

Katedra Fizjologii Roślin Wydziału Ogrodniczego
AR w Lublinie

Edward BOROWSKI, Lidia KOZŁOWSKA

Wpływ światła, temperatury i wilgotności na ukorzenianie się sadzonek *Pelargonium hederacifolium*

Effect of Light, Temperature and Humidity on the Rooting of
Pelargonium hederacifolium Cuttings

Uprawa pelargonii bluszczolistnych (*Pelargonium hederacifolium*) zyskuje w ostatnich latach coraz większe znaczenie. Wzrost popularności tych bardzo dekoracyjnych roślin, skłania do podjęcia badań mających na celu określenie optymalnych warunków ich rozmnażania i rozwoju. Pelargonie bluszczolistne w porównaniu do pelargonii rabatowych są roślinami bardzo nierównomiernie ukorzeniającymi się. Niekiedy przygotowane sadzonki ukorzeniają się w 100%, innym razem procent wypadów jest bardzo duży. Przyczyny stosunkowo dużej zawodności w ukorzenianiu się sadzonek pelargonii bluszczolistnej nie są znane, bowiem dotychczasowe badania prowadzone były na pelargoniiach rabatowych (Nielsen 1976, Chlebowski 1977, Altman i Freudenberg 1983, Vetanovetz i Peterson 1985). Niewątpliwie proces formowania korzeni na sadzonkach pelargonii, podobnie jak na sadzonkach innych gatunków roślin, jest determinowany stanem fizjologicznym sadzonek (Stoltz 1968, Lovell i in. 1972, Veierskov i in. 1976, Reuveni i Raviev 1980, Borowski i wsp. 1981, Davis i Potter 1981, Borowski i Kozłowska 1984, 1986, Moe 1988) oraz układem warunków środowiska w otoczeniu ukorzeniających się sadzonek (Moe 1973, Szaniawski i Kielkiewicz 1982, French 1983, Borowski i wsp. 1987, Carpenter 1989).

W praktyce stosuje się dwa terminy rozmnażania pelargonii drogą sadzonkowania: wiosenny i jesienny. Ponieważ oba terminy znacznie różnią się pod względem warunków świetlnych i temperaturowych, w przedstawionej pracy określono wpływ poziomu napromienienia w zakresie PAR, (Photosynthetic Active Radiation) temperatury powietrza, wilgotności podłoża, a także masy sadzonek na proces ich ukorzeniania się.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w dwu oddzielnych doświadczeniach. W doświadczeniu pierwszym w okresie od 6 maja do 4 czerwca 1991 r. w 2 komorach wegetacyjnych określano wpływ natężenia

napromienienia w zakresie PAR i masy sadzonek na proces ich ukorzenia się. Półzdrewniałe wierzchołkowe sadzonki o wielkości 3-4 węzłów ukorzeniano w perlicie przy natężeniu napromienienia $46 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, 152 i $198 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ emitowanym przez lampy jarzeniowe LF - 40 (typ "White"). Natężenie napromienienia zmierzono przy użyciu fitofotometru FF - 01. Podczas 4-tygodniowego okresu ukorzenia, długość dnia wynosiła 14 godzin, wilgotność podłoża i powietrza 70 % pełnej pojemności wodnej (p.p.w.), temperatura powietrza w dzień 21-23°C. Sadzonki przed umieszczeniem w podłożu podzielono według masy na dwie grupy, tj. sadzonki mniejsze o masie od 2,0 do 3,5g i sadzonki większe o masie od 3,5 do 7,0g.

W doświadczeniu drugim określono wpływ zróżnicowanej wilgotności podłoża i temperatury powietrza na proces ukorzenia się sadzonek. W tym celu, w miarę jednorodne sadzonki o masie powyżej 3,5 g ukorzeniano w 3 komorach wegetacyjnych, w których utrzymywano temp. powietrza 17°C, 23°C i 29°C. W każdej z komór, sadzonki ukorzeniano w perlicie o wilgotności 40 %, 70 i 100 % p.p.w. Pełną pojemność wodną perlitu określono przy pomocy cylindrów Kopeckiego. W stosunku do masy podłoża przy 100% p.p.w. określono zawartość wody przy 70% i 40% p.p.w. Kontrolę wilgotności podłoża w trakcie ukorzenia sadzonek prowadzono metodą wagową, codziennie uzupełniając ewentualne niedobory wody. Sadzonki w trakcie ukorzenia oświetlano w ciągu 14 godzin na dobę lampami jarzeniowymi LF - 40 dającymi natężenie napromienienia $152 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Doświadczenie prowadzono w okresie od 23 września do 22 października 1991 roku.

Oba doświadczenia, prowadzono w dwu powtórzeniach, każda seria doświadczenia liczyła 14 sadzonek. Część bazalna każdej sadzonki przed umieszczeniem w perlicie, zanurzana była na głębokość 1 cm w "Ukorzeniaku B" zawierającym 0,2 % kwasu alfa naftylooctowego, 0,1 % benomylu, 1 % kaptanu. W trakcie ukorzenia celem zapobieżenia występowaniu chorób grzybowych, sadzonki opryskiwano w odstępach 5 dniowych 0,01 % roztworem "Rovralu".

Po 4-tygodniowym okresie ukorzenia sadzonek, w obu doświadczeniach określono procent ukorzenionych sadzonek, średnicę bryły korzeniowej, świeżą masę wytwarzanych korzeni oraz świeżą masę ukorzenionych sadzonek. Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej według modelu podwójnej klasyfikacji krzyżowej z różną liczbą obserwacji w podklasach w doświadczeniu pierwszym (tab. 1) i tą samą liczbą obserwacji w podklasach w doświadczeniu drugim (tab. 2). Ponadto w ukorzenionych sadzonkach pochodzących z drugiego doświadczenia określono średnią łączną powierzchnię liści na sadzonce, zawartość chlorofilu w liściach oraz procentową zawartość cukrów łatwo hydrolizujących w sadzonkach (tab. 3). Powierzchnię liści określono przy pomocy miernika powierzchni liści firmy "Witra" współpracującego z komputerem. Zawartość chlorofilu w liściach oznaczono metodą Arnona, zaś cukrów metodą fenolową.

Tab. 1. Wpływ natężenia napromienienia i biomasy sadzonek na procent ich ukorzenia, wielkość bryły korzeniowej, masę wytworzonych korzeni oraz całkowitą masę ukorzenionych sadzonek
The effect of light irradiation intensity and biomass of cuttings on the proportion of their rootage, size of the root clod, mass of the formed roots and the total mass of the rooted cuttings

Natężenie napromienienia Irradiation intensity ($\mu\text{mol.s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	% ukorzenionych sazonok % of rooted cuttings		Średnica bryły korzeniowej (cm) diameter of root clod (cm)		Świeża masa korzeni (g) fresh mass of roots (g)		Świeża masa ukorzenionych sazonok (g) fresh mass of rooted cuttings (g)	
	biomasa sadzonek (g) 'M'		biomasa sadzonek (g) 'M'		biomasa sadzonek (g) 'M'		biomasa sadzonek (g) 'M'	
	2.0-3.5	3.5-7.0	2.0-3.5	3.5-7.0	2.0-3.5	3.5-7.0	2.0-3.5	3.5-7.0
198	88.2	100.0	4.6	5.6	0.94	1.53	4.76a	6.54b
152	94.1	100.0	4.8	5.4	0.91	1.67	4.12c	7.38d
46	47.0	70.6	2.2	3.0	0.24	0.58	3.08e	4.80f
	$\bar{y}$ dla 'M'		$\bar{y}$ dla 'M'		$\bar{y}$ dla 'M'		3.99	6.24
	NIR dla 'S'		LSD for 'S'		0.4966			
	NIR dla 'M'		LSD for 'M'		0.2881			
	NIR dla 'S'x'M'		LSD for 'S'x'M'		istotny z wyjąt- kiem następują- cych par: b x c, b x e, c x e		significant except the following pairs b x c, b x e, c x e	

Tab. 2. Wpływ temperatury powietrza i wilgotności podłoża na procent ukorzenionych sadzonek, wielkość bryły korzeniowej, masę wytworzonych korzeni oraz całkowitą masę ukorzenionych sadzonek
The effect of air temperature and humidity of the medium on the proportion of rooted cuttings, size of root clod, mass of the formed roots and the total mass of the rooted cuttings

Wilgotność podłoża w % p.p.w. 'B'	% ukorzenionych sadzonek % of rooted cuttings			Średnica bryły korzeniowej (cm) diameter of root clod (cm)			Świeża masa korzeni (g) fresh mass of roots (g)				Świeża masa ukorzenionych sadzonek (g) fresh mass of rooted cuttings (g)							
	temperatura powietrza w °C 'A'														air temperature in °C 'A'			
	17	23	29	17	23	29	17	23	29	$\bar{y}$ A	17	23	29	$\bar{y}$ A				
40	100	86.7	80.0	2.54	4.18	4.01	0.87	1.14	0.83	0.95	4.32	4.22	3.58	4.04				
70	100	100	93.3	4.03	4.14	4.04	1.49	1.31	1.12	1.31	4.86	4.50	3.74	4.37				
100	100	100	100	6.93	5.79	4.90	2.35	1.88	1.54	1.92	7.01	5.60	4.76	5.79				
				$\bar{y}$ B			1.57	1.44	1.16		5.40	4.77	4.03					
	NIR dla A			LSD for A			0.1138				0.2425							
	NIR dla B			LSD for B			0.1138				0.2452							
	NIR dla A x B			LSD for A x B			0.2622				0.5651							

Tab. 3. Wpływ temperatury powietrza i wilgotności podłoża na średnią powierzchnię liści na sadzonce, zawartość chlorofilu w liściach oraz zawartość węglowodanów w suchej masie sadzonek pelargonii

The effect of air temperature and humidity of the medium on the mean area of leaves on a cutting, the content of chlorophyll in the leaves and the content of carbohydrates in the dry mass of Pelargonium cuttings

Wilgotność podłoża w % p.p.w. 'W'	Powierzchnia liści (cm ² / sadzonkę) area of leaves (cm ² / cutting)			Zawartość chlorofilu (mg/ l) chlorophyll content (mg/ l)			Zawartość węglowodanów (%) carbohydrate content (%)			
	temperatura powietrza w °C air temperature in °C									
	17	23	29	17	23	29	17	23	29	
Medium humidity in % f.w.c. 'W'	40	49.2	41.0	32.5	7.20	5.77	5.39	3.91	3.38	3.02
	70	64.3	49.8	35.5	5.21	5.91	6.05	4.18	3.72	2.54
	100	75.8	56.5	32.7	6.84	6.34	6.15	5.81	4.14	3.78

WYNIKI

A. Wpływ natężenia napromienienia i biomasy sadzonek na ich ukorzenianie się (doświadczenie 1)

Wyniki zawarte w tabeli 1 wskazują, że zarówno masa sadzonek, jak i natężenie napromienienia PAR, miały istotny wpływ na przebieg procesu ukorzeniania. W najniższym procencie ukorzeniły się sadzonki korzystające ze światła o natężeniu napromienienia $46 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. W tych warunkach wytworzyło korzenie tylko 47 % sadzonek o mniejszej masie (2,0 – 3,5 g) i 70,6 % sadzonek o większej masie (3,5 – 7,0 g). Trzykrotny wzrost natężenia napromienienia ($152 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$) wpłynął na 94 % ukorzenienie się sadzonek mniejszych i 100 %

ukorzenie sadzonek większych. Podobnie jak procent ukorzenia sadzonek, również średnica bryły korzeniowej, świeża masa wytworzonych korzeni i masa ukorzenionych sadzonek wyraźnie zależały od natężenia napromienienia i początkowej masy sadzonek. Najmniejsza masa korzeni powstała w trakcie ukorzenia się sadzonek małych przy natężeniu napromienienia $46 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Wzrost natężenia napromienienia do $152 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ wpłynął na blisko 4-krotny przyrost masy wytworzonych korzeni. Wzrost natężenia napromienienia wywarł także podobny wpływ na sadzonki o masie 3,5 – 7,0 g, jednakże przyrost biomasy korzeni był w tym przypadku trzykrotny. W tych warunkach wzrost zarówno średnicy wytworzonej bryły korzeniowej, jak i świeżej masy całych ukorzenionych sadzonek pelargonii, był nieco mniejszy niż świeżej masy powstałych korzeni.

Zwiększenie natężenia napromienienia sadzonek do $198 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, nie wykazało wpływu ani na procent ukorzenia obu rodzajów sadzonek, ani na pozostałe analizowane parametry, obrazujące wielkość wytworzonego systemu korzeniowego (tab. 1).

B. Wpływ temperatury powietrza i wilgotności podłoża
na ukorzenie sadzonek (doświadczenie 2)

Wyniki zgromadzone w tabeli 2 wskazują, iż istotny wpływ na ukorzenie się sadzonek pelargonii wywiera temperatura powietrza, wilgotność podłoża, jak również ich wzajemne współdziałanie. Pełne, 100 %, ukorzenie sadzonek, wystąpiło niezależnie od wilgotności podłoża przy temp. powietrza 17°C , natomiast sadzonki ukorzeniane w temp. 23°C ukorzeniły się w całości przy 70 % i 100 % wilgotności podłoża. Sadzonki ukorzeniane w temperaturze 29°C wykazywały pełne ukorzenie tylko przy najwyższym 100 % uwilgotnieniu podłoża.

Analizowane czynniki środowiska w podobny sposób wpływały również na wielkość wytworzonego systemu korzeniowego, wyrażoną średnicą bryły korzeniowej, świeżą masą powstałych korzeni oraz masą całych ukorzenionych sadzonek. Po 4-tygodniowym okresie ukorzenia, największą masę korzeni wytworzyły sadzonki korzystające z temperatury 17°C i 100 % wilgotności podłoża. W warunkach 100 % wilgotności podłoża, wzrost temperatury otoczenia do 23°C i 29°C spowodował istotne obniżenie zarówno masy systemu korzeniowego, jak też masy całych ukorzenionych sadzonek. Obniżenie wilgotności podłoża do 70 % i 40 % p.p.w. przy najkorzystniejszej dla formowania korzeni temp. powietrza (17°C) powodowało także istotne, bo około 1,5-krotne, zmniejszenie się świeżej masy korzeni i świeżej masy całych sadzonek. Najniższy procent ukorzenia oraz najslabiej wykształcony system korzeniowy i najmniejszą całkowitą świeżą masę posiadały sadzonki ukorzeniane w najwyższej temperaturze (29°C), w warunkach najniższej wilgotności podłoża (40 % p.p.w.) (tab. 2.).

Ukorzenie sadzonek w warunkach zróżnicowanej temperatury powietrza i wilgotności podłoża wyraźnie wpływało na wielkość łącznej powierzchni liści pozostających na sadzonkach, a także na zawartość chlorofilu w tych liściach oraz węglowodanów w ukorzenianych sadzonkach (tab. 3).

Małą powierzchnią liści charakteryzowały się sadzonki ukorzenione w najwyższej temp. (29°C) jak również przy najniższej wilgotności podłoża (40 % p.p.w.). Wzrost wilgotności podłoża do 70 %, a zwłaszcza 100 % p.p.w., wpłynął

na wyraźne zwiększenie się powierzchni liści na sadzonkach ukorzenionych w temp. 17°C i 23°C, nie wpłynął natomiast na zwiększenie ulistnienia sadzonek ukorzenionych w temp. 29°C. Wzrost temp. powietrza z 17°C do 23°C i 29°C spowodował zmniejszenie się łącznej powierzchni liści na sadzonkach ukorzenionych przy wszystkich 3 wilgotnościach podłoża. Różnice w ulistnieniu sadzonek sięgały 51 % przy niskim uwilgotnieniu podłoża (40 % p.p.w.) i 129 % przy pełnym uwilgotnieniu podłoża. Największą powierzchnią liści charakteryzowały się sadzonki ukorzenione w temp. 17°C przy 100% wilgotności podłoża (tab. 3).

Zawartość węglowodanów w ukorzenionych sadzonkach podlegała w warunkach doświadczenia podobnym zmianom jak powierzchnia liści. Najwięcej bowiem węglowodanów w biomacie zawierały sadzonki ukorzenione w najniższej temperaturze, przy jednocześnie najwyższej wilgotności podłoża. Wzrost temperatury powietrza w otoczeniu ukorzenianych sadzonek powodował niezależnie od wilgotności podłoża spadek procentowej zawartości węglowodanów w sadzonkach. Wzrost natomiast wilgotności podłoża z 40 % p.p.w. do 70 % i 100 % p.p.w. wywołał na ogół, niezależnie od temp. otoczenia, wyraźny wzrost procentowego udziału węglowodanów w suchej masie sadzonek.

Zawartość chlorofilu w liściach ukorzenionych sadzonek zależała w mniejszym stopniu od temperatury powietrza, w większym zaś od wilgotności podłoża. Więcej chlorofilu zawierały w liściach sadzonki ukorzeniane przy wysokiej (100 % p.p.w.) wilgotności podłoża, niezależnie od temperatury powietrza, a także sadzonki ukorzeniane przy niskim 40 % uwilgotnieniu podłoża i niskiej temp. powietrza (17°C). Mało chlorofilu w liściach zawierały sadzonki ukorzeniane w temp. powietrza 29°C i przy 40 % uwilgotnieniu podłoża, a także sadzonki ukorzeniane przy temp. powietrza 17°C i średniej zawartości wody w podłożu (70 % p.p.w.) (tab. 3).

DYSKUSJA

Prezentowane badania dotyczą wpływu podstawowych czynników środowiska na ukorzenianie się sadzonek pelargonii bluszczolistnych. Proces inicjacji i wzrostu korzeni na sadzonkach przebiegał w perlacie. Wybór perlitu jako medium do ukorzeniania się sadzonek, podyktowany był dużą chłonnością tego podłoża względem wody, co ułatwiało równomierne uwilgotnienie podłoża w całej zastosowanej jego masie. Uwzględniono również fakt, iż badania Altmana i Freudemberga (1983) wykazały, że spośród 5 badanych podłoży, ukorzenianie sadzonek *Pelargonium graveolens* najkorzystniej przebiegało właśnie w perlacie.

Uzyskane wyniki wykazały, iż procent ukorzenionych sadzonek, a także wielkość wytworzonego systemu krzeniowego, zależą od masy sadzonek i natężenia napromienienia w trakcie ukorzeniania. Sadzonki o małej masie, w celu ukorzenienia się, wymagają wyższego natężenia napromienienia, natomiast sadzonki o dużej masie, ukorzeniają się nieźle także przy niskim natężeniu napromienienia. Zależności te wynikają niewątpliwie z udziału węglowodanów w procesie inicjacji i wzrostu korzeni, potwierdzonego w badaniach prowadzonych na sadzonkach chryzantem (Stoltz 1968, Borowski i in. 1981, Borowski i Kozłowska 1984, 1986), gorczycy i rzodkiewki (Lovell i in. 1972), *Campanula isophylla* (Moe 1988), pe-

largonii rabatowych (Nilsen 1976), *Populus* (Okoro i Grace 1976), grochu (Veierskov i in. 1976). Wyższe natężenie napromienienia, stosowane podczas ukorzenia się sadzonek o małej masie umożliwia im utrzymanie odpowiednio wysokiej fotosyntezy, która jest w stanie uzupełnić niedobór węglowodanów w biomase. Sadzonki o dużej masie, zgromadziły w trakcie wzrostu na roślinach matecznych większą ilość węglowodanów w biomase, stąd też są one mniej wrażliwe na natężenie napromienienia stosowane w trakcie ukorzenia. Davis i Potter (1981) stwierdzili, że formowanie korzeni na sadzonkach liściowych grochu "Alaska" było zredukowane do 50 %, kiedy fotosynteza netto na skutek redukcji natężenia napromienienia była obniżona do poziomu punktu kompensacyjnego. Zbyt wysokie natężenie napromienienia światelnego nie zwiększa procentu ukorzenionych sadzonek, ani też wielkości wytworzonego systemu korzeniowego a nawet czasami obserwuje się nieznaczne obniżenie tych wartości. Prawdopodobnie wiąże się to z negatywnym wpływem na ukorzenie ponadoptimalnego stężenia cukrów w sadzonkach, co potwierdza Borowski i in. (1981), a także Lovell i in. (1972).

Jak wykazały przeprowadzone badania, ukorzenie sadzonek pelargonii w wysokim stopniu uzależnione jest także od temp. powietrza w otoczeniu sadzonek i wilgotności podłoża. Najkorzystniejsza dla ukorzenia się pelargonii bluszczolistnych, okazała się temp. 17°C. Temperatury wyższe, 23°C, a zwłaszcza 29°C były zdecydowanie niekorzystne. Zbliżoną temp. (18°-20°) dla ukorzenia sadzonek pelargonii rabatowych zaleca także Chlebowski (1977), a dla ukorzenia rododendronów – French (1983), natomiast ukorzenie sadzonek róż i chryzantem (Moe 1973, Borowski i in. 1987) przebiega najkorzystniej w temp. 21°-24°C, a róży chińskiej w temp. nawet 26°-30°C (Carpenter 1989). Bardzo korzystny wpływ stosunkowo niskiej temp. powietrza (17°C) na ukorzenie się sadzonek pelargonii ma prawdopodobnie związek z utrzymywaniem w tych warunkach przez sadzonki dużej powierzchni liści. Wzrost temperatury powietrza do 23°C, a zwłaszcza do 29°C niezależnie od wilgotności podłoża powodował zamieranie części powierzchni liści lub nawet całych blaszek liściowych. W rezultacie więc, w sadzonkach ukorzenianych w tych warunkach, wystąpiło zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej, a wraz z tym zmniejszenie asymilacji CO₂ i zmniejszenie zawartości cukrów w sadzonkach. Jak wynika z licznych badań (Lovell i in. 1972, Nilsen 1976, Okoro i Grace 1976, Veierskov i in. 1976, Borowski i in. 1981, Borowski i Kozłowska 1984, 1986, Moe 1988) niedostateczna zawartość cukrów niezbędnych do prawidłowego przebiegu procesu ukorzenia, była przyczyną nieukorzenia się części sadzonek bądź niskiej masy korzeni wytworzonych w tych warunkach. Reuveni i Raviv (1980) podkreślają iż istnieje ścisła korelacja pomiędzy zdolnością utrzymywania liści przez sadzonki awokado, a procentem i szybkością ich ukorzenia się. Trudno wyjaśnić przyczyny zamierania części lub całych liści na sadzonkach, ukorzenionych w temp. 23°C, a zwłaszcza 29°C. Nie wynikało to z porażenia liści przez choroby, szczególnie pochodzenia grzybowego, bowiem sadzonki profilaktycznie opryskiwano w odstępach 5-dniowych roztworem "Rovralu". Można jedynie przypuszczać iż wysoka temperatura powietrza silnie stymulowała procesy oddechowe w liściach sadzonek, powodując wyczerpanie ich z węglowodanów i w efekcie stopniowe obumieranie blaszki liściowej. Wysoce stymulujący wpływ temperatury na oddychanie siewek słonecznika podkreśla Szaniawski i Kielkiewicz (1982).

W podobny sposób jak wysoka temperatura również niska wilgotność podłoża wyraźnie ograniczała ukorzenianie się sadzonek pelargonii. Przeprowadzone badania wykazały, iż również w tym przypadku było to związane ze zmniejszeniem fotosyntetycznej czynnej powierzchni liści, co z kolei spowodowało zmniejszenie zawartości węglowodanów w sadzonkach. Przyczyny zmniejszenia ulistnienia sadzonek są w tym przypadku bardziej jasne. Sadzonki przez większą część okresu ukorzeniania nie posiadały korzeni, wobec czego w warunkach niedoboru wody w podłożu (40 % p.p.w.) mając trudności w zrównoważeniu bilansu wodnego prawdopodobnie ograniczały transpirację poprzez zamykanie szparek, a nawet poprzez zrzucanie części liści.

WNIOSKI

1. Procent ukorzenionych sadzonek i wielkość wytworzonego systemu korzeniowego istotnie zależy od masy początkowej sadzonek i natężenia napromienienia. Mniejsze sadzonki o mniejszej masie wymagają podczas okresu ukorzeniania stosowania światła o wyższym natężeniu. Światło o natężeniu napromienienia powyżej $152 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ nie wywiera korzystnego wpływu na ukorzenianie się sadzonek.

2. Pełne ukorzenienie sadzonek, jak również wytworzenie przez nie dużej masy korzeni zachodziło niezależnie od temperatury powietrza przy 100 % uwilgotnieniu podłoża bądź przy wilgotności podłoża 70 i 100 % p.p.w. i temp. powietrza 17°C . W mniejszym procencie i najslabiej ukorzenione sadzonki (masa korzeni), uzyskano przy temp. powietrza 29°C i najmniejszym uwilgotnieniu podłoża 40 % p.p.w.

3. Dużą powierzchnią liści charakteryzowały się sadzonki pelargonii ukorzeniane w temperaturze 17°C , przy wysokiej wilgotności podłoża (70 % i 100 % p.p.w.). Średnio dwukrotnie mniejszą powierzchnią liści posiadały sadzonki ukorzenione niezależnie od wilgotności podłoża w temperaturze powietrza 29°C .

4. Zawartość węglowodanów w ukorzenionych sadzonkach wykazuje wyraźne dodatnią korelację z ulistnieniem sadzonek.

PIŚMIENNICTWO

- Altman A., Freudenberg D., 1983. Quality of *Pelargonium graveolens* cuttings as affected by the rooting medium. *Scientia Hort.* 19, 379-385.
- Borowski E., Hagen P., Moe R., 1981. Stock plant irradiation and rooting of *Chrysanthemum* cuttings in light or dark. *Scientia Hort.* 15, 245-253.
- Borowski E., Hagen P., Moe R., 1987. Air and root medium temperature and the rooting of chrysanthemum and rose cuttings. *Acta Agrobot.* 40, 1-2, 27-39.
- Borowski E., Kozłowska L., 1984. Comparison effects of decapitation and disbudding with application of glucose in rooting of *Chrysanthemum* cuttings. *Acta Agrobot.* 37,2, 123-131.
- Borowski E., Kozłowska L., 1986. The influence of light color on the rooting of "Horim Golden" *Chrysanthemum* cuttings. *Acta Agrobot.* 39, 1, 47-57.
- Carpenter W. J., 1989. Medium temperature influences the rooting response of *Hibiscus rosa-sinensis* L. *J. Envir. Hort.* 7, 4, 143-146.
- Chlebowski B., 1977. Pelargonie. PWRiL, Warszawa.

- Davis T. D., Potter J. R., 1981. Current photosynthate as a limiting factor in adventitious root formation on leafy pea cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106, 3, 278-282.
- French C. J., 1983. Stimulation of rooting in rhododendrons by increasing natural daylength with low intensity lighting. *Hort. Sci.* 18, 1, 88-89.
- Lovell P. H., Illsley A., Moore K. G., 1972. The effects of light intensity and sucrose on root formation, photosynthetic ability, and senescence in detached cotyledons of *Sinapis alba* L. and *Raphanus sativus* L. *Ann. Bot.* 36, 123-134.
- Moe R., 1973. Propagation, growth and flowering of potted roses. *Acta Hort.* 31, 35-51.
- Moe R., 1988. Effect of light, temperature and CO₂ on the growth of *Campanula isophylla* stock plants on the subsequent growth and development of their cuttings. *Scientia Hort.* 6, 129-141.
- Nilsen J. H., 1976. Effects of irradiation of the motherplants on rooting of pelargonium cuttings. *Acta Hort.* 64, 65-69.
- Okoro O. O., Grace J., 1976. The physiology of rooting *Populus* cuttings. I. Carbohydrates and photosynthesis. *Physiol. Plant.* 36, 133-138.
- Reuveni O., Raviv M., 1980. Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106, 2, 127-130.
- Stoltz L. P., 1968. Factors influencing root initiation in an easy, and a difficult, to-root chrysanthemum. *J. Amer. Hort. Sci.* 92, 622-626.
- Szaniawski R. K., Kiełkiewicz M., 1982. Maintenance and growth respiration in shoots and roots of sunflower plants grown at different root temperatures. *Physiol. Plant.* 54, 500-504.
- Veierskov B., Hansen J., Andersen A. S., 1976. Influence of cotyledon excision and sucrose on root formation in pea cuttings. *Physiol. Plant.* 36, 105-109.
- Vetanovetz R. P., Peterson J. C., 1985. Influence of four cultural systems upon geranium stock plant productivity. *Hort. Sci.* 20, 4, 703-705.

SUMMARY

The paper determines the influence of the mass of cuttings, irradiation intensity, air temperature and humidity on the medium on the rooting of *Pelargonium hederacfolium* cuttings.

The results obtained in the studies showed that the cuttings of smaller mass demand higher intensity of irradiation at the time of root-formation, while those with greater mass are less sensitive to irradiation intensity. The intensity of irradiation of over 152 $\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ does not have any positive effect on the rooting of cuttings.

The proper process of root formation in cutting went on independent of air temperature, with 100 % humidity of the medium and also with high medium humidity /70 and 100 % and air temperature of 17°C. The poorest rootage of cuttings was observed in the air temperature of 29°C and 40 % humidity of the medium.

It was found out that the wrong course of root formation of *Pelargonium hederacfolium* cuttings is connected with a loss of a considerable number of leaves and subsequent decrease of carbohydrate content in the cutting during the rootage.