

Starzenie się liści piwonii chińskiej (*Paeonia lactiflora*) w zależności od sposobu pozbiorniczego traktowania pędów

WŁADYSŁAW MICHAŁEK¹, ELŻBIETA POGROSZEWSKA²,
KATARZYNA RUBINOWSKA¹, PATRYCJA SADKOWSKA²

¹Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza, ul. Akademicka 15, 20 950 Lublin
(Department of Plant Physiology, Agriculture University, Akademicka 15,
20 950 Lublin, Poland)

e mail: michalek@agros.ar.lublin.pl

²Katedra Roślin Ozdobnych, Akademia Rolnicza, ul. Leszczyńskiego 58, 20 068 Lublin
(Department of Ornamental Plants, Agriculture University, Leszczyńskiego 58,
20 068 Lublin, Poland)

e mail: epogroszewska@autograf.pl

Senescence of *Paeonia lactiflora* leaves depend on postharvest treatment of shoots

(Otrzymano: 9.05.2005)

S u m m a r y

The effect of Chrysal Glory, GA₃-200 mg·dm³, GA₃-400 mg·dm³, BA-100 mg·dm³, BA-200 mg·dm³ on senescence of *Paeonia lactiflora* 'Profesor Wóycicki' leaves was investigated. Photosynthesis activity of leaves, contents of *a* and *b* chlorophyll and leakage of electrolytes from the tissue were estimated. Chrysal Glory suppressed leakage of electrolytes. BA-100 mg·dm³ increased maximum quantum efficiency of chlorophyll. BA-100 mg·dm³ and GA₃-200 mg·dm³ was the most effective in delaying senescence of *Paeonia* leaves by retarding chlorophyll loss and suppressing leakage of electrolytes.

Key words: *Paeonia*, leaves senescence, bioregulators, chlorophyll, electrolytes

WSTĘP

Pędy piwonii chińskiej (*Paeonia lactiflora*) są cennym materiałem bukiciarskim nie tylko ze względu na okazałe kwiaty, ale także dekoracyjne liście. Ulistnione pędy mogą być przydatne we florystyce pod warunkiem, że liście zachowują trwałość nie krócej niż kwiaty. Liście piwonii są długotrwałe (Skutnik i in., 2003), jednak cięte w okresie rozwijania się kwiatów często wykazują tendencję do utraty turgoru

i lekkiego zwijania się. Może to prowadzić do szybszego ich starzenia się. W starzejących się liściach dochodzi do zmian w zawartości chlorofilu, co ma miejsce zanim stanie się widoczne żółknięcie blaszki liściowej. W wielu badaniach nad starzeniem się liści, zawartość chlorofilu jest miernikiem tego procesu (Skutnik i in., 2004). Zahamowanie starzenia się liści dałoby możliwość wykorzystania ulistnionych pędów piwonii jako zieleni ciętej przez długi okres nawet po zwiędnięciu kwiatów. Skuteczną metodą hamowania starzenia się liści jest stosowanie bioregulatorów. Traktowanie pędów giberelinami lub cytokininami hamuje degradację chlorofilu u wielu gatunków roślin ozdobnych (Thimann, 1980; Hicklenton, 1991; Ranwala i Miller, 1999, 2002; Skutnik i in., 2000, 2003; Janowska i Jerzy, 2003 a; b). Wymienione regulatory wzrostu skutecznie przedłużają też trwałość kwiatów ciętych (Song i in., 1996; Jakubowska i in., 2000; Paull i Chantrachit, 2001; Janowska i Jerzy, 2004) między innymi hamując wpływ jonów z komórek (Agbaria i in., 2001). Na rynku kwaciarskim znajdują się gotowe preparaty, które przedłużają trwałość zarówno kwiatów jak i zieleni ciętej. Stosowane są w różnych formach: poprzez opryskiwanie, zanurzanie lub kondycjonowanie pędów (Bolivar i in., 1999; Skutnik i Rabiza-Świder, 2004). Celem przeprowadzonego doświadczenia było zbadanie wpływu bioregulatorów: BA i GA_3 oraz preparatu Chrysal na starzenie się liści piwonii wyrażone zmianami zawartości chlorofilu, wpływem elektrolitów z komórek oraz zmianami fluorescencji chlorofilu (FC).

MATERIAŁ I METODY

Badano pędy kwiatowe piwonii chińskiej (*Paeonia lactiflora*) 'Profesor Wóycicki' z trzema trójdzielnymi liśćmi. Pędy ścinano w godzinach rannych, gdy kwiaty były w stadium miękkiego pąka i opryskiwano je następującymi preparatami: Chrysal Glory, kwas giberelinowy (GA_3) w stężeniu 200 mg·dm⁻³, oraz 400 mg·dm⁻³, benzyloadenina (BA) w stężeniu 100 mg·dm⁻³ oraz 200 mg·dm⁻³. Kontrolę stanowiły pędy opryskane wodą destylowaną (K-2). Cieczą roboczą (z dodatkiem surfaktantu Tween 80) dokładnie pokrywano powierzchnię liści i kwiatów. Następnie pędy po przycięciu wstawiano do wody wodociągowej i przetrzymywano w warunkach pokojowych do czasu osypywania się płatków kwiatowych. Wodę wymieniano codziennie. W każdej podklasie było po 10 pędów traktowanych jako powtórzenia. Określono zmiany we fluorescencji chlorofilu w liściach. Badania przeprowadzono w fitotronie przy pomocy fluorymetru PAM-2000 firmy Walz GmbH według procedury podanej w pracy (Schreibera i in., 1992). Dokonano pomiarów następujących parametrów: F_v/F_m (maksymalna wydajność kwantowa chlorofilu), F_v/F_m' (wydajność otwartych jednostek fotosystemu PSII), Φ PSII (aktualna wydajność kwantowa chlorofilu). Pomiaru prowadzono po 2 i 6 dniach przetrzymywania pędów w temperaturze pokojowej, na trzecim liściu od góry o takim samym położeniu na roślinie i o podobnej orientacji do światła, które zacieniano przed pomiarem na 15 minut za pomocą fabrycznych klipsów. Wszystkie pomiary wykonano w 5 powtórzeniach. Oznaczono również zawartość chlorofilu *a i b* w świeżej masie liści metodą spektrofotometryczną opisaną przez Arnona (1967) oraz wpływ elektrolitów z tkanek (EL) wg metody

podanej przez Kościelnika (1993). Określono okres dekoracyjności pędów po ścięciu do momentu osypywania się płatków lub utraty walorów zdobniczych przez liście (utrata turgoru, zwijanie się, skręcanie). Uzyskane wyniki porównano z parametrami pędów nietraktowanych, pozostających na roślinach rosnących na zagonie w polu (K-1). Wyniki poddane zostały analizie statystycznej. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic pomiędzy średnimi, obliczono półprzedziały ufności T-Tukeya, określone w pracy jako NUR.

WYNIKI

Okres przechowywania pędów piwonii oraz stosowanie preparatu przedłużającego trwałość kwiatów ciętych (Chrysal Glory) i regulatorów wzrostu (GA_3 lub BA) wyraźnie wpłynęły na zawartość chlorofilu *a* i *b* w liściach roślin. Dane liczbowe wskazują (tab. 1), że niezależnie od długości okresu przechowywania pędów, mimo zastosowania różnych substancji, zawartość obu form chlorofilu była mniejsza, w porównaniu do zawartości w nietraktowanych liściach pozostających na roślinie.

Tabela 1

Zawartość chlorofilu *a* i *b* w liściach ciętych pędów piwonii opryskanych preparatem przedłużającym trwałość kwiatów ciętych lub regulatorem wzrostu i przetrzymywanych w temperaturze pokojowej.

Table 1

The chlorophyll contents in leaves of cut stems of *Paeonia lactiflora* treated with preservative substance or growth regulator and stored in room temperature.

Traktowanie Treatment	Zawartość chlorofilu <i>a</i> (mg · g św. m. ⁻¹) Chlorophyll <i>a</i> contents (mg · g.FW ⁻¹)		Zawartość chlorofilu <i>b</i> (mg · g św. m. ⁻¹) Chlorophyll <i>b</i> contents (mg · g.FW ⁻¹)	
	po 2 dniach after 2 days	po 6 dniach after 6 days	po 2 dniach after 2 days	po 6 dniach after 6 days
K-1 (liście na roślinie) (leaves on plant)	2,743a*	2,743a	0,778a	0,778a
K-2 (woda destyl.) (distilled water)	1,919e	1,678f	0,671b	0,504d
Chrysal Glory	2,029d	1,869d	0,590c	0,531cd
GA_3 -200 mg·dm ⁻³	2,460b	2,103b	0,650b	0,610b
GA_3 -400 mg·dm ⁻³	1,897e	1,791e	0,543d	0,522cd
BA-100 mg·dm ⁻³	2,244c	2,134b	0,660b	0,603b
BA-200 mg·dm ⁻³	2,058d	1,958c	0,560cd	0,547c
NUR przy $P_{0,05}$ LSD _{0,05}	0,063	0,071	0,042	0,039

* Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą według testu Tukeya przy $P = 0,05$

* Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's test for $P = 0.05$

Opryskanie pędów Chrysałem Glory, GA_3 -200 $mg \cdot dm^{-3}$ i BA w obu stężeniach, pozytywnie wpłynęło na zawartość chlorofilu *a* po dwudniowym przechowywaniu pędów, w porównaniu do opryskiwania wodą destylowaną (K-2). Najwyższą koncentrację chlorofilu *a* uzyskano po opryskiwaniu pędów gibereliną o niższym stężeniu (GA_3 200 $mg \cdot dm^{-3}$) oraz po zastosowaniu BA także w niższej dawce (BA 100 $mg \cdot dm^{-3}$). Po dwudniowym przechowywaniu najmniejszą zawartość chlorofilu *a* stwierdzono w liściach opryskiwanych GA_3 400 $mg \cdot dm^{-3}$. Analizując zawartość chlorofilu *a* (tab. 1) po sześciu dniach przetrzymywania pędów w temperaturze pokojowej zaobserwowano, że w porównaniu do liści opryskanych wodą (K-2), zawartość chlorofilu *a* była istotnie większa po zastosowaniu Chrysalu Glory, GA_3 i BA we wszystkich stężeniach. Najwyższą zawartością chlorofilu *a* charakteryzowały się liście pędów traktowanych BA 100 $mg \cdot dm^{-3}$ i GA_3 200 $mg \cdot dm^{-3}$. W porównaniu do serii kontrolnej, w której liście opryskano wodą (K-2), żaden z preparatów nie okazał się skuteczny w hamowaniu degradacji chlorofilu *b*, po 2 dniowym przechowywaniu pędów. Zawartość tej formy chlorofilu w odniesieniu do kontroli (K-2) po 6 dniach przechowywania pędów, była najkorzystniejsza w liściach traktowanych GA_3 200 $mg \cdot dm^{-3}$ i BA 100 $mg \cdot dm^{-3}$. Spadek wartości badanych cech w okresie między drugim

Tabela 2

Okres dekoracyjności pędów oraz wypływ elektrolitów w liściach ciętych pędów piwonii opryskanych preparatem przedłużającym trwałość kwiatów ciętych lub regulatorem wzrostu i przetrzymywanych w temperaturze pokojowej.

Table 2

The period of shoots decoration and the leakage of electrolytes in leaves of cut stems of *Paeonia lactiflora* treated with preservative substance or growth regulator and stored in room temperature.

Traktowanie Treatment	Wypływ elektrolitów (EL) (%) Leakage of electrolytes (EL) (%)		Okres dekoracyjności pędów (dni) The period of stem decorativity (days)
	Pędy przechowywane przez dwa dni Stems stored 2 days	Pędy przechowywane przez sześć dni Stems stored 6 days	
K-1 (liście na roślinie) (leaves on plant)	0e*	0d	14,0a
K-2 (woda dest.) (distilled water)	32,9b	42,5a	6,1c
Chrysal Glory	27,4cd	38,1b	8,2b
GA_3 -200 $mg \cdot dm^{-3}$	29,6c	32,5c	8,9b
GA_3 -400 $mg \cdot dm^{-3}$	40,3a	42,9a	6,5c
BA-100 $mg \cdot dm^{-3}$	25,7d	31,5c	9,4b
BA-200 $mg \cdot dm^{-3}$	37,5a	40,7ab	8,3b
NUR przy $P_{0,05}$ LSD _{0,05}	3,3	3,1	1,6

* Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą według testu Tukeya przy $P=0,05$

* Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's test for $P=0.05$

a szóstym dniem przechowywania pędów w warunkach pokojowych wynosił 4,8-14,5% (chlorofil *a*) i 2,3-10% (chlorofil *b*), gdy pędy opryskiwano preparatami. W kontroli spadek ten wynosił 12,5% (chlorofil *a*) i około 25% (chlorofil *b*). W porównaniu do liści nietraktowanych, pozostających na roślinie, w ciągu 6 dni zawartość chlorofilu *a* w liściach kontrolnych (K-2) spadła o około 39%, a chlorofilu *b* o około 35%.

Analizując przepuszczalność błon cytoplazmatycznych, charakteryzowaną przez pomiar wypływu elektrolitów z komórek (EL), należy stwierdzić, że wartość tego wskaźnika rosła w miarę upływu czasu. Świadczy to o tym, że po przechowywaniu pędów, w tkankach liści pojawiły się symptomy uszkodzenia błon komórkowych. Po dwudniowym przechowywaniu pędów wartość wskaźnika EL była najkorzystniejsza po zastosowaniu BA 100 mg·dm³ i Chrysalu, a po dłuższym (6 dni) okresie przechowywania pędów po zastosowaniu BA 100 mg·dm³ i GA₃ 200 mg·dm³

Tabela 3

Kształtowanie się parametrów indukcji fluorescencji chlorofilu w liściach ciętych pędów piwonii opryskanych preparatem przedłużającym trwałość kwiatów ciętych lub regulatorem wzrostu i przetrzymywanych w temperaturze pokojowej.

Table 3

The parameters of chlorophyll fluorescence induction in leaves of cut stems of *Paeonia lactiflora* treated with preservative substance or growth regulator and stored in room temperature.

Traktowanie Treatment	F _v /F _m		F _v '/F _m '		Φ PSII	
	po 2 dniach after 2 days	po 6 dniach after 6 days	po 2 dniach after 2 days	po 6 dniach after 6 days	po 2 dniach after 2 days	po 6 dniach after 6 days
K-1	0,638a*	0,638a	0,577a	0,577a	0,468a	0,468a
K-2	0,553b	0,466cd	0,512b	0,487bc	0,446a	0,390b
Chrysal Glory	0,541bc	0,507bc	0,512b	0,462cd	0,441bc	0,356bcd
GA ₃ -200 mg·dm ⁻³	0,569ab	0,518bc	0,534b	0,504b	0,398bc	0,376bc
GA ₃ -400 mg·dm ⁻³	0,465c	0,436d	0,414d	0,401e	0,353d	0,341cd
BA-100 mg·dm ⁻³	0,554b	0,539b	0,521b	0,511b	0,457a	0,376bc
BA-200 mg·dm ⁻³	0,509bc	0,466cd	0,466c	0,436d	0,360cd	0,329d
NUR przy P _{0,05} LSD _{0,05}	0,078	0,070	0,037	0,031	0,044	0,040

* Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie między sobą według testu Tukeya przy P = 0,05

* Means with the same letter are not significantly different according to Tukey's test for P = 0.05

(tab. 2). Największy wyciek elektrolitów, wynoszący 40,3% po dwudniowym i 42,9% po sześciodniowym przechowywaniu, stwierdzono po zastosowaniu GA_3 400 mg·dm³, co świadczy o najwyższym stopniu uszkodzeń błon komórkowych w tej podklasie.

Zaobserwowano, że te pędy, u których zanotowano najmniejszy wyciek elektrolitów z komórek i największą zawartość chlorofilu w liściach najdłużej zachowały dekoracyjność po ścięciu. Najtrwalsze były pędy potraktowane BA 100 mg·dm³ i GA_3 200 mg·dm³ (tab. 2). Płatki kwiatów na tych pędach zaczęły osypywać się po ok. 9 dniach, 3 dni później od płatków pędów kontrolnych (K-2). W tym czasie ich liście były w pełnym turgorze bez oznak starzenia się. Sztywne w chwili osypywania się płatków kwiatowych były także liście pędów opryskanych BA 200 mg·dm³ i Chrysałem. Po 6,5 dniach zaczęły tracić dekoracyjność pędy opryskane GA_3 400 mg·dm³ co przejawiało się w postaci utraty turgoru przez liście i ich zwijania się (płatki kwiatów zaczęły osypywać się dopiero następnego dnia). Pędy serii kontrolnej (K-2) straciły dekoracyjność już po ok. 6 dniach, co objawiało się osypywaniem się płatków i lekkim skręcaniem się liści.

Przechowywanie pędów przez dwa jak i sześć dni, miało wpływ na kształtowanie się wartości poszczególnych parametrów indukcji fluorescencji chlorofilu (tab. 3). W przeprowadzonym eksperymencie wartość F_v/F_m dla pędów kontrolnych była zawarta w przedziale od 0,466 do 0,553. Przyjmuje się, że w warunkach optymalnych parametr ten (F_v/F_m) powinien wynosić 0,75-0,85 (Matysia k, 2003). Niższa wartość wymienionego wskaźnika świadczy o większej degradacji chlorofilu w liściach roślin przechowywanych w warunkach stresowych. W największym stopniu wskaźnik ten obniżył się po zastosowaniu GA_3 400 mg·dm³ niezależnie od czasu przechowywania. Po dwudniowym okresie przetrzymywania pędów w warunkach pokojowych, nie stwierdzono korzystnego wpływu pozostałych substancji na wartości badanego parametru w porównaniu do kontroli (K-2). Natomiast po 6-cio dniowym okresie przebywania pędów w warunkach pokojowych, zanotowano najwyższą wartość tego wskaźnika, istotnie różniącą się od kontroli (K-2), po zastosowaniu BA 100 mg·dm³.

Analizując wydajność otwartych jednostek fotosystemu PSII (F_v/F_m) również zaobserwowano, że najniższe jego wartości występują po zastosowaniu GA_3 400 mg·dm³: u liści po dwudniowym przechowywaniu wartość F_v/F_m była o około 28% niższa w stosunku do liści nietraktowanych pozostających na roślinie (K-1), zaś po sześciu dniach o 30,5%. Nie zaobserwowano korzystnego wpływu innych sposobów traktowania pędów na wydajność otwartych jednostek fotosystemu PSII (tab. 3), co świadczy o pogarszającym się stanie fizjologicznym przechowywanych pędów.

Stwierdzono, że najmniej światła zaabsorbowanego na antenach PSII wykorzystywały w procesach fotochemicznych rośliny traktowane GA_3 400 mg·dm³ i BA 200 mg·dm³, o czym świadczy wartość Φ PSII (tab. 3). Aktualna wydajność kwantowa chlorofilu (Φ PSII) liści traktowanych wszystkimi preparatami, określona po dwu i sześciu dniach trzymania pędów w warunkach pokojowych, nie była wyższa lub różniła się nieistotnie od wartości uzyskanych w liściach roślin kontrolnych (K-2), co świadczy o tym, że preparaty nie zahamowały starzenia się liści piwonii i nie powstrzymały uszkodzeń aparatu fotosyntetycznego.

DYSKUSJA

Liście piwonii w warunkach pokojowych w ciągu pierwszego tygodnia po ścięciu pędów tracą około jednej trzeciej zawartości chlorofilu. Skutniki i in. (2003) podają, że zaobserwowano stopniowy spadek zawartości chlorofilu od momentu odcięcia liści od rośliny matecznej u *Zantedeschia aethiopica* i *Hosta plantaginea*. Rozpad chlorofilu to symptom starzenia się liści. Starzenie się liści i kwiatów skutecznie hamują cytokiny i gibereliny, które mogą być stosowane przez producentów (Łukaszevska, 1996; Skutniki i Łukaszevska, 2001). Potraktowanie liści tymi związkami opóźnia ich starzenie i degradację chlorofilu (Thimann, 1980, 1985). Kwas giberelinowy hamuje rozpad chlorofilu w liściach cantedeskii (Skutniki i in., 2004; Janowska i Jerzy, 2003 b) oraz nawłoci w początkowym okresie po ścięciu (Philosoph-Hadasin., 1996). Badania własne nad liśćmi piwonii potwierdzają korzystny wpływ kwasu giberelinowego na zawartość chlorofilu w liściach. Benzyloadenina była tu równie skuteczna, chociaż Skutniki i Łukaszevska (2001) podają, że cytokinina nie zawsze działa korzystnie na trwałość zieleni ciętej. Reakcja na preparat uzależniona jest od gatunku. W liściach cantedeskii BA może nawet przyspieszać degradację chlorofilu, ale w odniesieniu do liści *Hosta plantaginea* BA silniej od kwasu giberelinowego hamuje procesy starzenia się ściętych liści (Skutniki i in., 2004). Straty chlorofilu w liściach nawłoci, po 7 dniach od ścięcia były mniejsze, gdy pędy poddano działaniu BA w porównaniu do GA_3 (Philosoph-Hadasin., 1996).

BA i GA_3 w badaniach własnych zahamowały wyciek jonów z komórek liści piwonii, przy czym BA, zwłaszcza w pierwszym okresie po ścięciu pędów, działała skuteczniej. Twierdzi się, że cytokiny hamują zmiany degradacyjne w błonach cytoplazmatycznych wykazując właściwości akceptorów wolnych rodników (Leshem i in., 1986). Podobne działanie kwasu giberelinowego, zmniejszające wyciek elektrolitów z komórek zaobserwował Agbaria i in. (2001) w badaniach płatków róży. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono również korzystny wpływ Chrysalu Glory na wymienioną cechę. Preparat ten polecany jest przez firmę Pokon & Chrysal (Holandia) do opryskiwania kompozycji kwiatowych, w celu dłuższego utrzymania kwiatów w dobrej kondycji. Preparaty tej firmy od szeregu lat stosowane są do opóźnienia starzenia się kwiatów ciętych (Molenaar, 1998; Bolivar i in., 1999; Skutniki i Rabiza-Świder, 2004).

Jak podają Kraus i Weis (1984) oraz Jolliffe i Lin (1997) jedną z metod służącą do oceny jakości warzyw, owoców i kwiatów ciętych w momencie ich zbioru, bądź po ich przechowaniu jest pomiar zmian w natężeniu fluorescencji chlorofilu. W niniejszej pracy stwierdzono spadek wartości parametrów indukcji fluorescencji chlorofilu w liściach ciętych pędów piwonii w czasie przechowywania, co wiąże się z procesami degradacyjnymi w starzejących się liściach, wpływającymi na stopniowe zmniejszanie się intensywności fotosyntezy (Skutniki i in., 2003). FC jest miarą efektywności aparatu fotosyntetycznego roślin, a efektywność ta zależy między innymi od czynników środowiskowych i stosowanych zabiegów. Traktowanie ciętych pędów piwonii różnymi preparatami nie wykazało pozytywnego wpływu

na dynamikę zmian wybranych parametrów FC w liściach piwonii, z wyjątkiem BA 100 mg·dm³, kiedy zanotowano najwyższą wartość maksymalnej wydajności kwantowej chlorofilu, istotnie różniącą się od kontroli.

Jak wynika z przeprowadzonego doświadczenia opryskiwanie pędów piwonii BA i GA₃ jest skuteczną metodą opóźniania procesu ich starzenia się i może być wykonywane przez producenta lub, gdy kwiaty są świeżo ścięte, przez florystę już po ułożeniu kompozycji kwiatowej.

WNIOSKI

1. W liściach na pędach piwonii ścinanych w fazie rozwijania się pąków kwiatowych następuje spadek zawartości chlorofilu *a* i *b* o ponad jedną trzecią w ciągu pierwszych 6 dni po zbiorze.

2. Chrysal Glory powstrzymuje wpływ elektrolitów z komórek liści głównie w początkowym okresie po zbiorze pędów.

3. Benzyloadenina stosowana w stężeniu 100 mg·dm³ zwiększa maksymalną wydajność kwantową chlorofilu w liściach.

4. Starzenie się liści piwonii chińskiej, określone zawartością chlorofilu *a* i *b* oraz elektrolitów, najskuteczniej hamuje BA-100 mg·dm³ i GA₃-200 mg·dm³.

LITERATURA

- Agbaria H., Zamski E., Zieslin N., 2001. Effects of gibberellin on senescence of rose flower petals. *Acta Hort.* 547: 269 279.
- Arnon D. J., 1967. Photosynthetic activity of isolate chloroplasts. *Physiol. Rev.* 47: 317 358.
- Bolivar P., Fischer G., Florez V. J., Mora A., 1999. Effect of pre and postharvest treatments on flower longevity of 'Ariana' cut roses. *Acta Hort.* 482: 83 87.
- Hicklenton, P. R., 1991. GA₃ and benzylaminopurine delay leaf yellowing in cut *Alstroemeria* stems. *HortScience*, 26:1198 1199.
- Jakubowska A., Piskornik Z., Świdorski A., 2000. Przedłużanie trwałości ciętych kwiatów groszku szerokolistnego (*Lathyrus latifolius* L.). *Zesz. Nauk. Akad. Rol. im. H. Kołłątaja Krak.* 364: 293 296.
- Janowska B., Jerzy M., 2003 a. Wpływ kwasu giberelinowego na jakość ciętych liści cantendeskiej Elliota (*Zantedeschia elliottiana* /W. Wats./Engl.). *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 2 (1): 85 94.
- Janowska B., Jerzy M., 2003 b. Effect of gibberellic acid on post harvest leaf longevity of *Zantedeschia elliottiana* (W. Wats.) Engl. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 11: 69 76.
- Janowska B., Jerzy M., 2004. Effect of gibberellic acid on the post harvest flower longevity of *Zantedeschia elliottiana* (W. Wats) Engl. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 3 (1): 3 9.
- Jolliffe P. A., Lin W. C., 1997. Predictors of shelf life in long English cucumber. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122(5): 686 690.

- Kościełniak J., 1993. Wpływ następczy temperatur chłodowych w termoperiodyzmie dobowym na produktywność fotosyntetyczną kukurydzy (*Zea mays* L.). Zesz. Nauk. Akad. Rol. Krak. Rozpr. habil. nr 174.
- Kraus G. H., Weis E., 1984. Chlorophyll fluorescence as a tool in plant physiology. II. Interpretation of fluorescence signals. *Photosynthesis Res.* 5: 139 157.
- Leshem Y. Y., Halevy A. H., Frenkel C., 1986. Processes and control of plant senescence. Elsevier; Den Haag.
- Łukaszevska A., 1996. Wpływ cytokinin na trwałość i dekoracyjność ciętych róż. Mat. Konf. pt.: „Najnowsze tendencje w hodowli i uprawie róż”. Warszawa 22 listopada 1996: 72 75.
- Matysiak B., 2003. Wpływ natężenia światła na wzrost i fluorescencję chlorofilu mikrosadzonek różaneczników w czasie aklimatyzacji. *Folia Hort. Supl.*, 2003/2: 59 61.
- Molenaar P., 1998. Koncepcja jakości związana z wprowadzeniem preparatów Chrysal Clear. Mat. Konf. pt.: „Najnowsze metody przedłużania trwałości ciętych kwiatów”. Warszawa 24 października 1998: 15 18.
- Paul R. E., Chantrachit T., 2001. Benzyladenine and the vase life of tropical ornamentals. *Postharv. Biol. Technol.* 21: 303 310.
- Philosoph Hadas S., Michaeli R., Reuveni Y., Meir S., 1996. Benzyladenine pulsing retards leaf yellowing and improves quality of goldenrod (*Solidago canadensis*) cut flowers. *Postharv. Biol. Technol.* 9: 65 73.
- Ranwala A. P., Miller W. B., 1999. Timming of gibberellin₄₊₇ + benzyladenine sprays influences efficacy against foliar chlorosis and plant height in Easter Lily. *Hort Science* 34 (5): 902 903.
- Ranwala A. P., Miller W. B., 2002. Effects of gibberellin treatments on flower and leaf quality of cut hybrid lilies. *Acta Hort.* 570: 205 210.
- Schreiber U., Neubauer C., Schliwa U. 1992. PAM fluorometer based on medium frequency pulsed Xe flash measuring light: A highly sensitive new tool in basic and applied photosynthesis research. *Photosynth. Res.* 36: 65 72.
- Skutnik E., Łukaszevska A., Tyborowska K., 2000. Wpływ regulatorów wzrostu roślin na pozbiorczą trwałość ciętych liści *Hosta plantaginea*. Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. 7: 349 356.
- Skutnik E., Łukaszevska A., 2001. Regulacja pozbiorczej trwałości gatunków uprawianych na zieleń ciętą. *Post. Nauk Roln.* 5: 111 124.
- Skutnik E., Rabiza Świder J., 2004. Longevity of cut shoots of *Molucella laevis* L. as affected by flower preservatives and growth regulators. *Folia Hort.* 16/1: 167 173.
- Skutnik E., Rabiza Świder J., Łukaszevska A., 2003. Rola regulatorów wzrostu w procesie starzenia ciętych liści roślin ozdobnych. *Post. Nauk Roln.* 3: 23 34.
- Skutnik E., Rabiza Świder J., Wachowicz M., Łukaszevska A., 2004. Senescence of cut leaves of *Zantedeschia aethiopica* and *Z. elliottiana*. Part I. Chlorophyll degradation. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 3 (2): 57 65.
- Song C. Y., Bang C. K., Chung S. K., Lee D. C., Lee J. S., 1996. Effects of postharvest pretreatments and preservative solutions on vase life and flower quality of Asiatic hybrid Lily. *Acta Hort.* 414: 277 285.
- Thimann, K. V., 1980. The senescence of leaves. w: K. V. Thimann (ed.). *Senescence in Plants*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Thimann, K. V., 1985. The interaction of hormonal and environmental factors in leaf senescence. *Biol. Plant.* 27: 83 91.

Streszczenie

Badano liście na ciętych pędach *Paeonia lactiflora* 'Profesor Wóycicki' opryskanych preparatami: Chrysal Glory, GA_3 200 mg·dm³, GA_3 400 mg·dm³, BA 100 mg·dm³, BA 200 mg·dm³. Określono aktywność fotosyntetyczną liści. Oznaczono zawartość chlorofilu *a* i *b* w świeżej masie liści oraz wpływ elektrolitów z tkanek. Stwierdzono, że Chrysal Glory powstrzymuje wpływ elektrolitów. BA 100 mg·dm³ zwiększa maksymalną wydajność kwantową chlorofilu. Starzenie się liści piwonii chińskiej, określone zawartością chlorofilu *a* i *b* oraz elektrolitów, najskuteczniej hamuje BA-100 mg·dm³ i GA_3 200 mg·dm³.