

WPLYW BARWY ŚWIATŁA NA UKORZENIANIE SADZONEK PĘDOWYCH POMIDORA (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Beata Głowacka

Streszczenie. Sadzonki pędowe pomidora szklarniowej odmiany ‘Recento F₁’ ukorzeniano pod lampami jarzeniowymi emitującymi światło o składzie spektralnym zbliżonym do światła dziennego oraz żółte, zielone, niebieskie i białe, o natężeniu napromienienia kwantowego $57 \mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Ocenie poddano dynamikę ukorzeniania sadzonek oraz jakość tworzonych korzeni. Stwierdzono korzystny wpływ światła niebieskiego, dziennego i białego na długość, liczbę i masę korzeni. Światło żółte i zielone działało niekorzystnie na masę i liczbę korzeni.

Słowa kluczowe: sadzonki pomidora, korzenie przybyszowe, sztuczne światło, lampy jarzeniowe

WSTĘP

Zabieg usuwania pędów bocznych jest powszechnie i regularnie wykonywany w uprawie pomidora pod osłonami. Wyłamane pędy są często ukorzeniane, a uzyskane rośliny wykorzystuje się w późniejszych nasadzeniach. Sadzonki pomidora raczej łatwo tworzą korzenie przybyszowe. Jak wynika z badań Wysockiej-Owczarek [1993, 1999], można je ukorzeniać z powodzeniem bez stosowania chemicznych regulatorów wzrostu. Przebieg tworzenia korzeni przybyszowych uzależniony jest od wielu czynników, a głównie od światła i temperatury [Borowski i wsp. 1987]. Zalecana do ukorzeniania sadzonek pomidora temperatura powietrza wynosi 20–25°C [Wysocka-Owczarek 1993]. Najwięcej badań nad oddziaływaniem barwy światła na ukorzenianie sadzonek przeprowadzono w kulturach *in vitro*. Ich wyniki wskazują na dużą różnorodność reakcji, zależnie od badanego gatunku [Gabryszewska 1995, Latkowska i Chmiel 1996, Witomska i Ładyżyńska 2001]. Ponieważ ukorzenianie sadzonek pędowych pomidora jest możliwe w pomieszczeniach poza szklarnią, pozbawionych dostępu naturalnego światła, za to przy sztucznym oświetleniu, celowym wydaje się sprawdzenie, w jaki sposób barwa światła może wpływać na tworzenie korzeni przybyszowych u sadzonek pomidora.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na szklarniowej odmianie pomidora 'Recento F₁' w fitotronie Katedry Roślin Ozdobnych i Warzywnych Wydziału Rolniczego Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, w okresie od 3 kwietnia do 11 maja 2000 roku i powtórzono w 2001 roku pomiędzy 15 marca a 31 maja.

Rozsadę przeznaczoną na matecznik posadzono na przełomie marca i kwietnia na zagonach w szklarni w podłożu na bazie substratu torfowego o pH 5,5–6,5. Po rozkrzewieniu się roślin, tj. 26 kwietnia 2000 r. i 11 maja 2001 r., wyłamano pędy boczne w celu przygotowania z nich sadzonek. Pędy zostały przycięte na długość 10 cm (mierząc od wierzchołka wzrostu), zbyt duże liście skrócono, aby ograniczyć transpirację. Wybrano 200 sztuk sadzonek, zważono je i podzielono na 5 wyrównanych grup po 40 sztuk w każdej. Każda sadzonka została umieszczona w osobnym naczyniu z wodą. W doświadczeniu posłużono się przezroczystymi naczyniami, w celu ułatwienia prowadzenia obserwacji wyrastania i rozwoju korzeni przybyszowych. Sadzonki umieszczono w fitotronie, w temperaturze powietrza 24°C w ciągu dnia i 22°C nocą. Zastosowano oświetlenie przez 16 godzin na dobę, od godziny 7.00 do 23.00. W każdej kombinacji użyto po cztery lampy jarzeniowe typu TLD, o mocy 36 W, wyprodukowane przez firmę Philips. Zastosowane lampy emitowały światło o składzie spektralnym zbliżonym do światła dziennego oraz światło żółte, zielone, niebieskie i białe. Natężenie napromienienia kwantowego na poziomie wierzchołków wzrostu sadzonek utrzymywano na poziomie około 57 $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab. 1). Charakterystykę spektralną zastosowanych lamp przedstawiono na rysunku 1. Wilgotność powietrza utrzymywana była na poziomie 80%, a sadzonki dwa razy dziennie zraszano. Woda w naczyniach była zmieniana dwa razy w tygodniu.

Tabela 1. Natężenie napromienienia kwantowego i natężenie oświetlenia na poziomie wierzchołków wzrostu sadzonek pomidora

Table 1. Quantum irradiance and light intensity on the apical bud level of the tomato cuttings

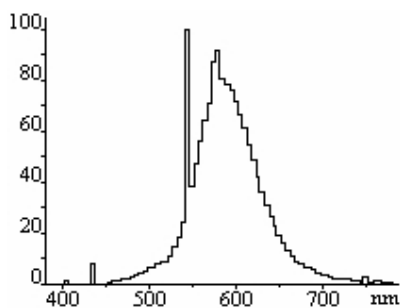
Lampa Lamp	Barwa światła Light colour	Natężenie napromienienia kwantowego* Quantum irradiance* $\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$	Natężenie oświetlenia** Light intensity** lx
Daylight colour 54	dzienne – daylight	56,8	4300
Yellow colour 16	żółte – yellow	56,7	4800
Green colour 17	zielone – green	56,7	6800
Blue colour 18	niebieskie – blue	57,3	1600
White colour 33	białe – white	57,0	4500

*mierzone fitofotometrem FR 10 produkcji OPTEL Opole

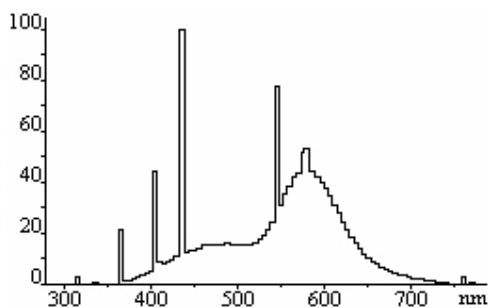
**mierzone luksomierzem L-02 produkcji SONOPAN Białystok

W dniu sporządzania sadzonek z kilku losowo wybranych roślin matecznych pobrano próbki całkowicie rozwiniętych liści, celem określenia w nich zawartości chlorofilu. Codziennie dokonywano obserwacji pojawiania się korzeni przybyszowych, a następnie wyrastających z nich korzeni bocznych. Określono dynamikę ukorzeniania sadzonek w poszczególnych barwach światła, poprzez codzienne oznaczenie liczby sadzonek posiadających co najmniej jeden korzeń o długości minimum 1 mm. Raz w tygodniu mierzo-

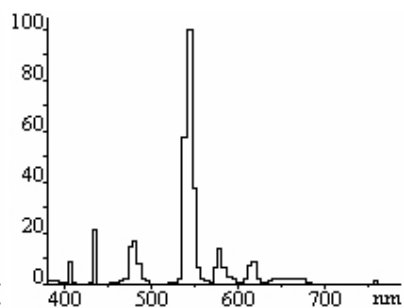
no długość sadzonek. Po dwóch tygodniach ukorzeniania dokonano pomiaru długości najdłuższego korzenia oraz przeprowadzono ocenę bonitacyjną stopnia ukorzenienia sadzonek w skali pięciostopniowej, gdzie poszczególne stopnie oznaczały: 0 – brak korzeni; 1 – korzenie krótkie i nieliczne; 2 – korzenie dość długie, nieliczne, bez rozgałęzień; 3 – korzenie długie, liczne, słabo rozgałęzione; 4 – korzenie długie, bardzo lic-



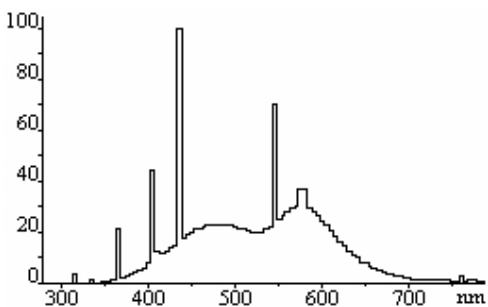
TLD 16 – światło żółte (yellow light)



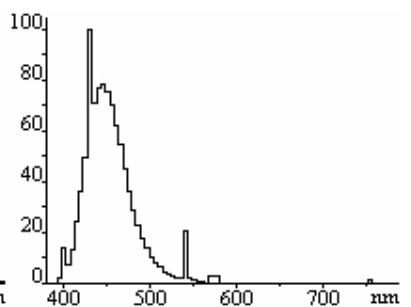
TLD 33 – światło białe (white light)



TLD 17 – światło zielone (green light)



TLD 54 – światło dzienne (daylight)



TLD 18 – światło niebieskie (blue light)

Rys. 1. Charakterystyka widmowa lamp jarzeniowych Philips TLD

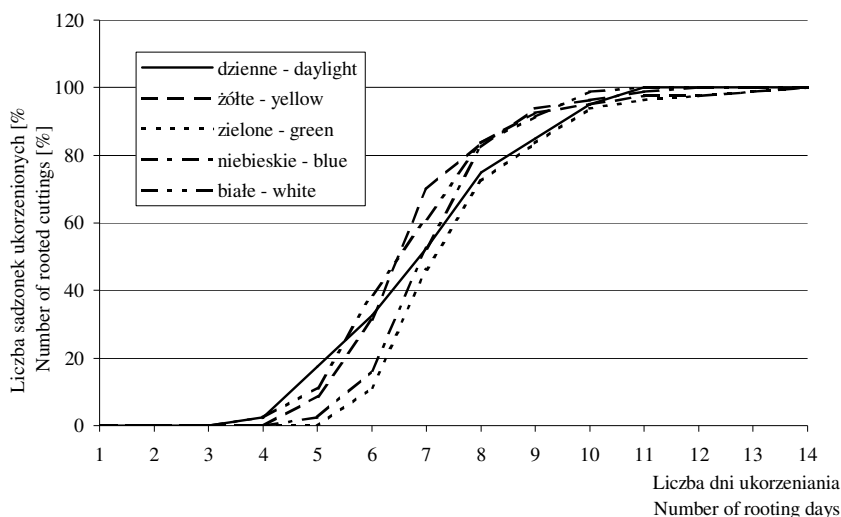
Fig. 1. Spectral characteristic of the fluorescent lamps Philips TLD

ne, silnie rozgałęzione. Określono masę sadzonek razem z korzeniami, po czym dokładnie obcięto wszystkie korzenie i oznaczono świeżą masę korzeni oraz masę sadzonek pozbawionych korzeni. Pobrano próbki liści w celu określenia zawartości w nich chlorofilu metodą ekstrakcji w acetonie [Kłyszejko-Stefanowicz 1999], przy użyciu spektrofotometru typu UV-VIS 1601 PC SHIMADZU.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a średnie obiektywne poddano ocenie testem t-Tukeya przy $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Sadzonki umieszczone w świetle białym i dziennym najwcześniej tworzyły pierwsze korzenie. Następne w kolejności były sadzonki ukorzeniane w świetle niebieskim i żółtym, a na koniec w świetle zielonym. Różnice w tempie ukorzeniania się sadzonek w poszczególnych barwach światła były niewielkie. Pod lampami o świetle zielonym i żółtym najpóźniej uzyskano 100% ukorzenionych sadzonek (rys. 2).



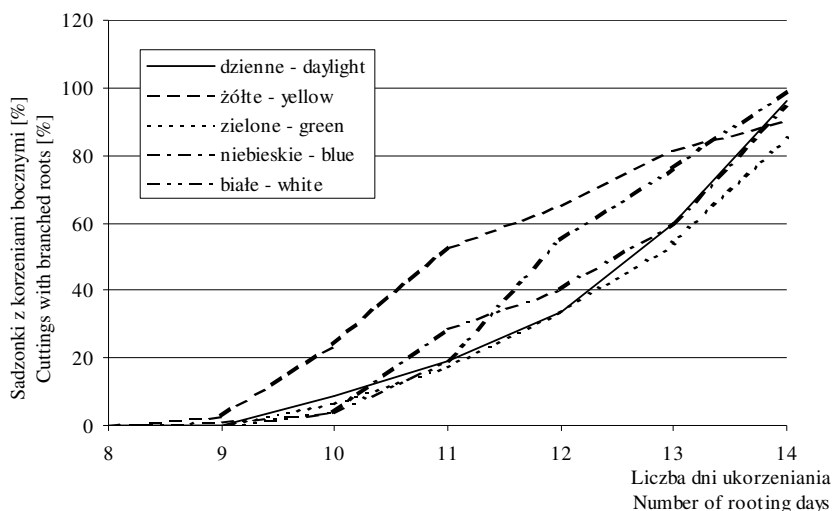
Rys. 2. Dynamika ukorzeniania sadzonek pomidora w zależności od barwy światła

Fig. 2. Rooting rate of the tomato cuttings depending to the light colour

Pierwsze korzenie boczne zaczęły pojawiać się u wszystkich grup sadzonek około 9–10 dnia ukorzeniania. Początkowo korzenie boczne powstawały wyraźnie w najszybszym tempie w świetle żółtym, jednak pod koniec doświadczenia największą liczbę sadzonek o rozwidlonych korzeniach uzyskano w świetle białym, a najniższą w świetle żółtym i zielonym (rys. 3).

Wzrost sadzonek w okresie ich ukorzeniania był równomierny we wszystkich barwach światła. Zastosowane światło nie wpłynęło też na końcową masę sadzonek po-

zbawionych korzeni. W przypadku masy sadzonek łącznie z korzeniami, odnotowano mniejszą masę pod lampami emitującymi światło żółte, zwłaszcza w porównaniu z masą sadzonek ukorzenianych w świetle niebieskim, białym i dziennym (tab. 2).



Ryc. 3. Dynamika tworzenia korzeni bocznych u sadzonek pomidora w zależności od barwy światła
 Fig. 3. Branching of the roots rate of the tomato cuttings depending to the light colour

Najkrótsze korzenie zaobserwowano u sadzonek ukorzenianych pod lampami emitującymi światło zielone i białe. Największą świeżą masą korzeni charakteryzowały się sadzonki ukorzeniowane w świetle niebieskim, następnymi były sadzonki poddane działaniu światła białego i dziennego, a najmniejszą masę korzeni miały sadzonki umieszczone w świetle żółtym i zielonym. Przeprowadzona ocena bonitacyjna stopnia ukorzenia odzwierciedliła relacje pomiędzy długością korzeni a ich masą. Najmniejsze liczby punktów przyznano sadzonkom umieszczonym w trakcie ukorzenia pod lampami emitującymi światło żółte i zielone (tab. 3).

Tabela 2. Długość i masa sadzonek pomidora w zależności od barwy światła na początku i po 14 dniach ukorzenia

Table 2. Length and weight of the tomato cuttings depending to the light colour at the beginning and after 14 days of rooting

Barwa światła Light colour	Długość sadzonki Length of cutting, cm		Początkowa masa sadzonki Initial weight of cutting, g	Końcowa masa sadzonki Final weight of cutting, g	
	początkowa initial	końcowa final		bez korzeni without roots	z korzeniami with roots
Dzienne – Daylight	10	11,6 a	4,4	6,37 a	7,38 a
Żółte – Yellow	10	11,4 a	4,4	5,93 a	6,60 b
Zielone – Green	10	11,5 a	4,4	6,41 a	6,94 ab
Niebieskie – Blue	10	11,6 a	4,3	6,39 a	7,58 a
Białe – White	10	11,6 a	4,3	6,40 a	7,41 a

Tabela 3. Długość i masa korzeni oraz ocena bonitacyjna stopnia ukorzenia sadzonek w zależności od barwy światła na początku i po 14 dniach ukorzenia

Table 3. Length and mass of the roots and roots estimation of the cuttings depending to the light colour at the beginning and after 14 days of rooting

Barwa światła Light colour	Długość najdłuższego korzenia Length of the longest root, cm	Masa korzeni Weight of roots, g	Ocena bonitacyjna Quality estimation of roots
Dzienne – Daylight	22,3 a	1,01 b	2,9 b
Żółte – Yellow	22,9 a	0,67 c	2,4 c
Zielone – Green	15,9 b	0,54 c	2,5 c
Niebieskie – Blue	22,1 a	1,19 a	2,9 b
Białe – White	18,6 b	1,02 b	3,2 a

Tabela 4. Zawartość chlorofilu w świeżej masie liści sadzonek w zależności od barwy światła na początku i po 14 dniach ukorzenia

Table 4. Chlorophyll content in the leaves of the cuttings depending to the light colour at the beginning and after 14 days of rooting

Barwa światła Light colour	Zawartość chlorofilu – Chlorophyll content, mg g ⁻¹					
	całkowita a + b total a + b		chlorofil a chlorophyll a		chlorofil b chlorophyll b	
	początkowa initial	końcowa final	początkowa initial	końcowa final	początkowa initial	końcowa final
Dzienne – Daylight	2,47	1,53 b	1,78	1,12 b	0,69	0,41 b
Żółte – Yellow	2,47	1,76 a	1,78	1,28 a	0,69	0,48 a
Zielone – Green	2,47	1,73 a	1,78	1,25 a	0,69	0,48 a
Niebieskie – Blue	2,47	1,37 bc	1,78	1,02 bc	0,69	0,35 c
Białe – White	2,47	1,30 c	1,78	0,96 c	0,69	0,34 c

Pod koniec doświadczenia odnotowano znaczny spadek zawartości chlorofilu w liściach sadzonek, w porównaniu z roślinami rosnącymi w szklarni w świetle naturalnym, u których zawartość w liściach chlorofilu a + b, a i b wynosiła odpowiednio 2,47, 1,78 i 0,69 mg g⁻¹. Najwięcej chlorofilu stwierdzono w liściach sadzonek ukorzeniających w świetle żółtym i zielonym, a najmniej w świetle białym. Analiza zawartości w świeżej masie liści chlorofilu a i b wykazała analogiczne zależności, jak w przypadku całkowitej zawartości chlorofilu (tab. 4).

DYSKUSJA

W badaniach własnych wykazano niewielki wpływ barwy światła na szybkość tworzenia korzeni przez sadzonki pomidora. Niemniej spośród zastosowanych pięciu rodzajów światła o różnych barwach, najmniej korzystne dla tempa ukorzenia było światło zielone i żółte.

Borowski i Kozłowska [1986] zauważyli, że sadzonki chryzantemy ukorzeniające w świetle o różnej barwie, wykazują bardzo małe różnice w dynamice tworzenia korzeni. Zdaniem autorów, wynika to ze zbyt krótkiego czasu działania światła, niewystarczającego dla wywarcia wpływu na tempo ukorzenia. Barwa światła zastosowanego do bezpośredniego oświetlania ukorzeniających sadzonek nie wywiera takiego wpływu

na szybkość ukorzeniania, jak zastosowanie tego samego światła do doświetlania roślin matecznych. Podobnie Łukaszewska [2001] stwierdziła brak wpływu barwy światła na szybkość tworzenia korzeni u sadzonek figowca. Najkrótsze korzenie uzyskano u sadzonek ukorzenianych w świetle zielonym i białym.

Doświadczenia Borowskiego i Kozłowskiej [1986] nie wykazały wpływu barwy światła na długość korzeni tworzonych przez sadzonki chryzantemy. Zielone światło wyraźnie hamowało wzrost korzeni fasoli oraz wzrost i rozwidlanie korzeni grochu *in vitro* [Klein 1992]. Rola światła w kulturach *in vitro* ogranicza się praktycznie do regulowania procesów morfogenetycznych poprzez wpływ na poziom endogennych regulatorów wzrostu [Bach i Reby 1994, Gabarkiewicz i wsp. 1994, Latkowska i Chmiel 1996]. Wyniki licznych doświadczeń badających oddziaływanie barwy światła w kulturach tkankowych wykazały różnorodność reakcji, zależnie od badanego gatunku. Petunia tworzyła najdłuższe korzenie w świetle białym [Witomska i Ładyżyńska 2001], a najkrótsze w ciemności, z kolei u gerbery zaobserwowano wydłużanie się korzeni pod wpływem światła niebieskiego, a najkrótsze korzenie uzyskano w świetle czerwonym [Gabryszewska 1995]. U mikrosadzonek chryzantemy najdłuższe korzenie powstawały w świetle czerwonym, a najkrótsze w ciemności i w świetle niebieskim [Latkowska i Chmiel 1996].

Sadzonki pomidora ukorzeniane w świetle niebieskim charakteryzowały się największą świeżą masą wytworzonych korzeni. Najmniejszą masę korzeni stwierdzono u sadzonek ukorzenianych w świetle żółtym i zielonym.

Borowski i Kozłowska [1986], ukorzeniając sadzonki chryzantemy w świetle o różnej barwie, zauważyli, że masa korzeni u sadzonek poddanych działaniu zielonego światła była mała, ale nie różniła się istotnie od masy korzeni wytworzonych w świetle niebieskim i białym. Sadzonki chryzantemy ukorzeniane *in vitro* tworzyły korzenie o najmniejszej masie w ciemności, a największą masę osiągały korzenie sadzonek oświetlanych światłem niebieskim i białym [Latkowska i Chmiel 1996]. W przypadku mikrosadzonek petunii zastosowanie światła o barwie niebieskiej, białej i czerwonej nie wpływało w żaden sposób na świeżą masę utworzonych korzeni [Witomska i Ładyżyńska 2001]. U sadzonek gerbery ukorzenianych *in vitro* najmniejszą świeżą masę korzeni uzyskano, stosując światło czerwone i zielone, a największą przy użyciu światła białego i niebieskiego [Gabryszewska 1995].

Tak więc pomimo różnic gatunkowych część wyników uzyskanych w badaniach prowadzonych *in vitro* potwierdza odnotowany w badaniach własnych pozytywny wpływ niebieskiego światła na świeżą masę korzeni sadzonek.

Na podstawie wykonanej w doświadczeniu oceny bonitacyjnej stopnia ukorzenienia sadzonek potwierdzono najgorszą jakość korzeni utworzonych w świetle zielonym i żółtym. Mała liczba przyznanych punktów wynikała z tego, że utworzone w tych dwóch barwach światła korzenie były nieliczne i słabo rozwidlane.

Doświadczenie Borowskiego i Kozłowskiej [1986] wykazało, że najmniej liczne korzenie u sadzonek chryzantemy powstawały w przypadku zastosowania światła zielonego. Jednak ukorzenianie sadzonek chryzantemy *in vitro* nie wykazało wpływu barwy światła na liczebność korzeni [Latkowska i Chmiel, 1996]. Podobne wyniki uzyskano, ukorzeniając *in vitro* sadzonki petunii [Witomska i Ładyżyńska 2001]. Mikrosadzonki

gerbery najmniej liczne korzenie tworzyły w świetle czerwonym, a najliczniejsze w białym [Gabryszewska 1995].

Te różne, często sprzeczne wyniki świadczą o tym, że wpływ jakości światła na różnicowanie korzeni *in vitro* i *in vivo* zależy od genotypu, stanu fizjologicznego, poziomu endogennych i egzogennych regulatorów wzrostu, a także od samego źródła i natężenia zastosowanego światła [Gabryszewska 1995, Latkowska i Chmiel 1996].

Umieszczenie sadzonek w fitotronie w warunkach światła o różnej jakości i obniżonej, w porównaniu z warunkami szklarniowymi, intensywności oświetlenia wywołało znaczny spadek zawartości w liściach chlorofilu. Degradacja chlorofilu była najmniejsza w świetle zielonym i żółtym, a najsilniejsza pod wpływem światła białego i niebieskiego.

Podobny wpływ niebieskiego światła na kulturę mikrosadzonek brokuła odnotowali Kubota i współautorzy [1997], jednak spadek zawartości chlorofilu wystąpił w okresie późniejszym, dopiero w czasie przechowywania roślin.

W doświadczeniu własnym zaobserwowano, że największy spadek zawartości chlorofilu w liściach dotyczył tych sadzonek, które wytworzyły korzenie o największej masie. I odwrotnie, u sadzonek, których korzenie miały najmniejszą masę, spadek zawartości chlorofilu w liściach był najmniejszy.

WNIOSKI

1. Zastosowanie światła o różnym składzie spektralnym w trakcie ukorzenia sadzonek pędowych pomidora nie wywarło wpływu na dynamikę tworzenia korzeni.

2. Stwierdzono wpływ barwy światła na jakość ukorzenionych sadzonek. Światło niebieskie, dzienne i białe korzystnie wpłynęło na liczbę i masę korzeni. Światło o barwie zielonej i żółtej wpłynęło ujemnie na wielkość bryły korzeniowej oraz na świeżą masę korzeni.

3. Światło sztuczne niezależnie od barwy wpłynęło ujemnie na zawartość chlorofilu w liściach sadzonek.

4. Ukorzenie sadzonek pomidora może być z powodzeniem przeprowadzane w pomieszczeniach oświetlanych wyłącznie światłem sztucznym, pod warunkiem zapewnienia roślinom wysokiej jego intensywności i korzystnego dla tego procesu składu spektralnego. Ze względu na ujemny wpływ na liczbę i masę korzeni należałoby wykluczyć stosowanie światła żółtego i zielonego do ukorzenia sadzonek pomidora.

5. Uzyskane w doświadczeniu wyniki dotyczą ukorzenia sadzonek pomidora w środowisku wodnym, dodatkowo w naczyniach przezroczystych, z tego względu w przypadku zastosowania do ukorzenia podłoża stałego, uniemożliwiającego działanie światła bezpośrednio na korzenie, należałoby oczekiwać innych rezultatów.

PIŚMIENNICTWO

Bach A., Reby E., 1994. Wpływ różnych rodzajów światła na morfogenezę paprotki złocistej (*Phlebodium aureum* L.) w kulturach *in vitro*. Mat. Konf. „Zastosowanie kultur *in vitro* w fizjologii roślin” Kraków 15-17.12, 163–168.

- Borowski, E., Hagen, P., Moe, R., 1987. Air and root medium temperature and the rooting of chrysanthemum and rose cuttings. *Acta Agrobot.* 40(1–2), 27–39.
- Borowski E., Kozłowska L., 1986. The influence of light color on the rooting of 'Horim Golden' *Chrysanthemum* cuttings. *Acta Agrobot.* 39(1), 47–57.
- Gabarkiewicz B., Gabryszewska E., Rudnicki R., 1994. Wpływ różnych rodzajów światła na tworzenie pędów i korzeni *Spathiphyllum wallisii* w kulturach *in vitro*. *Mat. Konf. „Zastosowanie kultur *in vitro* w fizjologii roślin”* Kraków 15–17.12.1994, plakat nr 5.
- Gabryszewska E., 1995. Wpływ jakości światła na ukorzenie *in vitro* i *in vivo* *Gerbera jamesonii* odm. Queen Rebecca. *Mat. Konf. „Nauka Praktyce Ogrodniczej”*, AR Lublin, 829–833.
- Klein R. M., 1992. Effects of green light on biological systems. *Biology Review* 67, 199–284.
- Kłyszewko-Stefanowicz L., 1999. Ćwiczenia z biochemii. Wyd. Nauk. PWN Warszawa, 824 ss.
- Kubota C., Rajapakse N. C., Young R. E., 1997. Carbohydrate status and transplant quality of micropropagated broccoli plantlets stored under different light environments. *Postharvest Biology and Technology* 12, 165–173.
- Latkowska M., Chmiel H., 1996. Wpływ jakości światła i regulatorów wzrostu na regenerację i ukorzenie *in vitro* pędów chryzantemy wielkokwiatowej (*Dendranthema grandiflora*) cv. Escort. *Zeszyty Naukowe ATR w Bydgoszczy, Rolnictwo* 39, 129–136.
- Łukaszewska A., 2001. Wpływ światła na ukorzenie sadzonek figowca Benjamina. *Ogrodnicztwo* 5, 23–24.
- Witomska M., Ładyżyńska K., 2001. Wpływ światła i auksyn na ukorzenie *in vitro* i jakość pędów petunii (*Petunia hybrida* Ursynia). *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* 379, 193–197.
- Wysocka-Owczarek M., 1993. Nowe metody przygotowania rozsady pomidorów do uprawy pod osłonami. *Nowości Warzywnicze* 24, 23–30.
- Wysocka-Owczarek M., 1999. Nowe metody prawidłowego przygotowania rozsady pomidorów do uprawy pod osłonami. *Symposium „Technologie uprawy pomidorów”* Poznań, 11–30.

EFFECT OF THE LIGHT COLOUR ON THE ROOTING OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum* Mill.) SHOOT CUTTINGS

Abstract. Cuttings of tomato 'Recento F₁' cultivar were rooted in water, placed under fluorescent lamps emitted daylight, yellow, green, blue and white light with quantum irradiance $57 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The rooting rate and quality of roots were investigated. It was observed a favourable influence of the blue, daylight and white light on the length, number and mass of roots. Yellow and green light influenced unfavourable on the mass and number of roots.

Key words: tomato cuttings, adventitious roots, artificial light, fluorescent lamps

Beata Głowska, Katedra Roślin Ozdobnych i Warzywnych, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz, e-mail: ozdob@atr.bydgoszcz.pl