miejskich farmach pionowych ukierunkowanych na produkcję roślinną. – *Środ. Mieszk.* 18: 39-47;
3. **Gabryś H. 2012.** Regulacja procesów wzrostu i rozwoju przez czynniki środowiskowe. [W:] *Fizjologia roślin*. Red. nauk. J. Kopcewicz., S. Lewak. PWN Warszawa: 177-198;
4. **Gajc-Wolska J., Kowalczyk K., Hemka L., Bujalski D., Karwowska R. 2010.** Wpływ doświetlania lampami sodowymi i metalohalogenkowymi na wybrane parametry fizjologiczne roślin pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.). – *Pr. Inst. Elektrotech.* 245: 223-231;
5. **Kopcewicz J., Lewak S. 1998.** Podstawy fizjologii roślin. Wyd. Nauk. PWN Warszawa;
6. **Kopcewicz J., Tretyn A., Cymerski M. 1992.** Fitochrom i morfogeneza roślin. Wyd. Nauk. PWN Warszawa;
7. **Milthrope F. L., Moorby J. 1979.** Wstęp do fizjologii plonowania roślin. PWRiL Warszawa;
8. **Niederhauser J. S. 1993.** International cooperation and the role of potato in feeding the world. – *Am. Potato J.* 70: 385-403;
9. **Sawicka B. 1991.** Studia nad zmiennością wybranych cech oraz degeneracją różnych odmian ziemniaka w rejonie białkopodlaskim. *Wyd. AR Lublin, Rozpr. Nauk.* 141: 1-75;
10. **Sawicka B., Michałek M. 2003.** Zmiany aktywności fotosyntetycznej i plonowania odmian ziemniaka w warunkach środkowo-wschodniej Polski. [W:] *Znaczenie odmiany w agrotechnice i przechowalnictwie ziemniaka*. *Konf. nauk. Jadwisin, 26-27 marca 2003.* IHAR Oddz. Jadwisin: 39;
11. **Stefańczyk E., Śliwka J. 2013.** Wpływ fotoperiodu na biologię ziemniaka. – *Biul. IHAR* 267: 57-69;
12. **Tretyn A. 2002.** Wzrost i rozwój roślin. [W:] *Fizjologia roślin*. Red. nauk. J. Kopcewicz. Wyd. Nauk. PWN Warszawa;
13. **Woźny A. 2012.** Zastosowanie światła w kontroli wzrostu i rozwoju roślin ozdobnych. – *Pr. Inst. Elektrotech.* 255: 225-234