

WPLYW KONDYCJONOWANIA NA CECHY MORFOLOGICZNE
I MECHANICZNE PĘDÓW KWIATOWYCH TULIPANA

Paweł Szot¹, Rafał Rybczyński²

¹Institut Roślin Ozdobnych i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: pszot@autograf.pl

²Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Streszczenie. W doświadczeniu sprawdzano wpływ preparatów handlowych Pokon & Chrysal: BVB i Chrysal BVB plus, oraz kwasu giberelinowego (GA₃) i benzyloadeniny (BA) na pozbiorną trwałość czterech odmian tulipanów: 'Golden Apeldoorn', 'Hollands Glorie', 'London' i 'Oxford'. Preparaty i regulatory wzrostu były podawane w formie 24-godzinnej kondycjonowania, po czym kwiaty cięte przełożono do wody wodociągowej. Po 24 godzinach przeprowadzono pomiary cech morfologicznych oraz właściwości mechanicznych pędów kwiatowych tulipana, w warunkach statycznych na aparaturze wytrzymałościowej Intron model 6022. Wykonane pomiary pozwoliły określić następujące parametry: siłę maksymalną powodującą trwałe uszkodzenie łodygi oraz odkształcenie i energię występującą przy tej sile. Wśród badanych odmian najdłuższym okresem dekoracyjności charakteryzowała się odmiana 'Hollands Glorie' i 'London', natomiast 'Oxford' i 'Golden Apeldoorn' przechowywały się słabiej. Badane kondycjonery wpłynęły różnorodnie na trwałość kwiatów poszczególnych odmian tulipanów. Preparaty BVB plus oraz BVB miały korzystny wpływ na przedłużanie walorów dekoracyjnych 'Hollands Glorie' i 'London', natomiast GA₃ na odmiany 'Golden Apeldoorn' i 'Oxford'. Pędy kwiatowe odmiany 'Hollands Glorie' były najdłuższe, miały największą masę, przy stosunkowo dużej średnicy łodygi i masie pąka kwiatowego. Wykazały też największy przyrost długości górnego międzywęźla oraz pąka kwiatowego. Łodygi odmiany 'Hollands Glorie' wykazały najwyższe wartości odkształcenia, siły maksymalnej powodującej trwałe uszkodzenie pędu oraz energii występującej przy tej sile. Łodygi i pąki kwiatowe tulipanów kondycjonowanych w GA₃ wykazały znaczny przyrost długości w porównaniu do kombinacji kontrolnej - H₂O i pozostałych preparatów.

Słowa kluczowe: tulipan, trwałość, regulatory wzrostu, właściwości mechaniczne

WSTĘP

Rośliny cebulowe dostarczają niezmiernie bogatego i zróżnicowanego tworzywa bukiciarskiego. Ich pozycja w sztuce układania kwiatów jest wysoka i niepodważalna (Pogroszewska 1998).

Materiał ozdobny jaki stanowią cięte kwiaty i rośliny doniczkowe mają ograniczony czas użytkowania. Główną przyczyną utraty walorów dekoracyjnych tego typu kompozycji jest starzenie się i opadanie liści oraz kwiatów, niewłaściwa barwa rozwijających się kwiatów lub szybkie ich płwienie, zasychanie lub elongacyjne wyginanie się pędów

Trwałość kwiatów po ścięciu wysuwa się na pierwszy plan, biorąc pod uwagę preferencje konsumentów przy zakupie kwiatów, mających zdobić wnętrza domów, czy miejsce pracy (Jowkar i in. 2007). Jednym ze sposobów zapobiegania niekorzystnemu starzeniu się roślin jest sterowanie ilością i aktywnością różnych regulatorów wzrostu pojawiających się podczas tego procesu (Goszczyńska i in. 1985).

Niektóre regulatory wzrostu hamują wydłużanie się międzywęźli, zmniejszają więc odległość pomiędzy liśćmi, co nadaje roślinom pożądany, zwarty pokrój. Dodatkowe korzyści wynikające ze stosowania bioregulatorów to m.in.: intensywniejszy kolor liści oraz przedłużona trwałość kwiatów (Jankiewicz 1997).

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu niektórych regulatorów wzrostu na wzrost i trwałość ciętych kwiatów tulipana w powiązaniu z ich właściwościami mechanicznymi.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Przyrodniczego Felin-Lublin, w latach 2006/2007. W badaniach wykorzystano cztery odmiany tulipana: 'Golden Apeldoorn', 'Hollands Glorie', 'London' i 'Oxford', z grupy Mieszkańców Darwina. Na poletku o powierzchni 1 m² posadzono 45 szt. cebul o obwodzie 10-11 cm. Nawożenie i zabiegi agrotechniczne przeprowadzono według ogólnie przyjętych zasad uprawy tulipanów. Doświadczenie obejmowało 20 kombinacji w 20 powtórzeniach (gdzie powtórzeniem była pojedyncza roślina). Pędy kwiatowe ścinano w momencie wybarwiania się pąka kwiatowego, a następnie umieszczano w pojemnikach z kondycjonerami w następujących dawkach: kwas giberelinowy (GA₃) – 100 mg·l⁻¹, benzyloadenina (BA) – 100 mg·l⁻¹, Pokon Chrysal BVB i Pokon Chrysal BVB plus – 2 mg·l⁻¹. Kombinację kontrolną stanowiły rośliny nie kondycjonowane w roztworach, lecz w wodzie wodociągowej. Po 24 godzinach przeprowadzono pomiary następujących cech morfologicznych: wysokość rośliny (łodyga wraz z pąkiem), długość górnego międzywęźla i pąka kwiatowego oraz średnicę na wysokości 5 cm pod kwiatem. Oznaczono także masę pędu kwiatowego i pąka. Kwiaty pozostawione do obserwacji wizualnej umieszczono w wazonach z wodą wodociągową, w pomieszczeniu w warunkach 13 godzinnego dnia i temperaturze 18-20°C, aż do momentu utraty walorów dekoracyjnych. Ocenę walorów dekoracyjnych określano na podstawie pięciostopniowej skali bonitacyjnej:

1. Łodyga sztywna, listki okwiatu ściśle przylegają do siebie,
2. Łodyga sztywna, listki okwiatu lekko rozchylone,
3. Łodyga lekko przeginająca się, listki okwiatu rozchylone do połowy,
4. Łodyga przeginająca się, listki okwiatu rozchylone, tracą walory dekoracyjne (kolor, turgor),
5. Łodyga wiotka, listki okwiatu opadają.

W momencie utraty wartości dekoracyjnych kwiatów mierzono ponownie długość górnego międzywęzła i wysokość pąka, co pozwoliło ocenić wielkość przyrostu tych cech.

Pomiary właściwości mechanicznych materiału roślinnego przeprowadzono, w warunkach statycznych, również po 24 godzinnym kondycjonowaniu w badanych roztworach. Wykonano je w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie na aparaturze wytrzymałościowej Intron model 6022.

Badane odcinki długości 10 cm, pobrane z części łodygi pod kwiatem, umieszczono na dwóch podporach oddalonych od siebie o 50 mm, a następnie zginano, naciskając ramieniem w połowie odległości pomiędzy nimi, z prędkością $50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

Przeprowadzone pomiary pozwoliły określić następujące parametry: siłę maksymalną powodującą trwałe uszkodzenie łodygi oraz odkształcenie i energię występującą przy tej sile.

Wyniki badań opracowano statystycznie stosując analizę wariancji dla klasyfikacji podwójnej. Istotność różnic między średnimi oceniono za pomocą przedziałów ufności T-Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Określając cechy morfologiczne badanych odmian stwierdzono że, wysokość i masa pędów kwiatowych w większości kombinacji, nie różniły się istotnie między sobą, niezależnie od zastosowanego preparatu do kondycjonowania (tab.1 i 2). Średnica pędu pod pąkiem kwiatowym odmiany 'London' – 5,32 mm, istotnie różniła się w porównaniu z odmianą 'Golden Apeldoorn' – 4,89 mm (tab. 3). Oceniając metody pędzenia, badano jakość kwiatów tulipana i stwierdzono, że słabsze łodygi charakteryzowały się mniejszą średnicą. Dowiedziono, że wartości średnicy były pozytywnie skorelowane z jakością kwiatów (Kartekaas i in. 1990).

Największa masa pąka charakteryzująca odmianę 'Oxford' (8,02 g) była istotnie większa w porównaniu z 'Golden Apeldoorn' (6,21 g) – tabela 4. Rodzaj kondycjonera w niniejszym doświadczeniu nie wpływał istotnie na masę pąka.

Tabela 1. Wysokość pędu z pąkiem kwiatowym badanych odmian tulipana (cm)
Table 1. Height of stem with flower bud of studied tulip cultivars (cm)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	32,86 a*	30,24 a	32,42 a	30,60 a	33,92 a	32,01 A
‘Hollands Glorie’	31,16 a	33,80 a	34,66 a	31,84 a	32,56 a	32,80 A
‘London’	32,76 a	33,70 a	31,64 a	32,62 a	29,86 a	32,12 A
‘Oxford’	30,72 a	30,22 a	30,22 a	34,08 a	33,30 a	31,71 A
Średnia dla B Mean for B	31,88 A	31,99 A	32,23 A	32,29 A	32,41 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Tabela 2. Masa pędu kwiatowego badanych odmian tulipana (g)
Table 2. Mass of flower stem of studied tulip cultivars (g)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	17,12 ab*	15,96 ab	17,36 ab	12,60 a	17,88 ab	16,18 A
‘Hollands Glorie’	16,54 ab	14,44 ab	24,78 b	18,16ab	21,52 ab	19,09 A
‘London’	21,48 ab	21,46 ab	18,30 ab	20,24 ab	12,06 a	18,71 A
‘Oxford’	17,18 ab	15,80 ab	15,10 ab	20,84 ab	17,04 ab	17,19 A
Średnia dla B Mean for B	18,08 A	16,92 A	18,89 A	17,96 A	17,13 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Tabela 3. Średnica łodygi badanych odmian tulipana (mm)
Table 3. Diameter of stem of studied tulip cultivars (mm)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	5,08 a-d*	5,01 a-d	4,96 a-d	4,44 ab	4,98 a-d	4,89 A
‘Hollands Glorie’	5,12 a-d	4,42 a	5,88 d	5,24 a-d	5,82 d	5,30 AB
‘London’	5,75 cd	5,50 a-d	5,13 a-d	5,68 b-d	4,56 a-c	5,32 B
‘Oxford’	4,85 a-d	4,82 a-d	5,05 a-d	5,46 a-d	5,04 a-d	5,04 AB
Średnia dla B	5,20 A	4,94 A	5,26 A	5,20 A	5,10 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Niektórzy badacze dowiedli, że długość pędu odgrywa istotną rolę w jakości kwiatów po ścięciu. Z badań prowadzonych na gerberze odmiana ‘Savana Red’ wynika, że wśród ocenianych roślin najlepszą trwałością po ścięciu charakteryzowały się rośliny o najdłuższej łodydze. Te rośliny najlepiej wykorzystywały roztwór kondycjonujący, w związku z tym posiadały najładniejsze kwiatostany o jaskrawoczerwonym, błyszczącym kolorze kwiatów, których wysoka jakość utrzymywała się najdłużej (Memani i Dabhi 2007). W doświadczeniu szklarniowym, badano wpływ na cechy pozbiornicze łodyg helikonii, uprawianych w warunkach niedostatku makroelementów. Większą jakością po zbiorze charakteryzowały się rośliny o dłuższych i o większej średnicy oraz suchej masie łodygach. Poprawę trwałości kwiatów po ścięciu w przypadku roślin o dłuższych łodygach można tłumaczyć ich lepszym odżywieniem. Długość pędu może świadczyć o ogólnej kondycji rośliny (Castro i in. 2007). Na podstawie wieloczynnikowej analizy regresji stwierdzono, że w przypadku róż odmiany ‘Asami Red’, ich trwałość po ścięciu, była ściśle zależna od stanu fizjologicznego i niektórych cech morfologicznych podczas zbioru. Z ich badań wynika, że rośliny rosnące w warunkach słabszego dostępu do wody, po ścięciu charakteryzowały się dłuższą dekoracyjnością kwiatów, niż te, których współczynnik transpiracji był większy. Róż te miały mniejsze i bardziej sprawne w regulacji bilansu wodnego aparaty szparkowe (In ByungChun i in. 2007).

Tabela 4. Masa pąka kwiatowego badanych odmian tulipana (g)
Table 4. Mass of flower bud of studied tulip cultivars (g)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	5,74 a*	6,44 a	6,32 a	5,44 a	7,14 a	6,21 A
‘Hollands Glorie’	6,50 a	5,56 a	8,98 a	6,88 a	8,38 a	7,26 AB
‘London’	7,32 a	8,28 a	7,44 a	8,40 a	5,18 a	7,32 AB
‘Oxford’	8,30 a	7,84 a	6,52 a	9,54 a	7,88 a	8,02 B
Średnia dla B Mean for B	6,97 A	7,04 A	7,32 A	7,57 A	7,15 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Oprócz początkowej długości pędu, o stopniu wykorzystania kondycjonera, można wnioskować na podstawie przyrostu poszczególnych części rośliny. W niniejszym doświadczeniu największy przyrost górnego międzywęźla stwierdzono dla odmiany ‘Hollands Glorie’ – 73,2 mm. Natomiast łodygi ‘Golden Apeldoorn’ i ‘Oxford’ osiągnęły istotnie mniejsze wartości opisywanej cechy – 58,7 i 42,8 mm (tab. 5). Oceniając wpływ preparatów na przyrost górnego międzywęźla stwierdzono, że największe wartości wystąpiły po zastosowaniu gibereliny (78,0 mm). Łodygi tulipanów kondycjonowanych w pozostałych preparatach, jak również w wodzie, charakteryzowały się znacznie mniejszymi przyrostami tej części pędów. Nieco inaczej kształtował się przyrost pąka kwiatowego, gdyż najwyższe wartości odnotowano dla odmiany ‘Hollands Glorie’ i ‘Oxford’ (28,7; 27,7 mm), natomiast najniższe dla ‘Golden Apeldoorn’ 20,2 mm (tab. 6). Porównując wpływ preparatów stwierdzono, że giberelina spowodowała największy przyrost pąka kwiatowego (30,6 mm), natomiast w kombinacji kontrolnej - H₂O i w kombinacji z BVB plus był on istotnie mniejszy (22,2 i 24,0 mm). Z badań przeprowadzonych na kondycjonowanych tulipanach odmiany ‘Apeldoorn’ wynika, że po zastosowaniu 4% sacharozy i 200 ppm siarczynu aluminium rośliny charakteryzowały się największym przyrostem świeżej masy pędów, największą zawartością chlorofilu oraz względną zawartością wody w liściach i listkach okwiatu,

wysoką zawartością cukrów i białka w liściach i listkach – przechowywały się najlepiej (około 12 dni) (Khan i in. 2007).

Tabela 5. Przyrost długości górnego międzywęźla badanych odmian tulipana (mm)
Table 5. Increase of top internode length of studied tulip cultivars (mm)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	57,6 a-d*	60,0 a-d	82,4 c-d	46,2 a-c	47,6 a-c	58,7 B
‘Hollands Glorie’	76,8 b-d	65,8 a-d	92,8 d	68,4 a-d	62,0 a-d	73,2 C
‘London’	69,0 a-d	71,0 a-d	75,2 a-d	61,6 a-d	55,0 a-d	66,4 BC
‘Oxford’	37,8 ab	34,2 a	61,4 a-d	46,4 a-c	34,4 ab	42,8 A
Średnia dla B Mean for B	60,3 A	57,7 A	78,0 B	55,7 A	49,8 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Tabela 6. Przyrost długości pąka kwiatowego badanych odmian tulipana (mm)
Table 6. Increase of flower bud length of studied tulip cultivars (mm)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	14,6 a*	20,8 ab	25,2 ab	21,4 ab	19,2 ab	20,2 A
‘Hollands Glorie’	23,2 ab	28,4 ab	33,6 b	29,2 ab	29,2 ab	28,7 B
‘London’	24,8 ab	20,0 ab	32,0 b	20,0 ab	23,0 ab	24,0 AB
‘Oxford’	26,2 ab	30,4 ab	31,4 ab	26,2 ab	24,4 ab	27,7 B
Średnia dla B Mean for B	22,2 A	24,9 AB	30,6 B	24,2 AB	24,0 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

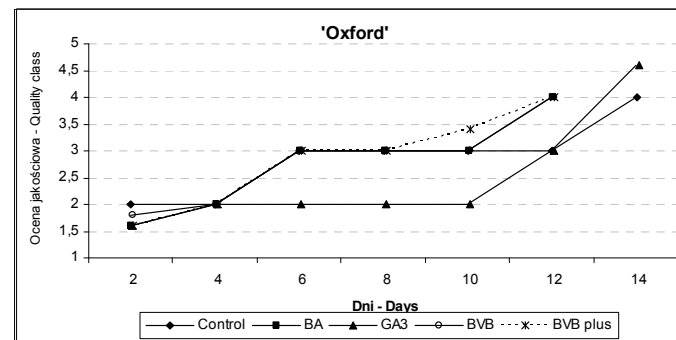
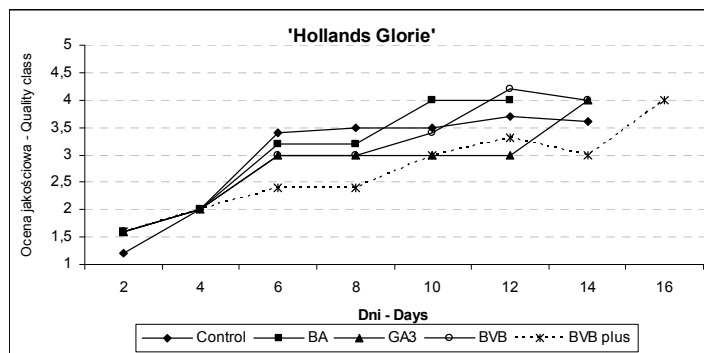
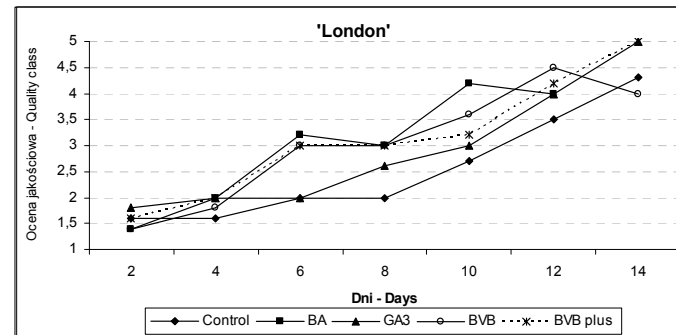
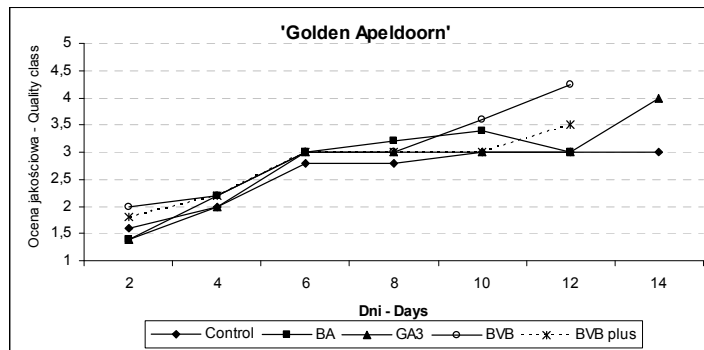
*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

W niniejszym doświadczeniu rośliny poszczególnych odmian tulipanów różniły się trwałością po ścięciu. Najdłużej walory dekoracyjne zachowywały kwiaty odmia-

ny ‘Hollands Glorie’ i ‘London’ (rys. 1). Dla tych odmian, spośród badanych preparatów, najkorzystniejszymi okazały się BVB i BVB plus. W celu dokonania oceny skuteczności preparatu BVB plus zbadano ich wpływ na 10 odmian tulipana. Kondycjonowanie ciętych tulipanów w roztworze BVB plus zahamowało wydłużanie się pędów i listków okwiatu, a także zwiększyło trwałość kwiatów większości badanych odmian (Janowska i Krause 2000). W badaniach nad trwałością pozbiorną trzech gatunków szparagów stwierdzono, że preparaty firmy Pokon & Chrysal (Chrysal RVB® i Chrysal SVB®) przedłużyły pozbiorną trwałość pędów jedynie w przypadku szparaga Meyera. Chrysal SVB® okazał się też skuteczny w przypadku szparaga modrzewiowego (Skutnik i in. 2006).

W niniejszym doświadczeniu odmiany ‘Golden Apeldoorn’ i ‘Oxford’ dłużej zachowywały walory dekoracyjne w kombinacji kontrolnej – H₂O lub po zastosowaniu gibereliny, w stosunku do pozostałych kombinacji. Stwierdzono, że rozwój i trwałość popularnych odmian róż poprawiła się w wyniku pozbiornego zastosowania GA₃, jednakże wrażliwość tych roślin na wspomniany hormon w dużym stopniu zależała od odmiany (Goszczyńska i in. 1990). Zmniejszenie się przepuszczalności błon w ścianach komórkowych płatków, jest ewidentnym znakiem starzenia się kwiatów (Borochof i in. 1978). W doświadczeniu gdzie moczone pąki róż w GA₃ stwierdzono opóźnienie spadku przepuszczalności błon w ścianach komórkowych płatków odmiany ‘Mercedes’, ale nie w ‘Madelon’. Różna reakcja odmian na GA₃ może wynikać z faktu, że poszczególne odmiany różniły się zawartością endogennych giberelin (Zieslin i in. 2007). Skuteczność regulatorów wzrostu w badaniach nad regulacją pozbiorną trwałości ciętych pędów trzech gatunków szparaga zależała nie tylko od gatunku, ale także od sposobu aplikacji. Zastosowanie GA₃ przedłużyło trwałość ciętych pędów szparaga modrzewiowego, ale tylko wtedy, gdy pędy poddano 24-godzinnemu kondycjonowaniu w 0,25 mmol·dm⁻³ roztworze. W przypadku szparaga Meyera obie formy stosowania GA₃ tj. 24-godzinne kondycjonowanie i moczenie pędów, spowodowały wydłużenie okresu dekoracyjności. Zabiegi, które zwiększały trwałość szparaga, hamowały degradację chlorofilu w gałęziakach (Skutnik i in. 2006).

W niniejszym doświadczeniu spośród badanych preparatów najmniej korzystny wpływ miała benzyloadenina, przy której utrata walorów dekoracyjnych wszystkich odmian następowała po 12 dniach od kondycjonowania. Jednakże z badań, w czasie których określano wpływ różnych cytokinin na jakość pozbiorną ciętych kwiatów oraz roślin doniczkowych wynika, że zastosowane preparaty mogą skutecznie przedłużać walory dekoracyjne materiału roślinnego. Kondycjonowanie anemonów w roztworze BA poprawiało jakość kwiatów i ich trwałość oraz zmniejszało wzrost pędu. Dodatek BA do standardowego roztworu kondycjonującego, składającego się z 8-HQC (cytrynianu 8-hydroksychinoliny) i sacharozy w przypadku ciętych kwiatów eustomy, poprawiło ich otwieranie się i opóźniło starzenie (Meir i in. 2007).



Rys. 1. Ocena walorów dekoracyjnych badanych odmian na podstawie skali bonitacyjnej (1-5)
Fig. 1. Estimation of decorative values of studied cultivars based on quality class (1-5)

Łodyga tulipanów rośnie pionowo i musi przeciwdziałać się wyboczeniom oraz być podatna na elastyczne wygięcia i skręcenia, ażeby rozpraszać energię kinetyczną przekazywaną na przykład przez podmuch wiatru (Cook i in. 1994). W wyniku odkształcenia tkanki roślinnej, zachodzą w niej nieodwracalne procesy fizyczne. Jednym z tych procesów jest zniszczenie struktury komórkowej, które zachodzi poprzez pęknięcie błon komórkowych oraz utratę spójności w warstwie lamelli (Konstankiewicz i Zdunek 1999).

Badając właściwości mechaniczne pędów tulipanów stwierdzono, że średnie wartości odkształcenia, przy sile powodującej trwałe uszkodzenie łodygi istotnie różniły się w obrębie badanych odmian. Pędy odmiany 'Golden Apeldoorn' charakteryzowały się najmniejszą wartością tej cechy (11,57 mm), natomiast w przypadku pozostałych, opisywane wartości przekroczyły 13,0 mm – (tab. 7). Rodzaj kondycjonera nie wpłynął na wartości deformacji i zawierały się one w przedziale od 12,70 mm (BVB plus) do 13,48 mm (benzyloadenina). Najniższe średnie war-

Tabela 7. Odkształcenie pędu kwiatowego tulipana przy sile maksymalnej (mm)

Table 7. Deformation of tulip stem at maximum force (mm)

Odmiana (A) Cultivar	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
'Golden Apeldoorn'	10,17 a*	13,13 ab	11,81 ab	12,02 ab	10,69 ab	11,57 A
'Hollands Glorie'	13,80 ab	13,32 ab	13,90 ab	13,46 ab	14,47 b	13,79 B
'London'	14,04 ab	13,35 ab	12,04 ab	14,33 ab	12,72 ab	13,30 B
'Oxford'	13,29 ab	14,10 ab	13,78 ab	13,35 ab	12,93 ab	13,49 B
Średnia dla B Mean for B	12,82 A	13,48 A	12,88 A	13,29 A	12,70 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$,

*means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha = 0.05$.

tości siły maksymalnej, powodującej trwałe uszkodzenie pędu, uzyskano dla odmiany 'Oxford' (1,75 N) i była ona istotnie niższa od 'Hollands Glorie' – 2,73 N oraz 'London' – 2,37 N (tab. 8). Zastosowane preparaty nie wpłynęły istotnie na badaną cechę. Odmiana 'Hollands Glorie' charakteryzowała się największą wartością energii występującej przy sile maksymalnej (27,52 mJ) (tab. 9). Wartości energii, uzyskane podczas testów wytrzymałościowych kondycjonowanych pędów kwiatowych, w zależności od preparatów, były bardzo zbliżone i zawierały się w przedziale od 17,79 mJ (BVB), do 23,82 mJ (benzyloadenina). W innych badaniach na tulipanach stwierdzono że, wartości siły niszczącej z odkształce-

niem maksymalnym i energią były niższe dla przechowywanych roślin tulipana w porównaniu z wynikami uzyskanymi bezpośrednio po ścięciu roślin, niezależnie od stężenia i terminu oprysku (Szot i Hetman 2003).

Tabela 8. Siła maksymalna powodująca trwałe uszkodzenie pędu kwiatowego tulipana (N)
Table 8. Maximum force causing permanent damage of tulip stem (N)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	2,02 ab*	1,92 ab	2,61 ab	2,36 ab	2,39 ab	2,27 AB
‘Hollands Glorie’	3,69 b	3,50 b	2,11 ab	1,34 a	2,97 ab	2,73 B
‘London’	2,24 ab	3,09 ab	2,46 ab	2,00 ab	2,06 ab	2,37 B
‘Oxford’	1,92 ab	1,30 a	2,26 ab	1,49 a	1,81 ab	1,75 A
Średnia dla B Mean for B	2,47 A	2,45 A	2,36 A	1,80 A	2,31 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

* means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha=0.05$.

Tabela 9. Energia występująca przy sile maksymalnej (mJ)
Table 9. Energy value at maximum force (mJ)

Odmiana (A) Cultivar (A)	Preparat (B) – Preparation (B)					Średnia dla A Mean for A
	Kontrola H ₂ O Control	BA	GA ₃	BVB	BVB plus	
‘Golden Apeldoorn’	13,97 ab*	19,34 a-c	23,81 a-c	22,62 a-c	19,95 a-c	19,94 A
‘Hollands Glorie’	38,86 c	33,31 bc	20,06 a-c	12,85 ab	32,52 a-c	27,52 B
‘London’	22,49 a-c	29,99 a-c	21,57 a-c	21,45 a-c	21,36 a-c	23,36AB
‘Oxford’	18,97 a-c	12,63 a	23,64 a-c	14,25 ab	17,46 ab	17,39 A
Średnia dla B Mean for B	23,57 A	23,82 A	22,27 A	17,79 A	22,82 A	

*wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

* means marked with the same letter do not differ significantly at $\alpha=0.05$.

Tulipany, jako rośliny jednoliścienne, nie wykazują przyrostu wtórnego i adaptują się do warunków zewnętrznych głównie przez różny stopień grubienia tkanek przewodzących i sklerenchymy (Esau 1977). Dalsze prace dotyczące zmienności właściwości mechanicznych łodyg tulipanów pod wpływem preparatów kondycjonujących, powinny uwzględniać różnice w budowie anatomicznej pędów poszczególnych odmian.

WNIOSKI

1. Badane odmiany nie różniły się istotnie wysokością i masą pędu kwiatowego.
2. Wśród badanych odmian najdłuższym okresem dekoracyjności charakteryzowała się odmiana 'Hollands Glorie' i 'London', natomiast 'Oxford' i 'Golden Apeldoorn' przechowywały się słabiej.
3. Badane kondycjonery wpłynęły różnorodnie na trwałość kwiatów poszczególnych odmian tulipanów. Preparaty BVB plus oraz BVB miały korzystny wpływ na przedłużanie walorów dekoracyjnych 'Hollands Glorie' i 'London', natomiast GA_3 na odmianę 'Golden Apeldoorn' i 'Oxford'.
4. Pędy kwiatowe odmiany 'Hollands Glorie' były najdłuższe, miały największą masę, przy stosunkowo dużej średnicy łodygi i masie pąka kwiatowego. Wykazały też największy przyrost długości górnego międzywęźla oraz pąka kwiatowego. Odmiana 'Golden Apeldoorn' charakteryzowała się najmniejszą masą pędu i pąka kwiatowego oraz najmniejszą średnicą łodygi.
5. Łodygi odmiany 'Hollands Glorie' wykazały najwyższe wartości odkształcenia, siły maksymalnej powodującej trwałe uszkodzenie pędu oraz energii występującej przy tej sile.
6. Rodzaj kondycjonera nie wpłynął istotnie na wysokość i masę pędu kwiatowego, średnicę łodyg oraz masę pąka. Łodygi tulipanów podczas testów wytrzymałościowych, przetrzymywane w poszczególnych preparatach, wykazywały podobne wartości odkształcenia, siły maksymalnej i energii.
7. Łodygi i pąki kwiatowe tulipanów kondycjonowanych w GA_3 wykazały znaczny przyrost w porównaniu do kontroli i pozostałych preparatów.

PIŚMIENNICTWO

- Borochoy A., Halevy A.H., Borochoy H., Shinitzky M., 1978. Microviscosity of plasmalemmas in rose petals as affected by age and environmental factors. *Plant Physiology* 61: 812-815.
- Castro A.C.R., Loges V., Costa A.S., Castro M.F.A., Aragão F.A.S., Willadino L.G., 2007. Flower stem postharvest characteristics of heliconia under macronutrients deficiency. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42,9:1299-1306.
- Crook M.J., Ennos A.R., Sellers E.K., 1994. Stem and root characteristics associated with lodging in four winter wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science* 122: 167-174.

- Esau K., 1977. Anatomy of seed plants. New York: Wiley.
- Goszczyńska D.M., Rudnicki R. M., Reid M., 1985 The role of plant hormones in the postharvest life of cut flowers. *Acta Hort.* 167:79-94.
- Goszczyńska D.M., Zieslin N., Mor Y., Halevy A.H., 1990: Improvement of postharvest keeping quality of 'Mercedes' roses by gibberellin. *Plant Growth Regul.* 9: 293-303.
- In ByungChun, Motomura S., Inamoto K., Doi M., Mori G., 2007. Multivariate analysis of relations between preharvest environmental factors, and vase life of cut 'Asami Red' roses. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 76, 1: 66-72.
- Jankiewicz L. S., 1997. Regulatory wzrostu i rozwoju roślin. Cz.1 i 2. PWN Warszawa.
- Janowska B. Krause J., 2000. Jakość i trwałość ciętych tulipanów kondycjonowanych preparatem BVB plus. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*: 63-69.
- Jowkar M.M., Farshadfar Z., Rahmaniya A.R., 2007. Predicting cut flower consumers' taste and preference for consumers' preference based selection in Shiraz, I.R.Iran. *Acta Horticulturae* 747: 75-80.
- Kartekaas B.M.M., Vroomen C.O.N-de, Vroomen C.O.N., 1990. Relations between quality and origin of forcing bulbs, forcing methods and the ornamental value of forced tulips. *Acta Hort.* 226, 285-292.
- Khan F.U., Khan F.A., Hayat N., Bhat S.A., 2007. Influence of certain chemicals on vase life of cut tulip. *Indian Journal of Plant Physiology* 12, 2: 127-132.
- Konstankiewicz K., Zdunek A., 1999. Metoda emisji akustycznej w badaniach procesów pęknięcia tkanek roślinnych. *Acta Agrophys.* 24: 87-95.
- Meir S., Salim S., Chernov Z., Philosoph-Hadas., 2007. Quality improvement of cut flowers and Potter plants with postharvest treatments based on various cytokinins and auxins. *Acta Hort.* 755, 143-152.
- Memani M.A., Dabhi K.M., 2007: Effect of different stalk lengths and certain chemical substances on vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* Hook.) cv. 'Savana Red'. *Journal of Applied Horticulture* 9, 2: 147-150.
- Pogroszewska E., 1998. Zastosowanie kwiatów roślin cebulowych w kompozycji bukietów. *Stowarzyszenie Producentów Ozdobnych Roślin Cebulowych, Biuletyn* 8: 42-45.
- Skutnik E., Razbira – Świder J., Łukaszewska A., 2006. Evaluation of several chemical agent for prolonging vase life in cut asparagus regens. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 233-240.
- Szot P., Hetman J., 2003. Ocena wpływu regulatorów wzrostu na zmienność właściwości mechanicznych łodyg tulipana. *Folia Horticulturae*, supl. 2,10-12.
- Zieslin N., Agbaria H., Zamski E., 2007. Involvement of gibberellins in development and senescence of rose flowers. *Acta Hort.* 751: 441-446.

INFLUENCE OF CONDITIONING ON MORPHOLOGICAL FEATURES
AND MECHANICAL PROPERTIES OF TULIP STEM

Paweł Szot¹, Rafał Rybczyński²

¹Institute of Ornamental Plants and Landscape Architecture, University of Life Sciences
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail:pszot@autograf.pl

²Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

Abstract. In this study evaluation was made of the effect of two commercial products: Pokon & Chrysal: BVB and Chrysal BVB plus, and growth regulators: gibberellic acid (GA_3) and benzy-ladenine (BA) on the post-harvest vase life of four tulip cultivars: 'Golden Apeldoorn', 'Hollands Glorie', 'London' and 'Oxford'. Cut tulips, after 24-hours of conditioning in mentioned products and growth regulators, were put in tap water. After 24 hours some morphological features of tulips and mechanical properties of stem were mechanically tested (static test) on the Instron model 6022 strength tester to find the maximum force destroying the stem and deformation and energy at that force. Among tested cultivars, the best longevity of decorative value were characteristic of 'Hollands Glorie' and 'London', while 'Oxford' and 'Golden Apeldoorn' stored poorer. The effects of studied conditioners on the post-harvest flower longevity of individual tulip cultivars were varied. BVB plus and BVB had beneficial effect on prolonging the ornamental values of 'Hollands Glorie' and 'London', but GA_3 on 'Golden Apeldoorn' and 'Oxford'. For the 'Hollands Glorie' the highest flower stem, with the great mass, at quite big stem diameter and mass of flower bud was recorded. The flower stems of this cultivar had also the biggest increase of length of internode upper part and flower bud. The stems of 'Hollands Glorie' had the greatest values of deformation, maximum force permanently destroying the stem and energy value at that force. Increase of stem and flower bud length, after conditioning in GA_3 , was significantly bigger as compare to the control and to the other treatments.

Keywords: tulip, vase life, growth regulators, mechanical properties