

WPLYW BARWY ŚWIATŁA NA JAKOŚĆ TULIPANÓW PĘDZONYCH METODĄ +5°C

Anita Woźny, Marek Jerzy

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Streszczenie. Cebule czterech odmian tulipanów pędzono przy sztucznym świetle, pod lampami jarzeniowymi typu TLD emitującymi światło białe, niebieskie, czerwone, żółte i zielone. Natężenie napromienienia kwantowego wynosiło 12,5 i 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Długość dnia odpowiednio 6 i 12 godzin. Istotny wpływ na jakość tulipanów zaobserwowano przy wysokim natężeniu napromienienia kwantowego i długim dniu. Tulipany pędzone przy świetle czerwonym miały najdłuższe pędy, o największej masie i najbardziej okazałych kwiatach. Światło niebieskie wpłynęło na poprawę sztywności łodyg i liści.

Słowa kluczowe: cebule tulipanów, pędzenie, światło sztuczne, barwa światła

WSTĘP

Wymagania świetlne pędzonych tulipanów nie są duże, ponieważ niezbędne do życia składniki pokarmowe gromadzone są w trakcie wegetacji w mięsistych łuskach cebul. Rośliny te mogą kwitnąć bez dostępu naturalnego światła, w pomieszczeniach zaopatrzonych jedynie w sztuczne źródła światła, które konieczne jest dla uzyskania prawidłowego pokroju roślin w procesie fotomorfogenezy [Jerzy 1980, Gude i Dijkema 1992, Gude i in. 1996].

W literaturze można znaleźć informacje dotyczące zahamowania wzrostu siewek, sadzonek lub rozsąd roślin ozdobnych i warzywnych, poddanych działaniu światła niebieskiego. Okazało się, że światło niebieskie, podobnie jak retardanty, hamuje wzrost roślin. Okubo i Uemoto [1984a, 1984b] informują, że brak światła powoduje silne wydłużanie się pierwszego międzywęźla tulipanów. Doniesienia te sugerują, że warunki świetlne mogą być jednym z ważniejszych czynników kontrolujących elongację łodygi.

Brak jednak szczegółowych danych dotyczących pędzenia tulipanów pod działaniem światła o różnej barwie. Poznanie wpływu określonych barw światła na kwitnienie tych roślin pozwoliłoby na ewentualne ograniczenie wzrostu i poprawę jakości roślin bez konieczności stosowania chemicznych regulatorów wzrostu w postaci retardantów.

Adres do korespondencji – Corresponding author: Anita Woźny, Katedra Roślin Ozdobnych i Warzywnych, Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy, ul. Bernardyńska 6, 85-029 Bydgoszcz, e-mail:ozdob@atr.bydgoszcz.pl

MATERIAŁ I METODY

W pierwszej części doświadczenia cebule pędzono od 13 listopada 1998 roku do 16 stycznia 1999 r., w drugiej od 10 grudnia 1999 roku do 10 lutego 2000 r. Badania przeprowadzono na 4 odmianach tulipanów: 'Leen van der Mark', 'Yokohama', 'Ile de France' i 'Negrita'. Przed rozpoczęciem pędzenia cebule chłodzono przez 12 tygodni, w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ na sucho – bez podłoża. Następnie posadzono je do kuwet o wymiarach $30 \times 24 \times 6$ cm, a jako podłoża użyto torfu wysokiego o pH 5,5–6,5. Jedna kombinacja (barwa światła \times odmiana) obejmowała 30 cebul I wyboru. Kuwety z cebulami umieszczono w fitotronie na 5 regałach wyposażonych w lampy jarzeniowe typu TLD firmy Philips o mocy 36 W. Zastosowano światło o barwie białej, niebieskiej, czerwonej, żółtej i zielonej. W pierwszej części badań natężenie napromienienia kwantowego wynosiło $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, co odpowiadało natężeniu 1000 lx światła o barwie białej. Długość dnia wynosiła 6 godzin. W drugiej części zarówno natężenie napromienienia kwantowego, jak i długość dnia dwukrotnie zwiększono.

Temperatura powietrza w ciągu pierwszych dwóch tygodni uprawy utrzymywana była na poziomie 10°C , a następnie została podniesiona do 16°C . W stadium wybarwiania się pąków tulipanów temperaturę obniżono do 14°C . Wilgotność względna powietrza wynosiła 65–70%. Temperatura podłoża mierzona była dwukrotnie w ciągu dnia o godzinie 8.00 i 14.00. Średnia dobowa temperatura podłoża wyniosła $13,8^{\circ}\text{C}$.

Tulipany ścinano w stadium dojrzałości handlowej, tj. w momencie, gdy płatki okwiatu były całkowicie wybarwione. Datę kwitnienia obliczono na podstawie średniej ważonej. Odnotowano również liczbę ubytków, tzn. cebul, które nie wydały kwiatów lub wydały kwiaty z objawami chorób fizjologicznych (np. papierowości kwiatów). Szywność pędów określano umownie w czterostopniowej skali, oceniając osobno łodygi i liście jako bardzo sztywne – 4, sztywne – 3, wiotkie – 2 i bardzo wiotkie – 1. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniano testem Newmana-Keulsa przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Poszczególne frakcje sztywności łodygi i liści porównywano testem t-Studenta dla wskaźników struktury.

WYNIKI

Długość pędu tulipanów pędzonych przy świetle o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym dniu nie zależała od barwy światła (tab. 1). Istotny wpływ barwy światła odnotowano natomiast przy długim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab. 2). Pędy uzyskane przy świetle czerwonym były dłuższe od zebranych z cebul pędzonych przy świetle niebieskim, a także białym, żółtym i zielonym.

Barwa światła o niskim natężeniu napromienienia kwantowego i krótkim dniu nie miała wpływu na masę pędów (tab. 3). Istotny wpływ odnotowano natomiast przy długim – 12-godzinnym dniu i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego (tab. 4). Rośliny o największej masie wyrosły przy świetle czerwonym.

Wykazano istotny wpływ światła o różnej barwie na długość kwiatów tulipanów pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym

Tabela 1. Wpływ barwy światła na długość pędu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 1. The effect of light colour on the length of tulip shoot (cm) under 6 hour day and $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Barwa światła Light colour				
	biała white	niebieska blue	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	39,02	39,34	37,68	39,86	40,42
Yokohama	30,66	31,36	30,42	32,59	32,82
Ile de France	37,50	40,59	41,29	41,48	36,19
Negrita	41,31	39,40	38,77	38,36	40,74
Średnia dla barwy światła Mean for light colour	37,12	37,67	37,04	38,07	37,54

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1,4; LSD_{0,05} for light colour – 1.4Tabela 2. Wpływ barwy światła na długość pędu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 2. The effect of light colour on the length of tulip shoot (cm) under 12 hour day and $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Barwa światła Light colour				
	biała white	niebieska blue	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	40,60	37,69	40,71	33,34	41,80
Yokohama	33,65	32,38	34,48	30,45	30,88
Ile de France	35,99	37,10	42,00	37,19	34,79
Negrita	39,85	37,00	48,75	39,21	43,83
Średnia dla barwy światła Mean for light colour	37,52	36,04	41,48	35,05	37,82

NIR_{0,05} dla barwy światła – 2,0; LSD_{0,05} for light colour – 2.0Tabela 3. Wpływ barwy światła na masę pędu tulipanów (g) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 3. The effect of light colour on the weight of tulip shoot (g) under 6 hour day and $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Barwa światła Light colour				
	biała white	niebieska blue	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	25,25	23,96	20,67	23,36	21,37
Yokohama	17,26	17,29	16,25	17,96	18,13
Ile de France	24,56	26,78	24,56	26,67	22,50
Negrita	27,71	25,80	26,47	26,11	27,31
Średnia dla barwy światła Mean for light colour	23,70	23,46	22,00	23,52	22,31

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1,6; LSD_{0,05} for light colour – 1.6

Tabela 4. Wpływ barwy światła na masę pędu tulipanów (g) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 4. The effect of light colour on the weight of tulip shoot (g) under 12 hour day and $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Barwa światła Light colour				
	biała white	niebieska blue	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	30,54	28,59	29,39	23,92	34,02
Yokohama	19,60	18,50	18,73	17,55	16,46
Ile de France	28,95	30,40	35,03	32,45	29,90
Negrita	25,79	25,38	39,25	29,27	33,39
Średnia dla barwy światła Mean for light colour	26,22	25,72	30,60	25,80	28,44

NIR_{0,05} dla barwy światła – 2,0; LSD_{0,05} for light colour – 2.0

Tabela 5. Wpływ barwy światła na długość kwiatu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 5. The effect of light colour on the length of tulip flower (cm) under 6 hour day and $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Barwa światła Light colour				
	biała white	niebieska blue	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	5,51	5,26	4,44	4,87	4,74
Yokohama	4,80	4,85	5,06	4,98	4,98
Ile de France	4,70	4,71	4,81	4,70	4,64
Negrita	4,70	4,64	4,52	4,87	4,70
Średnia dla barwy światła Mean for light colour	4,93	4,87	4,71	4,85	4,76

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,1; LSD_{0,05} for light colour – 0.1

Tabela 6. Wpływ barwy światła na długość kwiatu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 6. The effect of light colour on the length of tulip flower (cm) under 12 hour day and $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Barwa światła Light colour				
	biała white	niebieska blue	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	5,15	4,93	5,13	4,86	5,22
Yokohama	5,11	4,83	5,18	5,02	5,02
Ile de France	4,95	5,01	5,21	5,05	4,97
Negrita	4,67	4,53	5,70	4,70	4,88
Średnia dla barwy światła Mean for light colour	4,97	4,83	5,30	4,91	5,02

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,2; LSD_{0,05} for light colour – 0.2

Tabela 7. Wpływ barwy światła na udział łodyg o różnej sztywności w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 7. The effect of light colour on the contribution of stems different rigidity under 6 hour day and $12.5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Skala sztywności łodyg * The rigidity of stems scale*	Barwa światła Light colour				
		niebieska blue	biała white	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	1	25%	50%	86% a	55%	50%
	2	33%	20%	14%	17%	19%
	3	42%	30%	-	28%	31%
	4	-	-	-	-	-
Yokohama	1	-	-	-	4%	4%
	2	-	17%	40%	12%	13%
	3	20%	35%	40%	67% a	65% a
	4	80%	48%	20% b	17% b	18%
Ile de France	1	-	-	12%	3%	-
	2	4%	15%	36% a	45% a	21% a
	3	74%	58%	48% b	45% b	43% b
	4	22%	27%	4% b	7%	36%
Negrita	1	-	7%	16%	30%	7%
	2	12%	10%	21%	25%	7%
	3	82%	66%	63%	45% b	82%
	4	6%	17%	-	-	4%

*1 – łodyga bardzo wiotka – very limp stem

2 – łodyga wiotka – limp stem

3 – łodyga sztywna – stiff stem

4 – łodyga bardzo sztywna – very stiff stem

a – frakcja liczby łodyg istotnie większa niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej – the fraction of the number of stems essentially greater than by those plants grown by blue light

b – frakcja liczby łodyg istotnie mniejsza niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej – the fraction of the number of stems essentially less than by those plants grown by blue light

dniu (tab. 5). Kwiaty uprawiane pod światłem białym, niebieskim i żółtym nie różniły się między sobą, były za to dłuższe od uzyskanych w warunkach światła czerwonego. W doświadczeniu z dwukrotnie wyższym natężeniem napromienienia kwantowego i dłuższym dniem największe kwiaty miały rośliny uzyskane z cebul pędzonych przy świetle czerwonym (tab. 6). Nie stwierdzono natomiast różnic między tulipanami uzyskanymi w pozostałych barwach światła.

Zastosowanie światła o różnej barwie wpłynęło na sztywność pędów tulipanów (tab. 7, 8, 9, 10). Spośród pięciu testowanych barw światła barwa niebieska przyczyniła się do uzyskania tulipanów o najsztyniejszych łodygach i liściach zarówno przy niskim jak i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego.

DYSKUSJA

Wpływ barwy światła na długość pędu tulipanów zaobserwowano przy długim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Cebule poddane działaniu światła czerwonego wydały tulipany o dłuższych pędach w porównaniu ze światłem niebieskim, a także białym, żółtym i zielonym. Kopcewicz i in. [1992] wykazali, iż światło czerwone przyspiesza wytwarzanie giberelin, które stymulują wzrost wydłużeniowy pędów oraz powiększanie i rozwój liści. W badaniach Suh [1997] długość pierwszego międzywęzła tulipanów pędzonych w świetle niebieskim i w ciemności była większa w porównaniu z kontrolą i światłem pomarańczowym. Z kolei światło czerwone stymulowało elongację ostatniego międzywęzła. Tulipany odmiany 'Apeldoorn' doświetlane światłem niebieskim, czerwonym i sodowym (ogrodniczym) – emitowanym przez lampy typu WLS – 400W nie wykazywały reakcji w odniesieniu do długości

Tabela 8. Wpływ barwy światła na udział liści o różnej sztywności w warunkach 6-godzinnej doby i natężenia napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Table 8. The effect of light colour on the contribution of leaves different rigidity under 6 hour day and $12.5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Skala sztywności liści * The rigidity of leaves scale*	Barwa światła Light colour				
		niebieska blue	biała white	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	1	-	-	-	-	-
	2	17%	50%	57% a	18%	37%
	3	83%	50%	43% b	82%	63%
	4	-	-	-	-	-
Yokohama	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	40%	-	-
	3	7%	26%	40% a	67% a	52% a
	4	93%	74%	20% b	33% b	48% b
Ile de France	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	72%	3%	-
	3	44%	62%	28%	76% a	82% a
	4	56%	38%	-	21% b	18% b
Negrita	1	-	-	16%	30%	7%
	2	18%	70% a	42%	60% a	11%
	3	82%	30% b	42% b	10% b	75%
	4	-	-	-	-	7%

*1 – liście bardzo wiotkie – very limp leaves

2 – liście wiotkie – limp leaves

3 – liście sztywne – stiff leaves

4 – liście bardzo sztywne – very stiff leaves

a – frakcja liczby liści istotnie większa niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej – the fraction of the number of leaves essentially greater than by those plants grown by blue light

b – frakcja liczby liści istotnie mniejsza niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej – the fraction of the number of leaves essentially less than by those plants grown by blue light

Tabela 9. Wpływ barwy światła na udział łodyg o różnej sztywności w warunkach 12-godzin-
nego dnia i natężenia napromienienia kwantowego 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 9. The effect of light colour on the contribution of stems different rigidity under 12 hour
day and 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Skala sztywności łodyg * The rigidity of stems scale*	Barwa światła Light colour				
		niebieska blue	biała white	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	1	-	-	30%	4%	-
	2	9%	11%	35% a	4%	33% a
	3	70%	86%	30% b	63%	67%
	4	21%	3% b	5%	29%	-
Yokohama	1	-	-	-	-	-
	2	-	12%	9%	9%	-
	3	67%	68%	91% a	82%	75%
	4	33%	20%	-	9% b	25%
Ile de France	1	-	-	6%	-	-
	2	-	5%	29%	14%	-
	3	12%	45%	65% a	38%	67% a
	4	88%	50% b	-	48% b	33% b
Negrita	1	-	-	-	9%	10%
	2	12%	17%	25%	-	50%
	3	88%	83%	75%	91%	40% b
	4	-	-	-	-	-

Objaśnienie: patrz tabela 7; Explanation: see table 7

pędu. Odmiana 'Oxford' najdłuższe pędy wydała w warunkach światła niebieskiego i czerwonego, a najkrótsze przy świetle ogrodniczym [Bach i in. 1997]. Znany jest podobnie korzystny wpływ światła czerwonego na elongację pędów hiacynta [Bach i Pałowska 1996], stwierdzony w doświadczeniach prowadzonych w warunkach *in vitro*.

Światło o różnej barwie i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego miało wpływ na masę pędów. Największą masą charakteryzowały się rośliny zebrane pod światłem czerwonym. W literaturze znaleźć można nieliczne informacje na temat wpływu światła o różnym składzie spektralnym na masę pędu tulipanów. Bach i in. [1997] zaobserwowali, że tulipany odmiany 'Oxford' były najlżejsze, uprawiane w świetle niebieskim, ale masa ich była podobna do masy roślin uzyskanych w świetle czerwonym i ogrodniczym. Czudnowski [1967] twierdzi, że promieniowanie podczerwone obok wydłużania pędów powoduje również przyrost świeżej masy.

Stwierdzono wpływ światła o różnym składzie spektralnym na wielkość kwiatów tulipanów. Przy krótkim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego 12,5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ tulipany uzyskane pod światłem białym, niebieskim i żółtym miały podobnej wielkości kwiaty, dłuższe od tulipanów zebranych pod światłem czerwonym. Przy 12-godzinnym dniu i natężeniu napromienienia kwantowego 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ reakcja była odwrotna – najdłuższe były kwiaty ścięte z cebul pędzonych przy świetle czerwonym. Podobne wyniki uzyskała Bach [1997], stosując 12-godzinne doświetlanie tulipanów.

Tabela 10. Wpływ barwy światła na udział liści o różnej sztywności w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Table 10. The effect of light colour on the contribution of leaves different rigidity under 12 hour day and $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ quantum irradiance

Odmiana Cultivar	Skala sztywności liści* The rigidity of leaves scale*	Barwa światła Light colour				
		niebieska blue	biała white	czerwona red	żółta yellow	zielona green
Leen van der Mark	1	-	-	10%	-	-
	2	4%	-	30% a	-	38% a
	3	74%	82%	55%	67%	62%
	4	22%	18%	5%	33%	-
Yokohama	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	4%	-
	3	75%	84%	91%	73%	74%
	4	25%	16%	-	23%	26%
Ile de France	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	18%	-	-
	3	12%	20%	82% a	48% a	42%
	4	88%	80%	-	52% b	58%
Negrita	1	-	8%	-	-	-
	2	50%	17%	75%	55%	60%
	3	50%	75%	25%	45%	40%
	4	-	-	-	-	-

Objaśnienie: patrz tabela 8; Explanation: see table 8

W przeprowadzonym doświadczeniu najsztwniejsze łodygi i liście tworzyły tulipany poddane działaniu światła niebieskiego. Rośliny uzyskane przy pozostałych barwach światła charakteryzowały się mniej lub bardziej osłabioną sztywnością tych organów. Podobne wyniki uzyskali Gude i Dijkema [1992].

WNIOSKI

1. Barwa światła nie wywiera wpływu na długość i masę pędu tulipanów, zbieranych z cebul pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

2. Pod wpływem światła czerwonego o natężeniu napromienienia kwantowego wynoszącym $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i przy 12-godzinnym dniu cebule tulipanów wydają najdłuższe pędy o największej masie i najbardziej okazałych kwiatach.

3. Światło niebieskie o niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego zastosowane odpowiednio przez 6 i 12 godzin na dobę poprawia sztywność łodyg oraz liści.

PIŚMIENNICTWO

- Bach A., Pawłowska B., 1996. Effect of light quality on growth and development of bulbous plants in long term cultures. Seventh Intern. Symp. on Flower Bulbs, Herzliya Israel, Abstract, 94.
- Bach A., Włodarczyk Z., Świdorski A., 1997. Wpływ rodzaju światła na wzrost i rozwój tulipanów pędzonych w szklarni. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 449, 23–30.
- Czudnowski A. F., 1967. Podstawy agrofizyki. PWRiL, Warszawa.
- Gude H., Dijkema M., 1992. The role of light quality in the forcing of tulips and hyacinthus and in the propagation of hyacinth bulbs. Acta Hortic. 305, 111.
- Gude H., Jong K. Y., Vreeburg P.J.M., 1996. The forcing of tulip and hyacinth under artificial light. Seventh Intern. Symp. on Flower Bulbs, Herzliya Israel, Abstract, 79.
- Jerzy M., 1980. Artificial light as substitute for daylight in forcing of tulips. Acta Hortic. 109, 105–110.
- Kopcewicz J., Tretyn A., Cymerski M., 1992. Fitochrom i morfogeneza roślin. PWN Warszawa, ss. 252.
- Okubo H., Uemoto S., 1984a. Effects of darkness on stem elongation in tulip. Scientia Hortic. 23, 391–397.
- Okubo H., Uemoto S., 1984b. The application of dark treatment to cut-tulip production. Scientia Hortic. 24, 75–81.
- Suh J. K., 1997. Stem elongation and flowering response of *Tulipa* cultivars as influenced by bulb cooling, growth regulators and light quality. Acta Hortic. 430, 101-106.

EFFECT OF LIGHT COLOR ON THE QUALITY OF TULIPS FORCING BY +5°C METHOD

Abstract. Four cultivars of tulips were forced in artificial light using fluorescent lamps TLD types, which emitted white, blue, red, yellow and green light. Quantum irradiance was determined on 12.5 and 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Daylength was 6 and 12-hour respectively. Significant influence on the quality of tulips was observed under high quantum irradiance and long day. Tulips forced under red light have the highest shoots, the greatest weight and flowers. The blue light improved stems and leaves rigidity.

Key words: tulip bulbs, forcing, artificial light, light colour

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 29.03.2004