

mgr inż. Anita Woźny

**WPLYW METODY CHŁODZENIA CEBUL
I BARWY ŚWIATŁA NA ZIMOWE KWITNIENIE
NARCYZÓW I TULIPANÓW**

Biblioteka Główna ATR w Bydgoszczy



000000104059

R o z p r a w a d o k t o r s k a

przedstawiona Radzie Wydziału Rolniczego
Akademii Techniczno – Rolniczej w Bydgoszczy

wykonana pod kierunkiem
prof. dr hab. Marka Jerzego
w Katedrze Roślin Ozdobnych i Warzywnych

Bydgoszcz, 2003



2003 0 11/1

Promotorowi

*Panu prof. dr hab. Markowi Jerzemu
za cenne wskazówki i pomoc okazałą
przy realizacji niniejszej pracy*

serdecznie dziękuję

*Składam też serdeczne podziękowania
wszystkim osobom, które w jakimkolwiek stopniu
przyczyniły się do powstania tej pracy*

Spis treści

1. Wstęp i cel pracy.....	4
2. Przegląd literatury.....	7
2.1. Temperatura jako czynnik indukujący kwitnienie narcyzów i tulipanów.....	8
2.2. Światło jako czynnik modyfikujący wzrost i kwitnienie narcyzów i tulipanów.....	16
3. Materiał i metody.....	21
3.1. Badania nad wzrostem i kwitnieniem narcyzów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.....	22
3.2. Badania nad wzrostem i kwitnieniem tulipanów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.....	30
3.3. Badania nad wzrostem i kwitnieniem narcyzów pędzonych przy świetle o różnej barwie.....	39
3.4. Badania nad wzrostem i kwitnieniem tulipanów pędzonych przy świetle o różnej barwie.....	44
4. Wyniki badań.....	49
4.1. Wzrost i kwitnienie narcyzów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.....	50
4.2. Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.....	59
4.3. Wzrost i kwitnienie narcyzów pędzonych przy świetle o różnej barwie.....	66
4.4. Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych przy świetle o różnej barwie.....	91
5. Dyskusja.....	111
6. Wnioski.....	122
7. Spis literatury.....	125
8. Streszczenie.....	136

1. Wstęp i cel pracy

Rośliny cebulowe a wśród nich narcyzy i tulipany stanowią ważną grupę kwiatów, bez których trudno wyobrazić sobie dzisiejsze ogrody i parki. Wśród roślin ozdobnych są pierwszymi zwiastunami wiosny. Duże skupiska tulipanów i narcyzów stanowią w okresie wiosennym najważniejszy akcent miejskich zieleńców. Rośliny te mają wszechstronne zastosowanie, uprawia się je nie tylko na rabatach, ale również jako rośliny doniczkowe oraz z przeznaczeniem na kwiat cięty. Piękno ich możemy podziwiać nie tylko wiosną ale również w innych porach roku. W wyniku stosowania różnych metod pędzenia narcyzy i tulipany upiększają wnętrza naszych mieszkań także w miesiącach jesienno-zimowych.

Od wielu lat w praktyce ogrodniczej stosowana jest metoda pędzenia narcyzów i tulipanów, z cebul chłodzonych „na sucho” w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$. (Jerzy i in., 1991). Pozwala ona uzyskać cięte kwiaty bardzo wcześnie – już w listopadzie i na początku grudnia (Stajszczak i Szlachetka, 1990). Wadą tego sposobu pędzenia cebul są jednak duże ubytki sięgające 30 a nawet 50% a także długi okres pędzenia roślin w szklarni, który w przypadku narcyzów wynosi 8-10 tygodni a tulipanów 5-8 tygodni. Doniesienia pochodzące z praktyki wskazują na możliwość zredukowania ubytków ciętych kwiatów narcyzów pędzonych metodą specjalną, poprzez inny sposób chłodzenia cebul – polegający na stworzeniu im warunków do wcześniejszego i lepszego wytworzenia korzeni (Piszczyk i Jerzy, 1996). Modyfikacja ta polega na chłodzeniu cebul „na mokro” tj. razem z podłożem, do którego sadi się je przed umieszczeniem skrzynek w chłodni.

W trakcie pędzenia odmian silnie rosnących konieczne jest stosowanie środków chemicznych hamujących ich wzrost. Retardanty wzrostu pozwalają również na uprawę w doniczkach niektórych, szczególnie dekoracyjnych odmian narcyzów i tulipanów, tradycyjnie pędzonych na kwiat cięty (Suh i in., 1992b; Krzywińska, 2001).

Pomimo, że w produkcji ogrodniczej chemiczne regulatory wzrostu używane są już od wielu lat, to rosnące zanieczyszczenie środowiska i troska o jego stan powoduje konieczność poszukiwania nowych – tzw. ekologicznych sposobów uzyskiwania niskich roślin. Wyniki wielu badań wskazują iż barwa światła może mieć wpływ na kształtowanie pokroju roślin i termin ich kwitnienia.

Wymagania świetlne pędzonych narcyzów i 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 (Gude i Dijkema, 1992; Gude i in., 1996). Pozwala to na produkcję dobrej jakości narcyzów i tulipanów w pomieszczeniach znacznie tańszych niż szklarnie – nie tylko w budowie ale i w eksploatacji. Do tego celu nadają się magazyny i przechowalnie nie wykorzystywane w okresie zimowym.

W literaturze brak szczegółowych danych dotyczących pędzenia narcyzów i tulipanów pod działaniem światła o różnej barwie. Poznanie wpływu określonych barw światła na kwitnienie tych roślin pozwoliłoby na ewentualne ograniczenie stosowania chemicznych retardantów wzrostu, skrócenie cyklu produkcji i poprawę jakości.

Powyższe, robocze założenia badawcze złożyły się na podstawowy cel pracy. Zakładał on zbadanie wpływu zmodyfikowanego sposobu chłodzenia cebul oraz barwy światła na zimowe kwitnienie narcyzów i tulipanów.

2. Przegląd literatury

2.1. Temperatura jako czynnik indukujący kwitnienie narcyzów i tulipanów.

Podstawowym, zewnętrznym czynnikiem wpływającym na wzrost i rozwój cebul tulipana i narcyza jest temperatura. Procesy zachodzące w danym stadium rozwoju są wynikiem aktualnie oddziałującej temperatury oraz wcześniej występujących warunków termicznych (De Hertogh i Le Nard, 1993). Cykl rozwojowy tych roślin jest kształtowany przez działanie układu temperatur: wysokich, niskich i umiarkowanych. Pierwsze próby przyspieszenia kwitnienia tulipanów przez skracanie okresu spoczynku względnego były podejmowane już w końcu XVIII wieku minionego tysiąclecia. W 1909 roku holenderski ogrodnik Dames dzięki wczesnemu wykopaniu cebul i przechowaniu ich w temperaturze 25-30°C uzyskał tulipany znacznie wcześniej kwitnące niż z cebul wykopanych po zaschnięciu liści i przechowywanych w pomieszczeniach o nieregulowanej temperaturze (Dąbrowski, 1967). Metodą tą zainteresowali się naukowcy holenderscy, których badania przeprowadzone w latach 1918-1925 wykazały, że o pomyślnym wyniku pędzenia decydują przemiany zachodzące w cebuli związane z tworzeniem się części nadziemnej na rok następny (Blaauw i Versluys, 1925).

W rozwoju roślin cebulowych można wyróżnić kilka kolejno po sobie następujących faz rozwojowych. Blaauw i Versluys (1925) oraz Mulder i Luyten (1928) określili stadia różnicowania się pąków kwiatowych tulipana oraz nadali im nazwy i symbole obowiązujące do dzisiaj. Stadia I i II to okres powstawania zawiązków liści asymilacyjnych oraz powiększania się wierzchołka wzrostu. W stadium P₁ (Perianthium 1) i P₂ (Perianthium 2) tworzą się zawiązki listków okwiatu okółka wewnętrznego i zewnętrznego, a w stadium A₁ (Androeceum 1) i A₂ (Androeceum 2) zawiązki pręcików ułożonych również w dwóch okółkach. Ostatni etap to stadium G (Gynaeceum), w którym formuje się związek szupka. W przypadku narcyzów kształtowanie się zawiązków kwiatu i liści przebiega podobnie z tą tylko różnicą, że ze względu na inną budowę kwiatów wyróżnia się dodatkowo stadium S_p (Spatha), w którym powstają zawiązki okwiatu i stadium P_c (Paracorola) związane z powstawaniem przykoronki (Blaauw i Versluys, 1925; Huisman i Hartsema, 1933). Ustalono, że tworzenie się zawiązków kwiatowych przebiega najszybciej w temperaturach 17-20°C i w takich temperaturach cebule powinny być

przechowywane aż do osiągnięcia stadium G, tzn. do momentu utworzenia się zawiązków słupka. Cebule narcyzów i tulipanów, w naturalnych warunkach jesienią i zimą, przechodzą okres jaryzacji niezbędny do dalszego prawidłowego wzrostu. Uzyskanie kwitnących roślin w grudniu jest możliwe pod warunkiem zastosowania niskich temperatur. Następcy Blaauwa i jego współpracowników opracowali nowe zalecenia dotyczące preparowania czyli przygotowania cebul do wczesnego pędzenia. Cebule narcyzów wykopywane w czerwcu a następnie poddawane od razu działaniu temperatury 9°C tworzą skarłone pędy z zamkniętymi pąkami na szczycie. Zbiór cebul z pola musi być bardzo wczesny a przebieg rozwoju zawiązków kwiatowych kontrolowany podczas całego okresu preparowania (Van Slogteren, 1937). Poszczególne stadia rozwoju zawiązka części nadziemnej wymagają różnej temperatury. Doświadczenia Slootwega i Hoogeterpa (1970) oraz Hoogeterpa (1970) wykazały, że tworzenie się zawiązków liści asymilacyjnych przebiega najszybciej gdy cebule bezpośrednio po zbiorze poddaje się przez 7 dni działaniu temperatury 34°C . Przechowywanie cebul w tak wysokiej temperaturze po upływie 1 lub 2 tygodni od zbioru nie powoduje opóźnienia kwitnienia. Efekt działania wysokich temperatur - przyspieszenie organogenezy - zostanie utrzymany gdy cebule trafią następnie do temperatury $17\text{--}20^{\circ}\text{C}$ (Hartsema, 1961). Rees i Turquand (1969) stwierdzili, że przechowywanie cebul bezpośrednio po wykopaniu w temperaturze 26, 30 i 34°C przyspiesza kwitnienie tulipanów pędzonych bardzo wcześnie, nie ma jednak wpływu na kwitnienie tulipanów pędzonych w późniejszych terminach lub uprawianych w gruncie. Wydłużenie okresu przechowywania cebul w temperaturze 30°C z 1 do 5 tygodni skraca okres niezbędny do całkowitego ukształtowania się zawiązków kwiatu, zwiększa wielkość zawiązków w stadium G, a także wpływa korzystnie na dalsze ukorzenianie się cebul (Le Nard, 1980). Zbyt długie traktowanie cebul wysoką temperaturą ($30\text{--}35^{\circ}\text{C}$) może opóźniać formowanie się zawiązków (De Hertogh i Le Nard, 1993).

Tsutsui i Toyoda (1970) zaobserwowali, że temperatura, w której cebule są przechowywane po zbiorze ma wpływ na powstawanie cebulek potomnych, decyduje o gromadzeniu się suchej masy w tych organach, czyli wpływa na ilość i jakość uzyskanego plonu cebul. Temperatury wyższe lub niższe niż 20°C prowadzą do zmniejszania się liczby pąków, z których powstają cebule potomne (Koster, 1980).

Istotną rolę odgrywa również termin wykopywania cebul. Rees i Turquand (1967) uzyskiwali najwcześniej kwitnące tulipany z cebul bardzo wcześnie

wykopywanych, przechowywanych zaraz po zbiorze przez 7 dni w temperaturze 34°C. Nie ma potrzeby wykopywania cebul przed 8 czerwca ponieważ wymaga to bardzo długiego przechowywania w 17°C (Hanks i Rees, 1984). Zbyt wczesny termin kopania cebul tulipanów wpływa ujemnie nie tylko na plon cebul, ale również na ich przydatność do pędzenia i jakość kwiatów. Tulipany można najwcześniej wykopywać wówczas gdy zaczyna zasychać górna część pędu kwiatowego czyli 4 tygodnie po ogłowieniu (Hetman, 1992).

Data pojawienia się stadium P_c w cebulach narcyzów może w kolejnych latach różnić się od 1 do 2 tygodni w przypadku uprawy na tym samym polu (Rees, 1972). Morfologiczne obserwacje stadium G nie dają ścisłych informacji na temat potencjalnego wzrostu cebul (Le Nard, 1980). Cebule przechowywane przez 1 tydzień w 30°C a następnie w 15°C i te traktowane temperaturą 30°C przez 5 tygodni a później temperaturą 20°C wykazywały jednakową wielkość pąków w stadium G, ale później zachowywały się odmiennie. Termin kwitnienia zależy od sezonowych różnic w pogodzie, ponieważ spośród wielu czynników temperatura wydaje się mieć największy wpływ na tempo wzrostu i inicjację kwiatów (Hanks, 1993).

Chłodzenie wpływa stymulująco na wzrost korzeni i części nadziemnej tulipanów (Hartsema, 1961; Le Nard i Cohat, 1968). W 1972 roku Rees wykazał, że temperatura przechowywania wynosząca około 4°C zaspakaja potrzeby jarowizacji zaś temperatura 3°C jest niezbędna dla optymalnego wzrostu pędów i korzeni. Temperatura 9°C pozwala spełnić oba te warunki w możliwie najlepszy sposób. Wyniki doświadczeń Reesa (1969, 1973), Reesa i Turquanda (1969) oraz Reesa i Hanksa (1984) nad wpływem długości chłodzenia na czas trwania pędzenia tulipanów w szklarni wykazały, że zależność ta jest odwrotnie proporcjonalna. Dłuższe przechowywanie cebul w temperaturze 9°C powoduje skrócenie okresu pędzenia w szklarni. Chłodzenie cebul przez 8-12 tygodni powoduje szybszy wzrost pędów i zapewnia dobrą jakość kwiatów. Chłodzenie cebul odmian pędzonych na Boże Narodzenie powinno trwać 15-16 tygodni (Hoogeterp, 1972), przy tym przez większą część tego okresu cebule należy chłodzić „na sucho” – bez podłoża. Opracowanie zasad pędzenia tulipanów chłodzonych w temperaturze 9°C w terminie bardzo wczesnym dało początek nowej metodzie, zwanej krótko: „forcing in boxes” (pędzenie w skrzynkach). Długość okresu chłodzenia cebul powinna wynosić od 14 do 20 tygodni, w zależności od terminu pędzenia i odmiany. Krótsze chłodzenie prowadzi do uzyskania wcześniej kwitnących roślin, które mają jednak krótsze pędy i nieco mniejsze kwiaty. Wiąże się to również z wydłużeniem

okresu pędzenia w szklarni. Chłodzenie podzielone jest na dwa etapy, z których pierwszy przebiega w chłodni, w której cebule luzem trzymane w skrzynkach traktowane są temperaturą 9°C do momentu sadzenia. Przypada on na 15 października, gdyż w warunkach klimatycznych Polski dopiero od połowy tego miesiąca temperatura w dołowniku, do którego wstawia się skrzynie z posadzonymi cebulami, wynosi około 9°C . Na sucho chłodzone są tylko cebule przeznaczone do bardzo wczesnego pędzenia. W gospodarstwach dysponujących odpowiednimi pomieszczeniami całe chłodzenie może być prowadzone w warunkach kontrolowanej temperatury i wilgotności powietrza (Jerzy i Krause, 1976).

Specjalna metoda chłodzenia cebul zwana również „Coronado” polega na przechowywaniu cebul luzem w skrzynkach w temperaturze 5°C . W przypadku tulipanów chłodzenie powinno trwać 9-12 tygodni (Krause, 1986) a narcyzów co najmniej 10 tygodni (Krause, 1984). Po zakończeniu tego etapu cebule sadi się bezpośrednio na zagony. Najważniejszą zaletą tej metody jest wcześniejsze niż w metodzie tradycyjnej kwitnienie roślin, ograniczenie kosztów robocizny (pominięcie dołowania) i strat wynikających z uszkodzania cebul przez gryzonie lub podczas przenoszenia skrzynek z dołownika do szklarni. Istotną wadą tej metody są duże ubytki sięgające nawet 30-50%. Piszczek i Jerzy (1996) wykazali, że chłodzenie cebul narcyzów razem z podłożem w temperaturze 5°C , a następnie pędzenie ich przy sztucznym świetle pozwala zredukować liczbę roślin niekwitnących. Dzięki chłodzeniu cebul na mokro istotnemu skróceniu ulega również długość okresu pędzenia narcyzów. Zmodyfikowany sposób chłodzenia cebul prowadzi do poprawy jakości roślin pędzonych we wszystkich typowych terminach (Jerzy i Piszczek, 1997). Narcyzy uzyskane z cebul chłodzonych razem z podłożem mają dłuższe pędy, większą masę oraz bardziej okazałe i lepiej wybarwione kwiaty.

Niewystarczające chłodzenie jest przyczyną nierównomiernego zakwitania, podczas gdy u roślin dłużej chłodzonych ponad 90% kwiatów nadaje się do zbioru w tym samym czasie. Brak chłodzenia i przechowywanie cebul narcyzów w 17°C prowadzi do znacznego osłabienia kwitnienia, braku elongacji pędów, zamierania pąków i innych zaburzeń o charakterze fizjologicznym (Rees i Hanks, 1984). Przedłużanie okresu chłodzenia prowadzi do wcześniejszego kwitnienia i uzyskiwania dłuższych pędów w pełni kwitnienia, stymuluje również rozwój cebul potomnych ale może powodować niewielką redukcję wielkości kwiatów. W sytuacji ekstremalnej w czasie chłodzenia cebul w temperaturze 5°C przez 7 miesięcy dochodzi do całkowitego

zahamowania wzrostu korzeni i elongacji pędów oraz braku kwitnienia. Traktowanie cebul temperaturą 2°C spowalnia organogenezę i wzrost cebul w większym stopniu niż przechowywanie ich w temperaturze 10°C (De Hertogh i Le Nard, 1993).

Istnieje możliwość całorocznego pędzenia tulipanów, dzięki temu uzyskuje się kwitnące rośliny od maja do listopada. Cebule przechowywane są w temperaturze 20-23°C, następnie 17°C. W grudniu sadi się je do skrzynek i na czas ukorzeniania traktuje temperaturą 9°C. Po tym okresie są one zamrażane w temperaturze -2°C i przechowywane w tym stanie przez kilka miesięcy (De Hertogh i Le Nard, 1993). Tulipany takie określane są nazwą ice-tulips, a metoda ich pozyskiwania metodą Eskimo.

Wszystkie znane hormony roślinne biorą udział w regulacji procesów wzrostu i rozwoju tulipana. Aung i de Hertogh (1967) wykazali, że w czasie chłodzenia zawartość wolnych giberelin w cebulach wzrasta. Hanks i Rees (1977) zaproponowali istnienie dwóch mechanizmów odpowiedzialnych za kontrolę wzrostu elongacyjnego pędów tulipana. Pierwszy, w którym uczestniczą auksyny produkowane przez słupek i który reguluje elongacją wyższych międzywęźli oraz drugi związany z giberelinami odpowiedzialnymi za wydłużanie się niższych międzywęźli. Gibereliny biorą udział w procesach indukowanych przez chłodzenie, m.in. w elongacji pędu kwiatowego i kwitnieniu (Saniewski, 1989). Zawartość wolnych giberelin w czasie chłodzenia wzrasta w związku z aktywacją biosyntezy kwasu giberelinowego. Saniewski i Kawa-Miszcza (1992) badając rolę fitohormonów w przerywaniu spoczynku i ich wpływ na elongację pędów stwierdzili, iż gibereliny wytwarzane w czasie chłodzenia odgrywają ważną rolę w rozwoju pąka kwiatowego. Rozwijające się korzenie mogą być miejscem biosyntezy giberelin, ewentualnie dostarczają one składników niezbędnych do powstawania tych regulatorów (Kawa-Miszcza i in., 1992). Auksyny produkowane przez pąki kwiatowe i rozwijające się liście mogą indukować wydłużanie się międzywęźli pędów kwiatowych w interakcji z giberelinami (Saniewski i De Munk, 1981). Zastosowanie IAA w miejscu usunięcia pąków kwiatowych i przy braku liści powoduje wydłużanie się wszystkich międzywęźli. Zarówno IAA jak i NAA transportowane są w pędzie dopodstawowo (Banasik i Saniewski, 1985). Wynika to z faktu iż zastosowanie tych regulatorów w środkowej części międzywęźli powoduje elongację pędu tylko poniżej miejsca aplikacji.

Rosnące liście dostarczają cytokinin do pąków kwiatowych stymulując ich wzrost (Saniewski i de Munk, 1981). Cytokiny wydają się być odpowiedzialne za

przyrost pędów na grubość oraz częściowo znoszą one efekty działania giberelin (Kawa-Miszczał i De Hertogh, 1992).

Aung i de Hertogh (1979) stwierdzili, że zawartość kwasu abscysynowego w cebulach wzrasta w czasie ich przechowywania w temperaturze 5°C i 13°C. Ustalono, że pięćka cebuli, korzenie i cebulki przybyszowe zawierają więcej tego związku niż łuski i pędy co sugeruje, że są to miejsca biosyntezy ABA. Zastosowanie kwasu abscysynowego na chłodzone cebule powoduje słabszy wzrost i kwitnienie, zatem poziom ABA w cebulach powinien spadać (Saniewski i in., 1990). Franssen i Voskens (1997) potwierdzili tę hipotezę i wykazali iż chłodzenie cebul w temperaturze 5°C lub przechowywanie w 17°C powoduje powolny i stopniowy spadek zawartości ABA w pięćce i w łuskach.

Cebule nie chłodzone produkują większą ilość etylenu w porównaniu z cebulami przechowanymi w temperaturze 5°C (Kannevorff i van der Plas, 1990).

Regulatory wzrostu mają wpływ na przemiany biochemiczne zachodzące w cebulach i rozwijających się pędach. Chłodzenie poprzez wzrost zawartości kwasu giberelinowego może stymulować aktywność α -amylazy (Aung i De Hertogh, 1967; Moe, 1979). Skrobia zbudowana z fruktosacharozy o różnym stopniu polimeryzacji jest głównym materiałem zapasowym w cebulach (Rees, 1992). Ohayama i in. (1988) stwierdził, że α -amylaza rozkłada skrobię na cukry proste, a te mają wpływ na rozpad białek na wolne aminokwasy. Przemiany w cebulach nie chłodzonych nie prowadzą do rozpadu węglowodanów i białek co powoduje zaburzenia we wzroście. Chłodzenie jest niezbędne dla prawidłowego przebiegu procesów metabolizmu nierozpuszczalnych form węgla i azotu i gromadzenia mobilnych składników, niezbędnych do szybkiego wzrostu i kwitnienia. Traktowanie cebul temperaturą 5°C powoduje zmiany w zawartości alaniny w pięćce i w pędzie oraz proliny, asparaginy, treoniny, glicyny, izoleucyny w pędach (Lambrechts i in., 1992). Zmiany te przebiegają głównie w ciągu pierwszych 6-8 tygodni chłodzenia. Cebule chłodzone przez tak krótki okres wykazują zaburzenia, zatem kwitnienie tylko częściowo związane jest ze zmianami w zawartości wolnych aminokwasów.

Skrobia jest rozkładana w łuskach cebuli a glukoza gromadzona jest w pędzie (Ohayama i in., 1988). Komiyama i in. (1997) potwierdzili te obserwacje wykazując, że niska temperatura indukuje aktywność α -amylazy w wewnętrznych komórkach łusek cebul, w których gromadzone są duże ilości skrobi. W cebulach nie chłodzonych α -amylaza jest aktywna tylko w zewnętrznych komórkach i nie prowadzi do rozkładu

skrobi. Chłodzenie jest sygnałem wyjściowym dla szeregu procesów, które powodują szybki wzrost pędu i cebul potomnych. Zmiany w zawartości węglowodanów w cebulach i międzywęźlach obserwuje się nie tylko w czasie sadzenia ale również w czasie wzrostu po ich posadzeniu (Lambrechts i in., 1993 i 1994). Elongacja pędu jest częściowo połączona ze spadkiem zawartości sacharozy i wzrostem glukozy, co wynika ze zwiększonej aktywności inwertazy - enzymu rozkładającego sacharozę. Drugim enzymem powiązanim z wydłużaniem się pędu jest syntaza sacharozy, również odpowiedzialna za rozkład sacharozy (Balk i de Boer, 1999). Międzywęźla nie chłodzonych cebul gromadzą sacharozę, która nie jest wykorzystywana do szybkiego wzrostu i elongacji. Kolloffel i in. (1992) wykazali brak bezpośredniej korelacji między zawartością poliamin w chłodzonych cebulach a wzrostem elongacyjnym pędu. Poziom tych związków nie może być zatem wykorzystywany jako wskaźnik dla długości przeprowadzonego chłodzenia. Nie stwierdzono również wpływu chłodzenia na zawartość poliamin w pędach kwiatowych tulipanów odmiany 'Apeldoorn' (Lambrechts i in., 1993).

Stosowanie egzogennych regulatorów wzrostu w istotny sposób może wpływać na przebieg procesów wzrostu i rozwoju. Van Bragt i Zijlstra (1971) wykazali, że gibereliny wstrzykiwane do cebuli w momencie sadzenia skracają okres pędzenia w szklarni, a ich wpływ był podobny do przedłużania chłodzenia. Gibereliny nie mogą rekompensować redukcji długości pędu spowodowanej zbyt krótkim chłodzeniem. Kwas giberelinowy (GA_3) zastosowany na cebule chłodzone przez 6 tygodni w $5^{\circ}C$ powoduje wcześniejsze kwitnienie oraz skrócenie całkowitej długości pędu (Van Bragt i van Ast, 1976). Moczenie cebul narcyzów przez 2 tygodnie w roztworze kwasu giberelinowego prowadzi do przyspieszenia kwitnienia, ale nie ma wpływu na plon i jego jakość (Cocozza i Stellacci, 1980, cyt. Hanks, 1993). Traktowanie GA_3 powoduje zwiększenie długości pierwszego międzywęźla ale jednocześnie w wyniku wcześniejszego kwitnienia i redukcji elongacji ostatniego międzywęźla prowadzi do skrócenia całkowitej długości pędu (Hanks i Rees, 1980a, 1982). Suh i in. (1992) wykazali, że traktowanie cebul GA_{4+7} powoduje wcześniejsze kwitnienie oraz redukcję całkowitej długości pędu. Potwierdzili tym samym hipotezę, że gibereliny mają wpływ na długość przede wszystkim pierwszego międzywęźla.

Modyfikowanie sposobów chłodzenia i uprawy, traktowanie cebul etylenem oraz retardantami wzrostu decyduje o przebiegu pędzenia, kosztach produkcji oraz o jakości uzyskanych kwiatów.

Stosowanie etylenu na cebule tulipanów przechowywane po zbiorze przez jeden tydzień w 34⁰C przyspiesza i poprawia kwitnienie (Imanishi i in., 1992). Podlewanie narcyzów i tulipanów roztworem etefonu redukuje długość pędu kwiatowego i liści (Moe, 1980).

Paklobutrazol podany w formie opryskiwania wpływa korzystnie na plon cebul tulipana i ich przydatność do pędzenia (Laskowska i Durlak, 1995). Zastosowanie retardantów umożliwia uprawę w doniczkach niektórych gatunków roślin cebulowych tradycyjnie uprawianych na kwiat cięty. Retardantem wzrostu zalecanym do skarłania tulipanów jest ancymidol, stosowany doglebowo. Hamuje on wzrost międzywęzli oraz ogranicza papierowatość kwiatów (Nowak, 1992). Zastosowanie paklobutrazolu i ancymidolu na tulipany powoduje zadowalającą redukcję ich wysokości. Moczenie cebul w paklobutrazolu zdaniem Mc Daniel'a (1990) jest bardziej efektywnym sposobem skarłania niż podlewanie nim roślin.

2.2. Światło jako czynnik modyfikujący wzrost i kwitnienie narcyzów i tulipanów.

Światło stanowi podstawowe źródło energii wykorzystywanej przez rośliny w procesie fotosyntezy, czyli w przetwarzaniu energii promieniowania w energię chemiczną magazynowaną w substancjach zapasowych. Wpływa też na przebieg licznych procesów zachodzących w roślinie. Procesy te, obejmujące wzrost i rozwój roślin, indukowane przez światło i niezależne od fotosyntezy, określa się mianem fotomorfogenezy.

Światło może wywołać efekt fizjologiczny tylko wtedy gdy zostanie pochłonięte przez odpowiedni fotoreceptor. Udział światła w fotosyntezie jest uwarunkowany jego pochłonięciem przez specyficzny barwnik - chlorofil. Ponieważ światło bierze udział również w innych niż fotosynteza procesach, musi zatem istnieć w roślinie system innych barwników absorbujących światło o różnej długości fali - od ultrafioletowego do dalekiej czerwieni. W skład tego systemu wchodzi fitochrom i kryptochrom. Fitochromy to najprawdopodobniej jedyne barwniki odpowiedzialne za pochłanianie światła czerwonego i dalekiej czerwieni. Wykryto je u wszystkich roślin wyższych oraz u większości roślin niższych i glonów. Fitochromy absorbują przede wszystkim zakres światła widzialnego pomiędzy 600nm a 800nm. Kryptochrom to fotoreceptor światła niebieskiego odpowiedzialny między innymi za ruchy aparatów szparkowych, zjawisko fototropizmu oraz wiele innych procesów wywołanych przez światło o długości fali od 370nm do 500nm (Batschauer, 1998; Kopcewicz i Lewak, 1998; Ahmad, 1999).

Wymagania świetlne pędzonych roślin cebulowych nie są duże w aspekcie fotosyntezy ponieważ w cebulach zgromadzone są materiały zapasowe. Do uzyskania prawidłowego pokroju roślin w procesie fotomorfogenezy potrzebna jest niewielka ilość światła (Gude i in., 1996). Wassink (1965) wykazał, że światło jest niezbędne do elongacji ostatniego międzywęźla ale nie jest konieczne do osiągnięcia pełni kwitnienia.

Oprócz powszechnie znanego, tradycyjnego sposobu pędzenia tulipanów, narcyzów i hiacyntów w szklarni, istnieje możliwość prowadzenia tego zabiegu w różnych budynkach gospodarczych przy sztucznym świetle. Do tego celu nadają się magazyny i piwnice nie wykorzystywane w okresie zimy. W Europie Zachodniej od wielu lat pomieszczenia charakteryzujące się dobrą izolacją cieplną są używane do pędzenia roślin cebulowych w sezonie jesienno-zimowym. Niewątpliwą zaletą tej

uprawy jest możliwość prowadzenia jej w mniej kosztownych obiektach niż szklarnie, w całkowicie kontrolowanych warunkach i przy zautomatyzowanej obsłudze (Strojny, 1971; Hoogeterp, 1980).

Porównując rezultaty pędzenia tulipanów w szklarni z wynikami pędzenia w pomieszczeniach ze sztucznym oświetleniem stwierdzono, że łodygi i liście wybarwiają się wprawdzie nieco mniej intensywnie, jednak jakość kwiatów nie ulega pogorszeniu, a często wręcz przeciwnie – przewyższa jakość kwiatów uzyskanych w świetle dziennym. Zaobserwowano również, że tulipany pędzone przy świetle sztucznym tworzą pędy o 5 do 10 cm dłuższe (Pagter, 1972; Rasmussen, 1973; Templing i Verbruggen, 1973). Rasmussen (1973) sugeruje ponadto, że sztuczne światło może chronić kwiaty i liście przed chorobami grzybowymi. Pędzenie tulipanów sposobem specjalnym przy zastosowaniu sztucznego oświetlenia umożliwia uzyskanie kwitnących roślin już na przełomie listopada i grudnia.

Chłodzenie cebul tulipanów odmian mających tendencję do wydłużania się roślin podczas pędzenia przy sztucznym świetle należy skrócić o jeden tydzień (Stajszczak i Szlachetka, 1990).

Strojny (1971) zaleca stosowanie 12 godzinnego dnia w celu uzyskania roślin wysokiej jakości. Poddawanie cebul działaniu światła sztucznego przez dłuższy czas nie jest szkodliwe, ale nie przynosi żadnych korzyści. Nie jest istotne czy oświetlenie jest włączone w dzień czy w nocy. Jeśli istnieje możliwość korzystania z podwójnej taryfy za energię elektryczną, wskazane jest oświetlanie w godzinach nocnych (to zmniejsza koszty). Rees (1972) zauważył, że pędy uzyskane z cebul poddanych pełnemu chłodzeniu wydłużają się szybciej w warunkach dnia długiego. Zatem kontrolowana długość dnia może być wykorzystana jako narzędzie w regulowaniu wzrostu tulipanów pod warunkiem, że nie spowoduje innych niekorzystnych reakcji. Jerzy (1978, 1980a) wykazał, iż dla tulipanów pędzonych metodą standardową i specjalną długość dnia wynosząca 6 godzin jest wystarczająca. Pozwala ona uzyskać kwiaty odpowiadające wymogom jakościowym stawianym przez rynek. Jednocześnie zaobserwował, że stosowanie dłuższego dnia nie przyspiesza w istotnej mierze kwitnienia. Wyniki te zostały potwierdzone przez Hanksa i Reesa (1979 i 1980), którzy stwierdzili, że fotoperiod nie ma wpływu na termin kwitnienia. Jednocześnie zauważyli, że tulipany pędzone metodą tradycyjną i uprawiane w temperaturze 18⁰C tworzą dłuższe pędy w warunkach dnia długiego. W przypadku cebul chłodzonych w temperaturze +5⁰C nie zaobserwowano takiej reakcji. Cebule tulipanów pędzone przy dniu wynoszącym 8

godzin tworzą najkrótsze pędy. Zastosowanie 12 i 16 godzinnego dnia prowadzi do uzyskania dłuższych pędów, nie ma natomiast wpływu na wielkość i jakość kwiatów (Hanks i Rees, 1980b). Gude i in. (1996) zastosowali 24 godzinny fotoperiod w pędzeniu tulipanów i hiacyntów, powodując tym samym skrócenie okresu pędzenia, a w przypadku tulipanów również zwiększenie długości pędów i biosyntezy chlorofilu.

Dzień trwający 6 godzin okazał się wystarczający do produkcji narcyzów wysokiej jakości (Piszczek i Jerzy, 2000). Nie stwierdzono istotnych różnic w terminie kwitnienia i jakości roślin między cebulami pędzonymi przy 6, 9 i 12 godzinnym dniu.

Wymagania świetlne cebulowych roślin ozdobnych odnoszące się do natężenia światła są różne. Dąbrowski (1967), powołując się na źródła zagraniczne, zaleca dla tulipanów zastosowanie natężenia oświetlenia w granicach 200-250 lx. Schoser (1966) uważa za najbardziej wskazane zastosowanie światła o natężeniu 2000 lx, natomiast Templing i Verbruggen (1973) uważają, że konieczne do pędzenia narcyzów i tulipanów jest światło o natężeniu 1000 lx. W badaniach nad wzrostem i kwitnieniem tulipanów pędzonych metodą standardową wystarczająco silne okazało się światło o natężeniu 250 lx (Jerzy, 1979 i 1980a). Tulipany pędzone metodą $+5^{\circ}\text{C}$ korzystniej reagowały na światło o natężeniu 1000 lx, kwitły bowiem o 3-5 dni wcześniej.

Krause (1984) zaleca pędzenie narcyzów przy świetle o natężeniu 2000 lx przez 10-12 godzin na dobę. Piszczek i Jerzy (2000, 2001) stwierdzają natomiast, że narcyzy pędzone z cebul chłodzonych w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ wymagają światła o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, co odpowiada natężeniu 1000 lx w świetle białym. Zwiększenie ilości światła do $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ nie przyspiesza kwitnienia. Nie wpływa także na wielkość i masę pędu oraz na jakość kwiatów. Korzystny wpływ dotyczy jedynie intensywności zabarwienia kwiatów i liści.

W praktyce ogrodniczej jako źródeł światła używa się różnego rodzaju lamp. Lampy żarowe mają małą wydajność, a przy tym szybko podnoszą temperaturę w pomieszczeniu, co może niekorzystnie wpływać na jakość pędzonych roślin. Również lampy rtęciowo-żarowe emitują względnie dużo energii promienistej w zakresie podczerwieni (Jerzy, 1980b). Udział promieniowania podczerwonego w widmie tych lamp wynosi odpowiednio 40% u lampy rtęciowo-żarowej i ponad 50% u lampy żarowej, podczas gdy udział podczerwieni w widmie lamp rtęciowych jest znacznie mniejszy i waha się w zależności od typu lampy od 10 do 15%. Lampy sodowe to lampy wysokoprężne o mocy od 400 do 600 W emitujące światło żółte. Bardzo często jako źródło światła proponowane są lampy fluorescencyjne o świetle zimno białym,

gdyż ich widmo jest bogate w promieniowanie czerwone i niemal pozbawione dalekiej czerwieni. Jerzy (1980b) badając wpływ różnych źródeł światła na wzrost i kwitnienie tulipanów wykazał, iż zastosowanie lamp żarowych lub rtęciowo-żarowych pozwala na skrócenie okresu pędzenia w porównaniu z lampami rtęciowymi lub światłem dziennym. Zastosowane w doświadczeniu źródła światła sztucznego nie miały istotnego wpływu na długość kwiatu oraz barwę kwiatu i liści. Pędy utworzone przez cebule traktowane światłem sztucznym, niezależnie od rodzaju użytej lampy były istotnie dłuższe i cięższe niż pędy uzyskane przy świetle dziennym. Piszczek i in. (1996) wykazali, iż narcyzy pędzone przy sztucznym świetle, którego źródłem były lampy sodowe, kwitły nieco później niż rośliny zebrane przy świetle naturalnym. W świetle sztucznym i przy zastosowaniu lamp sodowych typu WLS można uzyskać w okresie zimowym kwitnące narcyzy nie gorszej jakości jak w szklarni.

Stosowanie kilkudniowych okresów ciemności, ewentualnie pędzenie cebul przy braku światła pozwala na modyfikowanie wzrostu i pokroju roślin. Ciemność może być częściowym substytutem chłodzenia (Okubo i Uemoto, 1990). Wzrost roślin przy braku światła powoduje zwiększenie ilości giberelin, co z kolei prowadzi do mniejszej redukcji wysokości tulipanów pędzonych z cebul nie chłodzonych. Pędy tulipanów rosnące w ciemności są dłuższe od tych rosnących w świetle (Alpi i de Hertogh, 1975) co wynika z intensywnego wydłużania się pierwszego międzywęzła (Okubo i Uemoto, 1984a). Stosowanie zaciemniania może pomóc producentom dokładnie kontrolować długość pędów. Wprowadzenie 5-dniowego okresu ciemności w czasie gwałtownego wzrostu tulipanów powoduje wydłużenie się pierwszego międzywęzła. Jest to zatem skuteczny i tani sposób na uzyskanie długich tulipanów, pożądanych w produkcji na kwiat cięty (Okubo i Uemoto, 1984b). Umożliwia również wykorzystanie szczególnie dekoracyjnych odmian pierwotnie przeznaczonych do uprawy doniczkowej.

Skład światła, a zwłaszcza udział w nim fal z zakresu czerwieni i dalekiej czerwieni wpływa na morfologię roślin (Brown i in., 1995; Moe, 1997). Ważne dla wzrostu i morfologii rośliny jest również promieniowanie w zakresie niebieskim i ultrafioletowym (Barnes i Bugbee, 1992). Światło może mieć wpływ na zawarte w roślinach substancje wzrostowe poprzez stymulowanie bądź hamowanie ich syntezy, rozkładu i uwalniania z form związanych. Może również zmieniać wrażliwość tkanki na ich działanie a także regulować ich transportem w roślinie. U roślin cebulowych dnia długiego tworzenie się cebul i ich dojrzewanie jest przyspieszone w warunkach zwiększonej ilości dalekiej czerwieni (Ballare i in., 1992). Światło czerwone stymuluje

wytwarzanie giberelin, które wpływają korzystnie na wzrost wydłużeniowy pędów a także powiększanie się liści (Kopcewicz i in., 1992). Tulipany i hiacynty doświetlane w szklarni światłem czerwonym kwitną wcześniej i tworzą dłuższe pędy (Tonecki, 1998). Gude i Dijkema (1992) podają, że światło niebieskie powoduje poprawę jakości pędzonych tulipanów, tworzą one pędy dłuższe ale sztywne oraz lepiej wybarwione kwiaty. Okres pędzenia ulega znacznemu skróceniu pod wpływem doświetlania światłem niebieskim lub czerwonym, w porównaniu do roślin doświetlanych światłem ogrodniczym lub nie doświetlanych (Bach i in., 1997). Pędzenie tulipanów jedynie przy świetle niebieskim doprowadza do uzyskania roślin o pędach nadmiernie wydłużonych i o wyraźnie osłabionej sztywności (Bach i in., 1998). W doświadczeniach Suh (1997) światło niebieskie i daleka czerwień podobnie jak ciemność powodowały wydłużanie się pierwszego i drugiego międzywęzła. Rodzaj światła nie miał natomiast wpływu na termin kwitnienia i wielkość kwiatu. Wyniki wielu doświadczeń pokazują, że można w istotny sposób wpływać na wzrost i rozwój roślin stosując w trakcie uprawy światło o określonym składzie spektralnym.

3. Materiał i metody

3.1. Badania nad wzrostem i kwitnieniem narcyzów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.

Doświadczenie przeprowadzono w czterech terminach: bardzo wczesnym od 10 listopada 1996 r., wczesnym od 22 grudnia 1996 r., późnym od 2 lutego 1997 r. i bardzo późnym od 15 marca 1997 r.

Do badań przeznaczono 7 odmian narcyzów, wywodzących się od gatunków *Narcissus pseudonarcissus* i *Narcissus poeticus*:

- ‘Ice Follies’ - odmiana z grupy narcyzów wielkoprzykoronkowych, listki okwiatu ma kremowobiałe, prawie okrągłe, przykoronek jest płaski, bardzo jasny, żółty, w miarę przekwitania kwiatów bielejący, pęd jest sztywny, długości 40-47 cm (ryc.1),
- ‘Johann Strauss’ - odmiana z grupy wielkoprzykoronkowych, dwubarwnych, listki okwiatu ma białe, przykoronek pomarańczowy, pęd jest sztywny, długości 40-47 cm (ryc.2),
- ‘Yellow Sun’ - odmiana z grupy wielkoprzykoronkowych, listki okwiatu są bardzo duże, jasnożółte, przykoronek jest ciemniejszy, złotożółty, pęd jest sztywny, długości 40-47 cm (ryc.3),
- ‘Prof. Einstein’ - odmiana z grupy wielkoprzykoronkowych, dwubarwnych, listki okwiatu ma białe, przykoronek czerwony, kwiaty średniej wielkości, pęd jest wiotki, długości 39-46 cm (ryc.4),
- ‘King Alfred’ - odmiana z grupy narcyzów trąbkowych, kwiaty średniej wielkości, cytrynowożółte, z wąskim przykoronkiem o wyraźnie odgiętym brzegu, pęd jest sztywny, długości 40-45 cm (ryc.5),
- ‘Unsurpassable’ - odmiana z grupy trąbkowych, kwiaty ma duże, intensywnie żółte, z szerokim, głęboko wcinanym przykoronkiem, pęd jest sztywny, długości 43-48 cm (ryc.6),
- ‘Aflame’ - odmiana z grupy narcyzów o małym przykoronku, kwiaty ma dość duże, o białych listkach okwiatu z zielonkawożółtym odcieniem, przykoronek jest krótki, talerzykowaty, pomarszczony, pomarańczowoczerwony, brzeg przykoronka jest karbowany, wcinany, pęd jest sztywny, długości 40-45 cm (ryc.7).



Ryc. 1. Odmiana 'Ice Follies'



Ryc. 2. Odmiana 'Johann Strauss'



Ryc. 3. Odmiana 'Yellow Sun'



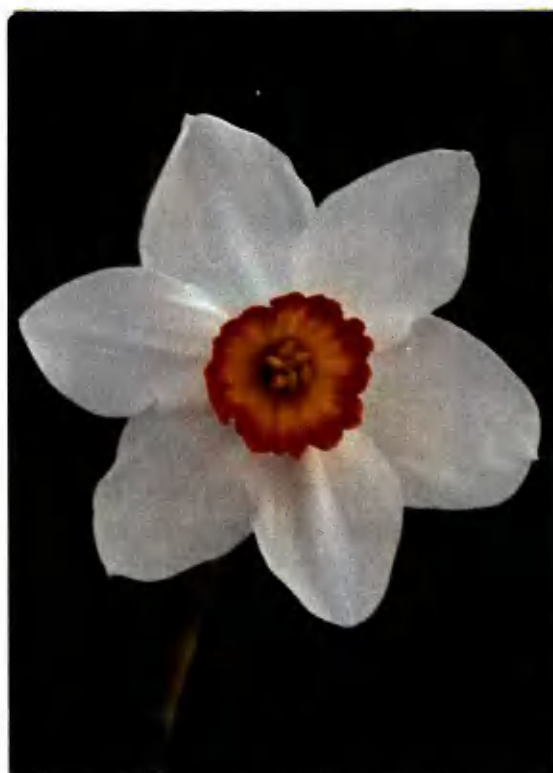
Ryc. 4. Odmiana 'Prof. Einstein'



Ryc. 5. Odmiana 'King Alfred'



Ryc. 6. Odmiana 'Unsurpassable'



Ryc. 7. Odmiana 'Aflame'

W pierwszym terminie pędzenia nie wykorzystano odmian trąbkowych ('King Alfred' i 'Unsurpassable'). Przed rozpoczęciem pędzenia cebule chłodzono przez 10 tygodni w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$.

Jedną partię cebul chłodzono w skrzynkach „na mokro” tj. razem z podłożem, do którego zostały posadzone przed umieszczeniem w chłodni, drugą chłodzono „na sucho” - bez podłoża, do którego zostały posadzone dopiero po zakończeniu chłodzenia w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$.

Cebule I wyboru, w tym podwójne i potrójne, sadzono do skrzynek o wymiarach 40x60x10cm z ziemią ogrodową z 25% domieszką torfu wysokiego.

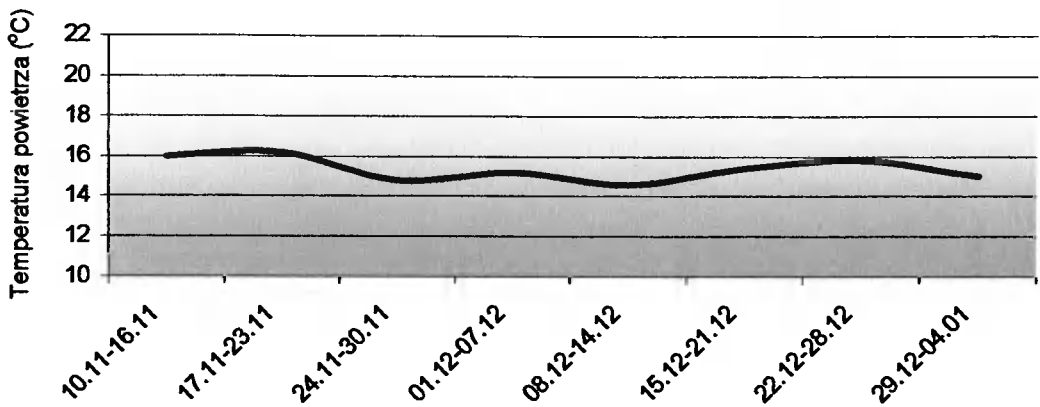
Temperaturę powietrza i podłoża oraz wilgotność względną powietrza w okresie pędzenia roślin w szklarni przedstawiono na rycinach 8-11.

W każdym terminie pędzenia jedna kombinacja doświadczenia (odmiana x sposób chłodzenia) obejmowała 30 cebul.

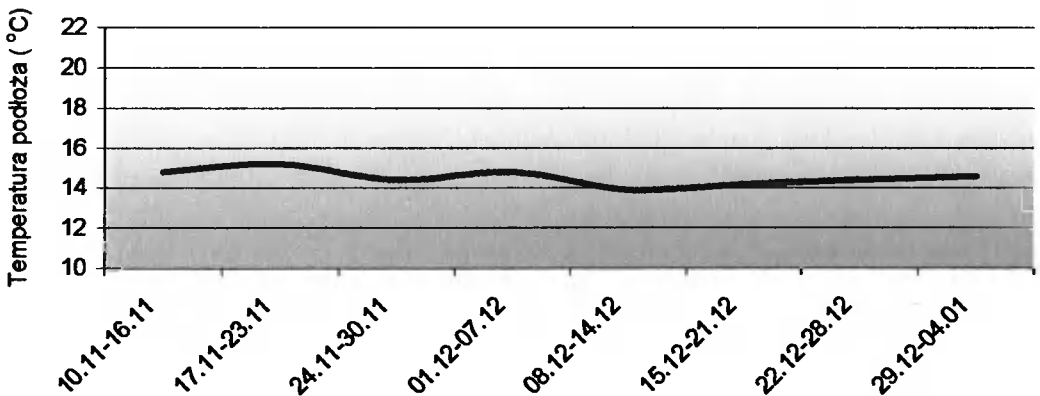
Długość okresu pędzenia obliczono w oparciu o średnią ważoną datę osiągnięcia przez rośliny stadium dojrzałości handlowej. Wyznaczał ją początek kwitnienia roślin tj. moment, w którym lekko rozchylone pąki zaczynały się zabarwiać.

Po zakończeniu pędzenia, w stadium pełni kwitnienia roślin mierzono ich długość (od miejsca ścięcia pędu do wierzchołka przykoronka), średnicę okwiatu, średnicę i wysokość przykoronka oraz długość najdłuższego liścia na roślinie. Określano również masę pędu, po jego odcięciu od cebuli, oraz porównywano barwę okwiatu, przykoronka i liści, przy użyciu katalogu RHSCC (1966).

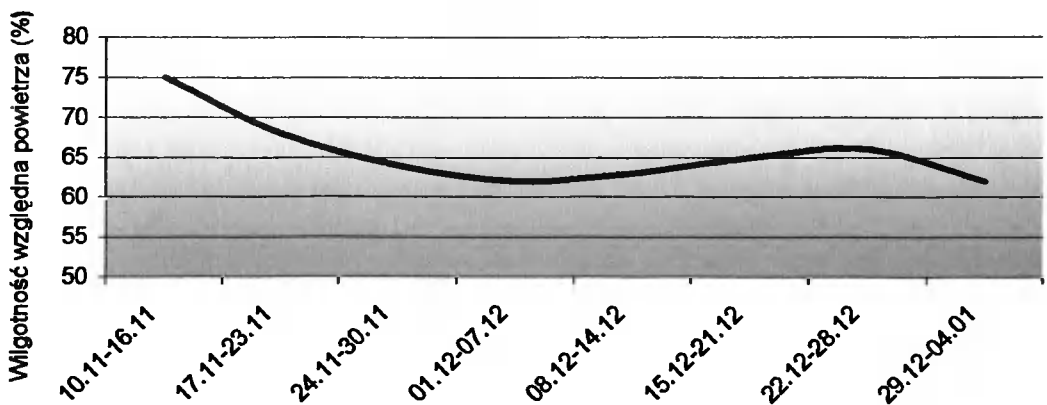
Wyniki pomiarów opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniano testem t-Studenta. NIR obliczono odrębnie dla każdego terminu pędzenia roślin.



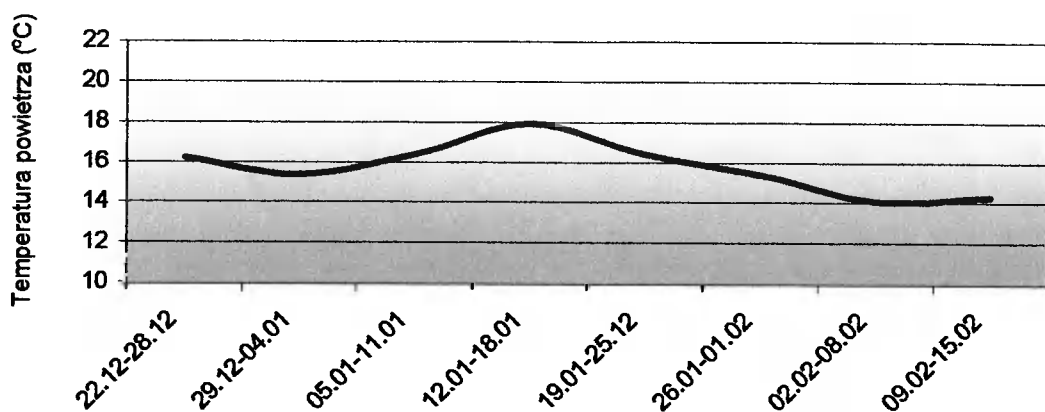
Ryc. 8a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie bardzo wczesnym



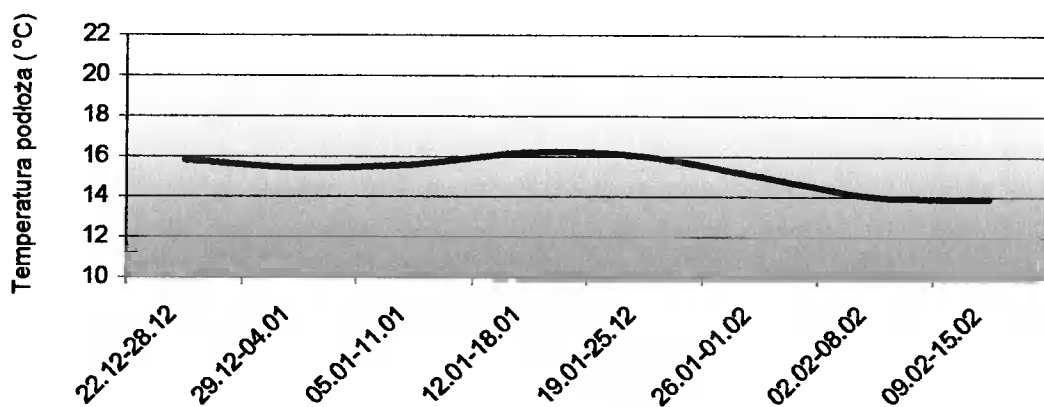
Ryc. 8b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie bardzo wczesnym



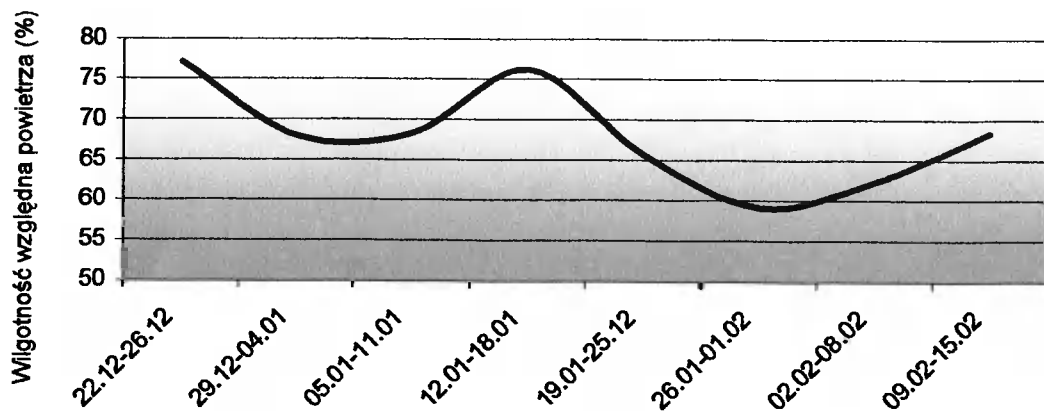
Ryc. 8c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie bardzo wczesnym



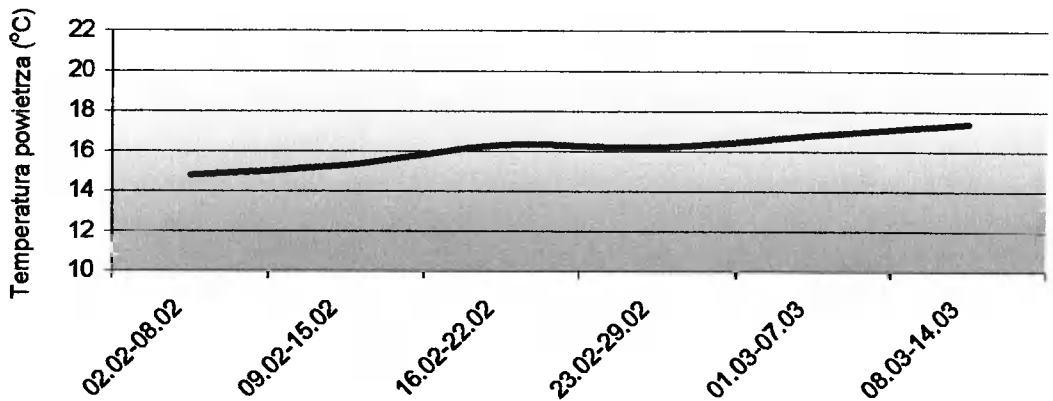
Ryc. 9a. Średnia dobową temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie wczesnym



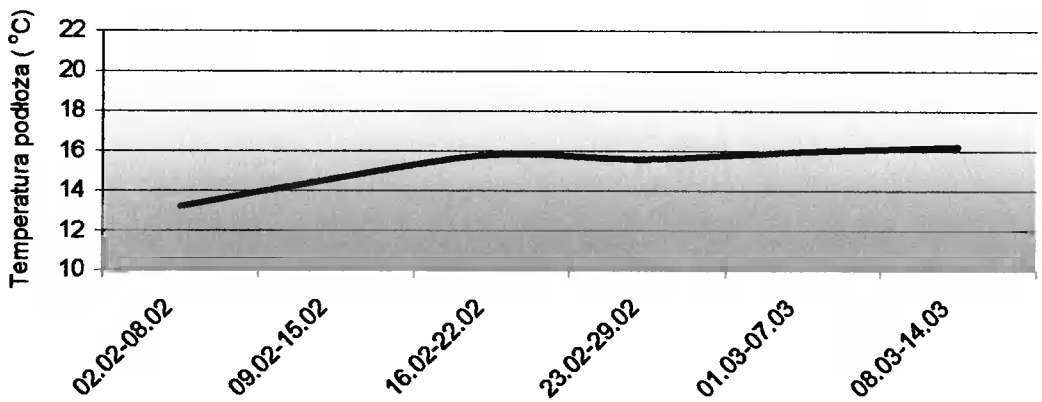
Ryc. 9b. Średnia dobową temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie wczesnym



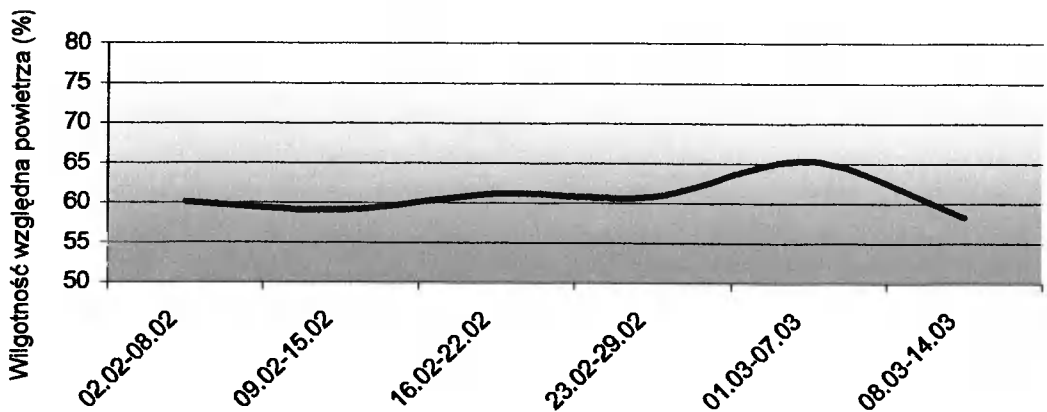
Ryc. 9c. Średnia dobową wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie wczesnym



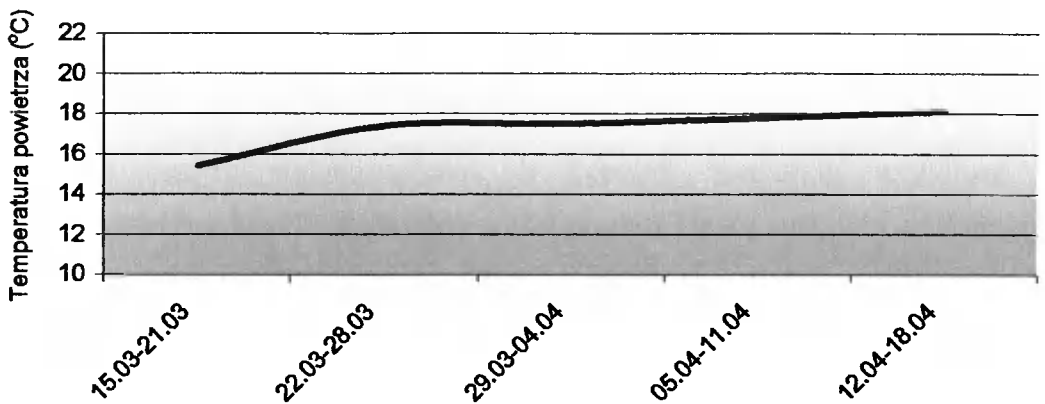
Ryc. 10a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie późnym



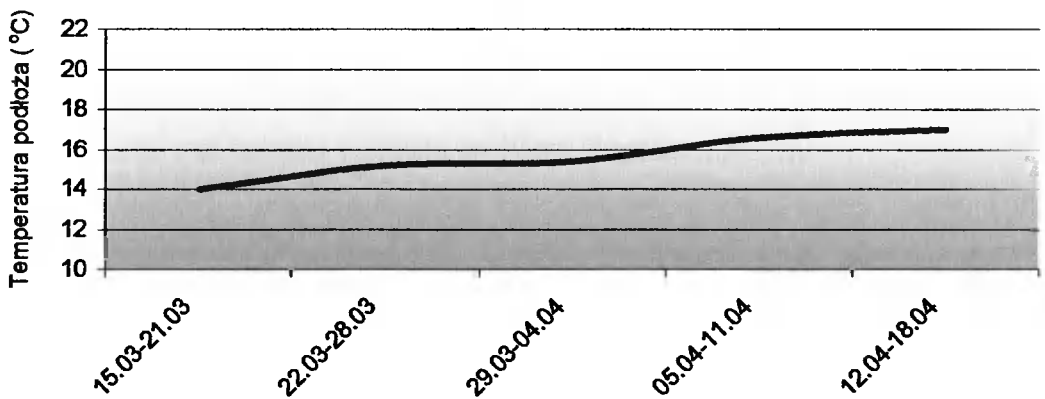
Ryc. 10b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie późnym



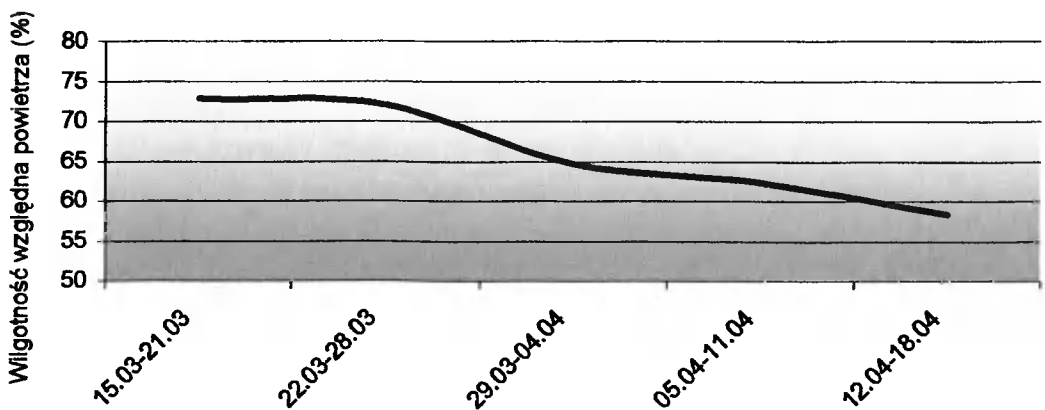
Ryc. 10c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie późnym



Ryc.11a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie bardzo późnym



Ryc.11b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie bardzo późnym



Ryc.11c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów w terminie bardzo późnym

3.2. Badania nad wzrostem i kwitnieniem tulipanów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.

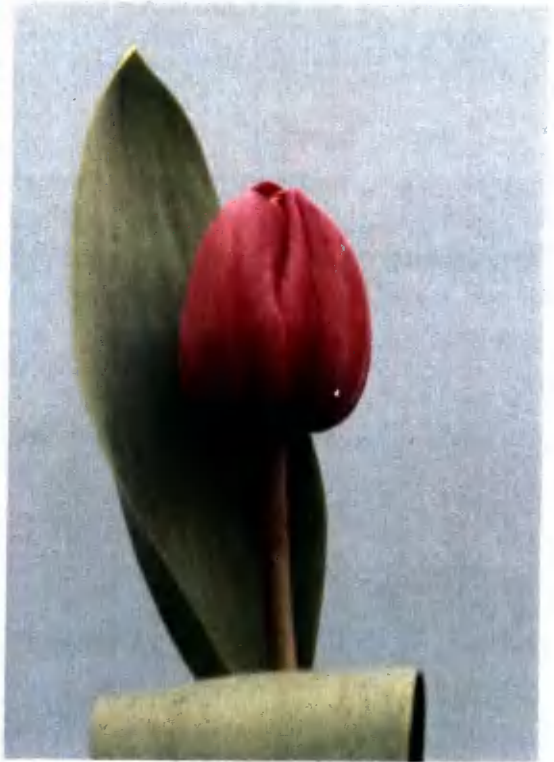
Doświadczenie przeprowadzono w czterech terminach: wczesnym od 28 listopada 1997 r., średnio wczesnym od 19 grudnia 1997 r., późnym od 9 stycznia 1998 r. i bardzo późnym od 30 stycznia 1998 r.

Materiałem badawczym było 7 odmian tulipanów:

- ‘Apeldoorn’ – odmiana z grupy mieszańców Darwina, kwiaty mają barwę pomarańczowo szkarłatną, a nasada płatków żółtą, pęd jest sztywny i dorasta do 60 cm długości (ryc.12),
- ‘Blue Ribbon’ – odmiana z grupy Triumph, kwiaty o barwie fioletowoburaczkowej mają delikatny, biały nalot, nasada płatków jest nieco jaśniejsza, a ich brzegi są lekko skrzycone do środka, pęd jest sztywny, długości 37-43 cm (ryc.13),
- ‘Carola’ – odmiana z grupy Triumph, kwiaty są różowe, z kremowobiałą nasadą płatków, pęd jest sztywny i dorasta do 40 cm długości (ryc.14),
- ‘Don Quichotte’ – odmiana z grupy Triumph, kwiaty mają barwę lilioworóżową, nasada płatków jest nieco jaśniejsza, w miarę dojrzewania końce płatków odchylają się na zewnątrz, pęd jest sztywny, długości powyżej 46 cm (ryc.15),
- ‘Hollandia’ – odmiana z grupy Triumph, kwiaty o barwie czerwonej mają nasadę płatków jasnozieloną, pęd jest sztywny długości 37-43 cm (ryc.16),
- ‘Leen van der Mark’ – odmiana z grupy Triumph, kwiaty w kolorze czerwieni biskupiej z żółtą, bielejącą obwódką na brzegach płatków, nasada płatków jest zielonokremowa, pęd jest sztywny i dorasta do 50 cm (ryc.17),
- ‘Yokohama’ – odmiana z grupy tulipanów pojedynczych wczesnych, kwiaty są barwy złotożółtej, nasada płatków jest żółta, a ich brzegi są lekko zwinięte do środka, pęd jest sztywny, długości 37-40 cm (ryc.18).



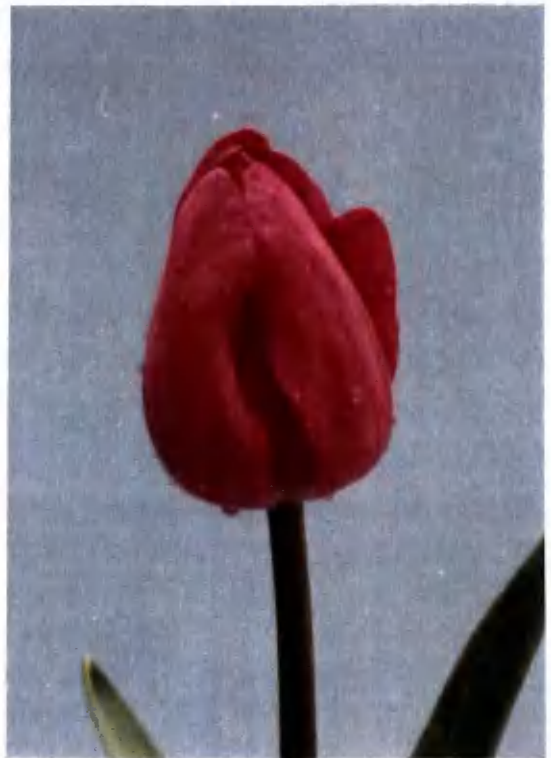
Ryc. 12. Odmiana 'Apeldoorn'



Ryc. 13. Odmiana 'Blue Ribbon'



Ryc. 14. Odmiana 'Carola'



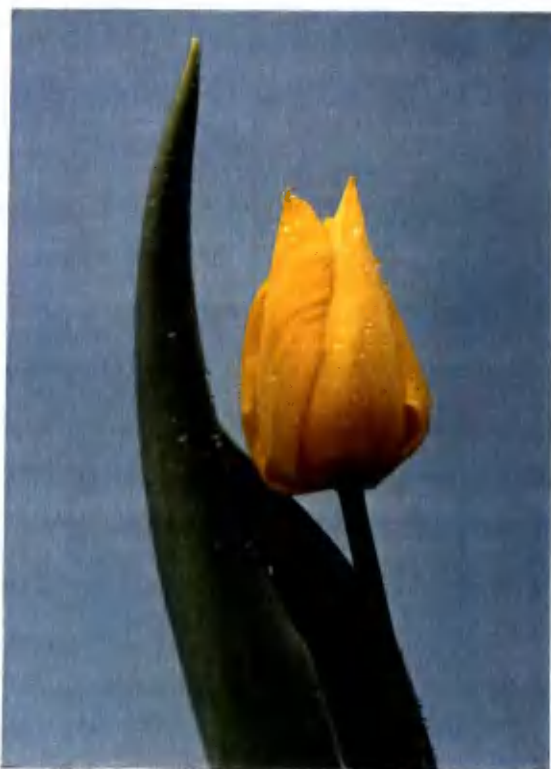
Ryc. 15. Odmiana 'Don Quichotte'



Ryc. 16. Odmiana 'Hollandia'

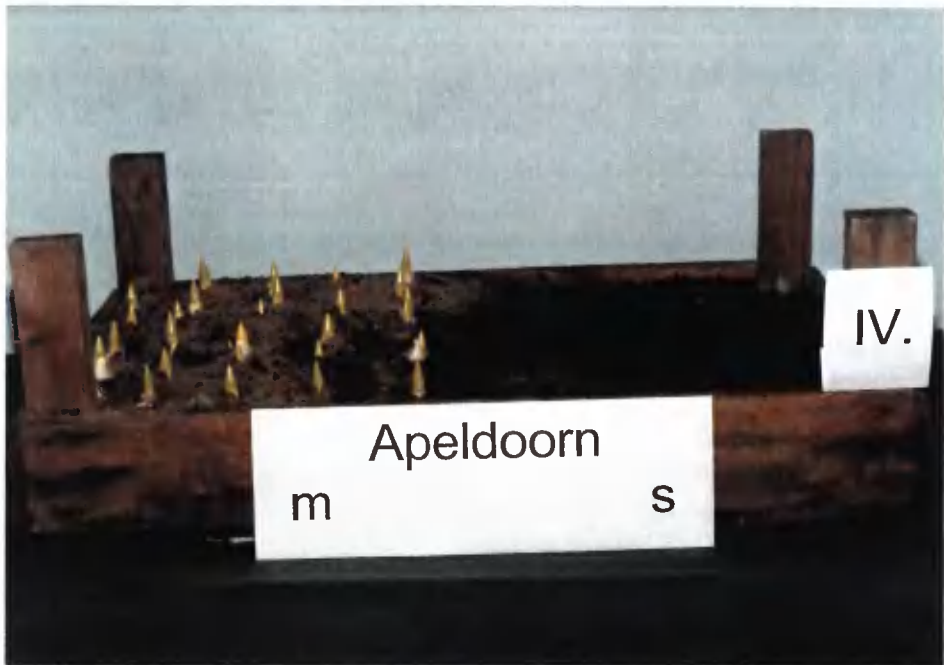


Ryc. 17. Odmiana 'Leen van der Mark'



Ryc. 18. Odmiana 'Yokohama'

Przed rozpoczęciem pędzenia cebule chłodzono przez 12 tygodni w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$. Do chłodzenia przeznaczono po 60 cebul każdej odmiany. Były to cebule I wyboru o obwodzie powyżej 12 cm. Jedną partię cebul chłodzono „na mokro” tj. razem z podłożem, drugą chłodzono „na sucho”- bez podłoża, do którego zostały posadzone po zakończeniu chłodzenia (ryc.19).

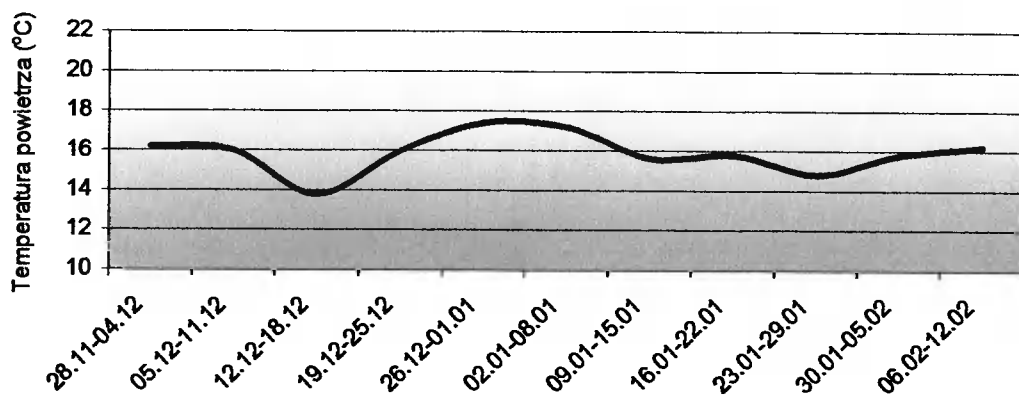


Ryc. 19. Cebule odmiany ‘Apeldoorn’ po zakończeniu chłodzenia na mokro

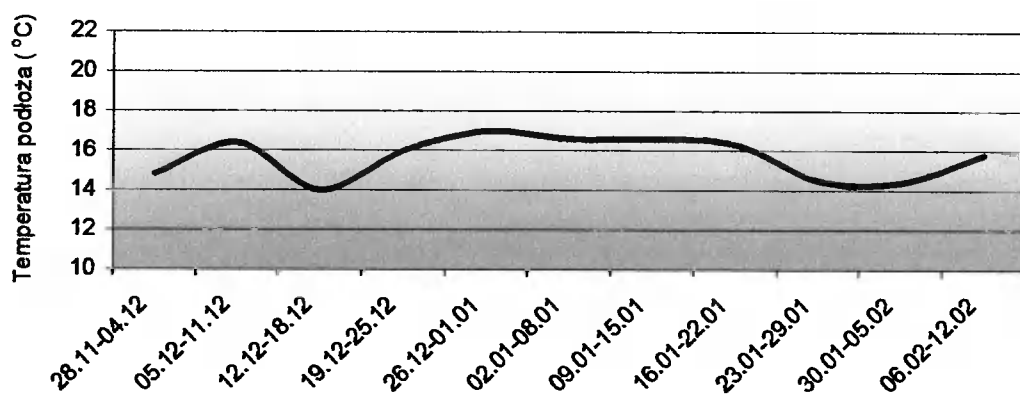
W każdym terminie pędzenia kombinacja doświadczenia (odmiana x sposób chłodzenia cebul) obejmowała 30 cebul.

Cebule sadzono do skrzynek o wymiarach 40x60x10 cm wypełnionych ziemią ogrodową z 25% domieszką torfu wysokiego. Przed posadzeniem cebule chłodzone „na sucho” zaprawiano preparatami grzybobójczymi: Topsin M-WP (0,07%), Kaptan 50WP (1%) i Sumilex (0,02%). Mieszaniną tych samych roztworów podlano cebule uprzednio chłodzone „na mokro”.

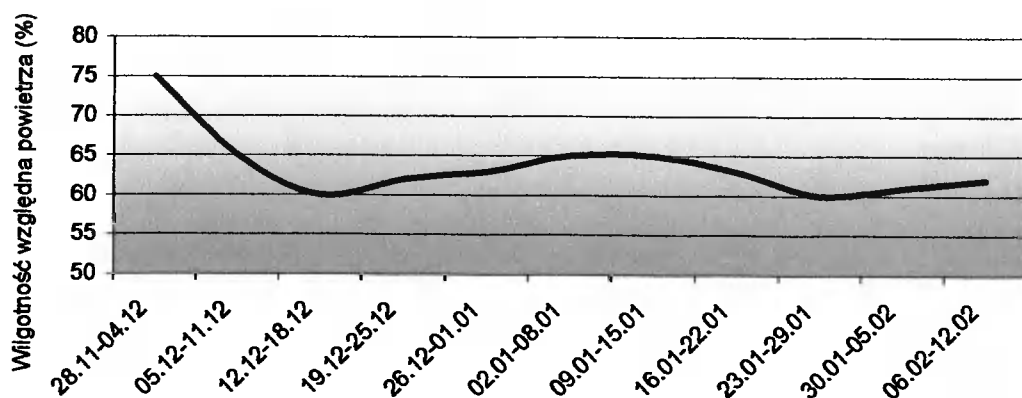
Temperaturę powietrza i podłoża oraz wilgotność względną powietrza w okresie pędzenia roślin w szklarni przedstawiono na rycinach 20-23.



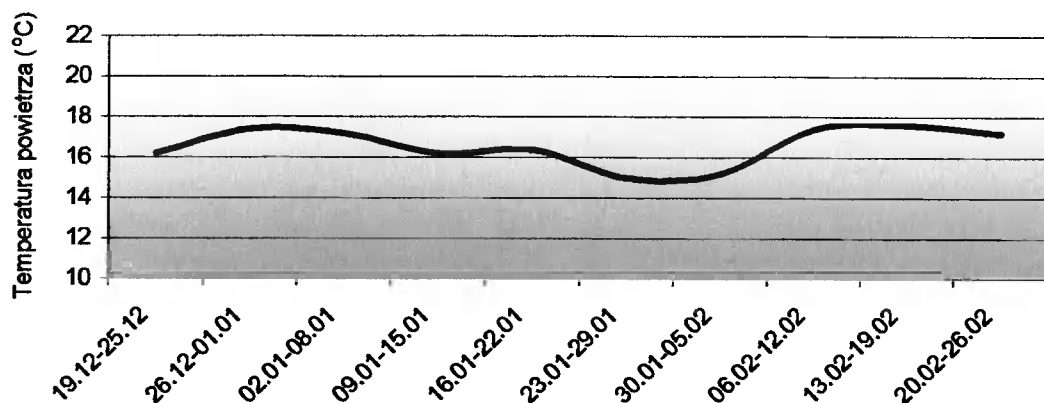
Ryc.20a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie wczesnym



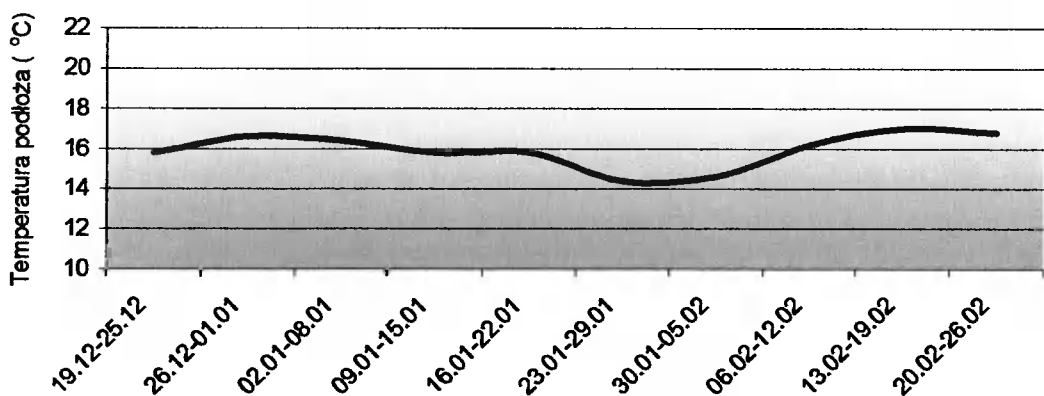
Ryc.20b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie wczesnym



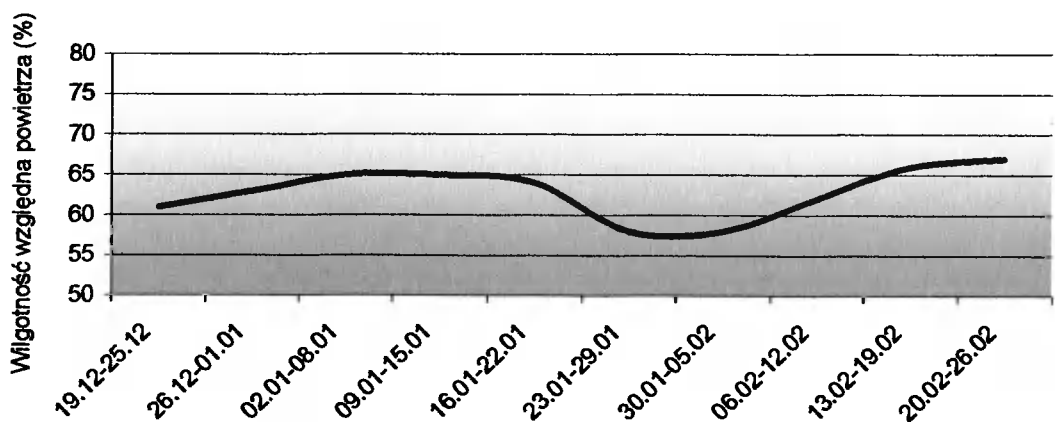
Ryc.20c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie wczesnym



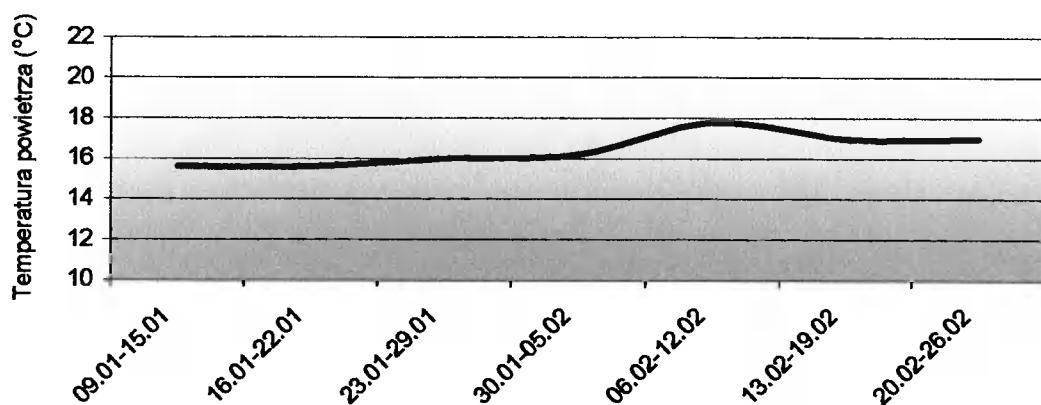
Ryc.21a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie średnio wczesnym



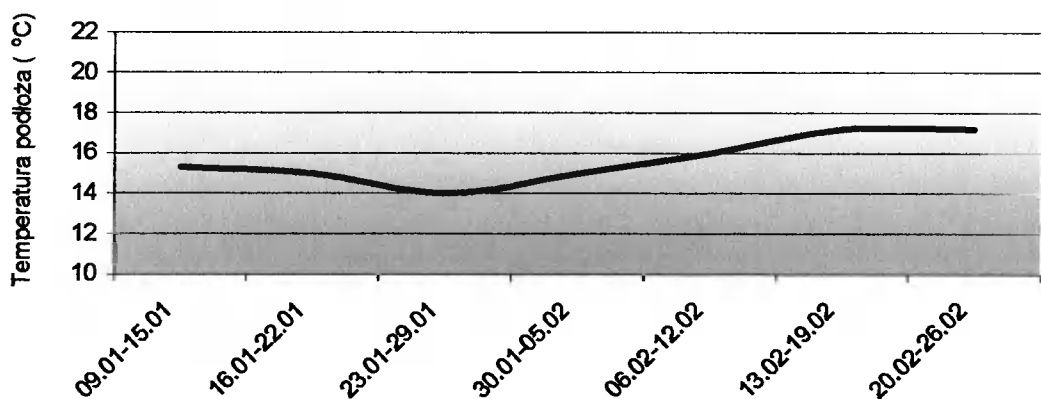
Ryc.21b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie średnio wczesnym



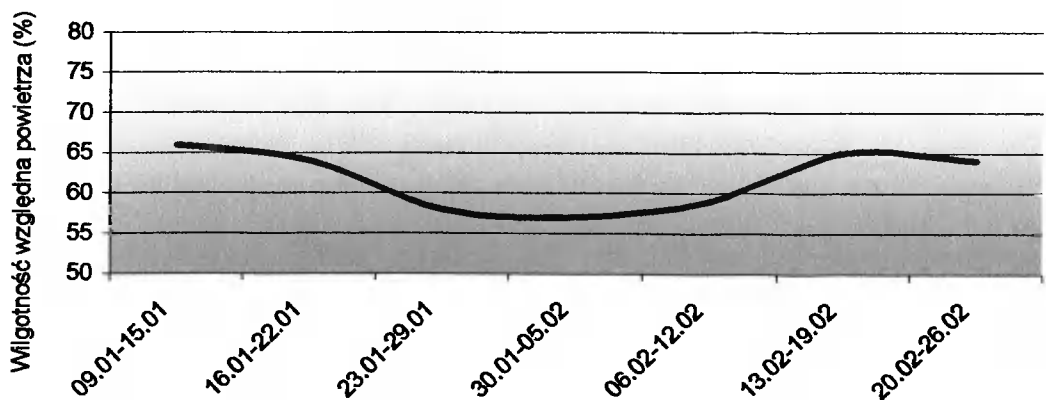
Ryc.21c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie średnio wczesnym



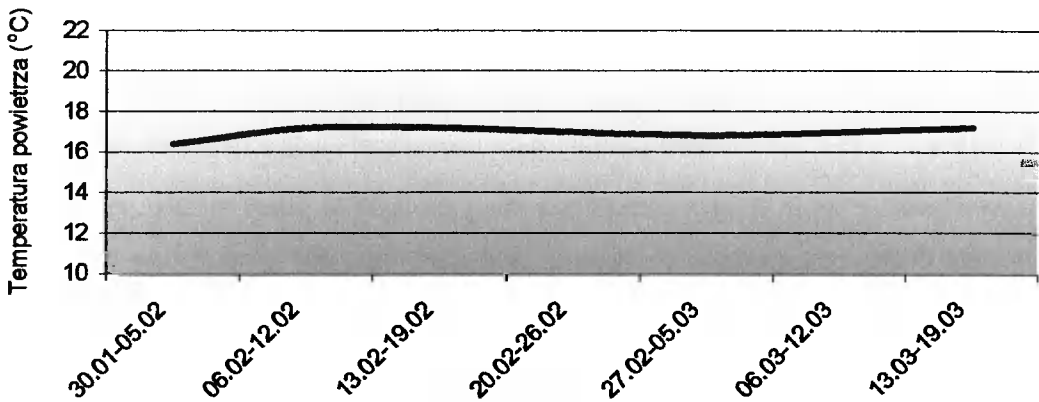
Ryc.22a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie późnym



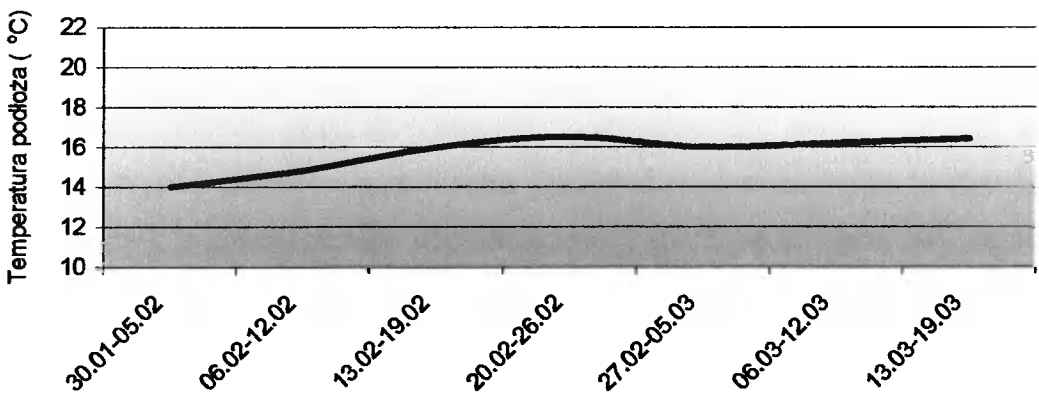
Ryc.22b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie późnym



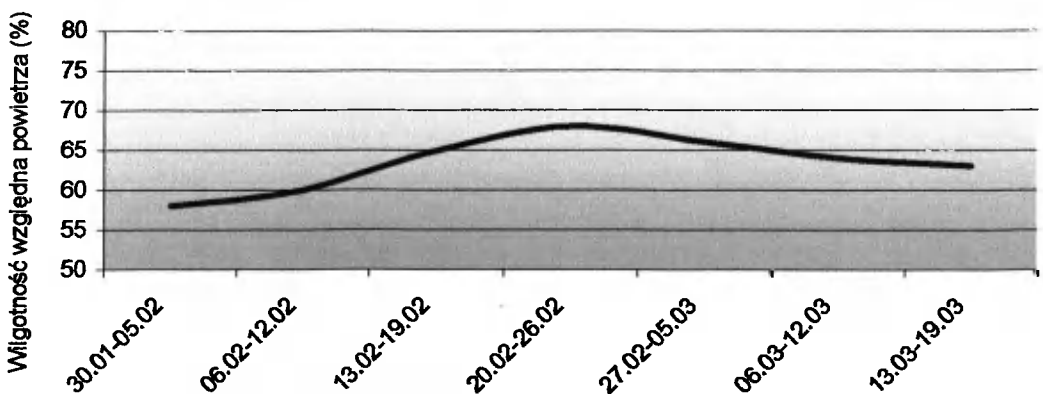
Ryc.22c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie późnym



Ryc.23a. Średnia dobowa temperatura powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie bardzo późnym



Ryc.23b. Średnia dobowa temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie bardzo późnym



Ryc.23c. Średnia dobowa wilgotność względna powietrza w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów w terminie bardzo późnym

W celu ochrony przed szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) i zgorzelą zgnilakową (*Phythium ultimum*) rośliny podlano preparatem Dithane M-45 w stężeniu 0,3%. Cebule podlano również 0,3% roztworem saletry wapniowej aby zapobiec chorobie fizjologicznej, której objawem jest przewracanie się pędów.

Zbioru dokonywano w stadium pełni kwitnienia, tzn. w momencie całkowitego wybarwienia się płatków okwiatu. Po odcięciu pędu od wierzchołka cebuli mierzono: długość pędu, masę pędu i długość kwiata. Sztywność pędów określano umownie w czterostopniowej skali, oceniając osobno łodygi i liście jako bardzo sztywne, sztywne, wiotkie i bardzo wiotkie.

Zewnętrzną i wewnętrzną barwę kwiatów oraz zewnętrzną barwę liści określano na podstawie katalogu RHSCC(1966).

Ponadto notowano termin kwitnienia oraz liczbę ubytków, tzn. cebul, które nie wydały kwiatów lub wydały kwiaty z objawami chorób fizjologicznych (np. papierowatością kwiatów).

Długość okresu pędzenia obliczono posługując się średnią ważoną datą kwitnienia. Wyniki pomiarów opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniano testem t-Studenta. NIR obliczono odrębnie dla każdego terminu pędzenia roślin.

3.3. Badania nad wzrostem i kwitnieniem narcyzów pędzonych przy świetle o różnej barwie.

W pierwszej części doświadczenia prowadzonej w warunkach krótkiego dnia i niskiego natężenia napromienienia kwantowego, pędzono rośliny w okresie od 3 grudnia 1998 r. do 3 lutego 1999 r. Do badań przeznaczono 4 odmiany narcyzów: 'Ice Follies', 'Johann Strauss', 'Yellow Sun' i 'Unsurpassable'. Opisy odmian przedstawiono w rozdziale 3.1 na stronie 22.

Przed rozpoczęciem pędzenia cebule I wyboru chłodzono przez 10 tygodni (od 24 września do 3 grudnia) w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ na sucho – bez podłoża. Po zakończeniu chłodzenia cebule posadzono do kuwet o wymiarach 30x24x6 cm, wypełnionych torfem wysokim o pH 5,5-6,5. W doświadczeniu jedna kombinacja (barwa światła x odmiana) obejmowała 40 cebul. Kuwety z cebulami umieszczono w fitotronie na 5 regałach, z których każdy wyposażony był w 4 lampy jarzeniowe emitujące światło o barwie białej, niebieskiej, czerwonej, żółtej i zielonej (ryc.24).



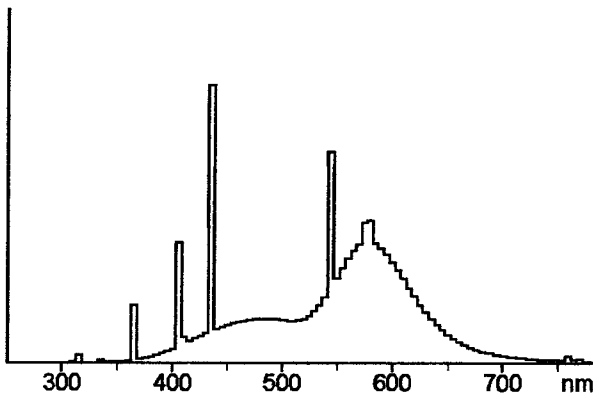
Ryc. 24. Kuwety z cebulami narcyzów umieszczone w fitotronie pod lampami o świetle białym i niebieskim

Charakterystykę widmową lamp TLD firmy Philips o mocy 36 W przedstawiono na rycinie 25. Natężenie napromienienia kwantowego na wysokości wierzchołków roślin wynosiło $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Odpowiadało to w przybliżeniu natężeniu oświetlenia 1000 lx pod lampami emitującymi światło białe, zawieszonymi na wysokości 55 cm. Długość dnia w fitotronie wynosiła 6 godzin.

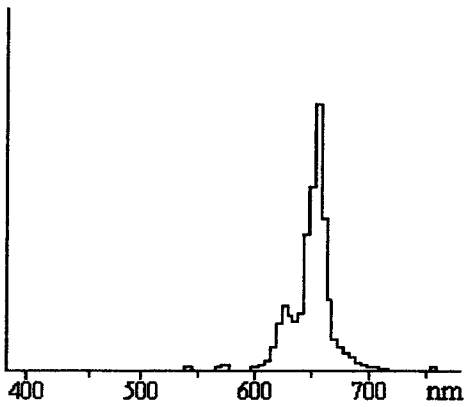
W ciągu dwóch pierwszych tygodni trwania doświadczenia temperatura powietrza wynosiła 11°C , po tym okresie została podwyższona do 16°C , a następnie w momencie wybarwiania się pąków kwiatowych obniżona do 14°C . Wilgotność względna powietrza była utrzymywana na stałym poziomie i wynosiła 70%. W czasie trwania pędzenia dwukrotnie w ciągu dnia – o godzinie 8^{00} i 14^{00} , mierzono temperaturę podłoża za pomocą termometru glebowego (ryc.26). W celu ochrony przed chorobami grzybowymi takimi jak zgorzel zgnilakowa (*Phyrium ultimum*) i szara pleśń (*Botrytis cinerea*) dwukrotnie zastosowano preparat Dithane M-45 w stężeniu 0,2%.

Obliczając długość okresu pędzenia posłużono się średnią ważoną datą osiągnięcia przez rośliny stadium dojrzałości handlowej. Wyznaczał ją początek kwitnienia roślin tj. moment, w którym pąki kwiatowe były delikatnie rozchylone i dobrze wybarwione. Za pełnię kwitnienia przyjęto stadium całkowitego rozwinięcia się pąków kwiatowych. Ścięte kwiaty poddawano ocenie, biorąc pod uwagę następujące parametry: długość pędu od miejsca ścięcia nasady pędu do wierzchołka przykoronka, średnicę okwiatu, średnicę i długość przykoronka oraz długość najdłuższego liścia na roślinie. Badaniu poddano również masę pędu, po jego odcięciu od cebuli. Określono ponadto sztywność łodyg w skali czterostopniowej oceniając je jako bardzo sztywne (4), sztywne (3), wiotkie (2) i bardzo wiotkie (1). Barwę kwiatów i liści oceniano według katalogu RHSCC (1966).

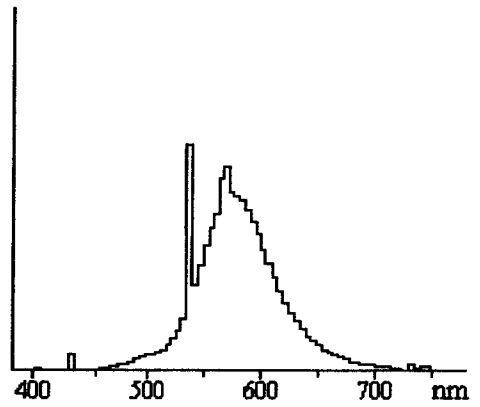
Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniono testem Newmana-Keulsa. Udział roślin o różnej sztywności łodyg porównywano testem t-Studenta dla wskaźników struktury.



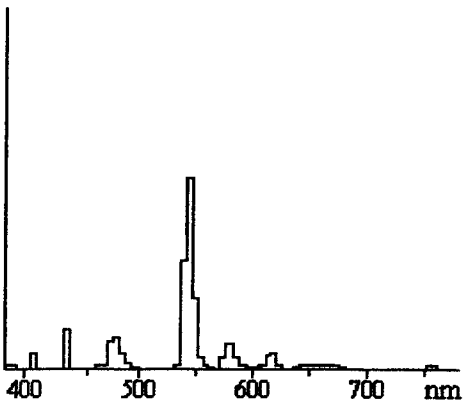
TLD 33 – światło białe



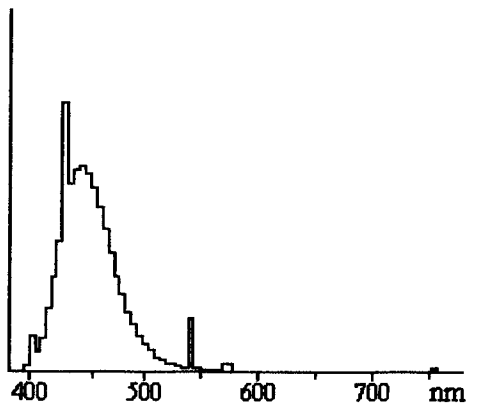
TLD 15 – światło czerwone



TLD 16 – światło żółte

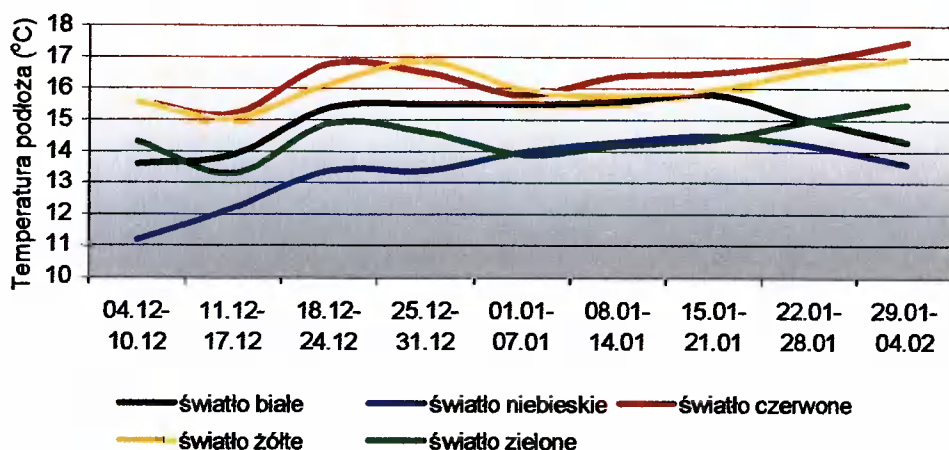


TLD 17 – światło zielone



TLD 18 – światło niebieskie

Ryc. 25. Charakterystyka widmowa lamp jarzeniowych Philips TLD
(wg Philips Lighting)



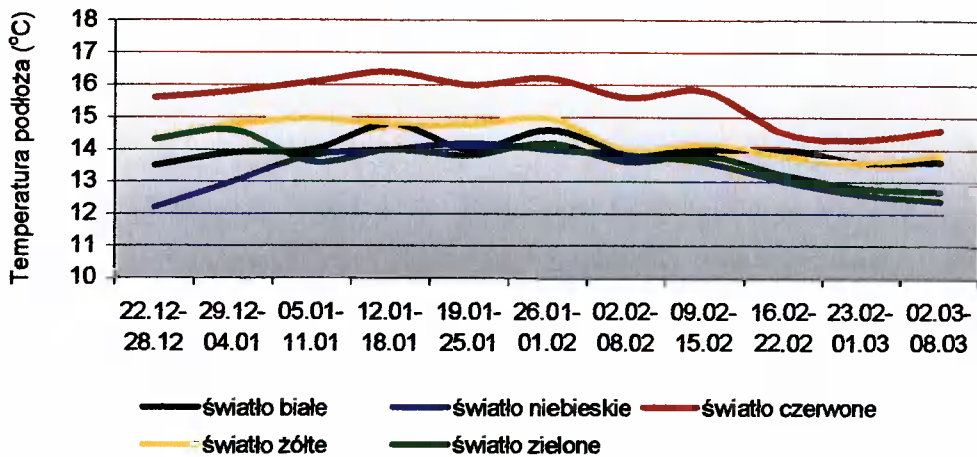
Ryc. 26. Temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów przy świetle o różnej barwie i natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

W drugiej części doświadczenia, przeprowadzonej w warunkach długiego dnia i wysokiego natężenia napromienienia kwantowego, pędzono rośliny w okresie od 21 grudnia 2000 r. do 7 marca 2001 r. Materiałem badawczym, tak jak w pierwszej części były 4 odmiany narcyzów: ‘Ice Follies’, ‘Johann Strauss’, ‘Yellow Sun’ i ‘Unsurpassable’. Cebule chłodzono przez 10 tygodni – od 12 października do 21 grudnia, w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ na sucho. Po zakończeniu chłodzenia rozpoczęto pędzenie w fitotronie w takich samych kuwetach i w tym samym podłożu jakie zastosowano w pierwszym etapie badań. Jedna kombinacja doświadczenia (barwa światła x odmiana) obejmowała 40 cebul.

W badaniach zastosowano dwukrotnie wyższe natężenie napromienienia kwantowego wynoszące $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, takie same dla wszystkich barw światła. Długość dnia w fitotronie wynosiła 12 godzin.

Narcyzy pędzono w takich samych warunkach termicznych i przy takiej samej wilgotności względnej powietrza jaka utrzymywana była w trakcie trwania pierwszej części doświadczenia. Dwukrotnie w ciągu dnia prowadzono pomiary temperatury podłoża o godzinie 8^{00} i 14^{00} , a wyniki w postaci średnich dobowych przedstawiono na rycinie 27.

Identycznie jak w pierwszej części doświadczenia cebule podlano preparatem grzybobójczym Dithane M-45 w stężeniu 0,2%.



Ryc. 27. Temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia narcyzów przy świetle o różnej barwie i natężeniu napromienienia kwantowego $25,0\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Ścięte kwiaty poddano ocenie biorąc pod uwagę te same parametry, które określano w doświadczeniu prowadzonym przy krótkim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego wynoszącym $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Wszystkie pomiary zostały wykonane w analogicznej fazie wzrostu. Wyniki opracowano tymi samymi metodami statystycznymi.

3.4. Badania nad wzrostem i kwitnieniem tulipanów pędzonych przy świetle o różnej barwie.

W pierwszej części doświadczenia przeprowadzonej w okresie od 13 listopada 1998 r. do 16 stycznia 1999 r., w warunkach krótkiego dnia i niskiego natężenia napromienienia kwantowego, materiałem badawczym były 4 odmiany tulipanów: ‘Leen van der Mark’, ‘Yokohama’, ‘Ile de France’ i ‘Negrita’. Opisy dwóch pierwszych odmian przedstawiono w rozdziale 3.2 na stronie nr 30. Odmiana ‘Ile de France’ należy do grupy tulipanów pojedynczych późnych, kwiaty mają barwę czerwoną, pęd jest sztywny długości 43-45 cm (ryc.28), natomiast ‘Negrita’ to odmiana z grupy Triumph, kwiaty są barwy purpurowofioletowej, pęd jest sztywny i dorasta do 43 cm (ryc.29).

Przed rozpoczęciem pędzenia cebule I wyboru chłodzono przez 12 tygodni - od 21 sierpnia do 13 listopada, w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ na sucho – bez podłoża. Następnie cebule posadzono do kuwet o wymiarach 30x24x6 cm, a jako podłoża użyto torfu wysokiego o pH 5,5-6,5. Jedna kombinacja (barwa światła x odmiana) obejmowała 30 cebul. Kuwety z cebulami umieszczono w fitotronie na 5 regałach wyposażonych w lampy jarzeniowe typu TLD firmy Philips o mocy 36 W (ryc.30). Zastosowano światło o barwie białej, niebieskiej, czerwonej, żółtej i zielonej, o takiej samej charakterystyce widmowej jak w doświadczeniu z narcyzami (ryc.25). Natężenie napromienienia kwantowego wynosiło $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, przy długości dnia 6 godzin.

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 kwiatowych 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 dobową temperaturą podłoża została przedstawiona na rycinie 31. W celu ochrony przed szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*) i zgorzelą zgnilakową (*Phythium ultimum*) cebule podlano preparatem Dithane M-45 w stężeniu 0,3%.



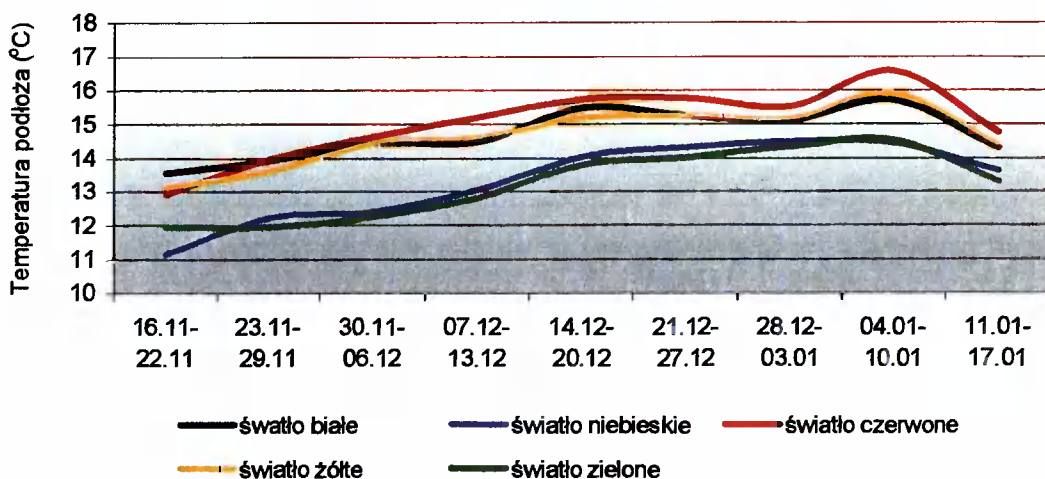
Ryc. 28. Odmiana 'Ile de France'



Ryc. 29. Odmiana 'Negrita'



Ryc. 30. Kuwety z cebulami tulipanów umieszczone w fitotronie pod lampami o świetle czerwonym



Ryc. 31. Temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów przy świetle o różnej barwie i natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Tulipany ścinano w stadium pełni kwitnienia tj. w momencie, gdy płatki okwiatu były całkowicie wybarwione. Datę kwitnienia obliczono w oparciu o średnią ważoną. Ścięte kwiaty poddano ocenie biorąc pod uwagę następujące parametry: długość pędu, masę pędu i długość kwiata. Sztywność pędów określano umownie w czterostopniowej skali oceniając osobno łodygi i liście jako bardzo sztywne, sztywne, wiotkie i bardzo

wiotkie. Zewnętrzną barwę kwiatów i liści określano na podstawie katalogu RHSCC (1966).

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, a istotność różnic oceniano testem Newmana-Keulsa przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Udział roślin o różnej sztywności łodyg i liści porównywano testem t-Studenta dla wskaźników struktury.

W drugiej części doświadczenia przeprowadzonej w okresie od 10 grudnia 1999 r. do 10 lutego 2000 r., w warunkach długiego dnia i wysokiego natężenia napromienienia kwantowego, wykorzystano 4 odmiany tulipanów: 'Leen van der Mark', 'Yokohama', 'Ile de France' i 'Negrita'. Cebule poddano 12 tygodniowemu chłodzeniu w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ na sucho. Następnie posadzono je do kuwet, takich samych w jakich pędzono tulipany w trakcie pierwszego etapu badań. Jako podłoże użyto torfu wysokiego o pH 5,5-6,5. Jedna kombinacja (barwa światła x odmiana) obejmowała 30 cebul.

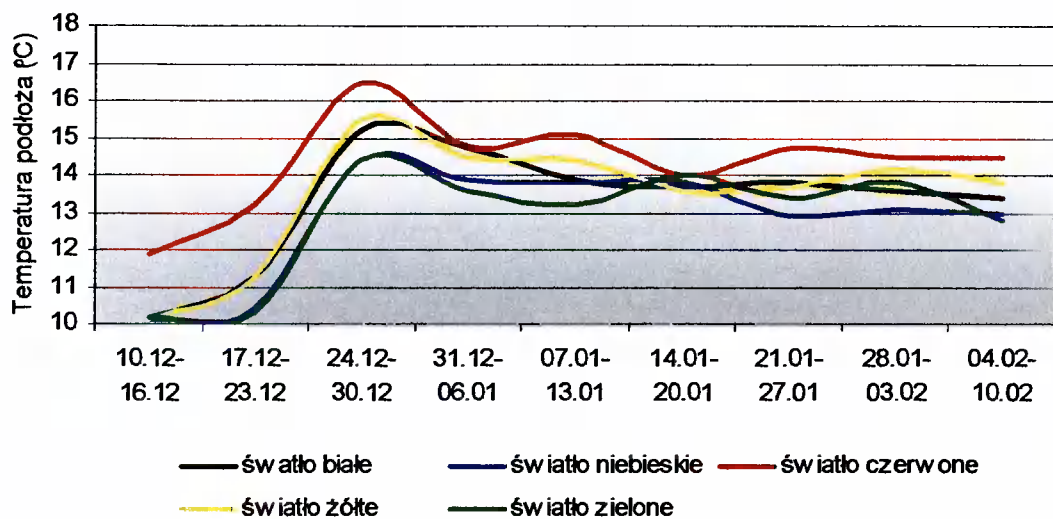
Natężenie napromienienia kwantowego światła o barwie białej, niebieskiej, czerwonej, żółtej i zielonej wynosiło $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, (mierzone na wysokości wierzchołków roślin). Długość dnia w fitotronie wynosiła 12 godzin.

W czasie pędzenia tulipanów utrzymywano takie same temperatury powietrza i tę samą wilgotność względną powietrza jaka panowała w trakcie pierwszej części doświadczenia. Dwukrotnie w ciągu dnia o godzinie 8⁰⁰ i 14⁰⁰ mierzono temperaturę podłoża. Wyniki w postaci średnich dobowych temperatur podłoża dla całego okresu pędzenia przedstawiono na rycinie 32.

Podobnie jak w pierwszej części doświadczenia zastosowano preparat grzybobójczy Dithane M-45 w stężeniu 0,3%.

Tulipany ścinano w pełni kwitnienia, a następnie oceniano je biorąc pod uwagę te same parametry, co w doświadczeniu prowadzonym przy krótkim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Do opracowania wyników zastosowano te same metody statystyczne co w pierwszej części doświadczenia.



Ryc. 32. Temperatura podłoża w kolejnych tygodniach pędzenia tulipanów przy świetle o różnej barwie i natężeniu napromienienia kwantowego $25,0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

4. Wyniki badań

4.1. Wzrost i kwitnienie narcyzów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.

Przeprowadzone obserwacje wykazały, iż sposób chłodzenia cebul wywarł znaczący wpływ na termin kwitnienia narcyzów (tab.1). We wszystkich terminach pędzenia rośliny uzyskane z cebul chłodzonych na mokro kwitły wcześniej. W terminie bardzo wczesnym u wszystkich badanych odmian zauważono tendencję do wcześniejszego kwitnienia w następstwie chłodzenia cebul na mokro (ryc.33).



Ryc. 33. Narcyzy odmiany 'Ice Follies' pędzone w terminie bardzo wczesnym (I),
od lewej - wcześniej kwitnące z cebul chłodzonych na mokro (m)

Najsilniej zareagowała odmiana 'Aflame', u której okres pędzenia cebul chłodzonych na mokro był o 20% krótszy w porównaniu z cebulami chłodzonymi na sucho. W terminie wczesnym na uwagę zasługuje skrócenie długości okresu pędzenia o ponad 50%, z cebul chłodzonych na mokro w przypadku odmiany 'Ice Follies' i 'Aflame'. W późnym terminie pędzenia podobną reakcję zauważono u odmiany 'Ice Follies' i 'Prof. Einstein'. W terminie bardzo późnym skrócenie okresu pędzenia o około 40% dotyczyło odmian 'Ice Follies', 'Johann Strauss', 'Yellow Sun' i 'Aflame'.

Tabela 1
Wpływ metody chłodzenia cebul na kwitnienie naczynów pędzonych w czterech terminach
Długość okresu pędzenia (dni) w nawiasach

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny od 10.11.96		wczesny od 22.12.96		późny od 02.02.97		bardzo późny od 15.03.97	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	16.12.96 (36)	23.12.96 (43)	13.01.97 (22)	01.02.97 (41)	16.02.97 (14)	07.03.97 (34)	26.03.97 (11)	02.04.97 (18)
Johann Strauss	15.12.96 (35)	23.12.96 (43)	15.01.97 (24)	24.01.97 (33)	21.02.97 (19)	09.03.97 (36)	29.03.97 (14)	10.04.97 (26)
Yellow Sun	23.12.96 (43)	31.12.96 (51)	18.01.97 (27)	25.01.97 (34)	19.02.97 (17)	01.03.97 (28)	27.03.97 (12)	05.04.97 (21)
Prof. Einstein	18.12.96 (38)	25.12.96 (45)	17.01.97 (26)	02.02.97 (42)	19.02.97 (17)	12.03.97 (39)	30.03.97 (15)	03.04.97 (19)
King Alfred	-	-	20.01.97 (29)	04.02.97 (44)	22.02.97 (20)	07.03.97 (34)	31.03.97 (16)	07.04.97 (19)
Unsurpassable	-	-	25.01.97 (34)	05.02.97 (45)	21.02.97 (19)	01.03.97 (28)	28.03.97 (13)	02.04.97 (18)
Aflame	18.12.96 (38)	28.12.96 (48)	15.01.97 (24)	14.02.97 (54)	22.02.97 (20)	09.03.97 (36)	01.04.97 (17)	11.04.97 (27)
Średnia długość okresu pędzenia (dni)	38a	46b	27a	42b	18a	34b	14a	22b

Średnie nie różniące się statystycznie oznaczono tymi samymi literami



Wpływ sposobu chłodzenia cebul na plon kwiatów stwierdzono we wszystkich terminach pędzenia (tab.2). W terminie bardzo wczesnym jedynie odmiana ‘Prof. Einstein’ szczególnie korzystnie zareagowała na chłodzenie cebul razem z podłożem. W terminie wczesnym znacznie więcej kwiatów wydały cebule chłodzone na mokro w przypadku następujących odmian: ‘Prof. Einstein’, ‘Unsurpassable’ i ‘Aflame’. W terminie późnym jedynie u odmiany ‘King Alfred’ nie stwierdzono większego plonowania w wyniku chłodzenia cebul na mokro. W ostatnim terminie uprawy taki korzystny wpływ zaobserwowano już u wszystkich badanych odmian.

Należy zwrócić uwagę na znaczny spadek liczby roślin kwitnących w następstwie chłodzenia cebul na sucho, który zaobserwowano w terminie bardzo późnym. W pozostałych kombinacjach doświadczenia liczba kwiatów zebranych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho była zbliżona do liczby cebul posadzonych do skrzynek (30) lub ją przewyższała (maksimum 39).

Tabela 2

Liczba kwiatów zebranych w różnych terminach z 30 cebul narcyzów chłodzonych na mokro i 30 cebul chłodzonych na sucho

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	38	31	36	30	39	29	38	19
Johann Strauss	30	29	31	29	33	24	29	14
Yellow Sun	31	30	34	34	36	30	30	21
Prof. Einstein	30	18	28	17	30	15	30	16
King Alfred	-	-	35	29	32	31	39	34
Unsurpassable	-	-	29	20	28	21	28	20
Aflame	36	29	34	26	37	26	35	12
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	33a	27b	32a	26b	34a	26b	33a	20b

Średnie nie różniące się statystycznie oznaczono tymi samymi literami

Stwierdzono, że sposób chłodzenia spowodował różnice w długości pędu kwitnących narcyzów (tab.3). W terminie bardzo wczesnym tylko dwie odmiany ‘Prof. Einstein’ i ‘Aflame’ chłodzone na mokro miały istotnie dłuższe pędy od roślin

wyrosłych z cebul chłodzonych na sucho, w terminie wczesnym i późnym cztery odmiany, natomiast w terminie bardzo późnym wszystkie siedem odmian. Zaobserwowano, iż większość odmian niezależnie od sposobu chłodzenia cebul najdłuższe pędy tworzyła w terminie wczesnym.

Tabela 3

Długość pędu narcyzów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	36,6a*	35,0a	38,9a	33,8b	37,2a	33,5b	31,3a	27,8b
Johann Strauss	29,0a	27,4a	35,6a	35,9a	34,1a	32,5a	27,6a	20,0b
Yellow Sun	42,8a	43,8a	42,0a	41,1a	43,1a	35,8b	39,3a	33,7b
Prof. Einstein	23,8a	21,2b	30,6a	25,9b	30,8a	29,5a	28,3a	26,1b
King Alfred	-	-	48,4a	45,3b	43,8a	40,8b	39,6a	34,4b
Unsurpassable	-	-	48,5a	45,9b	46,0a	43,0b	38,9a	34,4b
Aflame	50,6a	45,0b	53,2a	51,9a	45,2a	44,7a	41,3a	39,5b
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	36,6a	34,5b	42,5a	40,0b	40,0a	37,1b	35,2a	31,0b

Średnie nie różniące się statystycznie oznaczono tymi samymi literami

* - porównania w obrębie jednej odmiany i jednego terminu pędzenia

Sposób traktowania cebul miał istotny wpływ na masę pędu (tab.4). W terminie bardzo wczesnym stwierdzono tendencję do zmniejszania się masy pędu przy chłodzeniu cebul na sucho, zwłaszcza u odmian ‘Johann Strauss’, ‘Yellow Sun’ i ‘Aflame’ reakcja ta była wyraźna i istotna statystycznie. W terminie wczesnym nie stwierdzono istotnego zwiększenia masy pędu w następstwie chłodzenia cebul na mokro jedynie u odmian ‘Ice Follies’ i ‘King Alfred’, natomiast w terminie późnym u odmiany ‘Ice Follies’. W ostatnim terminie uprawy rośliny wszystkich odmian pędzone z cebul chłodzonych razem z podłożem miały większą masę pędu. Niezależnie od terminu pędzenia chłodzenie cebul na sucho przyczyniało się do uzyskiwania pędów o mniejszej masie. Wraz z opóźnianiem terminu pędzenia względna relacja między masami pędów z obu omawianych obiektów zmieniała się coraz silniej na niekorzyść

chłodzenia na sucho wynosząc dla terminu bardzo wczesnego 9,6%, dla wczesnego 15,7%, dla późnego 22,2% i dla bardzo późnego aż 28,7%.

Tabela 4

Masa pędu narcyzów (g) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	20,8a	19,5a	22,8a	22,4a	17,9a	16,4a	15,6a	12,6b
Johann Strauss	24,5a	21,3b	32,6a	25,5b	27,8a	20,4b	23,5a	11,3b
Yellow Sun	28,7a	24,0b	22,8a	20,1b	21,4a	17,6b	22,1a	15,3b
Prof. Einstein	13,5a	12,3a	15,9a	10,3b	16,1a	11,9b	15,2a	10,6b
King Alfred	-	-	26,3a	24,6a	30,8a	23,9b	22,8a	15,3b
Unsurpassable	-	-	27,4a	25,1b	25,0a	20,0b	19,9a	16,9b
Aflame	43,0a	40,9b	47,7a	37,1b	37,7a	26,7b	32,4a	25,5b
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	26,1a	23,6b	28,0a	23,6b	25,2a	19,6b	21,6a	15,4b

Oznaczenia jak w tabeli 3

Długość liści narcyzów była uzależniona od sposobu traktowania cebul (tab.5). W terminie bardzo wczesnym jedynie u odmiany 'Ice Follies' nie stwierdzono istotnych różnic w długości liści. U pozostałych odmian cebule chłodzone na mokro wydały liście znacznie dłuższe. Z kolei w terminie wczesnym tylko u odmian 'Johann Strauss' i 'Prof. Einstein' istotnie krótsze liście wyrosły z cebul chłodzonych na sucho. W terminie późnym i bardzo późnym wszystkie z badanych odmian tworzyły znacznie dłuższe liście w następstwie chłodzenia cebul razem z podłożem. W miarę opóźniania terminu pędzenia widoczna była tendencja do tworzenia krótszych liści przez cebule chłodzone wcześniej bez podłoża. Niezależnie od sposobu traktowania cebul najdłuższe liście wydały rośliny pędzone w terminie bardzo wczesnym.

Tabela 5

Długość liścia narcyzów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	35,2a	34,9a	37,2a	35,5a	28,8a	23,5b	27,6a	22,1b
Johann Strauss	35,9a	33,6b	31,9a	29,3b	27,2a	20,4b	25,3a	13,2b
Yellow Sun	47,5a	43,1b	36,7a	35,0a	36,3a	27,9b	35,2a	26,8b
Prof. Einstein	36,2a	29,0b	24,4a	21,2b	25,0a	21,5b	26,4a	22,8b
King Alfred	-	-	39,8a	38,1a	37,7a	31,5b	33,5a	22,9b
Unsurpassable	-	-	41,4a	40,0a	37,1a	32,3b	31,2a	27,5b
Aflame	59,9a	58,2b	58,6a	58,6a	47,1a	38,1b	38,9a	23,0b
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	43,0a	40,0b	38,6a	36,8b	34,2a	27,9b	31,2a	19,3b

Oznaczenia jak w tabeli 3

Termin rozpoczęcia uprawy i sposób chłodzenia cebul wywarły wpływ na średnicę okwiatu zebranych narcyzów (tab.6). W pierwszych trzech terminach pędzenia większy okwiat miały narcyzy uzyskane z cebul chłodzonych na mokro. W terminie bardzo wczesnym reakcja taka dotyczyła odmian ‘Ice Follies’ i ‘Aflame’. W terminie wczesnym nie stwierdzono różnic w średnicy okwiatu u odmian ‘Ice Follies’ i ‘Unsurpassable’, a w terminie bardzo późnym u odmian ‘Unsurpassable’ i ‘Aflame’. Niezależnie od sposobu chłodzenia cebul największy okwiat miały narcyzy pędzone w terminie późnym.

Chłodzenie cebul na mokro spowodowało istotne zwiększenie średnicy przykoronka (tab.7). Było to szczególnie widoczne w terminie wczesnym i dotyczyło czterech z badanych odmian (‘Johann Strauss’, ‘Yellow Sun’, ‘Prof. Einstein’ i ‘Unsurpassable’). W pozostałych terminach tendencja do tworzenia większych przykoronków przez cebule chłodzone na mokro była mniej wyraźna. W terminie bardzo wczesnym dotyczyła odmiany ‘Yellow Sun’, w terminie późnym ‘Unsurpassable’ i ‘Aflame’ a w bardzo późnym ‘Johann Strauss’, ‘Yellow Sun’ i ‘King Alfred’.

Tabela 6

Średnica okwiatu narcyzów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	8,0a	7,6b	8,0a	7,7a	8,5a	7,9b	7,6a	7,4a
Johann Strauss	7,6a	7,4a	9,0a	8,4b	8,8a	7,9b	8,1a	7,1b
Yellow Sun	8,4a	8,1a	9,7a	8,8b	9,4a	8,5b	8,8a	8,5a
Prof. Einstein	7,2a	7,2a	7,9a	7,4b	8,5a	8,0b	7,8a	7,7a
King Alfred	-	-	8,8a	8,2b	9,1a	8,3b	8,3a	8,2a
Unsurpassable	-	-	8,7a	8,6a	8,9a	8,8a	8,4a	8,0a
Aflame	8,1a	7,8b	8,4a	7,9b	8,2a	7,8a	8,9a	8,5a
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	7,9a	7,6b	8,6a	8,1b	8,8a	8,2b	8,3a	8,2a

Oznaczenia jak w tabeli 3

Tabela 7

Średnica przykoronka narcyzów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	3,8a	3,7a	4,3a	4,3a	4,2a	4,1a	3,9a	3,8a
Johann Strauss	2,5a	2,3a	3,8a	3,1b	3,0a	2,8a	3,2a	2,8b
Yellow Sun	3,2a	2,8b	3,8a	3,4b	3,5a	3,5a	3,8a	3,2b
Prof. Einstein	2,8a	2,9a	3,8a	3,3b	3,8a	3,6a	3,2a	3,3a
King Alfred	-	-	3,8a	3,5a	3,6a	3,5a	3,8a	3,3b
Unsurpassable	-	-	4,2a	3,8b	4,1a	3,8b	3,6a	3,5a
Aflame	2,3a	2,0a	2,9a	2,7a	2,5a	2,2b	2,4a	2,4a
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	2,9a	2,7a	3,8a	3,4b	3,5a	3,4b	3,4a	3,2b

Oznaczenia jak w tabeli 3

Chłodzenie cebul razem z podłożem powodowało również tworzenie się dłuższych przykoronków (tab.8). W terminie wczesnym wykazano różnicę w długości przykoronka między roślinami uzyskanymi z cebul chłodzonych na mokro i na sucho u czterech odmian, a w późnym u pięciu.

Tabela 8

Długość przykoronka narcyzów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	bardzo wczesny		wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Ice Follies	1,8a	1,6a	1,8a	1,2b	1,6a	1,3b	1,5a	1,5a
Johann Strauss	1,6a	1,5a	2,2a	1,8b	1,9a	1,7a	1,8a	1,7a
Yellow Sun	2,7a	2,4b	3,0a	2,8a	3,0a	2,6b	3,0a	2,8b
Prof. Einstein	0,7a	0,8a	0,9a	0,6b	0,8a	0,6a	0,9a	0,8a
King Alfred	-	-	2,7a	2,3b	2,7a	2,3b	2,4a	2,4a
Unsurpassable	-	-	4,0a	3,8a	4,4a	4,0b	3,9a	3,7b
Aflame	1,4a	1,1b	1,3a	1,1a	1,4a	1,0b	1,3a	1,2a
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	1,6a	1,5b	2,3a	1,9b	2,3a	1,9b	2,1a	2,0b

Oznaczenia jak w tabeli 3

Dane dotyczące barwy okwiatu i przykoronka przedstawiono w tabeli 9. U odmian ‘Johann Strauss’ i ‘Yellow Sun’ okwiat roślin pędzonych z cebul chłodzonych na mokro miał nieco intensywniejszą barwę w porównaniu z roślinami uzyskanymi z cebul chłodzonych na sucho. Sporadycznie ujawnił się wpływ metody chłodzenia cebul na barwę przykoronka (tab.9). Jedynie narcyzy odmian ‘Johann Strauss’ i ‘Aflame’ miały nieco jaśniejszy przykoronek z cebul chłodzonych na sucho.

We wszystkich terminach pędzenia rośliny odmiany ‘Ice Follies’ chłodzone na mokro miały nieznacznie ciemniejszą barwę liści w porównaniu z roślinami kwitnącymi z cebul chłodzonych na sucho. U pozostałych odmian nie stwierdzono większych różnic w zielonym zabarwieniu liści (tab.9).

Tabela 9

Barwa kwiatów i liści narcyzów pędzonych w różnych terminach (I-IV) z cebul chłodzonych na mokro i sucho

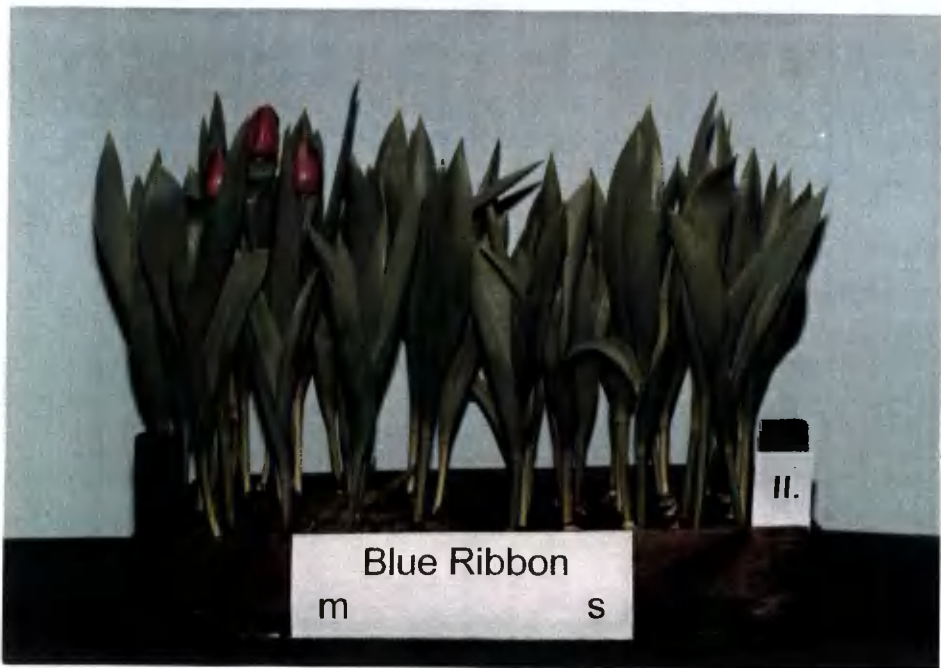
Odmiana	Barwa okwiatu		Barwa przykoronka		Barwa liści	
	Sposób chłodzenia cebul					
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
I. Ice Follies	155C*	155C	6A	6B	138B	137C
Johann Strauss	157B	157C	25A	25B	138B	138B
Yellow Sun	5A	5B	9A	9A	137C	137C
Prof. Einstein	155C	155C	25A	25A	138A	138B
King Alfred	-	-	-	-	-	-
Unsurpassable	-	-	-	-	-	-
Aflame	157B	157C	9A/25A**	9B/25B**	137D	137B
II. Ice Follies	155C	155C	6B	7C	138B	138C
Johann Strauss	157C	157B	25A	25B	138B	138B
Yellow Sun	3A	5B	9A	9B	138B	137C
Prof. Einstein	155B	155C	25A	25B	138B	138B
King Alfred	7D	8B	9A	9A	138B	138A
Unsurpassable	7D	8A	9A	9A	137C	137C
Aflame	157B	157C	9A/25A**	9B/25B**	137C	137B
III. Ice Follies	157B	157C	7A	7A	137C	137D
Johann Strauss	157A	157B	25A	25A	137C	137D
Yellow Sun	5A	3C	9A	9A	137B	137C
Prof. Einstein	155C	155C	25A	25A	138B	138B
King Alfred	5B	5C	9A	9A	137C	138B
Unsurpassable	7B	7C	9A	9A	137D	137D
Aflame	157C	157B	9A/28B**	9B/28B**	137C	137C
IV. Ice Follies	155C	155C	7D	8B	138A	138B
Johann Strauss	157C	157D	25A	25B	138B	138B
Yellow Sun	5A	5B	9A	9A	137C	137D
Prof. Einstein	155C	155B	25A	25B	138B	138B
King Alfred	7D	7D	9A	9B	137C	138A
Unsurpassable	8A	7B	9A	9B	137B	137C
Aflame	157D	157C	9A/25A**	9A/25B**	137D	137C

* - cyfry oznaczają barwę zasadniczą, litery odcień barwy zasadniczej

** - barwa brzegu przykoronka

4.2. Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho.

Sposób chłodzenia cebul wywarł niewielki wpływ na kwitnienie tulipanów (tab.10). Różnicę odnotowano jedynie w bardzo późnym terminie pędzenia. Cebule chłodzone na mokro kwitły średnio o 3 dni wcześniej niż chłodzone na sucho. W terminie wczesnym i późnym traktowanie cebul nie miało wpływu na długość okresu pędzenia. W terminie średnio wczesnym istotną różnicę odnotowano jedynie w przypadku odmiany 'Blue Ribbon', u której chłodzenie cebul razem z podłożem przyspieszyło kwitnienie o 5 dni (ryc.34). W miarę opóźniania terminu pędzenia średni czas jego trwania ulegał skróceniu. Porównując termin bardzo późny z wczesnym skrócenie to dla cebul chłodzonych na mokro wynosiło 50% a dla chłodzonych na sucho 42%.



Ryc. 34. Tulipany odmiany 'Blue Ribbon' pędzone w terminie średnio wczesnym (II),
od lewej - wcześniej kwitnące z cebul chłodzonych na mokro (m)

Tabela 10
Wpływ sposobu chłodzenia cebul na kwitnienie tulipanów pędzonych w czterech terminach
Długość okresu pędzenia (dni) w nawiasach

Odmiana	Termin pędzenia									
	wczesny od 28.11.97		średnio wczesny od 19.12.97		późny od 09.01.98		bardzo późny od 30.01.98			
	Sposób chłodzenia cebul									
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Apeldoorn	14.01.98 (48)	12.01.98 (46)	30.01.98 (42)	30.01.98 (42)	16.02.98 (38)	15.02.98 (37)	26.02.98 (28)	27.02.98 (29)		
Blue Ribbon	26.01.98 (60)	23.01.98 (57)	02.02.98 (45)	07.02.98 (50)	12.02.98 (34)	15.02.98 (37)	26.02.98 (28)	01.03.98 (31)		
Carola	29.01.98 (63)	25.01.98 (59)	07.02.98 (50)	10.02.98 (53)	13.02.98 (35)	17.02.98 (39)	25.02.98 (27)	01.03.98 (31)		
Don Quichotte	25.01.98 (59)	26.01.98 (60)	09.02.98 (52)	08.02.98 (51)	18.02.98 (40)	20.02.98 (42)	02.03.98 (32)	04.03.98 (34)		
Hollandia	12.01.98 (46)	10.01.98 (44)	26.01.98 (38)	29.01.98 (41)	10.02.98 (32)	14.02.98 (36)	24.02.98 (26)	28.02.98 (30)		
Leen van der Mark	17.01.98 (51)	15.01.98 (49)	30.01.98 (42)	31.01.98 (43)	11.02.98 (33)	13.02.98 (35)	24.02.98 (26)	26.02.98 (28)		
Yokohama	18.01.98 (52)	17.01.98 (51)	28.01.98 (40)	28.01.98 (40)	10.02.98 (32)	12.02.98 (34)	24.02.98 (26)	26.02.98 (28)		
Średnia długość okresu pędzenia (dni)	54a	52a	44a	46a	35a	37a	27a		30b	

Średnie nie różniące się statystycznie oznaczono tymi samymi literami

Udział kwitnących tulipanów w ogólnej liczbie roślin pędzonych z cebul chłodzonych na mokro i na sucho przedstawiono w tabeli 11. W terminie wczesnym nieco więcej kwiatów wydały cebule chłodzone na sucho. Jedynie odmiana ‘Blue Ribbon’ szczególnie korzystnie zareagowała na ten sposób traktowania cebul, wydając znacznie więcej kwiatów. W terminie średnio wczesnym zaobserwowano tendencję do lepszego plonowania cebul chłodzonych razem z podłożem. Widoczne to było przede wszystkim u odmiany ‘Carola’. W terminie późnym chłodzenie cebul na mokro spowodowało znaczne zwiększenie udziału roślin kwitnących. W przypadku odmiany ‘Yokohama’ ta poprawa plonowania była wyraźna. Również w ostatnim terminie pędzenia więcej kwiatów wydały cebule chłodzone na mokro. Dotyczyło to szczególnie odmian ‘Don Quichotte’ i ‘Blue Ribbon’. U wszystkich badanych odmian udział roślin kwitnących dochodzący do 100% zaobserwowano w terminie bardzo późnym w następstwie chłodzenia cebul na mokro.

Tabela 11

Udział roślin kwitnących (%) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	wczesny		średnio wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Apeldoorn	70	68	76	70	83	73	97	97
Blue Ribbon	60	77	57	52	83	70	100	76
Carola	70	87	90	67	93	83	93	80
Don Quichotte	87	90	63	63	93	80	93	47
Hollandia	67	76	53	47	60	47	90	80
Leen van der Mark	97	100	93	100	93	93	100	93
Yokohama	47	50	73	70	87	47	100	100

Istotny wpływ sposobu chłodzenia cebul na długość pędu stwierdzono jedynie w ostatnim terminie pędzenia (tab.12). Rośliny pędzone z cebul chłodzonych na mokro były wyższe od tych, które uzyskano z cebul chłodzonych na sucho. W terminie wczesnym tylko cebule odmiany ‘Leen van der Mark’ chłodzone na mokro wydały dłuższe pędy w porównaniu z cebulami chłodzonymi na sucho. W terminie średnio wczesnym analogiczna sytuacja dotyczyła odmiany ‘Yokohama’, a w terminie późnym odmiany ‘Don Quichotte’. Natomiast w terminie bardzo późnym tylko te dwie

wspomniane wyżej odmiany tworzyły dłuższe pędy w następstwie chłodzenia cebul na mokro (ryc.35). Stwierdzono, iż większość odmian niezależnie od sposobu chłodzenia cebul najdłuższe pędy tworzyła w terminie wczesnym.

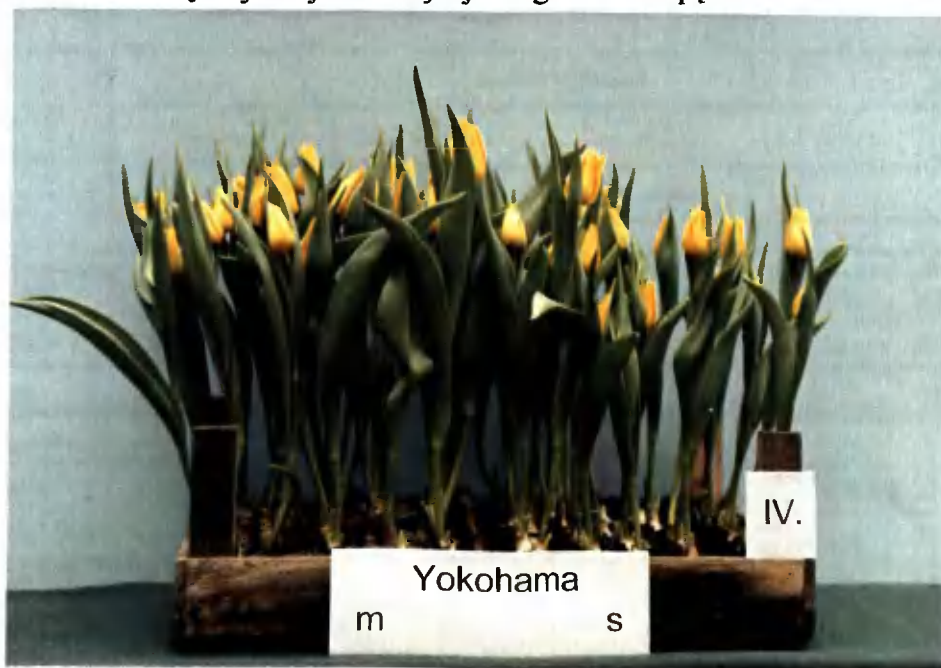
Tabela 12

Długość pędów tulipanów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	wczesny		średnio wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Apeldoorn	46,7a*	44,4a	48,1a	47,6a	45,2a	39,5b	37,1a	35,8a
Blue Ribbon	40,4a	40,5a	34,3a	36,0a	29,7a	28,1a	30,3a	30,4a
Carola	50,8a	50,5a	45,7a	46,7a	33,1a	33,4a	31,8a	30,2a
Don Quichotte	54,8a	53,5a	51,2a	49,6a	43,4a	40,8b	41,3a	35,4b
Hollandia	34,1a	33,4a	37,6a	38,5a	33,2a	32,9a	32,7a	30,9a
Leen van der Mark	50,6a	47,5b	42,3a	40,6a	34,6a	35,8a	31,0a	26,7b
Yokohama	32,8a	33,7a	31,2a	33,0b	29,5a	31,1a	34,7a	32,4b
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	44,3a	43,4a	41,5a	41,7a	35,5a	34,5a	34,1a	31,7b

Średnie nie różniące się statystycznie oznaczono tymi samymi literami

* - porównania w obrębie jednej odmiany i jednego terminu pędzenia



Ryc. 35. Tulipany odmiany 'Yokohama' pędzone w terminie bardzo późnym (IV), od lewej – dłuższe pędy uzyskane z cebul chłodzonych na mokro (m)

Sposób chłodzenia cebul wywarł istotny wpływ na masę pędu (tab.13). Rośliny pędzone z cebul chłodzonych na mokro miały większą masę. Zależność taka nie dotyczyła jedynie wczesnego terminu pędzenia. W terminie średnio wczesnym trzy z badanych odmian (‘Apeldoorn’, ‘Carola’ i ‘Hollandia’), pędzone z cebul chłodzonych na mokro, tworzyły pędy o masie większej w porównaniu z roślinami uzyskanymi z cebul chłodzonych na sucho. W terminie późnym zaobserwowano tendencję do zmniejszania się masy pędu w następstwie chłodzenia cebul na sucho, zwłaszcza u odmian ‘Apeldoorn’, ‘Blue Ribbon’, ‘Carola’ i ‘Hollandia’ tendencja ta była wyraźna, a różnice istotne statystycznie. W terminie bardzo późnym w przypadku tylko dwóch odmian ‘Apeldoorn’ i ‘Blue Ribbon’ nie stwierdzono istotnych różnic w masie pędu w zależności od sposobu traktowania cebul. U pozostałych odmian pędy wytworzone przez cebule chłodzone razem z podłożem miały większą masę w porównaniu z tymi, które uzyskano z cebul chłodzonych bez podłoża. Niezależnie od terminu pędzenia chłodzenie cebul na sucho powodowało uzyskiwanie pędów o mniejszej masie. Wraz z opóźnianiem terminu pędzenia względna relacja między masami pędów z obu omawianych sposobów chłodzenia zmieniała się coraz silniej na niekorzyść chłodzenia na sucho, wynosząc dla terminu wczesnego 4%, dla średnio wczesnego 7,5%, dla późnego 8,4% a dla bardzo późnego aż 16,1%.

Tabela 13

Masa pędów tulipanów (g) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	wczesny		średnio wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Apeldoorn	29,8a	28,5a	37,0a	32,2b	31,6a	27,8b	28,4a	27,0a
Blue Ribbon	28,8a	28,2a	27,9a	26,9a	25,3a	23,3b	25,8a	26,0a
Carola	35,7a	36,3a	40,1a	33,2b	29,4a	24,6b	31,9a	24,6b
Don Quichotte	40,6a	37,8b	36,9a	35,7a	33,1a	30,5a	33,9a	27,8b
Hollandia	29,8a	27,8a	35,9a	30,6b	32,7a	26,9b	33,0a	25,7b
Leen van der Mark	43,6a	39,5a	32,4a	33,2a	31,4a	29,0a	27,1a	22,1b
Yokohama	19,0a	20,6a	22,2a	22,9a	18,9a	19,6a	24,3a	18,5b
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	32,5a	31,2a	33,2a	30,7b	28,4a	26,0b	29,2a	24,5b

Oznaczenia jak w tabeli 12

Sposób chłodzenia cebul oraz termin rozpoczęcia pędzenia wywarły również wpływ na długość kwiatu (tab.14). Istotnych różnic nie stwierdzono jedynie we wczesnym terminie pędzenia. W pozostałych terminach rośliny uzyskane z cebul chłodzonych na mokro miały dłuższe kwiaty. W terminie średnio wczesnym tylko odmiana ‘Carola’ tworzyła istotnie dłuższe kwiaty w następstwie chłodzenia cebul na mokro. W terminie późnym powstawanie większych kwiatów z cebul chłodzonych na mokro zaobserwowano u odmian takich jak ‘Blue Ribbon’, ‘Carola’, ‘Don Quichotte’ i ‘Leen van der Mark’. W ostatnim terminie pędzenia tendencja do tworzenia dłuższych kwiatów przez cebule chłodzone razem z podłożem była szczególnie widoczna i dotyczyła sześciu z badanych odmian.

Tabela 14

Długość kwiatu tulipanów (cm) w zależności od odmiany, terminu pędzenia i sposobu chłodzenia cebul

Odmiana	Termin pędzenia							
	wczesny		średnio wczesny		późny		bardzo późny	
	Sposób chłodzenia cebul							
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
Apeldoorn	5,3a	5,3a	5,8a	5,6a	5,3a	5,1a	5,0a	4,9a
Blue Ribbon	5,2a	5,3a	4,9a	4,7a	5,1a	4,4b	4,6a	4,3b
Carola	5,1a	5,4a	5,5a	4,9b	4,7a	4,2b	4,5a	3,9b
Don Quichotte	6,0a	5,8a	5,7a	5,6a	5,3a	5,0b	5,2a	4,7b
Hollandia	5,2a	5,2a	5,2a	4,9a	5,0a	4,8a	4,7a	4,1b
Leen van der Mark	5,7a	5,8a	5,3a	5,3a	5,4a	4,8b	4,7a	4,4b
Yokohama	4,9a	5,0a	4,8a	4,8a	4,8a	4,9a	5,3a	4,8b
Średnia dla sposobu chłodzenia cebul	5,3a	5,4a	5,3a	5,1b	5,1a	4,7b	4,9a	4,4b

Oznaczenia jak w tabeli 12

Chłodzenie cebul nie miało znaczącego wpływu na barwę kwiatów i liści (tab.15). Odmiana ‘Blue Ribbon’ we wszystkich terminach pędzenia z cebul chłodzonych na mokro tworzyła kwiaty, które posiadały nieco intensywniejszą wewnętrzną barwę w porównaniu z roślinami uzyskanymi z cebul chłodzonych na sucho. U pozostałych odmian nie stwierdzono wpływu metody chłodzenia cebul na barwę kwiatów.

Zaobserwowano również niewielki wpływ sposobu chłodzenia cebul na barwę liści. Jedynie tulipany odmiany 'Leen van der Mark' pochodzące z cebul chłodzonych na mokro we wszystkich terminach pędzenia miały nieco jaśniejsze liście od roślin pędzonych z cebul chłodzonych na sucho.

Tabela 15

Barwa kwiatów i liści tulipanów pędzonych w różnych terminach (I-IV) z cebul chłodzonych na mokro i na sucho (wg katalogu RHSCC, 1966)

Odmiana	Zewnętrzna barwa kwiatu		Wewnętrzna barwa kwiatu		Barwa liści	
	Sposób chłodzenia cebul					
	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho	na mokro	na sucho
I. Apeldoorn	43A*	43A	44B	44B	137D	137D
Blue Ribbon	72B	72B	72A	72B	138B	138B
Carola	63A	63A	63A	63A	138B	138B
Don Quichotte	64D	64D	64B	64B	138B	138B
Hollandia	46B	46B	46B	46B	138B	138B
Leen van der Mark	53C	53C	45A	45A	137D	138B
Yokohama	14B	14B	12A	12A	137C	138B
II. Apeldoorn	33B	33B	44B	44B	138A	138B
Blue Ribbon	58A	58A	71A	71B	138B	138B
Carola	54A	54A	54A	54A	138B	138B
Don Quichotte	72D	72D	72C	72C	138B	138B
Hollandia	46B	46B	46B	46B	138B	138B
Leen van der Mark	52A	52A	45A	45A	138B	138B
Yokohama	12A	12A	9A	9A	138B	138B
III. Apeldoorn	33B	33B	44B	44B	138A	138B
Blue Ribbon	58A	58A	71A	71B	138B	138B
Carola	63B	63B	58B	58B	138B	138B
Don Quichotte	64D	64D	64C	63C	137D	137D
Hollandia	45A	45A	44B	44B	137D	137D
Leen van der Mark	52A	50A	45A	46B	137D	138B
Yokohama	12A	12A	9A	9A	138B	138B
IV. Apeldoorn	43A	43A	44B	44B	137D	137D
Blue Ribbon	72B	72B	72A	72B	138B	138B
Carola	63A	63A	63A	63A	138B	138B
Don Quichotte	64D	64D	64B	64B	138B	138B
Hollandia	46B	46B	46B	46B	138B	138B
Leen van der Mark	53C	53C	45A	45A	137D	138B
Yokohama	14B	14B	12A	12A	137C	138B

* - cyfry oznaczają barwę zasadniczą, litery odcień barwy zasadniczej

4.3. Wzrost i kwitnienie narcyzów pędzonych przy świetle o różnej barwie.

Przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, niezależnie od odmiany, różnice w długości okresu pędzenia między roślinami pędzonymi przy świetle o różnej barwie były nieistotne (tab.16 i 17 oraz ryc.36). Tylko w przypadku odmiany ‘Johann Strauss’ barwa światła miała wpływ na długość okresu pędzenia. Cebule pędzone pod działaniem światła białego, kwitły szybciej niż pędzone pod lampami o świetle niebieskim.

Tabela 16

Termin kwitnienia narcyzów pędzonych przy świetle o różnej barwie, natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	12.01.99	12.01.99	12.01.99	10.01.99	11.01.99
Johann Strauss	10.01.99	16.01.99	13.01.99	13.01.99	13.01.99
Yellow Sun	19.01.99	20.01.99	19.01.99	16.01.99	16.01.99
Unsurpassable	17.01.99	17.01.99	17.01.99	16.01.99	16.01.99

Tabela 17

Wpływ barwy światła na długość okresu pędzenia narcyzów (dni) pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	39	39	39	37	38
Johann Strauss	37	43	40	40	40
Yellow Sun	46	47	46	46	43
Unsurpassable	44	44	44	45	43
Średnia dla barwy światła	42	43	42	42	41

NIR_{0,05} dla barwy światła – 3

NIR_{0,05} dla interakcji (odmiana x barwa światła) – 5



Ryc. 36. Narcyzy odmiany 'Ice Follies' pędzone przy świetle o różnej barwie, od lewej poddane działaniu światła białego (b), niebieskiego (n), czerwonego (cz), żółtego (ż) i zielonego (z)

Przy dwukrotnie większym natężeniu napromienienia kwantowego i 12- godzinnym dniu niezależnie od odmiany narcyzy pędzone pod działaniem światła o różnej barwie zakwitały prawie równocześnie (tab.18 i 19 oraz ryc.37). W przypadku cebul odmiany 'Ice Follies' pędzonych przy świetle żółtym okres pędzenia był najkrótszy, najdłuższy zaś u cebul pędzonych przy świetle czerwonym. U odmiany 'Unsurpassable' zaobserwowano tendencję do późniejszego kwitnienia cebul pod wpływem światła białego, spowodowało to istotne wydłużenie okresu pędzenia w porównaniu ze światłem czerwonym i żółtym.

Tabela 18

Termin kwitnienia narcyzów pędzonych przy świetle o różnej barwie, natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	30.01.01	30.01.01	06.02.01	26.01.01	02.02.01
Johann Strauss	27.01.01	30.01.01	27.01.01	29.01.01	30.01.01
Yellow Sun	30.01.01	31.01.01	29.01.01	28.01.01	29.01.01
Unsurpassable	08.02.01	06.02.01	04.02.01	04.02.01	07.01.01

Tabela 19

Wpływ barwy światła na długość okresu pędzenia narcyzów (dni) pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinny dzień

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	40	40	47	36	43
Johann Strauss	37	40	37	39	40
Yellow Sun	40	41	39	38	39
Unsurpassable	49	47	45	45	48
Średnia dla barwy światła	41	42	42	40	42

NIR_{0,05} dla barwy światła – 3

NIR_{0,05} dla interakcji (odmiana x barwa światła) – 4



Ryc. 37. Narcyzy odmiany ‘Yellow Sun’ pędzone przy świetle o różnej barwie, od lewej poddane działaniu światła białego (b), niebieskiego (n), czerwonego (cz), żółtego (ż) i zielonego (z)

Nie stwierdzono wpływu barwy światła na liczbę zebranych kwiatów z 40 cebul narcyzów pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab.20). Niewielkie różnice wynosiły od 1 do 5 kwiatów

i miały charakter nieukierunkowany. I tak w przypadku odmiany ‘Ice Follies’ największy plon zebrano z cebul pędzonych przy świetle niebieskim, u ‘Johann Strauss’ przy świetle czerwonym, u ‘Yellow Sun’ przy żółtym a u ‘Unsurpassable’ przy niebieskim i czerwonym. Na uwagę zasługuje niewielka liczba kwiatów odmiany ‘Unsurpassable’ zebrana z cebul pędzonych w warunkach światła białego i żółtego.

Tabela 20

Wpływ barwy światła na liczbę zebranych kwiatów z 40 cebul narcyzów pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	34	40	34	36	34
Johann Strauss	38	34	40	32	36
Yellow Sun	26	22	24	28	26
Unsurpassable	18	26	26	16	24
Średnia dla barwy światła	29a	30a	31a	28a	30a

Średnie nie różniące się statystycznie oznaczono tymi samymi literami

Podobną sytuację i niejednakowy charakter zmian zaobserwowano w doświadczeniu z zastosowaniem wyższego natężenia napromienienia kwantowego i 12-godzinnego dnia (tab.21). Cebule odmiany ‘Ice Follies’ najlepiej plonowały przy świetle o barwie niebieskiej, podobnie jak odmiany ‘Johann Strauss’. Natomiast u odmiany ‘Yellow Sun’ największy plon zebrano z cebul pędzonych w warunkach światła zielonego, a u odmiany ‘Unsurpassable’ światła białego. U wszystkich badanych odmian najslabiej plonowały rośliny poddane działaniu światła czerwonego.

Stwierdzono wpływ barwy światła o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ na długość pędu narcyzów (tab.22). Światło o barwie niebieskiej wpłynęło na skrócenie długości pędu w stosunku do światła o barwie czerwonej. Barwa światła o niskim natężeniu nie miała wpływu na długość pędu odmiany ‘Ice Follies’ (ryc.38). W przypadku odmiany ‘Johann Strauss’ najniższe rośliny uzyskano pod lampami emitującymi światło niebieskie i zielone, najdłuższe pędy wydały cebule

uprawiane pod światłem czerwonym. Podobną reakcję zaobserwowano u odmiany ‘Yellow Sun’, gdzie rośliny uzyskane w świetle o barwie czerwonej były wyższe od uprawianych w świetle białym i niebieskim. Cebule odmiany ‘Unsurpassable’ rosnące w świetle zielonym wykształciły najdłuższe pędy. Pomiędzy narcyzami uzyskanymi w pozostałych barwach światła nie stwierdzono różnic w długości pędu.

Tabela 21

Wpływ barwy światła na liczbę zebranych kwiatów z 40 cebul narcyzów pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	41	51	28	42	36
Johann Strauss	30	36	22	36	34
Yellow Sun	44	44	42	50	54
Unsurpassable	43	38	34	40	39
Średnia dla barwy światła	40a	42a	32b	42a	41a

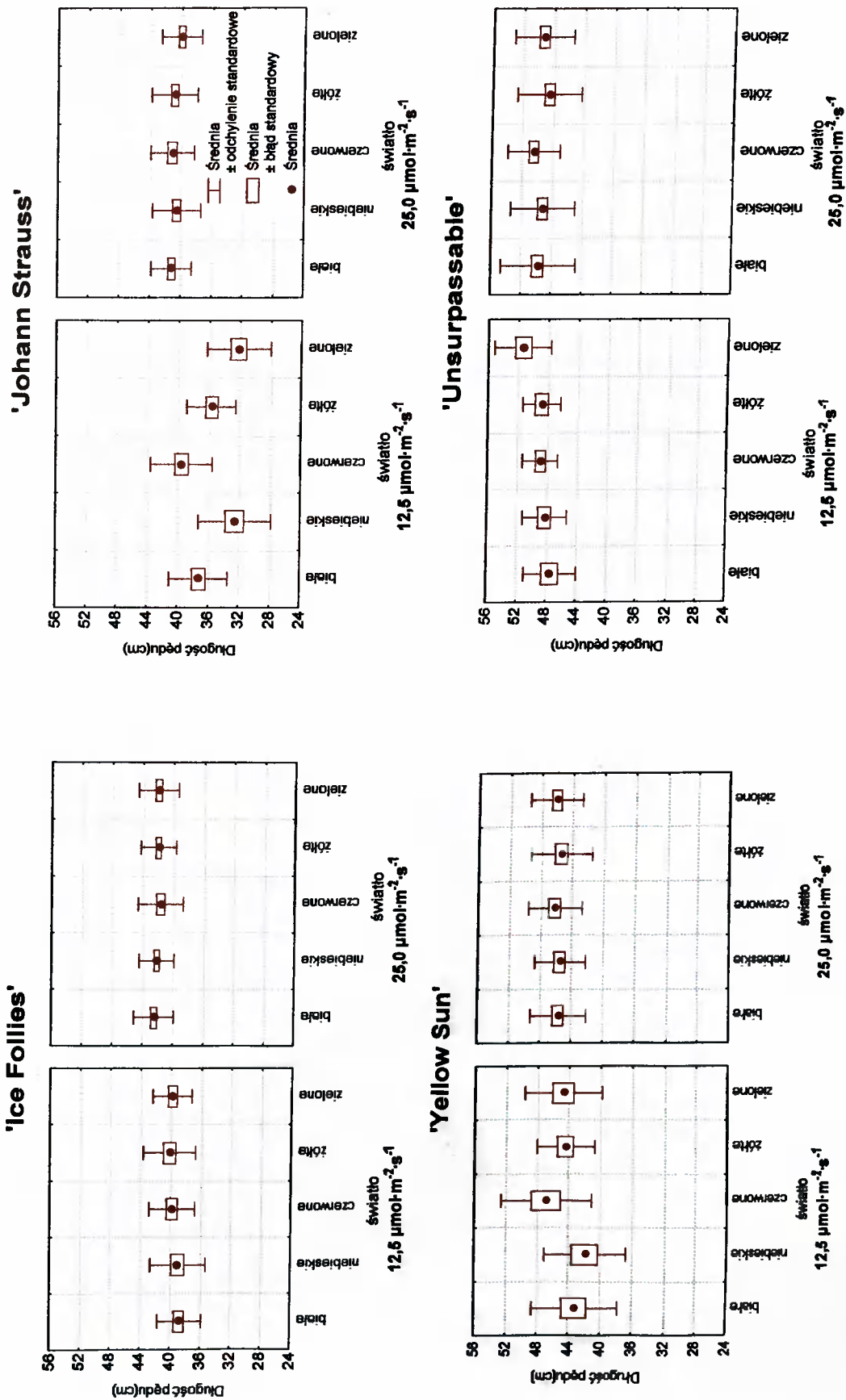
Oznaczenia jak w tabeli 20

Tabela 22

Wpływ barwy światła na długość pędu narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	38,84	39,00	39,80	40,19	39,84
Johann Strauss	37,40	32,60	39,55	35,72	32,19
Yellow Sun	43,23	41,90	46,82	44,38	44,73
Unsurpassable	47,70	48,27	48,94	48,81	51,42
Średnia dla barwy światła	41,79	40,44	43,78	42,28	42,05

NIR_{0,05} dla barwy światła – 2,0



Ryc. 38. Wpływ barwy światła na długość pędu czterech odmian narcyzów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Zastosowanie dwukrotnie większego natężenia napromienienia kwantowego i 12-godzinne dnia nie wywarło istotnego wpływu na długość pędów (tab.23). Analiza interakcji odmiana x barwa światła wykazała różnice jedynie u odmiany 'Unsurpassable'. Rośliny pędzone przy świetle czerwonym były wyższe od uzyskanych pod światłem żółtym (ryc.38).

Tabela 23

Wpływ barwy światła na długość pędu narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinne dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	42,48	42,15	41,65	41,97	42,03
Johann Strauss	41,19	40,56	41,12	40,88	40,2
Yellow Sun	45,66	45,47	46,15	45,41	46,11
Unsurpassable	49,75	49,24	50,45	48,52	49,32
Średnia dla barwy światła	44,77	44,36	44,85	44,19	44,37

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1,2

Niezależnie od odmiany, światło czerwone o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ działające przez 6 godzin na dobę spowodowało powstawanie pędów o masie istotnie większej od masy pędów wyrosłych pod światłem niebieskim (tab.24). U odmiany 'Ice Follies' powstawanie pędów o najmniejszej masie zaobserwowano przy świetle o barwie białej. W przypadku pozostałych barw światła nie stwierdzono istotnych różnic (ryc.39). Te same warunki świetlne w odmienny sposób wpłynęły na masę roślin odmiany 'Johann Strauss'. Pędy o najmniejszej masie uzyskano przy świetle niebieskim. Podobną masą charakteryzowały się pędy powstałe z cebul pędzonych przy świetle białym i czerwonym, była ona zdecydowanie większa od masy roślin uzyskanych przy pozostałych barwach światła. W przypadku odmiany 'Yellow Sun' pędy o największej masie wydały cebule pędzone pod lampami emitującymi światło czerwone. Istotną różnicę stwierdzono porównując masę tych pędów z masą narcyzów rosnących w świetle białym, niebieskim i żółtym. Barwa światła nie miała wpływu na masę pędów odmiany 'Unsurpassable'.

Różne barwy światła o natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ zastosowane przez 12 godzin na dobę nie miały wpływu na masę pędów narcyzów (tab.25). Nie wykazano wyraźnej tendencji w reakcjach na światło o różnej długości fali u odmiany 'Ice Follies', 'Johann Strauss' i 'Yellow Sun'. W przypadku odmiany 'Unsurpassable' pędy o najmniejszej masie wydały cebule rosnące przy świetle niebieskim, różniły się one znacząco od roślin uzyskanych przy świetle czerwonym i zielonym (ryc.39).

Tabela 24

Wpływ barwy światła na masę pędu narcyzów (g) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	16,56	18,67	19,41	20,19	19,85
Johann Strauss	25,18	15,88	25,38	21,13	18,60
Yellow Sun	19,77	20,64	24,91	21,64	21,77
Unsurpassable	23,67	23,96	23,71	23,56	25,00
Średnia dla barwy światła	21,29	19,79	23,35	21,63	21,31

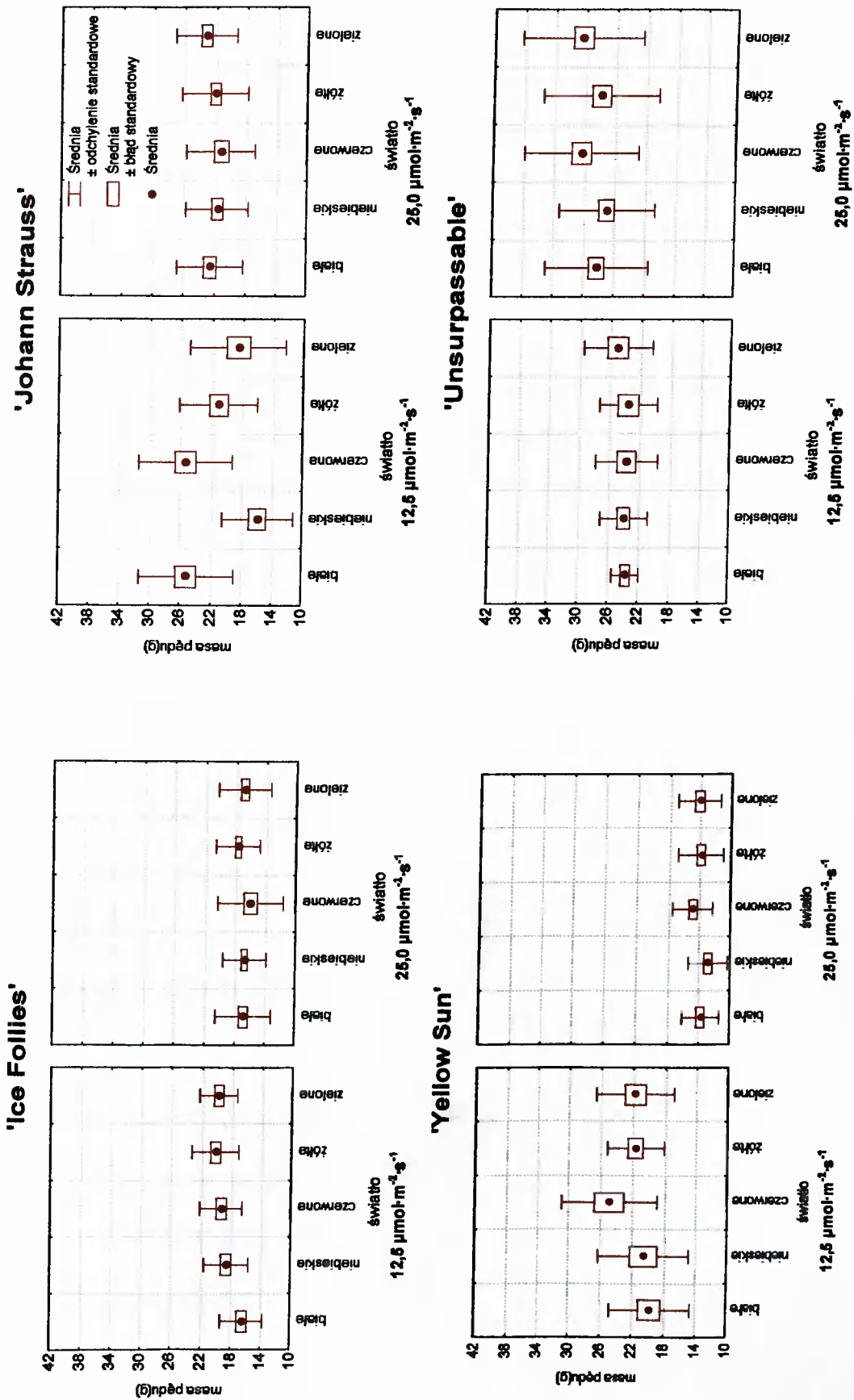
NIR_{0,05} dla barwy światła – 2,3

Tabela 25

Wpływ barwy światła na masę pędu narcyzów (g) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	16,91	16,76	16,04	17,76	16,91
Johann Strauss	22,59	21,73	21,29	22,08	23,26
Yellow Sun	13,79	12,90	14,95	13,96	14,20
Unsurpassable	28,20	26,97	30,41	27,91	30,43
Średnia dla barwy światła	20,37	19,59	20,67	20,43	21,20

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1,7



Ryc. 39. Wpływ barwy światła na masę pedu czterech odmian narcyzów pedzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Światło monochromatyczne o różnej barwie i niskim natężeniu napromienienia kwantowego, zastosowane przez 6 godzin na dobę miało niewielki wpływ na długość liści narcyzów (tab.26). Różnice odnotowano jedynie między roślinami uzyskanymi przy świetle czerwonym i niebieskim, przy czym cebule pędzone przy świetle czerwonym wydały dłuższe liście.

Tabela 26

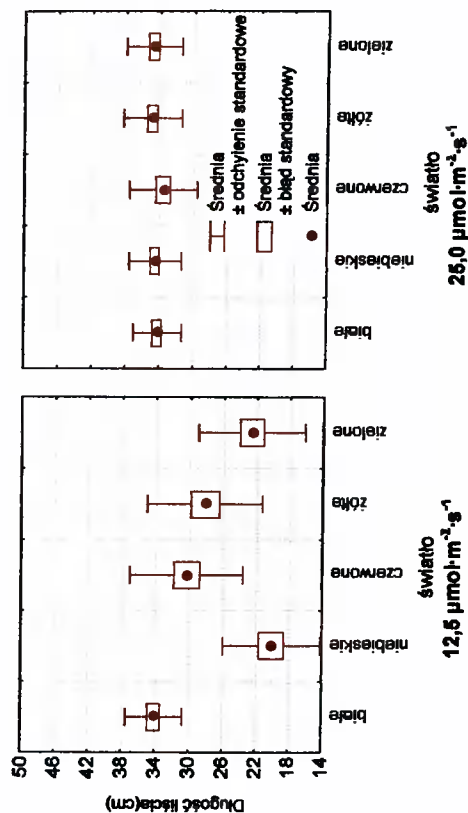
Wpływ barwy światła na długość liści narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	29,84	32,03	32,08	31,79	32,62
Johann Strauss	34,15	20,11	30,34	28,17	22,62
Yellow Sun	34,62	36,14	37,65	36,75	41,75
Unsurpassable	39,44	41,38	42,41	39,44	42,88
Średnia dla barwy światła	34,51	32,41	35,62	34,04	34,97

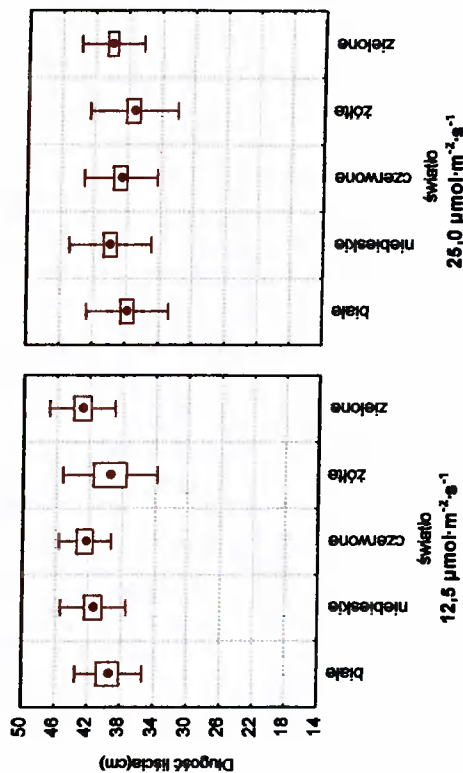
NIR_{0,05} dla barwy światła – 2,6

Szczegółowa analiza danych na poziomie odmiany pozwoliła stwierdzić, iż długość liści narcyzów odmiany ‘Ice Follies’ tylko w niewielkim stopniu była modyfikowana przez światło o różnej barwie (ryc.40). U odmiany ‘Johann Strauss’ najkrótsze liście miały rośliny poddane działaniu światła niebieskiego, tylko nieznacznie różniące się od tych spod światła zielonego. Istotnie dłuższe liście wydały cebule pędzone przy świetle czerwonym i białym. U odmiany ‘Yellow Sun’ najdłuższe liście powstały przy świetle o barwie zielonej. Odmiana ‘Unsurpassable’ najdłuższe liście tworzyła pod wpływem światła czerwonego i zielonego.

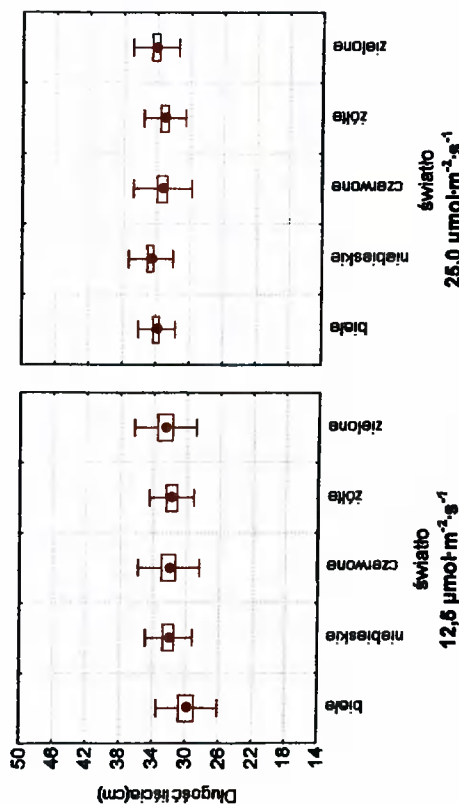
'Johann Strauss'



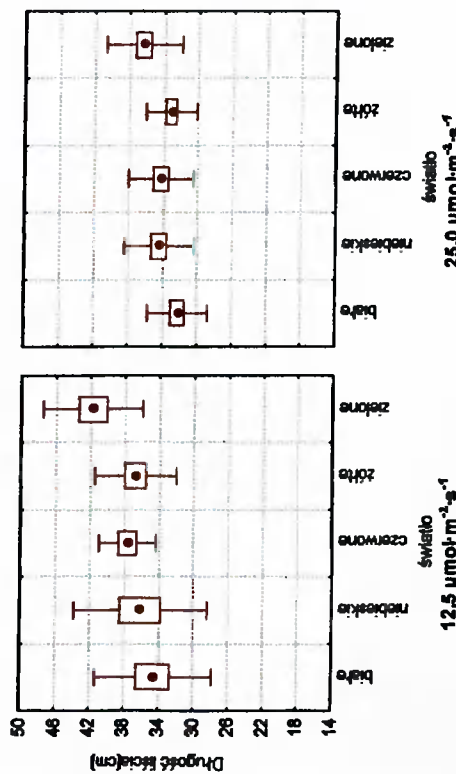
'Unsurpassable'



'Ice Follies'



'Yellow Sun'



Ryc. 40. Wpływ barwy światła na długość liścia czterech odmian narcyzów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Wykazano niewielki wpływ barwy światła na długość liści narcyzów pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinnym dniu (tab.27).

Wyższe natężenie napromienienia kwantowego i dłuższy czas oddziaływania światła o różnej barwie spowodowały niewielkie zmiany w długości liści narcyzów odmian ‘Ice Follies’ i ‘Johann Strauss’. U odmiany ‘Yellow Sun’ liście o największej długości miały rośliny pędzone pod lampami emitującymi światło zielone. Najkrótsze liście wydały cebule poddane działaniu światła białego, ale nie różniły się one od tych uzyskanych przy świetle żółtym (ryc.40).

Tabela 27

Wpływ barwy światła na długość liści narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	33,85	34,65	33,33	33,08	34,15
Johann Strauss	34,18	34,47	33,59	34,87	34,74
Yellow Sun	32,24	34,44	34,28	33,10	36,30
Unsurpassable	37,73	39,90	38,72	37,25	39,88
Średnia dla barwy światła	34,50	35,87	34,98	34,57	36,27

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1,3

Średnica okwiatu narcyzów nie była uzależniona od barwy światła zastosowanego przez 6 godzin na dobę, przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab.28). Analiza interakcji odmiana x barwa światła wykazała istnienie różnic u odmiany ‘Johann Strauss’ i ‘Unsurpassable’ (ryc.41). W przypadku tej pierwszej podobnej wielkości okwiat wykształciły narcyzy pędzone przy świetle niebieskim, żółtym i zielonym ale mniejszy od uzyskanego w świetle białym. U odmiany ‘Unsurpassable’ okwiat o największej średnicy tworzyły cebule pędzone przy świetle zielonym, nieznacznie mniejszy przy białym. Oba były większe od uzyskanych z cebul pędzonych przy świetle niebieskim i czerwonym.

Tabela 28

Wpływ barwy światła na średnicę okwiatu narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinne go dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	7,62	7,70	7,63	7,79	7,74
Johann Strauss	8,08	7,82	8,04	7,81	7,81
Yellow Sun	7,87	7,96	8,18	7,95	7,83
Unsurpassable	8,29	7,93	7,91	8,11	8,54
Średnia dla barwy światła	7,96	7,85	7,94	7,91	7,98

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,3

Podobnie jak przy niskim również przy wysokim natężeniu napromienienia kwantowego stwierdzono, iż niezależnie od odmiany barwa światła nie miała wpływu na średnicę okwiatu (tab.29).

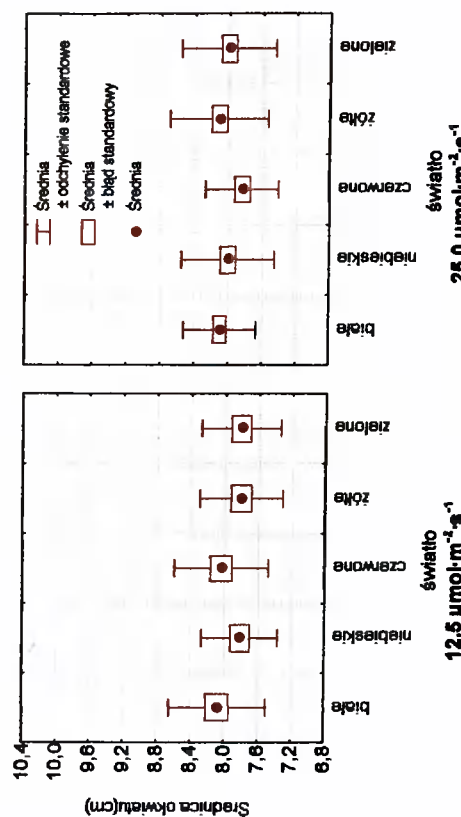
Tabela 29

Wpływ barwy światła na średnicę okwiatu narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

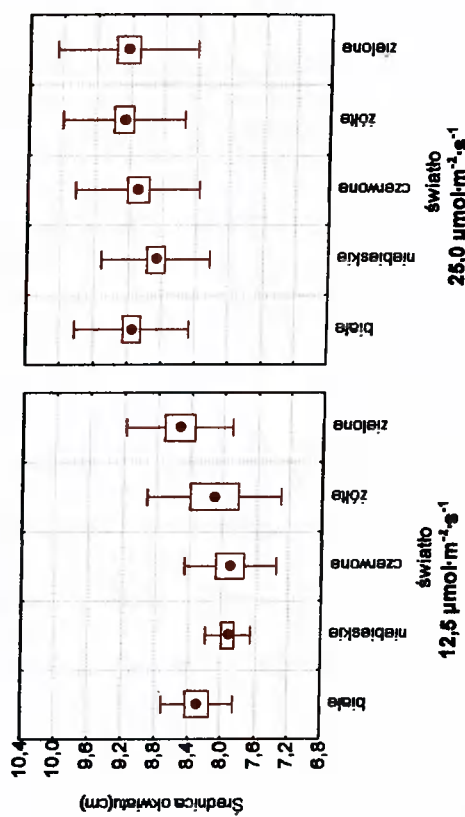
Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	7,65	7,73	7,49	7,76	7,77
Johann Strauss	8,10	8,01	7,84	8,11	8,01
Yellow Sun	9,02	9,07	9,11	9,04	8,86
Unsurpassable	9,15	8,88	9,10	9,28	9,24
Średnia dla barwy światła	8,48	8,42	8,39	8,53	8,47

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,2

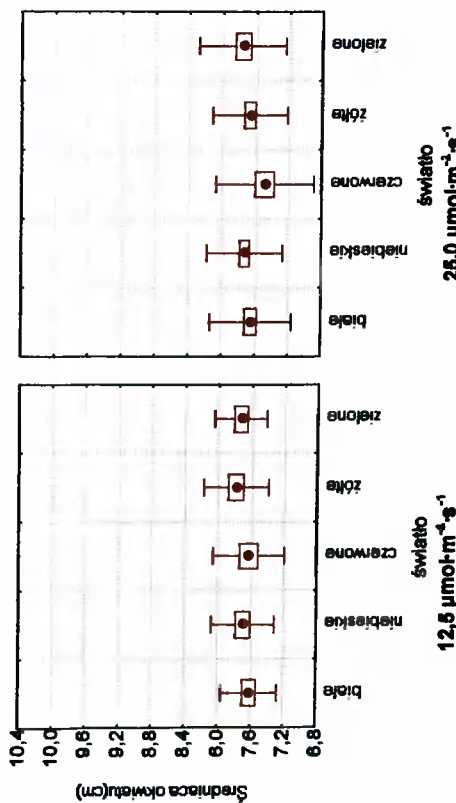
'Johann Strauss'



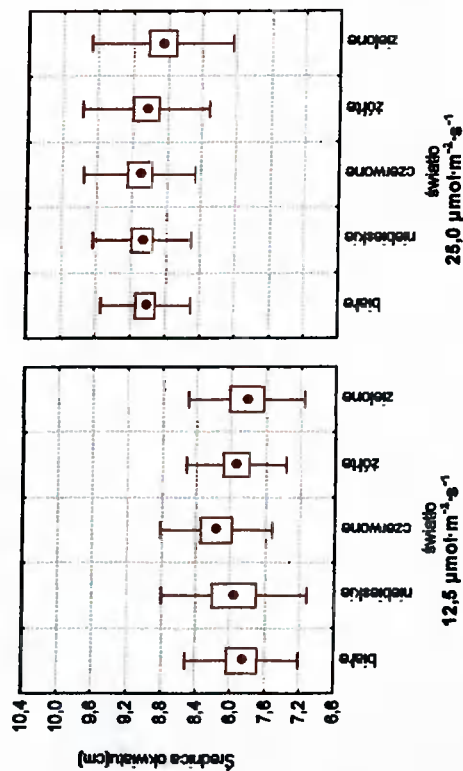
'Unsurpassable'



'Ice Follies'



'Yellow Sun'



Ryc. 41. Wpływ barwy światła na średnicę okwiatu czterech odmian narcyzów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Szczegółowa analiza na poziomie odmiany ujawniła istnienie niewielkich różnic w przypadku poszczególnych odmian (ryc.41). Narcyzy odmiany 'Ice Follies' i 'Johann Strauss' tworzyły najmniejszy okwiat w warunkach światła czerwonego. U odmiany 'Ice Follies' większym okwiatem charakteryzowały się rośliny pędzone przy świetle niebieskim i zielonym, a u odmiany 'Johann Strauss' przy świetle białym i żółtym. Barwa światła nie miała wpływu na wielkość okwiatu odmiany 'Yellow Sun'. U odmiany 'Unsurpassable' największy okwiat miały narcyzy poddane działaniu światła żółtego ale tylko nieznacznie różniący się od uzyskanego przy świetle białym, czerwonym i zielonym.

Zastosowanie różnych barw światła o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ przez 6 godzin na dobę miało wpływ na średnicę przykoronka (tab.30). Narcyzy pędzone przy świetle białym, czerwonym i żółtym miały przykoronek większy w porównaniu z roślinami spod światła niebieskiego.

Wpływ barwy światła na średnicę przykoronka poszczególnych odmian przedstawiono na rycinie 42. Nie stwierdzono różnic między narcyzami odmiany 'Ice Follies' uzyskanymi w świetle o barwie białej, niebieskiej, czerwonej i żółtej. Jedynie przy świetle zielonym rośliny miały mniejszy przykoronek. U odmiany 'Johann Strauss' światło białe i czerwone spowodowało powstawanie większych przykoronków niż w pozostałych barwach światła. Cebule odmiany 'Yellow Sun' pędzone przy świetle białym wydały kwiaty o największych przykoronkach. Były one znacznie większe od uzyskanych przy świetle niebieskim. Analogiczną reakcję odnotowano u odmiany 'Unsurpassable'.

Przy wyższym natężeniu napromienienia kwantowego i dłuższym dniu barwa światła nie miała wpływu na średnicę przykoronka (tab.31). Różnice w wielkości przykoronka pojawiły się jedynie po analizie danych odrębnie dla każdej z odmian. W warunkach światła białego, niebieskiego i żółtego rośliny odmiany 'Ice Follies' tworzyły przykoronek o podobnej średnicy, większy od przykoronka narcyzów pędzonych w świetle czerwonym. Średnica przykoronka roślin poddanych działaniu światła zielonego nie różniła się od rozmiarów przykoronka w pozostałych barwach światła. W przypadku odmiany 'Yellow Sun' różnice w wielkości przykoronka stwierdzono jedynie między światłem niebieskim (największy) i zielonym (najmniejszy). U odmiany 'Unsurpassable' spośród zastosowanych pięciu barw światła niebieska spowodowała tworzenie najmniejszych przykoronków (ryc.42).

Tabela 30

Wpływ barwy światła na średnicę przykoronka (cm) narcyzów pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	4,05	3,84	4,04	4,01	3,66
Johann Strauss	3,11	2,55	3,23	2,75	2,56
Yellow Sun	3,66	3,35	3,53	3,56	3,65
Unsurpassable	4,27	3,77	4,00	4,01	4,03
Średnia dla barwy światła	3,77	3,38	3,70	3,58	3,47

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,2

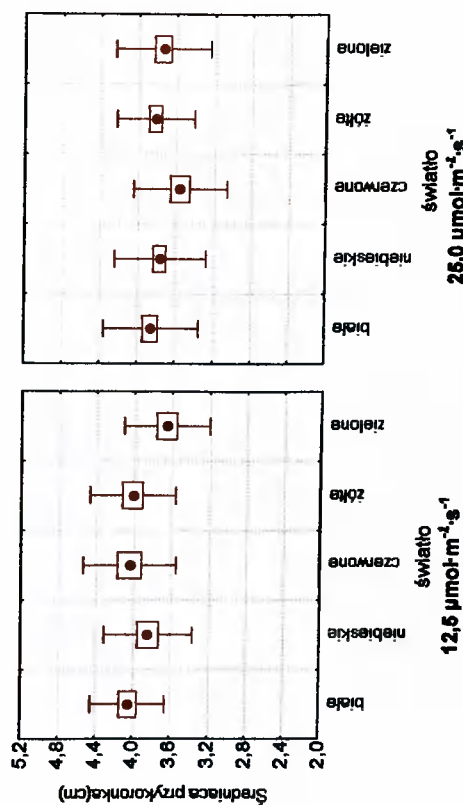
Tabela 31

Wpływ barwy światła na średnicę przykoronka narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

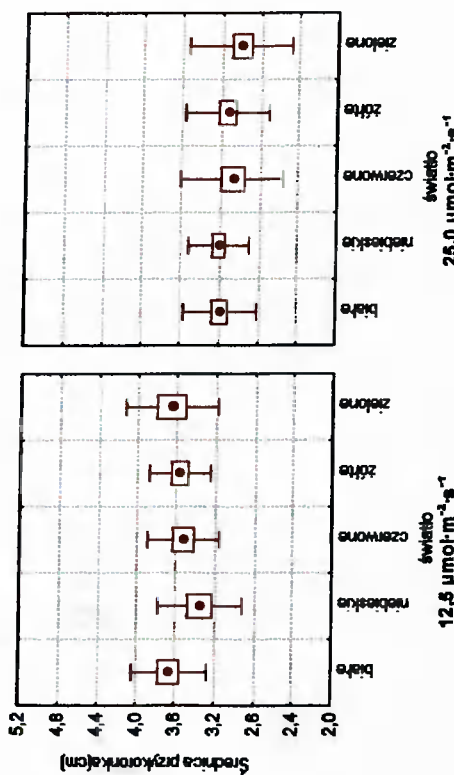
Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	3,86	3,76	3,55	3,82	3,74
Johann Strauss	2,84	2,74	2,71	2,84	2,76
Yellow Sun	3,19	3,21	3,08	3,14	3,00
Unsurpassable	4,16	3,87	4,30	4,38	4,13
Średnia dla barwy światła	3,51	3,40	3,41	3,54	3,41

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,2

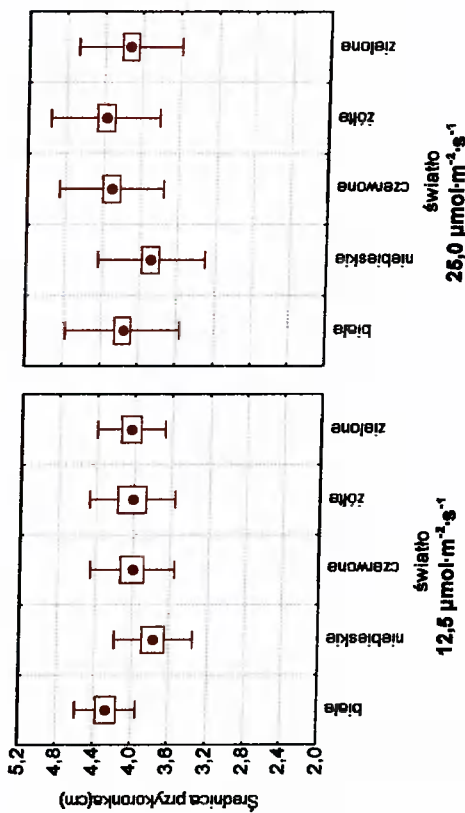
'Ice Follies'



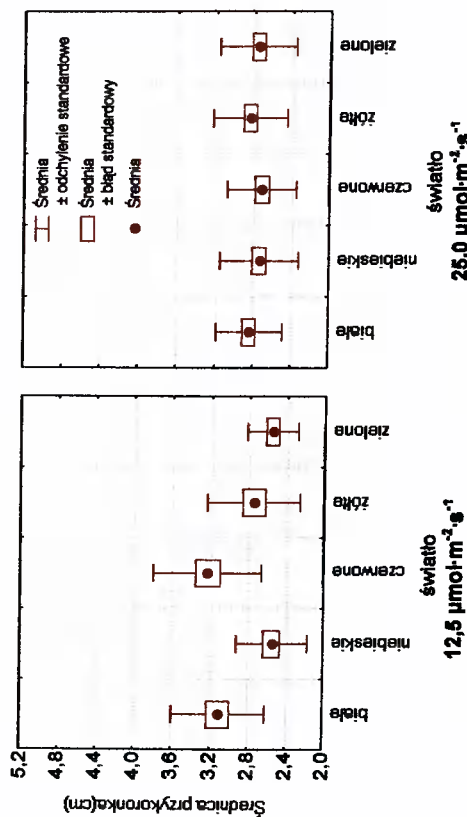
'Yellow Sun'



'Unsurpassable'



'Johann Strauss'



Ryc. 42. Wpływ barwy światła na średnicę przykronka czterech odmian narcyzów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Zarówno przy niskim jak i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego niezależnie od odmiany barwa światła nie miała wpływu na długość przykoronka (tab.32 i 33). Po analizie danych dotyczących wpływu barwy światła na długość przykoronka odmian 'Johann Strauss' i 'Yellow Sun' stwierdzono, że w warunkach światła niebieskiego odmiana 'Ice Follies' tworzyła dłuższe przykoronki od tych uzyskanych w świetle białym, czerwonym i zielonym (ryc.43). Odmienny wpływ światła niebieskiego zaobserwowano u odmiany 'Unsurpassable'- powstawały przykoronki krótsze niż w pozostałych barwach światła.

Z kolei światło o różnej barwie i natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ działające przez 12 godzin w przypadku odmiany 'Ice Follies' spowodowało, iż najkrótszy przykoronek miały narcyzy rosnące pod lampami emitującymi światło białe. Nie wykazano różnic w długości przykoronka przy pozostałych barwach światła. W warunkach światła czerwonego i żółtego cebule odmiany 'Johann Strauss' utworzyły przykoronki dłuższe niż w świetle zielonym i białym. Długość przykoronka odmiany 'Yellow Sun' i 'Unsurpassable' nie była uzależniona od barwy światła (ryc.43).

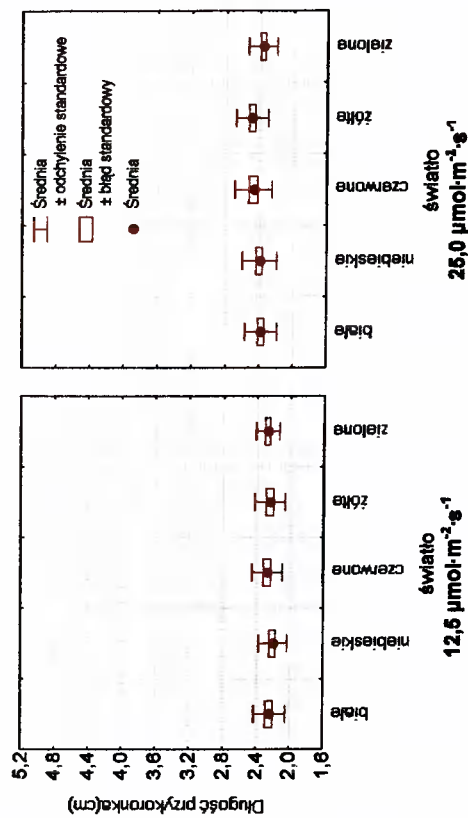
Tabela 32

Wpływ barwy światła na długość przykoronka narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

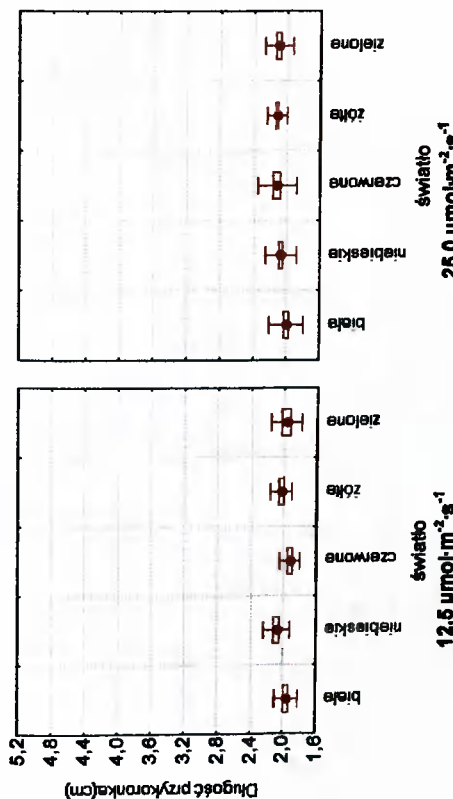
Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	1,96	2,08	1,92	2,03	1,97
Johann Strauss	2,24	2,20	2,27	2,24	2,27
Yellow Sun	2,80	2,75	2,84	2,80	2,81
Unsurpassable	4,34	4,19	4,42	4,44	4,37
Średnia dla barwy światła	2,84	2,81	2,86	2,88	2,86

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,1

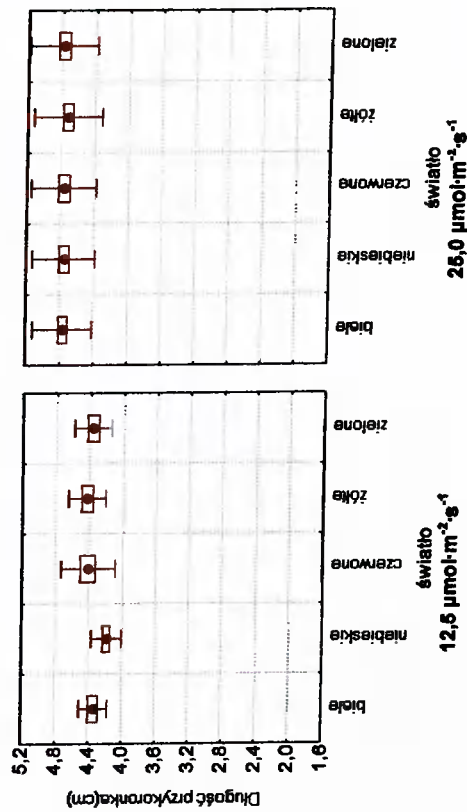
'Johann Strauss'



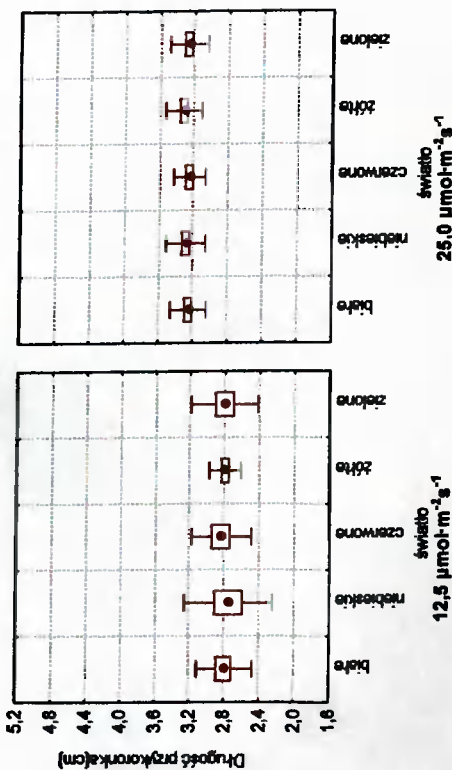
'Ice Follies'



'Unsurpassable'



'Yellow Sun'



Ryc. 43. Wpływ barwy światła na długość przykoronki czterech odmian narcyzów pedzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Tabela 33

Wpływ barwy światła na długość przykoronka narcyzów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	2,00	2,07	2,12	2,12	2,10
Johann Strauss	2,38	2,40	2,47	2,49	2,37
Yellow Sun	3,25	3,29	3,25	3,32	3,26
Unsurpassable	4,77	4,76	4,77	4,73	4,79
Średnia dla barwy światła	3,10	3,13	3,15	3,17	3,13

$\text{NIR}_{0,05}$ dla barwy światła – 0,1

Barwa światła miała wpływ na sztywność łodyg badanych odmian. W tabeli 34 przedstawiono sztywność łodyg narcyzów w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Stwierdzono, iż wszystkie z badanych odmian najsztyniejsze pędy tworzyły przy świetle o barwie niebieskiej. W przypadku odmian ‘Ice Follies’ i ‘Unsurpassable’ porównując udział poszczególnych stopni sztywności dla światła niebieskiego z pozostałymi barwami nie stwierdzono istotnych różnic. Natomiast u odmiany ‘Johann Strauss’ porównując światło niebieskie z białym stwierdzono, że istotnie większy był udział roślin sztywnych w świetle białym. Nie mniej jednak przy tym świetle nie wykazano udziału roślin bardzo sztywnych w przeciwieństwie do światła niebieskiego. Odmiana ‘Yellow Sun’ poddana działaniu światła czerwonego i żółtego tworzyła mniej łodyg sztywnych w porównaniu ze światłem niebieskim.

Również przy większym natężeniu i przy dłuższym dniu stwierdzono wpływ barwy światła na sztywność łodyg narcyza (tab.35). U odmiany ‘Ice Follies’ światło czerwone, żółte i zielone wpłynęło na osłabienie sztywności łodyg w porównaniu ze światłem niebieskim. W przypadku odmiany ‘Johann Strauss’ zaobserwowano podobną reakcję przy świetle czerwonym, co przejawiało się większym udziałem roślin wiotkich a mniejszym sztywnych. Zastosowanie światła o barwie czerwonej i żółtej u odmiany ‘Unsurpassable’ wpłynęło na zmniejszenie udziału łodyg sztywnych w porównaniu ze

światłem niebieskim. Istotnych różnic nie stwierdzono w przypadku odmiany ‘Yellow Sun’.

Tabela 34

Wpływ barwy światła na udział łądyg o różnej sztywności w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Skala sztywności łądyg *	Barwa światła				
		niebieska	biała	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	1	-	-	-	-	-
	2	-	6%	12%	11%	6%
	3	100%	88%	88%	89%	88%
	4	-	6%	-	-	6%
Johann Strauss	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	10%	-	-
	3	76%	100% a	90%	88%	89%
	4	24%	-	-	12%	11%
Yellow Sun	1	-	-	-	-	8%
	2	-	8%	33%	29%	-
	3	100%	92%	67% b	71% b	92%
	4	-	-	-	-	-
Unsurpassable	1	-	-	8%	-	8%
	2	8%	33%	31%	12%	17%
	3	84%	56%	61%	88%	58%
	4	8%	11%	-	-	17%

* 1 – łądyga bardzo wiotka

2 – łądyga wiotka

3 – łądyga sztywna

4 – łądyga bardzo sztywna

a – frakcja liczby łądyg istotnie większa niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej

b – frakcja liczby łądyg istotnie mniejsza niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej

Tabela 35

Wpływ barwy światła na udział łodyg o różnej sztywności w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Skala sztywności łodyg	Barwa światła				
		niebieska	biała	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	1	-	-	7%	5%	-
	2	-	2%	40%	14%	11%
	3	100%	98%	53% b	81% b	89% b
	4	-	-	-	-	-
Johann Strauss	1	-	-	14%	3%	-
	2	3%	-	23% a	8%	3%
	3	97%	100%	63% b	89%	97%
	4	-	-	-	-	-
Yellow Sun	1	-	-	5%	-	-
	2	9%	14%	5%	12%	15%
	3	91%	86%	90%	81%	85%
	4	-	-	-	-	-
Unsurpassable	1	-	-	3%	2%	-
	2	-	2%	9%	10%	3%
	3	100%	98%	88% b	88% b	97%
	4	-	-	-	-	-

Oznaczenia jak w tabeli 34

Barwa kwiatów wydanych przez cebule pędzone przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym dniu tylko w niewielkim stopniu zależała od zastosowanego światła monochromatycznego (tab.36). W przypadku barwy okwiatu różnice zaobserwowano tylko u odmiany 'Yellow Sun', której kwiaty zebrane w warunkach światła niebieskiego miały intensywniej zabarwiony okwiat. Narcyzy odmiany 'Ice Follies' uzyskane przy świetle czerwonym i żółtym miały jaśniejszy przykoronek, natomiast te spod światła niebieskiego i zielonego ciemniejszy od pozostałych. Odmiana 'Unsurpassable' pędzona przy świetle białym tworzyła kwiaty o jaśniejszym przykoronku. Nie stwierdzono różnic w barwie ściętych liści.

Tabela 36
Wpływ barwy światła na wybarwienie kwiatów i liści narcyza w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa okwiatu					Barwa przykoronka					Barwa liści				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	158D	158D*	158D	158D	18D	6A	7A	6B	6B	7A	138B	138B	138B	138B	138B
Johann Strauss	158D	158D	158D	158D	158D	25A	25A	25A	25A	25A	138B	138B	138B	138B	138B
Yellow Sun	8B	8A	8B	8B	8B	9A	9A	9A	9A	9A	138B	138B	138B	138B	138B
Unsurpassable	8A	7C	8A	7C	7C	9B	9A	9A	9A	9A	138B	138B	138B	138B	138B

* - cyfry oznaczają barwę zasadniczą, litery odcień barwy zasadniczej

Również przy dwukrotnie dłuższym dniu i wyższym natężeniu napromienienia kwantowego nie zaobserwowano istotnego wpływu jakości światła na barwę kwiatów (tab.37). We wszystkich przypadkach różnice były nieznaczne, a barwa zmieniała się najczęściej zaledwie o jeden odcień. Odmiana ‘Yellow Sun’ i ‘Unsurpassable’ przy świetle niebieskim tworzyła okwiat ciemniejszy w porównaniu z kwiatami uzyskanymi przy pozostałych barwach światła. Różnice w barwie przykoronka dotyczyły odmiany ‘Ice Follies’ i ‘Yellow Sun’. Pierwsza jaśniejszy przykoronek tworzyła w warunkach światła białego a druga przy świetle czerwonym i żółtym. Zastosowanie różnego światła monochromatycznego nie miało wpływu na barwę liści (tab.37).

Tabela 37
Wpływ barwy światła na wybarwienie kwiatów i liści narcyza w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa okwiatu					Barwa przykoronka					Barwa liści				
	Barwa światła														
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Ice Follies	158C	158C*	158C	158C	158C	6A	5A	5A	5A	5A	138A	138A	137C	138A	138A
Johann Strauss	158C	158C	158C	158C	158C	25A	25A	25A	25A	25A	137C	137C	137C	138A	138A
Yellow Sun	7B	7A	7B	7B	7B	9A	9A	9B	9B	9A	138B	138B	138B	138B	138A
Unsurpassable	9C	9B	9C	9C	9C	9A	9A	9A	9A	9A	138A	137C	137C	138A	138A

* - cyfry oznaczają barwę zasadniczą, litery odcień barwy zasadniczej

4.4. Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych przy świetle o różnej barwie.

Termin kwitnienia 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 zależał od barwy zastosowanego światła (tab.38). Wpływ barwy światła na termin kwitnienia tulipanów stwierdzono również w drugiej części doświadczenia (tab.39), przeprowadzonej w lepszych warunkach świetlnych. Wszystkie odmiany, zarówno przy niskim jak i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego, najwcześniej kwitły w warunkach światła czerwonego. Największe różnice dochodzące do 11 dni (odmiana 'Negrita') wykazano przy natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ porównując termin kwitnienia cebul przy świetle czerwonym z kwitnieniem przy świetle niebieskim i zielonym.

Tabela 38

Termin kwitnienia tulipanów pędzonych przy świetle o różnej barwie, natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	08.01.99	09.01.99	30.12.98	05.01.99	06.01.99
Yokohama	30.12.98	02.01.99	30.12.98	31.12.98	02.01.99
Ile de France	31.12.98	31.12.98	30.12.98	31.12.98	03.01.99
Negrita	01.01.99	04.01.99	31.12.98	01.01.99	02.01.99

Tabela 39

Termin kwitnienia tulipanów pędzonych przy świetle o różnej barwie, natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	02.02.00	02.02.00	28.01.00	01.02.00	03.02.00
Yokohama	29.01.00	31.01.00	24.01.00	29.01.00	31.01.00
Ile de France	31.01.00	31.01.00	27.01.00	31.01.00	02.02.00
Negrita	30.01.00	31.01.00	20.01.00	30.01.00	31.01.00

Naturalną konsekwencją wpływu barwy światła na termin kwitnienia roślin były różnice w długości okresu pędzenia. Przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ najdłuższy okres pędzenia zaobserwowano u roślin uzyskanych przy świetle niebieskim i zielonym, najkrótszy zaś u roślin pędzonych przy świetle czerwonym (tab.40). Zastosowanie różnych barw światła nie miało wpływu na długość okresu pędzenia odmiany 'Yokohama'. U odmiany 'Leen van der Mark' najkrótszy okres pędzenia stwierdzono u cebul poddanych działaniu światła czerwonego (ryc.44). Najdłuższy zaś u cebul pędzonych przy świetle niebieskim ale nieznacznie różnił się od tego, charakterystycznego dla cebul pędzonych w warunkach światła białego i zielonego. Różnice w długości okresu pędzenia odmiany 'Ile de France' stwierdzono porównując kwitnienie w świetle czerwonym i zielonym. Tulipany szybciej kwitły przy świetle czerwonym. W przypadku odmiany 'Negrita' różnice pojawiły się przy porównaniu długości okresu uprawy dla światła niebieskiego i czerwonego. W warunkach tego pierwszego okres pędzenia był dłuższy.

Tabela 40

Wpływ barwy światła na długość okresu pędzenia (dni) tulipanów pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ i 6-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	56	57	47	53	54
Yokohama	47	50	47	48	50
Ile de France	48	48	47	48	51
Negrita	49	52	48	49	50
Średnia dla barwy światła	50	52	47	49	51

NIR_{0,05} dla barwy światła – 2

NIR_{0,05} dla interakcji (odmiana x barwa światła) – 4

Przy dwukrotnie większym natężeniu napromienienia kwantowego i 12-godzinnym dniu, niezależnie od odmiany najkrótszy średni okres pędzenia odnotowano u roślin pędzonych pod lampami emitującymi światło czerwone (tab.41 i ryc.45). Najdłużej trwało pędzenie cebul przy świetle niebieskim i zielonym.



Ryc. 44. Tulipany odmiany 'Leen van der Mark' pędzone przy świetle o różnej barwie, od lewej poddane działaniu światła białego (b), niebieskiego (n), czerwonego (cz), żółtego (ż) i zielonego (z)

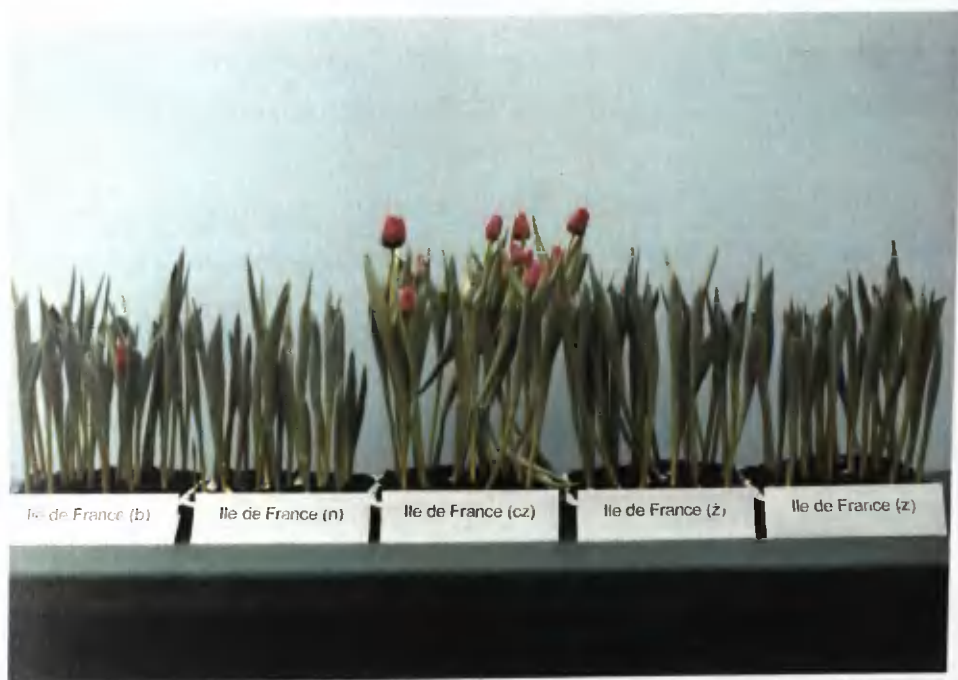
Tabela 41

Wpływ barwy światła na długość okresu pędzenia (dni) tulipanów pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ i 12-godzinnym dniu

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	54	54	49	53	55
Yokohama	50	52	45	50	52
Ile de France	52	52	48	52	54
Negrita	51	52	41	51	52
Średnia dla barwy światła	52	53	46	51	53

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1

NIR_{0,05} dla interakcji (odmiana x barwa światła) – 3



Ryc. 45. Tulipany odmiany 'Ile de France' pędzone przy świetle o różnej barwie, od lewej poddane działaniu światła białego (b), niebieskiego (n), czerwonego (cz), żółtego (ż) i zielonego (z)

Barwa światła miała wpływ na udział kwitnących tulipanów pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ i 6-godzinny dzień (tab.42). W przypadku odmian 'Leen van der Mark' i 'Yokohama' największy plon uzyskano z cebul pędzonych pod lampami emitującymi światło żółte, a najniższy światło czerwone. Stwierdzono spadek udziału roślin kwitnących przy świetle czerwonym o około 60%. Podobnie u odmiany 'Ile de France' największy udział roślin kwitnących zaobserwowano przy świetle żółtym, natomiast u odmiany 'Negrita' przy świetle zielonym. U obu tych odmian najslabiej plonowały cebule poddane działaniu światła niebieskiego. Różnice spowodowane oddziaływaniem różnych barw światła odnotowano również przy natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ i 12-godzinny dzień (tab.43). Największym udziałem roślin kwitnących charakteryzowały się cebule pędzone przy świetle białym. Reakcję taką wykazano u trzech z badanych odmian. Jedynie odmiana 'Ile de France' najlepiej kwitła przy świetle żółtym. Nie stwierdzono wyraźnej tendencji do słabszego planowania w warunkach jednej, określonej barwy światła. U odmiany 'Leen van der Mark' i 'Negrita' najmniejszy udział roślin kwitnących odnotowano u cebul pędzonych pod lampami ze światłem czerwonym, u odmiany 'Ile de France' niebieskim, a u odmiany 'Yokohama'

niebieskim i zielonym. Na uwagę zasługuje słabsze kwitnienie odmiany 'Negrita' w porównaniu z pozostałymi odmianami, widoczne zwłaszcza przy świetle o barwie czerwonej.

Tabela 42

Wpływ barwy światła na udział roślin kwitnących tulipana [%] w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	33	40	23	60	53
Yokohama	77	50	33	80	77
Ile de France	87	77	83	97	93
Negrita	77	53	63	67	93

Tabela 43

Wpływ barwy światła na udział roślin kwitnących tulipana [%] w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	93	77	67	90	80
Yokohama	83	40	77	73	40
Ile de France	67	27	57	70	40
Negrita	40	27	13	37	37

Długość pędu u 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.44). Analiza przeprowadzona dla interakcji odmiana x barwa światła wykazała różnice w reakcji poszczególnych odmian na zastosowane barwy światła (ryc.46). Wywołane zmiany miały jednak różny charakter, co potwierdza brak jednoznacznego wpływu określonej barwy światła na długość pędu tulipana.

Tabela 44

Wpływ barwy światła na długość pędu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
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	37,5	40,59	41,29	41,48	36,19
Negrita	41,31	39,40	38,77	38,36	40,74
Średnia dla barwy światła	37,12	37,67	37,04	38,07	37,54

$\text{NIR}_{0,05}$ dla barwy światła – 1,4

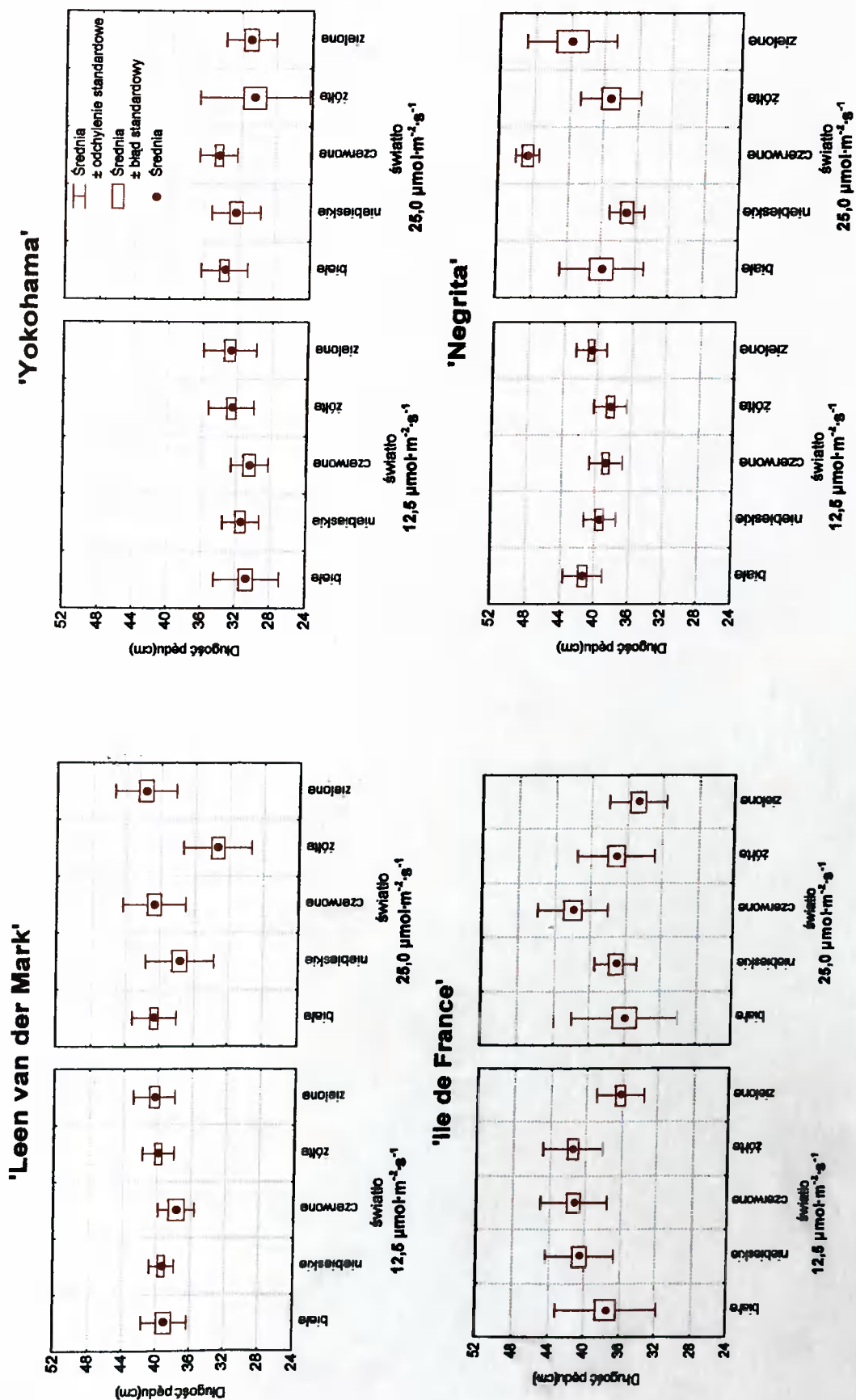
Istotny wpływ barwy światła odnotowano natomiast przy długim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab.45 i ryc.46). Pędy wyrosłe przy świetle czerwonym były dłuższe od zebranych z cebul pędzonych przy świetle niebieskim, a także białym, żółtym i zielonym.

Tabela 45

Wpływ barwy światła na długość pędu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
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	37,52	36,04	41,48	35,05	37,82

$\text{NIR}_{0,05}$ dla barwy światła – 2,0



Ryc. 46. Wpływ barwy światła na długość pędu czterech odmian tulipanów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Na podstawie szczegółowej analizy danych dla poszczególnych odmian stwierdzono, że w przypadku odmiany ‘Leen van der Mark’ najkrótsze pędy tworzyły cebule rosnące w świetle żółtym i niebieskim. Cebule odmiany ‘Yokohama’ wydały najdłuższe pędy w warunkach światła czerwonego. Rośliny pędzone przy świetle niebieskim, żółtym i zielonym tworzyły krótsze pędy, zbliżonej długości. W przypadku odmiany ‘Ile de France’ tulipany rosnące w świetle o barwie czerwonej miały najdłuższe pędy, krótsze zaś rosnące w świetle białym, niebieskim, żółtym i zielonym. Tulipany odmiany ‘Negrita’ zebrane spod światła niebieskiego były najkrótsze.

Barwa światła o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ nie miała wpływu na masę uzyskanych pędów (tab.46). Analiza dotycząca reakcji poszczególnych odmian na zastosowane barwy światła wykazała brak jednokierunkowych zmian wywołanych światłem o tej samej barwie (ryc.47).

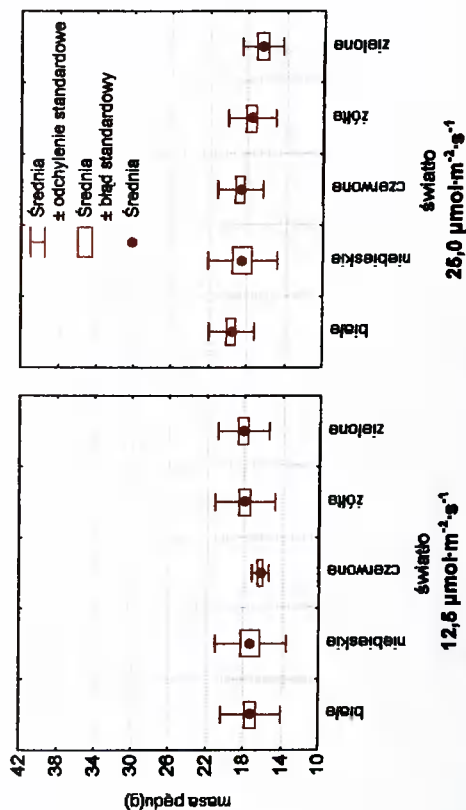
Tabela 46

Wpływ barwy światła na masę pędu tulipanów (g) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

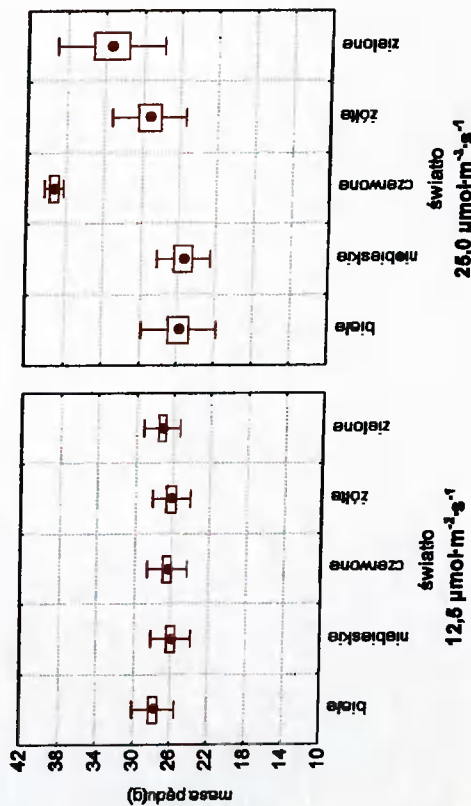
Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	Zielona
Leen van der Mark	25,25	23,96	20,67	23,36	21,37
Yokohama	17,26	17,29	16,25	17,96	18,13
Ile de France	24,56	26,78	24,56	26,67	22,50
Negrita	27,71	25,80	26,47	26,11	27,31
Średnia dla barwy światła	23,70	23,46	22,00	23,52	22,31

NIR_{0,05} dla barwy światła – 1,6

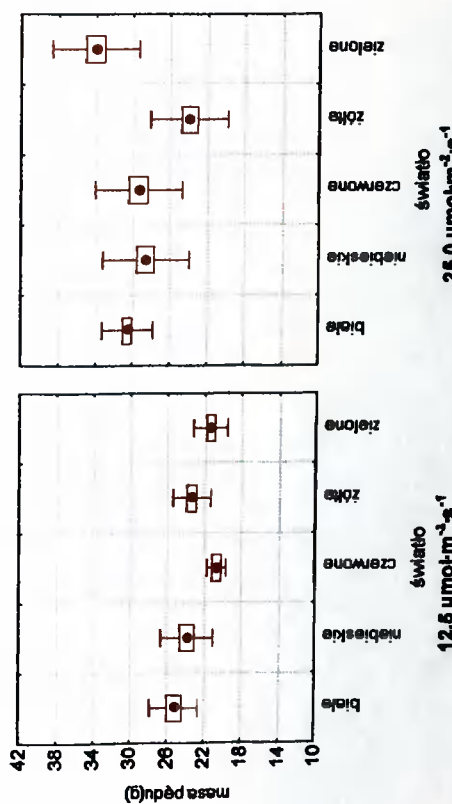
'Yokohama'



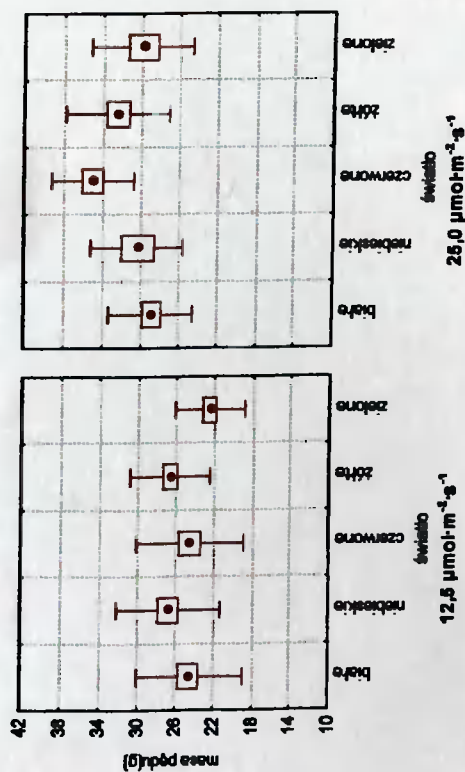
'Negrita'



'Leen van der Mark'



'Ile de France'



Ryc. 47. Wpływ barwy światła na masę pędu czterech odmian tulipanów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Większy wpływ odnotowano natomiast przy długim – 12-godzinnym dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (tab.47). Rośliny o największej masie wyrosły przy świetle czerwonym. Analiza danych odrębnie dla każdej odmiany wykazała, że charakter wywołanych zmian nie był jednakowy i zależał od odmiany (ryc.47). ‘Leen van der Mark’ najcięższe pędy wydała przy świetle zielonym, najlżejsze zaś przy żółtym. W przypadku odmiany ‘Yokohama’ rośliny kwitnące przy świetle zielonym miały najmniejszą masę, podobną do uzyskanej w świetle żółtym. Cebule odmiany ‘Ile de France’ rosnące pod lampami emitującymi światło czerwone wydały pędy o największej masie. Rośliny zebrane spod światła białego miały najmniejszą masę, zbliżoną do tych spod światła niebieskiego i zielonego. U odmiany ‘Negrita’ spośród wszystkich barw światła czerwona wpłynęła w istotny sposób na zwiększenie masy pędu. Najlżejsze były pędy tulipanów rosnących przy świetle białym i zielonym.

Tabela 47

Wpływ barwy światła na masę pędu tulipanów (g) pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
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	26,22	25,72	30,60	25,80	28,44

NIR_{0,05} dla barwy światła – 2,0

Wykazano istotny wpływ barwy światła 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 dniu (tab.48). Kwiaty zebrane pod światłem białym, niebieskim i żółtym nie różniły się między sobą, były za to dłuższe od uzyskanych w warunkach światła czerwonego.

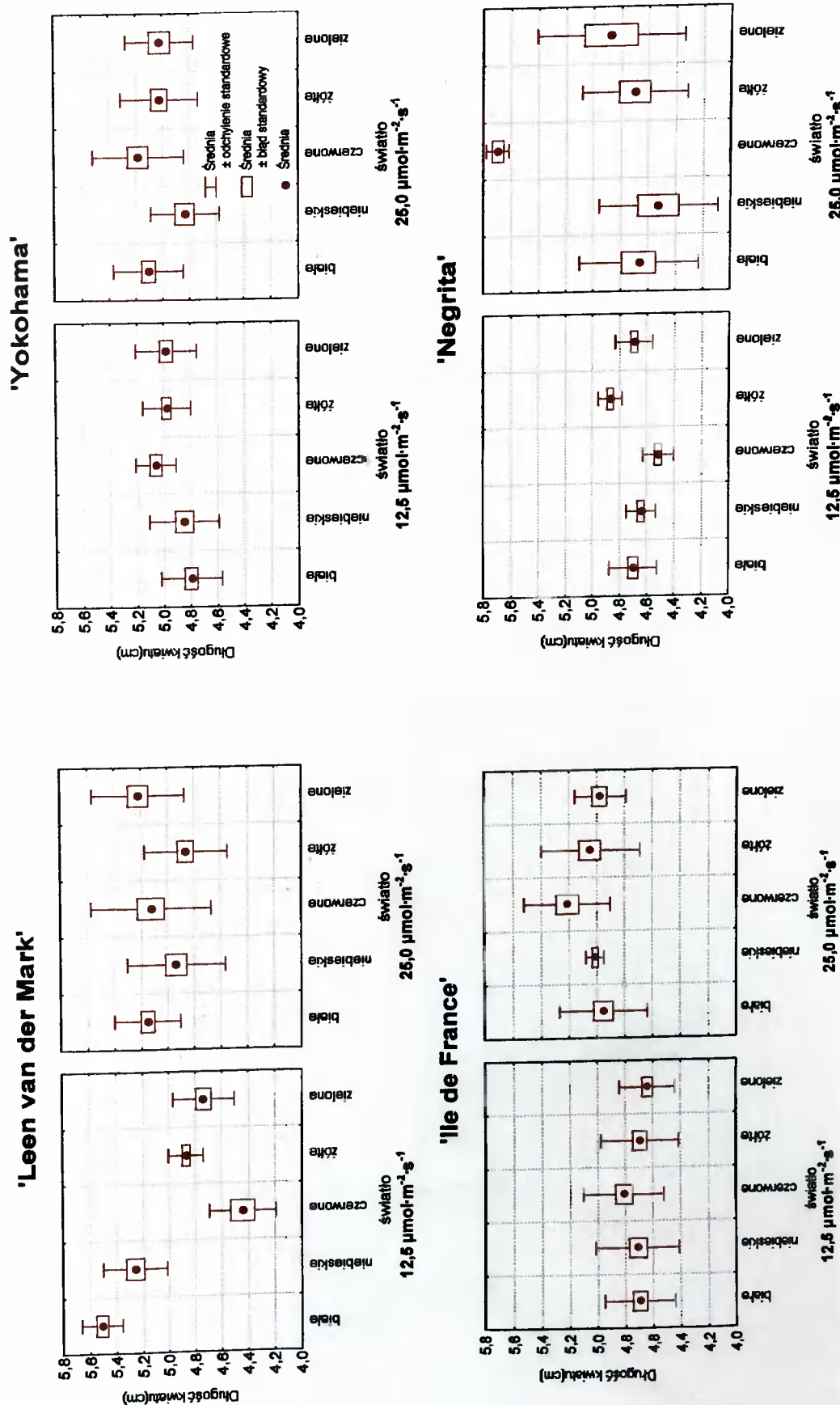
Zastosowanie światła monochromatycznego o różnej barwie wpłynęło na długość kwiatów poszczególnych odmian (ryc.48). U odmiany 'Leen van der Mark' największe kwiaty posiadały rośliny pędzone w świetle białym, najmniejsze w świetle czerwonym. Na uwagę zasługuje fakt, iż tulipany rosnące przy poszczególnych barwach światła istotnie różniły się między sobą długością kwiatów. Cebule odmiany 'Yokohama' pędzone przy świetle czerwonym, żółtym i zielonym wydały kwiaty o zbliżonej długości, większe od tych zebranych z cebul rosnących przy świetle białym i niebieskim. Światło czerwone w przypadku odmiany 'Ile de France' spowodowało wykształcenie kwiatów najdłuższych. Nie stwierdzono różnic między roślinami uzyskanymi przy pozostałych barwach światła. Odmiana 'Negrita' najdorodniejsze kwiaty tworzyła przy świetle żółtym, najmniejsze przy czerwonym.

Tabela 48

Wpływ barwy światła na długość kwiatu tulipanów (cm) pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
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	4,93	4,87	4,71	4,85	4,76

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,1



Ryc. 48. Wpływ barwy światła na długość kwiata czterech odmian tulipanów pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego

Długość kwiatów badanych odmian zależała od barwy światła również w doświadczeniu z dwukrotnie większym natężeniem napromienienia kwantowego i dłuższym dniem (tab.49). Największe kwiaty miały tulipany ścięte z cebul pędzonych przy świetle czerwonym. Nie stwierdzono natomiast różnic między tulipanami uzyskanymi w pozostałych barwach światła. Analiza interakcji odmiana x barwa światła wykazała różną reakcję poszczególnych odmian na określone barwy światła. Kwiaty odmiany 'Leen van der Mark' zebrane z cebul pędzonych przy świetle białym, czerwonym i zielonym charakteryzowały się podobną długością, większą od uzyskanych pod światłem niebieskim i żółtym. W przypadku odmiany 'Yokohama' tulipany o najkrótszych kwiatach odnotowano w warunkach światła niebieskiego. Najdłuższe z kolei zaobserwowano w świetle czerwonym. Długość ich była zbliżona do rozmiarów kwiatów zebranych pod światłem białym. Również u odmian 'Ile de France' i 'Negrita' najbardziej okazałe kwiaty powstały w warunkach światła czerwonego (ryc.48).

Tabela 49

Wpływ barwy światła na długość kwiatu (cm) tulipanów pędzonych w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa światła				
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
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	4,97	4,83	5,30	4,91	5,02

NIR_{0,05} dla barwy światła – 0,2

Dane dotyczące wpływu barwy światła na sztywność łodyg tulipana w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ przedstawiono w tabeli 50. Spośród pięciu testowanych barw światła niebieska przyczyniała się do uzyskania tulipanów o najsztyniejszych łodygach. Porównując udział łodyg o różnej sztywności u odmiany 'Leen van der Mark' dla światła niebieskiego i czerwonego zaobserwowano występowanie istotnie większej liczby

roślin bardzo wiotkich w warunkach światła czerwonego. U odmiany 'Yokohama' w świetle niebieskim zebrano więcej łodyg bardzo sztywnych niż w świetle czerwonym i żółtym. Analizując sztywność łodyg tulipana odmiany 'Ile de France' stwierdzono, iż w świetle czerwonym, żółtym i zielonym było więcej łodyg wiotkich, a mniej sztywnych niż w świetle o barwie niebieskiej. Udział łodyg bardzo sztywnych w świetle czerwonym był istotnie mniej liczny niż w świetle niebieskim. Odmiana 'Negrita' poddana działaniu światła żółtego wydała mniej pędów sztywnych w porównaniu ze światłem niebieskim.

Tabela 50

Wpływ barwy światła na udział łodyg o różnej sztywności w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Skala sztywności łodyg *	Barwa światła				
		niebieska	biała	czerwona	żółta	zielona
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

2 – łodyga wiotka

3 – łodyga sztywna

4 – łodyga bardzo sztywna

a – frakcja liczby łodyg istotnie większa niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej

b – frakcja liczby łodyg istotnie mniejsza niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej

Sztywność liści tulipanów również zależała od barwy światła (tab.51). Podobnie jak w przypadku łądyg najsztywniejsze liście wydały cebule pędzone przy świetle niebieskim. U odmiany 'Leen van der Mark' w świetle czerwonym więcej roślin miało liście wiotkie a mniej sztywne w porównaniu ze światłem niebieskim. Odmiana 'Yokohama' zareagowała na światło czerwone, żółte i zielone tworząc więcej liści sztywnych a mniej bardzo sztywnych w zestawieniu ze światłem niebieskim. W przypadku odmiany 'Ile de France' taką samą prawidłowość zaobserwowano przy świetle żółtym i zielonym. Oceniając sztywność liści tulipanów odmiany 'Negrita' zauważono, że światło białe i żółte wpłynęło na zwiększenie liczby liści wiotkich w porównaniu ze światłem niebieskim. Natomiast światło białe, czerwone i żółte spowodowało wyraźnie mniejszą liczebność frakcji liści sztywnych.

Światło o natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinny dzień miały wpływ na sztywność łądyg tulipana (tab.52). U odmiany 'Leen van der Mark' porównując sztywność łądyg w świetle niebieskim z czerwonym i zielonym stwierdzono liczniejszą frakcję łądyg wiotkich u tych drugich. W świetle czerwonym mniej tulipanów miało łądygi sztywne a w białym bardzo sztywne w porównaniu do światła niebieskiego. U odmiany 'Yokohama' cebule pędzone w świetle czerwonym w porównaniu z rosnącymi w świetle niebieskim wydały więcej łądyg sztywnych ale nie utworzyły łądyg bardzo sztywnych. Światło żółte przyczyniło się do zmniejszenia sztywności łądyg, co przejawiało się mniejszym udziałem łądyg bardzo sztywnych. W przypadku odmiany 'Ile de France' cebule poddane działaniu światła czerwonego zareagowały podobnie jak odmiana 'Yokohama'. Frakcja łądyg bardzo sztywnych w warunkach światła niebieskiego była liczniejsza w porównaniu z pozostałymi rodzajami światła. U odmiany 'Negrita' tylko światło o barwie zielonej (w porównaniu z niebieskim) wpłynęło na mniejszą liczbę łądyg sztywnych.

W tych samych warunkach świetlnych sztywność liści w mniejszym stopniu modyfikowana była przez rodzaj światła (tab.53). U odmiany 'Yokohama' i 'Negrita' nie stwierdzono różnic w sztywności liści między światłem niebieskim, a pozostałymi barwami światła monochromatycznego. Cebule odmiany 'Leen van der Mark' pędzone w świetle czerwonym i zielonym wydały więcej liści wiotkich. Natomiast w przypadku odmiany 'Ile de France' w świetle czerwonym i żółtym zaobserwowano więcej liści sztywnych, a brak lub mniej liści bardzo sztywnych.

Tabela 51

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

Odmiana	Skala sztywności liści *	Barwa światła				
		niebieska	biała	czerwona	żółta	zielona
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

2 – liście wiotkie

3 – liście sztywne

4 – liście bardzo sztywne

a – frakcja liczby liści istotnie większa niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej

b – frakcja liczby liści istotnie mniejsza niż u roślin uzyskanych przy świetle o barwie niebieskiej

Tabela 52

Wpływ barwy światła na udział łądyg o różnej sztywności w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Skala sztywności łądyg	Barwa światła				
		niebieska	biała	czerwona	żółta	zielona
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	-	-	-	-	-

Oznaczenia jak w tabeli 50

Tabela 53

Wpływ barwy światła na udział liści o różnej sztywności w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Odmiana	Skala sztywności liści	Barwa światła				
		niebieska	biała	czerwona	żółta	zielona
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%	0	-	-
	2	50%	17%	75%	55%	60%
	3	50%	75%	25%	45%	40%
	4	-	-	-	-	-

Oznaczenia jak w tabeli 51

Światło monochromatyczne o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ miało niewielki wpływ na barwę kwiatów i liści tulipanów (tab.54). Różnice stwierdzono u odmiany 'Leen van der Mark' i 'Negrita'. Cebule poddane działaniu światła niebieskiego wydały kwiaty i liście o jeden odcień ciemniejsze od uzyskanych przy pozostałych barwach światła.

Podobną reakcję odmiany 'Leen van der Mark' na światło niebieskie zaobserwowano w warunkach 12-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab.55). Z kolei u odmiany 'Negrita' barwa kwiatu uległa rozjaśnieniu o jeden odcień pod wpływem światła białego. Cebule odmiany 'Leen van der Mark', 'Yokohama' i 'Ile de France' pędzone przy świetle niebieskim wydały nieco ciemniejsze liście od roślin zebranych w pozostałych kombinacjach.

Tabela 54
Wpływ barwy światła na wybarwienie kwiatów i liści tulipana w warunkach 6-godzinnego dnia
i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa kwiatu					Barwa liści				
	Barwa światła									
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	45D*	45B	45D	45D	45D	138B	138A	138B	138B	138B
Yokohama	9A	9A	9A	9A	9A	138B	138B	138B	138B	138B
Ile de France	46A	46A	46A	46A	46A	137C	137C	137C	137C	137C
Negrita	77A	71A	77A	77A	77A	138A	137A	138A	138A	143A

* - cyfry oznaczają barwę zasadniczą, litery odcień barwy zasadniczej

Tabela 55
Wpływ barwy światła na wybarwienie kwiatów i liści tulipana w warunkach 12-godzinne go dnia
i natężenia napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

Odmiana	Barwa kwiatu					Barwa liści				
	Barwa światła									
	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona	biała	niebieska	czerwona	żółta	zielona
Leen van der Mark	45D*	45B	45D	45D	45D	138B	137C	138B	138B	138B
Yokohama	9A	9B	9A	9A	9B	138B	138A	138B	138B	138B
Ile de France	46A	46A	46A	46B	46B	137B	137A	138B	138B	138B
Negrita	72A	71A	71A	71A	71A	137C	138A	137C	138A	138A

* - cyfry oznaczają barwę zasadniczą, litery odcień barwy zasadniczej

5. Dyskusja

Pędzenie narcyzów i tulipanów metodą specjalną z cebul chłodzonych na sucho w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ ma wiele zalet, dlatego jest stosowane w praktyce od wielu lat (Jerzy i in., 1991). Pozwala ono uzyskać cięte kwiaty bardzo wcześnie - już w listopadzie i na początku grudnia (Stajszczak i Szlachetka, 1990). Podstawową wadą tej metody są duże ubytki sięgające 30 a nawet 50%. Zastosowanie innego - zmodyfikowanego sposobu chłodzenia cebul pozwala te ubytki znacznie zredukować. Zmiana ta polega na chłodzeniu cebul na mokro tj. razem z podłożem, do którego sadi się je przed umieszczeniem skrzynek w chłodni (Piszczyk i Jerzy, 1996).

Do uprawy przyspieszonej nadają się przede wszystkim narcyzy trąbkowe i wielkoprzykoronkowe. Odmiany z tych grup zostały wykorzystane w przeprowadzonym doświadczeniu. Spośród kilkuset odmian tulipanów wytypowano ponad 50 nadających się do pędzenia metodą specjalną. Należy do nich wiele mieszańców Darwina oraz odmiany z grupy Triumph i z grupy pojedynczych wczesnych (Jerzy i in., 1991). Do badań własnych przeznaczono 7 odmian należących do wyżej wymienionych grup. Krause (1992) stwierdza, że długi okres chłodzenia cebul na sucho w metodzie Coronado może powodować przesychanie cebul, dlatego poleca wykorzystywać cebule duże o obwodzie co najmniej 12 cm. Głównym czynnikiem determinującym zdolność cebul do inicjacji i wydania kwiatów jest ich wielkość, średnica a szczególnie masa (De Hertogh i Le Nard, 1993). Cebule przeznaczone do przyspieszania powinny mieć masę minimalną od 6 do 8 g aby były zdolne do inicjacji kwiatów. Zgodnie z tymi sugestiami cebule narcyzów i tulipanów wykorzystane w badaniach własnych należały do I wyboru i charakteryzowały się dobrą jakością.

Zalecenia dotyczące długości okresu chłodzenia wskazują, iż dla narcyzów powinien on wynosić co najmniej 10 tygodni (Krause, 1984), a w przypadku tulipanów cebule powinny być traktowane temperaturą $+5^{\circ}\text{C}$ od 9 do 12 tygodni (Krause, 1986). Rees i Hanks (1984) twierdzą, że uzyskanie dobrej jakości roślin w ciągu 30 dni jest możliwe po zastosowaniu dwunasto- lub piętnastotygodniowego okresu chłodzenia w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$. Zastosowane w doświadczeniu własnym chłodzenie cebul na mokro, trwające zaledwie 10 tygodni pozwoliło na uzyskanie kwitnących narcyzów w znacznie krótszym czasie. W terminie późnym cebule chłodzone razem z podłożem kwitły średnio po 18 dniach, a w terminie bardzo późnym już po 14 dniach. W doświadczeniu z narcyzami pędzonymi przy sztucznym świetle chłodzenie cebul również spowodowało znaczne skrócenie okresu pędzenia roślin - w terminie bardzo późnym do około 12 dni (Piszczyk i Jerzy, 1996). Suh i in. (1992a) wskazują, iż

chłodzenie cebul tulipana w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ w ciągu 6 tygodni powoduje brak kwitnienia lub powstawanie kwiatów zniekształconych. W badaniach własnych cebule tulipanów chłodzono przez 12 tygodni, okres ten był optymalny i gwarantował prawidłowy wzrost i rozwój roślin.

Sposób chłodzenia wywarł istotny wpływ na termin kwitnienia narcyzów. We wszystkich terminach pędzenia szybciej zakwitały narcyzy pędzone z cebul chłodzonych na mokro. Wcześniejsze kwitnienie wiązało się z istotnym skróceniem długości okresu pędzenia roślin w szklarni w następstwie chłodzenia cebul razem z podłożem. W przypadku tulipanów termin kwitnienia w niewielkim stopniu zależał od sposobu chłodzenia cebul. We wczesnym terminie pędzenia szybciej zakwitały tulipany pędzone z cebul chłodzonych na sucho. W pozostałych trzech terminach wcześniej pełnię kwitnienia osiągały rośliny pędzone z cebul chłodzonych na mokro. Istotny wpływ na długość okresu pędzenia tulipanów odnotowano jedynie w bardzo późnym terminie pędzenia. W miarę opóźniania terminu uprawy średnia długość okresu pędzenia uległa skróceniu.

Przyspieszenie kwitnienia cebul chłodzonych na mokro wynika z wcześniejszego powstawania korzeni, które tworzą się już w trakcie traktowania cebul niską temperaturą. Niska temperatura indukuje ilościowe i jakościowe zmiany hormonów roślinnych takich jak gibereliny (Cocozza i Caputo, 1980). Porównując zawartość giberelin w czasie chłodzenia cebul tulipanów ukorzenionych i nie ukorzenionych Aung i de Hertogh (1967) wykazali, że w cebulach nieukorzenionych zawartość giberelin wzrasta ale wzrost ten jest znacznie mniejszy niż w ukorzenionych, co świadczy o tym, że system korzeniowy odgrywa znaczną rolę w zmianach zawartości giberelin. Kawa-Miszczyk i in. (1992) sugerują, że korzenie są miejscem biosyntezy giberelin lub że dostarczają niezbędnych składników do ich powstawania. Wyniki wielu badań wskazują, iż gibereliny mają wpływ na skrócenie okresu pędzenia w szklarni. W doświadczeniu własnym cebule narcyzów i tulipanów chłodzone na mokro wcześniej tworzyły korzenie a te z kolei jako źródło giberelin mogły mieć wpływ na wcześniejsze kwitnienie. Cebule tulipanów pędzone w terminie wczesnym po zakończeniu chłodzenia wbrew wcześniejszym oczekiwaniom nie miały korzeni. Może to być przyczyną wolniejszego tempa wzrostu i późniejszego kwitnienia od cebul chłodzonych na sucho. Część cebul pędzonych w tym terminie nie wytworzyła systemu korzeniowego nawet pod koniec uprawy w szklarni. Przyczyną nie ukorzeniania się cebul mogło być stwardnienie łusek okrywających spowodowane zbyt wczesnym

terminem zbioru cebul, mechanicznymi uszkodzeniami lub nagromadzeniem etylenu w pomieszczeniach nie wietrzonych lub o zbyt wysokiej temperaturze, w których przechowuje się cebule (Saniewski, 1979; Krause, 1986). Szlachetka (1994) podając powody jakie mogą mieć wpływ na przedłużenie okresu pędzenia w szklarni i zaburzenia kwitnienia podaje między innymi niewłaściwe preparowanie cebul. Odmiany pędzone w terminie wczesnym wymagają tego zabiegu, a brak kontroli przy obchodzeniu się z cebulami krajowymi lub zagranicznymi może prowadzić do wyżej wymienionych objawów. Niemalże u każdej z badanych odmian wystąpiły cebule, które wydały tylko kiełki lub same liście. Chłodzenie cebul w $+5^{\circ}\text{C}$ może wywoływać stres doprowadzający do podniesienia się poziomu kwasu abscysynowego. Saniewski i in. (1990) wykazali, że zastosowanie ABA na chłodzone cebule zakończyło się zahamowaniem wzrostu elongacyjnego tulipanów. Sugeruje to, że dla właściwej elongacji i kwitnienia poziom ABA podczas chłodzenia powinien być niski (Saniewski i Gabryszewska, 1983).

We wszystkich terminach pędzenia narcyzów zaobserwowano zwiększenie plonu kwiatów w następstwie chłodzenia cebul na mokro. Na uwagę zasługuje fakt, iż w bardzo późnym terminie pędzenia odnotowano znaczne zmniejszenie się liczby kwitnących roślin pochodzących z cebul chłodzonych na sucho. Doświadczenie potwierdziło zatem wcześniejsze doniesienia z praktyki o dużej liczbie ubytków wśród cebul chłodzonych na sucho. Większy plon kwitnących narcyzów zebranych z cebul chłodzonych na mokro uzyskali również w trakcie pędzenia przy sztucznym świetle Piszczek i Jerzy (1996). W przypadku tulipanów zwiększenie plonu w następstwie chłodzenia cebul razem z podłożem odnotowano w terminie średnio wczesnym, późnym i bardzo późnym.

Wyniki licznych badań i obserwacji wskazują, że etylen może powodować wiele zaburzeń w roślinach cebulowych i bulwiastych. Należą do nich gumozy, zniekształcenia i zamieranie kwiatów, nekrozy, zahamowanie wzrostu korzeni i wzrostu elongacyjnego łodygi (Kawa-Miszczał i Węgrzynowicz-Lesiak, 1998). De Munk i in. wskazują, że etylen wpływa również na spadek świeżej masy cebul i prowadzi do obniżenia jakości plonu.

Chłodzenie cebul na sucho – czyli luzem w ażurowych skrzynkach może sprzyjać wydzielaniu większej ilości etylenu niż ma to miejsce w trakcie chłodzenia cebul posadzonych do podłoża. Cebule uszkodzone lub porażone przez choroby produkują większe ilości etylenu, który przy braku sprawnego systemu wentylacji w

chłodni może mieć wpływ na wzrost i rozwój roślin (Kannevorff i in., 1990; De Munk i in., 1992).

W badaniach własnych wśród tulipanów chłodzonych na sucho odnotowano dużą liczbę cebul tworzących papierowate kwiaty. W badaniach nad wzrostem i kwitnieniem tulipanów Kowalczyk (1989) stwierdza, iż tulipany pędzone metodą specjalną na wczesne terminy kwitnienia szczególnie narażone są na chorobę fizjologiczną – papierowatość kwiatów. Badania własne wyraźnie potwierdziły taką zależność. Do najważniejszych przyczyn papierowatości należą: niedojrzałość cebul w momencie zbioru spowodowana złymi warunkami atmosferycznymi podczas wegetacji, zbyt wczesny termin wykopywania cebul, przenawożenie azotem w trakcie reprodukcji cebul (De Munk i in., 1980), obecność etylenu podczas przechowywania (De Munk, 1973), niewłaściwe preparowanie i obecność cebul porażonych fuzariozą. Klougart (1980) jest zdania, że również niedobór wapnia powoduje uszkodzenie zawiązków kwiatowych i prowadzi do powstawania papierowatych kwiatów. Ostatnia z wymienionych przyczyn papierowatości została w przeprowadzonym doświadczeniu wyeliminowana poprzez dwukrotne podlanie tulipanów i narcyzów roztworem saletry wapniowej.

W doświadczeniu własnym stan zdrowotny cebul był na bieżąco kontrolowany zarówno na etapie chłodzenia jak i pędzenia w szklarni. Niewątpliwie chłodzenie dużej ilości cebul luzem w skrzynkach sprzyja rozwojowi i rozprzestrzenianiu się chorób takich jak fuzarioza, której objawy nie od razu widoczne są na zewnętrznych łuskach cebuli, co nie pozwala na szybką eliminację porażonych cebul.

Chłodzenie cebul na mokro przyczyniło się do poprawy jakości kwitnących narcyzów. Miały one dłuższe pędy i liście, większą masę i bardziej okazałe kwiaty. Również Jerzy i Piszczek (1997) zauważyli, iż rośliny kwitnące w warunkach sztucznego światła z cebul chłodzonych na mokro były w każdym terminie pędzenia wyższe od roślin kwitnących z cebul chłodzonych na sucho, tworzyły dłuższe liście i miały większą masę. Także jakość kwiatów uzależniona była od sposobu chłodzenia cebul. Rośliny kwitnące z cebul chłodzonych razem z podłożem tworzyły większe kwiaty. Powodów takiej sytuacji można dopatrywać się w niekorzystnym oddziaływaniu etylenu, który może hamować wzrost pędu i ograniczać elongację (De Hertogh i in., 1980). Najprawdopodobniej cebule chłodzone na sucho wydzielają większe ilości tego gazu w porównaniu z cebulami chłodzonymi na mokro.

W przeciwieństwie do narcyzów reakcja tulipanów na sposób chłodzenia cebul okazała się mniej korzystna. Tworzyły one wprawdzie dłuższe pędy w następstwie chłodzenia cebul na mokro ale tylko w bardzo późnym terminie pędzenia. Rośliny pędzone z cebul chłodzonych na mokro miały większą masę. Zależność taka nie dotyczyła jedynie wczesnego terminu pędzenia. Taki sam wpływ zaobserwowano w przypadku długości kwiatów. W terminie średnio wczesnym, późnym i bardzo późnym tulipany uzyskane z cebul chłodzonych na mokro miały dłuższe kwiaty.

Nasuwa się wniosek, że narcyzy lepiej niż tulipany reagują na przedstawiony w badaniach zmodyfikowany sposób chłodzenia cebul. Korzyści płynące z chłodzenia cebul razem z podłożem, a związane z wcześniejszym terminem kwitnienia, mniejszą liczbą ubytków i wyższą jakością uzyskanych kwiatów mogą stanowić zachętę do wprowadzenia zmodyfikowanego sposobu chłodzenia cebul w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ do praktyki produkcyjnej.

Zapotrzebowanie roślin cebulowych na światło biorące udział w fotosyntezie jest niewielkie, głównie ze względu na to, że większość niezbędnych materiałów zapasowych zgromadzona jest w cebulach. Światło, które nie bierze udziału w fotosyntezie jest pochłaniane przez fitochrom i kryptochrom (Mohr i Shropshire, 1983). Za pomocą tych barwników może wpływać na metabolizm hormonów roślinnych (De Greef i Fredericq, 1983) i prowadzić do uzyskania prawidłowego pokroju na drodze fotomorfogenezy (Gude i Dijkema, 1992; Gude i in., 1996). Liczne badania naukowe wykazały, iż wydłużanie się pędów tulipana to proces zależny od kilku czynników.

Gilford i Rees (1977) oraz Shoub i de Hertogh (1975) twierdzą, że podstawowe podziały komórkowe w pędach mają miejsce jesienią a dalszy wzrost czy to w warunkach polowych, czy w szklarni polega przede wszystkim na elongacji komórek. Wykazano, że zarówno chłodzenie jak i traktowanie gibereliną może przyspieszać kwitnienie, stymulować elongację pędów oraz zapobiegać papierowatości (Hanks, 1984; Suh i in., 1992). Stosowanie giberelin powoduje wydłużanie pierwszego międzywęzła, zarazem jednak skracanie całkowitej długości pędu, prawdopodobnie z powodu wcześniejszego kwitnienia (Cocozza i Caputo, 1980; Hanks i Rees, 1980a; Hanks, 1982; Suh i in., 1992). Okubo i Uemoto (1984a i b) informują, że brak światła powoduje silne wydłużanie się pierwszego międzywęzła. Doniesienia te sugerują, że warunki świetlne mogą być jednym z ważniejszych czynników kontrolujących elongację łodygi i termin kwitnienia.

Wyniki wielu doświadczeń wskazują, iż możliwe jest pędzenie tulipanów, narcyzów, lilii i krokusów przy użyciu sztucznych źródeł światła (Jerzy, 1980a; Jerzy i Krause, 1980 i 1981; Piszczek i in., 1996). Jakość kwiatów pędzonych przy sztucznym świetle może równać się a nawet przewyższać jakość roślin uzyskanych w szklarni (Jerzy, 1980a; Piszczek i in., 1996; Gude i in., 1996). Wymagania świetlne tulipanów są niewielkie. Pędzone metodą standardową zadowalają się światłem o natężeniu 250 lx i długością dnia wynoszącą 6 godzin. Jedynie tulipany pędzone metodą specjalną korzystniej reagują na zwiększenie natężenia oświetlenia do poziomu 1000 lx (Jerzy, 1980). Długość dnia wynosząca od 8 do 10 godzin i natężenie sztucznego oświetlenia nie przekraczające poziomu 1000 lx są wystarczające do pędzenia cebul narcyzów (Piszczek i in., 1996). Opierając się na tych sugestiach w pierwszym etapie przeprowadzonych badań zastosowano natężenie napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, co odpowiadało natężeniu 1000 lx światła o barwie białej. Długość dnia wynosiła 6 godzin. W drugim etapie doświadczenia ilość światła dwukrotnie zwiększono stosując natężenie napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinny dzień. Możliwość uzyskania dobrej jakości narcyzów w trakcie pędzenia ich przy 6-godzinny dniu wykazana przez Piszczka i Jerzego (2000), została w ten sposób potwierdzona.

Literatura zajmująca się problemami uprawy cebulowych roślin ozdobnych nie dostarcza wielu informacji na temat pędzenia tulipanów i narcyzów przy świetle o różnej barwie.

W doświadczeniu własnym przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ niezależnie od odmiany nie stwierdzono różnic w terminie kwitnienia między narcyzami pędzonymi przy świetle o różnej barwie. Cebule odmiany 'Johann Strauss' pędzone w warunkach światła białego kwitły szybciej niż pędzone pod lampami o świetle niebieskim. W przypadku pozostałych odmian nie stwierdzono wpływu barwy światła na długość okresu pędzenia roślin. Również przy dwukrotnie wyższym natężeniu napromienienia kwantowego i 12-godzinny dzień barwa światła nie miała wpływu na termin kwitnienia narcyzów. Tulipany pędzone przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego najwcześniej kwitły w warunkach światła czerwonego. Znaczne różnice dochodzące do 11 dni wystąpiły między kwitnieniem tulipanów przy świetle czerwonym a kwitnieniem w warunkach światła niebieskiego i zielonego. Elektryczne źródła światła stosowane do oświetlania roślin

według Majki i Chodkowskiego (1978), emitujące znaczne ilości podczerwieni powodują wcześniejsze zakwitanie roślin.

Bach i in. (1997) twierdzą, iż okres pędzenia tulipanów ulega znacznemu skróceniu pod wpływem 12-godzinne go doświetlania światłem niebieskim i czerwonym w porównaniu do roślin doświetlanych lampami ogrodnictwymi o symbolu WLS-400W lub nie doświetlanych.

Całodobowe doświetlanie tulipanów światłem niebieskim, czerwonym, żółtym i białym powoduje przyspieszenie kwitnienia w porównaniu z roślinami pędzonymi w naturalnych warunkach świetlnych (Bach i in., 1998). Z kolei Suh (1997) badając wpływ światła czerwonego, dalekiej czerwieni, światła pomarańczowego, niebieskiego i ciemności stwierdza, że rodzaj światła nie wpływa na termin kwitnienia tulipanów. Wyżej wymienieni autorzy nie podają wysokości natężenia światła jakie zastosowali w swoich badaniach stąd brak możliwości bezpośredniego porównania wyników z rezultatami uzyskanymi w doświadczeniu własnym. Tulipany i hiacynty doświetlane w szklarni światłem czerwonym zakwitają wcześniej (Tonecki, 1998).

W przeprowadzonym doświadczeniu własnym stwierdzono brak istotnego wpływu barwy światła na plon narcyzów zebranych z cebul pędzonych przy niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego. Przy natężeniu wynoszącym $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinnym dniu najmniej kwiatów wydały cebule pędzone przy świetle czerwonym. W przeciwieństwie do narcyzów tulipany silniej zareagowały na światło o różnej barwie i natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. W przypadku odmian 'Leen van der Mark' i 'Yokohama' na uwagę zasługuje słabe kwitnienie cebul pędzonych przy świetle czerwonym. Różnice spowodowane działaniem światła o różnej jakości odnotowano również przy natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i 12-godzinnym dniu. Największym udziałem roślin kwitnących charakteryzowały się cebule pędzone przy świetle białym. Słabsze kwitnienie w warunkach światła czerwonego może wynikać ze zwiększonej ilości wydzielanego etylenu. Bach i in., (1998) podają, że u odmiany tulipanów 'Oxford' pędzonej w najwcześniejszym terminie w warunkach światła czerwonego występuje papierowatość. Michalczuk i in. (1992) twierdzą, iż światło czerwone i zielone stymulują wydzielanie etylenu przez płatki kwiatów *Alstroemeria*. Spadek plonowania cebul narcyzów i tulipanów pędzonych przy świetle czerwonym może być spowodowany również wyższą temperaturą podłoża, co ma potwierdzenie w wynikach pomiarów prowadzonych w trakcie trwania moich doświadczeń.

W przeprowadzonym doświadczeniu światło o barwie niebieskiej zastosowane w natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ wpłynęło na skrócenie pędów narcyzów w stosunku do światła czerwonego. Zastosowanie dwukrotnie wyższego natężenia nie miało istotnego wpływu na długość pędów. W przypadku tulipanów brak reakcji na światło o różnej długości fali dotyczył cebul pędzonych przy natężeniu napromienienia kwantowego $12,5\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Istotny wpływ barwy światła odnotowano natomiast przy długim dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $25\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Tulipany uzyskane przy świetle czerwonym były dłuższe od zebranych z cebul pędzonych przy świetle niebieskim a także białym, żółtym i zielonym.

Światło czerwone przyspiesza wytwarzanie giberelin, które stymulują wzrost wydłużeniowy pędów, a także powiększanie i rozwój liści (Kopcewicz i in., 1992). Gude (1992) uzyskał odwrotne efekty w trakcie pędzenia tulipanów w świetle białym, czerwonym i niebieskim. Światło niebieskie powodowało poprawę jakości, powstawanie dłuższych i sztywniejszych pędów w porównaniu ze światłem czerwonym. Światło białe dawało pośrednie rezultaty. 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. W porównaniu z kontrolą wszystkie światła z wyjątkiem dalekiej czerwieni powodowały wydłużanie się całkowitej długości pędów. W przypadku tulipanów odmiany 'Apeldoorn' doświetlanych światłem niebieskim, czerwonym i ogrodniczym nie zaobserwowano reakcji w odniesieniu do długości 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 Pawłowska, 1996) stwierdzony w doświadczeniach prowadzonych w warunkach *in vitro*.

W literaturze można znaleźć informacje dotyczące zahamowania wzrostu siewek, sadzonek lub rozsady roślin ozdobnych i warzywnych, poddanych działaniu światła niebieskiego. Okazało się, że światło niebieskie podobnie jak retardanty hamuje wzrost roślin. Wyniki niektórych badań sugerują, że podobne działanie wykazują cytokininy. Do końca jednak nie wiadomo, czy ich działanie jest ze sobą powiązane czy też działają niezależnie od siebie (Cohen i in., 1991; Kawa-Miszczał i in., 1992). W doświadczeniach przeprowadzonych na siewkach grochu rosnących w świetle czerwonym zaobserwowano przerywanie elongacji łodygi po zastąpieniu światła

czerwonego niebieskim (Warpeha i Kaufman, 1989). Efekt zahamowania wzrostu siewek soi (Hunt i in., 1989) i rozsady pomidora (Decoteau i in., 1988) uzyskano dodając do światła naturalnego promieniowanie niebieskie, odbite od białej ściółki, rozłożonej pod roślinami na podłożu. Badania prowadzone na sadzonkach śliwy wykazały, że światło niebieskie działa znacznie efektywniej przy niskich poziomach natężenia światła (Baraldi i in., 1992). Zastosowanie ubogiego w fotony niebieskie światła o barwie bursztynowej i pomarańczowej do doświetlania róż (*Rosa* L.) ‘Mercedes’ spowodowało wydłużanie pędu głównego i pędów bocznych (Maas i Bakx, 1997).

Przytoczone przykłady dotyczą roślin, których wymagania świetlne i budowa morfologiczna różnią się od roślin cebulowych. Cebula jako organ spichrzowy jest miejscem akumulacji produktów asymilacji, które są następnie przemieszczane do rozwijającego się pędu i wykorzystywane w trakcie wzrostu (Kawa-Miszcza, 2001). Prawdopodobnie wpływ barwy światła na procesy fizjologiczne młodych, rozmnażanych generatywnie roślin jest silniejszy w porównaniu z roślinami rozmnażanymi wegetatywnie, do których zalicza się narcyzy i tulipany.

W niniejszym doświadczeniu światło czerwone o natężeniu napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ przyczyniło się do powstania narcyzów o masie istotnie większej od masy kwiatów zebranych pod światłem niebieskim. Światło o różnej barwie i dwukrotnie wyższym natężeniu nie miało wpływu na masę pędów narcyzów. Tulipany pędzone przy niskim natężeniu napromienienia kwantowego i 6-godzinny dzień uzyskane pod światłem białym miały większą masę od tych spod światła czerwonego. Odwrotną reakcję zaobserwowano w wyniku zwiększenia ilości światła. Rośliny o największej masie wyrosły przy świetle o barwie czerwonej. W literaturze znaleźć można nieliczne informacje na temat wpływu światła o różnym składzie spektralnym na masę pędów narcyzów i tulipanów, dlatego też trudno znaleźć właściwy punkt odniesienia dla oceny uzyskanych w badaniach własnych wyników. Bach i in. donoszą, że masa pędów odmiany ‘Oxford’ była najmniejsza w świetle niebieskim ale podobna do masy roślin uzyskanych w świetle czerwonym i ogrodniczym. Czudnowski (1967) stwierdza, że promieniowanie podczerwone obok wydłużania pędów powoduje również przyrost świeżej masy roślin.

Światło o różnej barwie miało wpływ na wielkość kwiatów tulipanów. W warunkach natężenia 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 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 oświetlanie tulipanów.

W doświadczeniu własnym tulipany i narcyzy w warunkach światła niebieskiego tworzyły najszywniejsze łodygi i liście. Rośliny uzyskane przy pozostałych barwach światła charakteryzowały się mniej lub bardziej osłabioną sztywnością tych organów. Podobne wyniki uzyskali Gude i Dijkema (1992).

W przeprowadzonym doświadczeniu zaobserwowano, że niektóre z odmian narcyzów zarówno przy niskim jak i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego w warunkach światła niebieskiego tworzą nieco ciemniejszy okwiat. W przypadku tulipanów cebule pędzone przy świetle niebieskim wydały nie tylko ciemniejsze kwiaty ale również liście. Na ciemne zabarwienie liści pod lampami emitującymi światło niebieskie mogła wpłynąć akumulacja antocjanów, zwiększona pod wpływem zawartego w świetle ultrafioletu (Kopcewicz i in., 1992). Jednak bez przeprowadzenia analizy zawartości barwników antocjanowych nie można twierdzić, że taka sytuacja miała miejsce w wykonanym doświadczeniu. Gude i Dijkema (1992) twierdzą, że u tulipanów i hiacyntów światło niebieskie sprzyja lepszemu wybarwianiu się roślin w porównaniu ze światłem czerwonym. Bach i in. (1998) wykazali, iż światło niebieskie powoduje wzrost zawartości karotenoidów w listkach okwiatu tulipanów. Znany jest korzystny wpływ światła niebieskiego na powstawanie chlorofilu w trakcie organogenezy i somatycznej embriogenezy hiacynta (Bach i Świdorski, 2000; Bach i Król, 2001). Zastosowanie światła niebieskiego w czasie mikrorozmnazania takich roślin cebulowych i bulwiastych jak: lilia, hiacynt, frezja i cyklamen powoduje wzrost zawartości antocjanów i przyspiesza powstawanie chlorofilu a i b (Gude, 1992; Bach i in., 2000).

6. Wnioski

1. Zmodyfikowany sposób chłodzenia cebul w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ wywiera istotny wpływ na kwitnienie narcyzów i tulipanów pędzonych w terminach wczesnych i późnych.
 - a. Narcyzy uzyskane z cebul chłodzonych na mokro we wszystkich terminach pędzenia kwitną o kilka do kilkunastu dni wcześniej niż narcyzy zebrane z cebul chłodzonych na sucho.
 - b. Tulipany pędzone z cebul chłodzonych na mokro zakwitają zaledwie o 1-5 dni wcześniej od roślin pędzonych z cebul chłodzonych na sucho i tylko w trzech terminach: średnio wczesnym, późnym i bardzo późnym.
 - c. Plon kwiatów zbieranych z cebul narcyzów chłodzonych na mokro jest większy. Liczba kwitnących roślin zależy od odmiany i terminu pędzenia.
 - d. Plon tulipanów zależy również od odmiany i terminu pędzenia roślin. We wczesnym terminie pędzenia nieco więcej kwiatów zbiera się z cebul chłodzonych na sucho. W pozostałych terminach chłodzenie na mokro zmniejsza liczbę ubytków i wpływa korzystnie na plon kwiatów.
2. Sposób chłodzenia cebul wywiera istotny wpływ na jakość kwitnących narcyzów i tulipanów.
 - a. Narcyzy pędzone z cebul chłodzonych na mokro mają większą masę, są dłuższe i tworzą większe kwiaty. We wszystkich terminach pędzenia tworzą również dłuższe liście.
 - b. Tulipany jedynie w bardzo późnym terminie pędzenia tworzą dłuższe pędy w następstwie chłodzenia cebul na mokro; w terminie średnio wczesnym, późnym i bardzo późnym mają większą masę i dłuższe kwiaty.
 - c. Nie obserwuje się większych różnic w zabarwieniu kwiatów i liści, uzależnionych od sposobu chłodzenia cebul.
3. Wpływ barwy światła na kwitnienie narcyzów i tulipanów jest uzależniony od rodzaju rośliny i dobowej ilości światła zastosowanej w trakcie pędzenia cebul.
 - a. Barwa światła nie wywiera istotnego wpływu na termin kwitnienia narcyzów.
 - b. Tulipany zakwitają najszybciej pod działaniem światła czerwonego, a najpóźniej pod wpływem światła niebieskiego i zielonego. Przy niskim natężeniu napromienienia kwantowego i krótkim 6-godzinnym dniu, różnice w terminie

zakwitania wynoszą średnio 4-5 dni a przy wysokim natężeniu napromienienia kwantowego i długim 12-godzinnym dniu – średnio 6 dni.

- c. Barwa światła nie wywiera wpływu na liczbę kwitnących narcyzów, zbieranych z cebul pędzonych w warunkach 6-godzinnego dnia i natężenia napromienienia kwantowego $12,5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Światło czerwone obniża natomiast plon kwiatów zbieranych przy 12-godzinnym dniu i natężeniu napromienienia kwantowego $25 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.
 - d. Plon kwiatów tulipana obniża znacząco światło czerwone i niebieskie o wysokim i niskim natężeniu napromienienia kwantowego, zastosowane odpowiednio przez 12 i 6 godzin na dobę.
4. Wpływ barwy światła na jakość pędzonych narcyzów i tulipanów jest różny w różnych warunkach pędzenia roślin.
- a. W warunkach krótkiego dnia i niskiego natężenia napromienienia kwantowego pod wpływem światła niebieskiego narcyzy tworzą krótkie, sztywne pędy o mniejszej masie i krótszych liściach. Wielkość kwiatów nie ulega zmianie. Przy dłuższym dniu i wyższym natężeniu napromienienia kwantowego światło jarzeniowe o różnej barwie nie wywiera wpływu na jakość kwitnących narcyzów. Utrzymuje się jedynie wysoka sztywność łodyg u roślin pędzonych pod działaniem światła niebieskiego.
 - b. Zastosowanie światła o różnej barwie i niskim natężeniu napromienienia kwantowego nie wywiera wpływu na długość i masę pędu u tulipanów. Jedynie światło o barwie niebieskiej wydatnie polepsza sztywność łodyg i liści tulipanów. Światło czerwone o wysokim natężeniu napromienienia kwantowego, stosowane przez 12 godzin na dobę, powoduje powstawanie dłuższych tulipanów, o większej masie i dłuższych kwiatach. Wiąże się to jednak z osłabieniem sztywności łodyg i liści. Światło niebieskie i żółte wpływa natomiast hamująco na wzrost roślin i polepsza sztywność łodyg i liści.
 - c. Światło o różnym składzie spektralnym tylko w niewielkim stopniu modyfikuje barwę kwiatów i liści narcyzów i tulipanów. Światło niebieskie zwiększa intensywność barwy kwiatów narcyzów oraz kwiatów i liści tulipanów zaledwie o odcień.

7. Spis literary

1. **Ahmad M., 1999.** Seeing the world in red and blue: insight into plant vision and photoreceptors. *Current Opinion in Plant Biology*, 2:230-235.
2. **Alpi A., de Hertogh A.A., 1975.** Extractability of gibberellin-like substances from tulips grown at two temperatures in either light or dark. *Acta Hortic.*, 47:297-305.
3. **Aung L.H., de Hertogh A.A., 1967.** The occurrence of gibberellin-like substances in tulip bulbs (*Tulipa sp.*). *Plant Cell Physiology*, 8:301-305.
4. **Aung L.H., de Hertogh A.A., 1979.** Temperature regulation of growth and endogenous abscisic acid-like content of *Tulipa gesneriana* L. *Plant Physiol.*, 63:1111-1116.
5. **Bach A., Król A., 2001.** Effect of light quality on somatic embryogenesis in *Hyacinthus orientalis* L. 'Delft's Blue'. *Biological Bulletin of Poznań* 38(1): 103-107.
6. **Bach A., Malik M., Ptak A., Kedra M., 2000.** Lights effects on ornamental microplant shoots and bulbs quality. *Acta Hortic.*, 530:173-179.
7. **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.
8. **Bach A., Świdorski A., 2000.** The effect of light quality on organogenesis of *Hyacinthus orientalis* L. in vitro. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica* 42/1:115-120.
9. **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.
10. **Bach A., Włodarczyk Z., Świdorski A., 1998.** Wpływ rodzaju doświetlania na wzrost i rozwój tulipanów pędzonych bez dostępu światła naturalnego. *Ogólnopolska Konferencja „Ogrodnictwo ozdobne przełomu wieków”*. Kraków, 14-15 maj. Materiały konf.: 27.
11. **Balk P.A., de Boer A.D., 1999.** Rapid stalk elongation in tulip (*Tulipa gesneriana* L. cv. Apeldoorn) and the combined action of cold- induced invertase and the water – channel protein γ TIP. *Planta*, 209:346-354.
12. **Ballaré C.L., Scopel A.L., Sánchez R.A., Radosevich S.R., 1992.** Phoromorphogenic processes in the agricultural environment. *Photochem. Photobiol.*, 56(5):777-788.
13. **Banasik L., Saniewski M., 1985.** The effect of different auxins on tulip stalk elongation. *Acta Hortic.*, 167:193-204.

14. **Baraldi R., Cristoferi G., Facini O., Lercari B., 1992.** The effect of light quality in *Prunus cerasus*. I. Photoreceptors involved in internode elongation and leaf expansion in juvenile plants. *Photochem. Photobiol.* 56(4): 541-544.
15. **Barnes C., Bugbee B., 1992.** Morfological responses of wheat to blue light. *J.Plant Physiol.*, 139:339-342.
16. **Batschauer A., 1998.** Photoreceptors of higher plants. *Planta*, 206:479-492.
17. **Blaauw A.H., Versluys M., 1925.** The result of the temperature treatment in summer for the Darwin-tulip I. *Verh. K. Akad. Wet. Afd. Natuurkunde*, 28:8-9.
18. **Brown C.S., Schuerger A.C., Sager J.C., 1995.** Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far - red lighting. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120(5):808-813.
19. **Cocoza T.M., Caputo V., 1980.** A research on the possibility of using gibberellins for tulip forcing. *Acta Hortic.*, 109:163-168.
20. **Cohen L., Gepstein S., Horwitz B.A., 1991.** Similarity between cytokinin and blue light inhibition of cucumber hypocotyl elongation. *Plant Physiol.* 95:77-81.
21. **Czudnowski A.F., 1967.** Podstawy agrofizyki. PWRiL, Warszawa.
22. **Dąbrowski J., 1967.** Tulipany. PWRiL, Warszawa.
23. **De Greef J.A., Fredericq H., 1983.** Photomorphogenesis and hormones. W: *Encyclopedia of plant physiology, new series*, Vol. 16A. Photomorphogenesis Shropshire W., and Mohr H., Eds. Springer Verlag: 401-427.
24. **De Hertogh A., Dilley D.R., Blakely N., 1980.** Response variation of tulip cultivars to exogenous ethylene. *Acta Hortic.*, 109:197-210.
25. **De Hertogh A., Le Nard M., 1993.** *The Physiology of Flower Bulbs.* Elsevier Science Publishers, Amsterdam, ISBN 3-69, 617-682.
26. **De Munk W.J., 1973.** Flower-bud blasting in tulips caused by ethylene. *Neth. J. Pl. Path.*, 79:41-53.
27. **De Munk W.J., Duineveld T.L.J., van der Hulst C.T.C., 1992.** The production of Apeldoorn tulips after exposure to ethylene during storage of the planting stock. *Acta Hortic.*, 325:61-70.
28. **De Munk W.J., Hoogerterp P., Slootweg G., 1980.** Effects of nitrogen dressing on flower-bud blasting in tulips during forcing. *Acta Hortic.*, 109:81-87.
29. **Decoteau D.R., Kasperbauer M.J., Daniels D.D., Hunt P.G., 1988.** Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Scientia Hortic.*, 34:169-175.

30. **Franssen H., Voskens P., 1997.** ABA levels in the different organs of dry-stored tulip bulbs (cv.Apeldoorn) during 5°C cold- or 17°C control treatment. *Acta Hortic.*, 430:453-458.
31. **Gilford J.McD., Rees A.R., 1973.** Growth of the tulip shoot. *Scientia Hortic.*, 1:143-156.
32. **Gude H., 1992.** The effects of light quality and cold treatment on the propagation of hyacinth bulbs. *Acta Hortic.*, 325:157-164.
33. **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.
34. **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.
35. **Hanks G.R., 1982.** The response of tulip to gibberellins following different duration of cold storage. *J.Hort. Sci.*, 27:153-167.
36. **Hanks G.R., 1984.** Factors affecting the response of tulip to gibberellin. *Scientia Hortic.*, 23:379-390.
37. **Hanks G.R., 1993.** Narcissus. Rozdział 30 w pracy zbiorowej *The Physiology of Flower Bulbs* pod redakcją de Hertogha i Le Narda. Elsevier Science Publishers: 463-529.
38. **Hanks G.R., Rees A.R., 1977.** Stem elongation in tulip and narcissus: The influence of floral organs and growth regulators. *New Phytologist*, 78:579-591.
39. **Hanks G.R., Rees A.R., 1979.** Photoperiod and tulip growth. *Journal of Horticultural Science*, 54(1):39-46.
40. **Hanks G.R., Rees A.R., 1980a.** Partly cooled tulips: response to GA₃ and other gibberellins. *Acta Hortic.*, 109:169-176.
41. **Hanks G.R., Rees A.R., 1980b.** Daylength and the flowering performance of tulips. *Acta Hortic.*, 109:177-182.
42. **Hanks G.R., Rees A.R., 1984.** Early forcing of narcissus: the effects of lifting date and stage of floral development at the start of cooling. *Scientia Hortic.*, 23: 269-278.
43. **Hartsema A.M., 1961.** Influence of temperatures on flower formation and flowering of bulbous and tuberous plants. W. Ruhland (Editor), *Encyclopedia of Plant Physiology*, Springer-Verlag, Berlin, 16:123-167.

44. **Hetman J., 1992.** Wpływ następczy wczesnego terminu zbioru cebul tulipanów na jakość kwiatów ciętych w pędzeniu. Konferencja „Pędzenie ozdobnych roślin cebulowych”. Poznań, 4 luty. Materiały konf.: 6-8.
45. **Hoogeterp P., 1970.** The effect of growing season and storage at 34⁰C on the flowering date of tulips. Vakbl. Bloemist, 25,1118.
46. **Hoogeterp P., 1972.** Inhaaltijdstip voor vroegste bloei van negen-graden-tulpen. Bloembollencultuur, 33:466-467.
47. **Hoogeterp P., 1980.** Forcing flower bulbs. Hillegom.
48. **Huisman E., Hartsema A., 1933.** De periodieke ontwikkeling van *Narcissus pseudonarcissus*. L. Meded.LandbHogesch. Wageningen, 42:3-53.
49. **Hunt P.G., Kasperbauer M.J., Matheny T.A., 1989.** Soybean seedling growth responses to light reflected from different colored soil surfaces. Crop Sci. 29(1): 130-133.
50. **Imanishi H., Ueno N., Koike Y., Hamatani S., Doi M., 1992.** Effects of ethylene applied before flower-bud initiation on flowering of tulips. Acta Hortic., 325: 55-60.
51. **Jerzy M., 1978.** Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych przy sztucznym świetle. I. Efekt długości dnia. Zeszyty Naukowe ATR. Rolnictwo, 5:61-84.
52. **Jerzy M., 1979.** Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych przy sztucznym świetle. II. Efekt natężenia oświetlenia. Zeszyty Naukowe ATR. Rolnictwo, 8:211-225.
53. **Jerzy M., 1980a.** Artificial light as substitute for daylight in forcing of tulips. Acta Hortic., 109:105-110.
54. **Jerzy M., 1980b.** Wzrost i kwitnienie tulipanów pędzonych przy sztucznym świetle. III. Efekt źródła światła. Zeszyty Naukowe ATR. Rolnictwo, 11:81-96.
55. **Jerzy M., Krause J., 1976.** Kontrolowane pędzenie tulipanów chłodzonych w temperaturze +9⁰C. Ogrodnictwo, 10:270-273.
56. **Jerzy M., Krause J., 1980.** Two factors controlling growth and flowering of forced lilies ‘Enchantment’: light intensity and mechanical stress. Acta Hortic., 109:111-115.
57. **Jerzy M., Krause J., 1981.** Crocus – forcing in artificial light. Scientia Hortic., 15:263-266.
58. **Jerzy M., Krause J., Lisiecka A., Mynett K., Orlikowski L., Łabanowski G., 1991.** Kwiaty cięte uprawiane pod szkłem i folią. PWRiL, Warszawa.

59. **Jerzy M., Piszczek P., 1997.** Jakość narcyzów pędzonych przy sztucznym świetle z cebul chłodzonych „na mokro” i „na sucho” w temperaturze +5°C. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 449:85-91.
60. **Kannevorff W.A., van der Plas L.H.W., 1990.** Changes in respiratory characteristics and ethylene production tulip bulbs after cold treatment. Acta Hortic., 266:229-236.
61. **Kawa-Miszcza L., 2001.** Zmiany w poziomie węglowodanów w różnych etapach rozwoju tulipanów. Roczn. AR Poznań. Ogrodnictwo, 33:169-170.
62. **Kawa-Miszcza L., Węgrzynowicz E., Saniewski M., 1992.** The effect of removal of roots and application of plant growth regulators on tulip shoot growth. Acta Hortic., 325:71-77.
63. **Kawa-Miszcza L., Węgrzynowicz-Lesiak E., 1998.** Rola etylenu we wzroście i rozwoju ozdobnych roślin cebulowych i bulwiastych. Ogólnopolska Konferencja „Ogrodnictwo ozdobne przełomu wieków”. Kraków, 14-15 maj. Materiały konf.: 51.
64. **Klougart A., 1980.** Calcium uptake of tulips during forcing. Acta Hortic., 109: 89-95.
65. **Kolloffel C., Geuns J., Lambrechts H., 1992.** Changes in free polyamine contents in tulip bulbs cv. Apeldoorn during dry-storage. Acta Hortic., 325:247-252.
66. **Komiyama S., Yamazaki T., Hori E., Shida Y., Murayama A., Ikarashi T., Ohyama T., 1997.** Degradation of storage starch in tulip bulb scales induced by cold temperature. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 68:1,23-29.
67. **Kopcewicz J., Lewak S., 1998.** Podstawy fizjologii roślin. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 725ss.
68. **Kopcewicz J., Tretyn A., Cymerski M., 1992.** Fitochrom i morfogeneza roślin. PWN Warszawa 252ss.
69. **Koster J., 1980.** Storage of tulip planting stock in relation to growth and yield. Acta Hortic., 109:49-56.
70. **Kowalczyk W., 1989.** Znaczenie wapnia w występowaniu niektórych chorób fizjologicznych tulipanów. Ogrodnictwo, 4:22-23.
71. **Kraepiel Y., Angés C., Thiery L., Maldiney R., Miginiac E., Delarue M., 2001.** The growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hypocotyls in the light and darkness differentially involves auxin. Plant Science 161:1067-1074.
72. **Krause J., 1984.** Narcyzy i krokusy. PWRiL, Warszawa.

73. **Krause J., 1986.** Tulipany i hiacynty. PWRiL, Warszawa.
74. **Krause J., 1992.** Pędzenie lilii i tulipanów „+5⁰C”. Konferencja „Pędzenie ozdobnych roślin cebulowych”. Poznań, 4 luty. Materiały konf.: 20-22.
75. **Krzywińska A., 2001.** Wpływ retardantów wzrostu na kwitnienie narcyzów pędzonych w doniczkach. Roczn. AR Poznań. Ogrodnictwo, 33:81-84.
76. **Lambrechts H., Geuns J., Kolloffel C., 1993.** Changes in free polyamines in *Tulipa gesneriana* L. Flower stalks during dry-storage and after planting of bulbs. Plant Growth Regulation, 13:71-76.
77. **Lambrechts H., Ravestein H., Kollöffel C., 1992.** Temperature dependent redistribution of organic nitrogen during dry-storage of tulip bulbs cv. Apeldoorn. Physiologia Plantarum, 86:97-103.
78. **Lambrechts H., Rook F., Kolloffel C., 1994.** Carbohydrate status of tulip bulbs during cold-induced flower stalk elongation and flowering. Plant Physiol., 104:515-520.
79. **Laskowska H., Durlak W., 1995.** Wstępna ocena Cultaru na plon cebul i przydatność do pędzenia tulipana cv. Lustige Witwe. Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Nauka Praktyce Ogrodniczej”. Lublin. Materiały konf.: 851-853.
80. **Le Nard M., 1980.** Effects of duration of high temperature treatment on subsequent flower differentiation, rooting and flowering of tulip bulbs. Acta Hortic., 109:65-72.
81. **Le Nard M., Cohat J., 1968.** Influence des températures de conservation des bulbes sur l'élongation, la floraison et la bulbification de la Tulipe (*Tulipa gesneriana* L.). Annales de l'Amélioration des Plantes, 18:181-215.
82. **Maas F.M., Bakx E.J., 1997.** Growth and flower development in roses as affected by light. Acta Hortic., 418:127-134.
83. **Majka K., Chodkowski M., 1978.** Badania elektrycznych źródeł światła w aspekcie zastosowania do doświetlania roślin w szklarniach. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 4.
84. **McDaniel G.L., 1990.** Postharvest suppression of potted tulips with paclobutrazol. Horticultural Science, 25(2):212-214.
85. **Michalczyk B., Rudnicki R.M., Moe R., 1992.** The effect of light quality on ethylene biosynthesis in leaves and petals of *Alstroemeria* plant. Acta Hortic., 325:313-318.

86. **Moe R., 1979.** Hormonal control of flower blasting in tulips. *Acta Hortic.*, 91: 221-240.
87. **Moe R., 1980.** The use of ethephon for control of plant height in daffodils and tulips. *Acta Hortic.*, 109:197-210.
88. **Moe R., 1997.** Physiological aspects of supplementary lighting in horticulture. *Acta Hortic.*, 418:17-24.
89. **Mohr H., Shropshire Jr.W., 1983.** An introduction to photomorphogenesis for the general reader. W: *Encyclopedia of plant physiology, new series*, Vol. 16A. Photomorphogenesis Shropshire W., and Mohr H., Eds. Springer Verlag: 24-38.
90. **Mulder R., Luyten I., 1928.** De periodieke ontwikkeling van de Darwin-tulp. *Verh. K.Akad. Wet. Afd. Natuurkunde*, 26:3.
91. **Nowak J., 1992.** Zastosowanie regulatorów wzrostu w pędzeniu roślin cebulowych uprawianych w doniczkach. Konferencja „Pędzenie ozdobnych roślin cebulowych”. Poznań, 4 luty. Materiały konf.: 9-10.
92. **Ohyama T., Ikarashi T., Baba A., 1988.** Effect of cold storage treatment for forcing bulbs on the C and N metabolism of tulip plants. *Soil Science of Plant Nutrition*, 34:519-533.
93. **Okubo H., Uemoto S., 1984a.** Effects of darkness on stem elongation in tulip. *Scientia Hortic.*, 23:391-397.
94. **Okubo H., Uemoto S., 1984b.** The application of dark treatment to cut-tulip production. *Scientia Hortic.*, 24:75-81.
95. **Okubo H., Uemoto S., 1990.** Effects of bulb storage temperature and darkness on stem elongation in tulip. *F.Fac.Agr., Kyushu Univ.*, 35(1-2), 27-33.
96. **Pagter J.W.A., 1972.** Forcing Flower Bulbs. Lisse.
97. **Piszczyk P., Jerzy M., 1996.** Kwitnienie narcyzów pędzonych przy sztucznym świetle z cebul chłodzonych „na mokro” i „na sucho” w temperaturze +5°C. II Ogólnopolskie Sympozjum „Nowe Rośliny i Technologie w Ogrodnictwie”, t. II. Poznań: 321-326.
98. **Piszczyk P., Jerzy M., 2000.** Światło sztuczne jako substytut światła dziennego w zimowym pędzeniu narcyzów. I. Efekt długości dnia. *Rocz. AR Poznań. Ogrodnictwo*, 32:23-30.
99. **Piszczyk P., Jerzy M., 2001.** Światło sztuczne jako substytut światła dziennego w zimowym pędzeniu narcyzów. II. Efekt natężenia napromienienia kwantowego. *Rocz. AR Poznań. Ogrodnictwo*, 33:111-118.

100. **Piszczyk P., Jerzy M., Zalewska M., 1996.** Wzrost i kwitnienie narcyzów w warunkach naturalnego i sztucznego oświetlenia. Zeszyty Naukowe ATR. Rolnictwo, 39:25-32.
101. **Rasmussen E., 1973.** Drivning af tulipaner ved kunstlys 1969-1973. Tidsskr. Planteavl. H.1.
102. **Rees A.R., 1969.** Effects of duration of cold treatment on subsequent flowering of tulips. J. Hort. Sci., 44:27-36.
103. **Rees A.R., 1972.** The Growth of Bulbs. Applied aspects of physiology of ornamental bulbous crop plants. Academic Press, London, 311.
104. **Rees A.R., 1973.** Effects on tulips bulbs of warm storage following low temperature treatment. J. Hort. Sci., 48:149-154.
105. **Rees A.R., 1992.** Ornamental bulbs, corms and tubers. Redwood Press Ltd. Melksham, pp 50,80-86,149.
106. **Rees A.R., Hanks G.R., 1984.** Storage treatments for very early forcing of narcissus. Journal of Horticultural Science, 59:229-239.
107. **Rees A.R., Turquand E.D., 1967.** Effects of lifting date and warm storage on tulip flowering. Exp. Hort., 17:78-81.
108. **Rees A.R., Turquand E.D., 1969.** Effects of temperature and duration of cold treatment on the flowering forced tulips. Exp. Hort., 20:49-54.
109. **Saniewski M., 1979.** Wpływ etylenu na wzrost i rozwój roślin cebulowych. Ogrodnictwo, 4:98-100.
110. **Saniewski M., 1989.** The use of paclobutrazol, an inhibitor of gibberellin biosynthesis for study of hormonal control of tulip stem elongation. Bull. Polish Acad. Sci. Biol. Sciences, 37:55-64.
111. **Saniewski M., de Munk W.J., 1981.** Hormonal control of shoot elongation. Scientia Hortic, 15:363-372.
112. **Saniewski M., Gabryszewska E., 1983.** Hormonal control of tulip stalk elongation in vitro. Acta Hortic., 131:275-282.
113. **Saniewski M., Kawa-Miszcza L., 1992.** Hormonal control of growth and development of tulips. Acta Hortic., 325:43-50.
114. **Saniewski M., Kawa-Miszcza L., Węgrzynowicz E., 1990.** The effect of abscisic acid on pistil and stem growth in tulips. Prace Inst. Sad. i Kwiac., Seria B-Rośliny Ozdobne, 15:95-104.

115. **Schoser G., 1966.** Pflanzenkultur mit dem Pflanzenstrahler Osram L-Fluora. Berlin-München.
116. **Shoub J., de Hertogh A.A., 1975.** Growth and development of the shoots, roots and central bulblet of *Tulipa gesneriana* L. cv. Paul Richter during standard forcing. J.Amer.Soc.Hort.Sci., 100:32-37.
117. **Slootweg A.F.G., Hoogeterp P., 1970.** Influence of heat- treatment temperatures during storage on flower formation and development of 5⁰-tulips. First Int. Symposium of Flowerbulbs, Noordwijk/Lisse, vol. I: 110-114.
118. **Stajszczak W., Szlachetka W.I., 1990.** Wpływ różnych czynników na kwitnienie tulipanów pędzonych sposobem specjalnym w listopadzie i grudniu przy zastosowaniu sztucznego oświetlenia. Rośliny Ozdobne. Prace ISiK. Seria B, Tom 15:41-50.
119. **Strojny Z., 1971.** Pędzenie tulipanów, narcyzów i hiacyntów przy świetle sztucznym. Ogrodnictwo, 8:243-245.
120. **Suh J.K., 1997.** Stem elongation and flowering response of *Tulipa* cultivars as influenced by bulb cooling, growth regulators and light quality. Acta Hort., 430:101-106.
121. **Suh J.K., Kwack B.H., de Munk W.J., Franssen M., Boonekamp P.M., 1992a.** Flower development and stalk elongation of 'Apeldoorn' tulip as influenced by low temperature and gibberellin. J.Kor.Soc.Hort.Sci., 33(3):299-305.
122. **Suh J.K., Kwack B.H., de Munk W.J., Franssen M., Boonekamp P.M., 1992b.** Effect of growth retardants on stalk elongation of specially pre-cooled 'Apeldoorn' tulip. J.Kor.Soc.Hort.Sci., 33(5): 396-400.
123. **Szlachetka W., 1994.** Błędy w uprawie i pędzeniu tulipanów. Ogólnopolska konferencja „Tulipany Wczoraj, Dziś i Jutro”. Skierniewice. Materiały konf.: 50-56.
124. **Templing B.C., Verbruggen M.A., 1973.** Lighting Technology in Horticulture. Lighting Design and Engineering Centre, Philips Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.
125. **Tonecki J., 1998.** Wykorzystanie systemu fitochromowego do sterowania procesami wzrostu i kwitnienia roślin. Ogólnopolska Konferencja „Ogrodnictwo ozdobne przełomu wieków”. Kraków, 14-15 maj. Materiały konf.: 92.

126. **Tsutsui K., Toyoda T., 1970.** Effect of storage temperatures of seed bulbs on the dropper formation in tulips. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 39:85-92.
127. **Van Bragt J., van Ast K.J., 1976.** Substitution of the cold requirement of tulip cv.'Apeldoorn' by GA₃. *Scientia Hortic*, 4:117-122.
128. **Van Bragt J., Zijlstra F., 1971.** Effects of gibberellins on flowering of tulip cv.'Apeldoorn'. *Z. Pflanzenphysiol*, 64:139-144.
129. **Van Slogteren E., 1937.** The influence of different temperatures on development, growth and flowering of hyacints, tulips and daffodils. *Gartenbauwiss*, 11.
130. **Warpeha K.M.F., Kaufman L.S., 1989.** Blue-light regulation of epicotyl elongation in *Pisum sativum*. *Plant Physiol*. 89:544-548.
131. **Wassink E.C., 1965.** Light intensity effects in growth and development of tulips in comparsion with those in *Gladiolus*. *Meded. Landbouwhogesch. Wageningen*, 65:1-21.

8. Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu sposobu chłodzenia cebul i barwy światła na zimowe kwitnienie narcyzów i tulipanów. W doświadczeniach zastosowano zmodyfikowany sposób chłodzenia cebul w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ – polegający na chłodzeniu ich na mokro tj. razem z podłożem, do którego zostały posadzone przed umieszczeniem w chłodni. W badaniach wykorzystano 7 odmian narcyzów: ‘Ice Follies’, ‘Johann Strauss’, ‘Yellow Sun’, ‘Prof. Einstein’, ‘King Alfred’, ‘Unsurpassable’, ‘Aflame’ oraz 7 odmian tulipanów: ‘Apeldoorn’, ‘Blue Ribbon’, ‘Carola’, ‘Don Quichotte’, ‘Hollandia’, ‘Leen van der Mark’, ‘Yokohama’.

W drugiej części pracy badano wpływ barwy światła na wzrost i kwitnienie roślin przy krótkim i długim dniu oraz niskim i wysokim natężeniu napromienienia kwantowego. W doświadczeniach zastosowano lampy jarzeniowe typu TLD, emitujące światło białe oraz niebieskie, czerwone, żółte i zielone. Wpływ światła o różnej barwie oceniano na 4 odmianach narcyzów: ‘Ice Follies’, ‘Johann Strauss’, ‘Yellow Sun’, ‘Unsurpassable’ i 4 odmianach tulipanów: ‘Leen van der Mark’, ‘Yokohama’, ‘Ile de France’, ‘Negrita’. Obserwacjom poddano kwitnienie roślin oraz najważniejsze cechy morfologiczne.

Wykazano, iż zmodyfikowany sposób chłodzenia cebul w temperaturze $+5^{\circ}\text{C}$ wywiera istotny wpływ na kwitnienie narcyzów i tulipanów w terminach wczesnych i późnych. Daje to możliwość znacznego skrócenia okresu pędzenia cebul w szklarni oraz zwiększenia plonu. W przypadku narcyzów chłodzenie cebul na mokro we wszystkich terminach poprawia jakość roślin. Reakcja tulipanów na sposób chłodzenia cebul okazała się mniej korzystna. Znaczną poprawę jakości odnotowano jedynie w późnych terminach pędzenia.

Wpływ barwy światła na kwitnienie i jakość narcyzów i tulipanów zależał od rodzaju rośliny, długości dnia oraz natężenia napromienienia kwantowego. Barwa światła nie wywarła istotnego wpływu na termin kwitnienia narcyzów. Tulipany najszybciej zakwitły pod działaniem światła czerwonego. Światło czerwone zastosowane przy wysokim natężeniu i długim dniu obniżało plon kwiatów narcyzów. W przypadku tulipanów plon kwiatów znacząco obniżało światło czerwone i niebieskie o wysokim i niskim natężeniu napromienienia kwantowego, zastosowane odpowiednia przez 12 i 6 godzin. Cebule narcyzów pod działaniem światła o barwie niebieskiej i niskim natężeniu tworzyły krótsze, sztywniejsze pędy o mniejszej masie i krótszych liściach. Również u tulipanów światło niebieskie sprzyjało powstawaniu roślin o sztywniejszych łodygach i liściach.



Biblioteka Główna ATR
w Bydgoszczy

CZYT	D 231
------	-------