

RYSZARD M. RUDNICKI, JOANNA NOWAK  
*Instytut Sadownictwa w Skierniewicach*

## METODY PRZEDŁUŻANIA ŻYWOTNOŚCI I PRZECHOWYWANIA KWIATÓW CIĘTYCH

Opracowanie metod przechowywania i znacznego przedłużania żywotności kwiatów ciętych stało się konieczne w nowoczesnym ogrodnictwie ozdobnym ze względu na wzrost wielkości gospodarstw produkujących kwiaty cięte i tym samym zwiększoną ich podaż na rynek w określonym krótkim czasie. Wiąże się to z wydłużeniem czasu od ścięcia kwiatu do jego zakupu przez nabywcę, z koniecznością transportu kwiatów na duże odległości szczególnie w eksporcie, jak również ze szczególnymi potrzebami społecznymi, jak np.: gwałtownym wzrostem popytu na kwiaty cięte w niektórych dniach roku ze względu na popularne imieniny, święta państwowe, święta grup pracowniczych itp.

### *Czynniki przyspieszające starzenie się kwiatów ciętych*

Syntezę badań naukowych nad czynnikami wpływającymi na przyspieszone starzenie się kwiatów, po ich odcięciu od rośliny matecznej, przedstawiono w ostatnich latach w kilku artykułach przeglądowych i pracach popularno-naukowych [10, 14, 32, 49, 50].

Zgodnie z uzyskanymi wynikami badań przyjmuje się powszechnie, że głównymi czynnikami przyspieszającymi wędnięcie ciętych kwiatów są:

I. Zmiany w gospodarce wodnej kwiatu odciętego od rośliny, obniżenie turgoru komórkowego i przesunięcie na niekorzyść kwiatu równowagi między ilością wody pobranej przez kwiat a ilością wody odparowanej. Zaburzenia w gospodarce wodnej kwiatu są wywołane głównie zahamowaniem transportu wody przez system naczyniowy łądygi, które następuje w wyniku biochemicznego rozkładu pektynowych składników ścian komórkowych naczyń w pobliżu płaszczyzny ich przecięcia oraz ich zablokowaniem. Zaczopowanie naczyń może nastąpić również w wyniku rozwoju w nich mikroflory bakteryjnej i grzybowej, co utrudnia przepływ wody w górę łądygi. Zanieczyszczenia organiczne i mineralne oraz duże zasolenie wody mogą również wpływać niekorzystnie na trwałość przechowywanych w niej ciętych kwiatów.

II. Zahamowanie dostępu do łądygi substancji odżywczych, szczególnie

węglowodanów, aminokwasów i związków mineralnych, wywołane szybkim wyczerpaniem się materiałów zapasowych kwiatu odciętego od rośliny matecznej.

III. Zaburzenia w równowadze hormonalnej odciętego kwiatu, związane z zahamowaniem dopływu z rośliny matecznej związków hormonalnych i ich prekursorów. Szczególnie ważną rolę odgrywają tu cytokininy, które transportowane są z korzeni do łodygi [23]. Zmniejszenie zawartości wody w komórkach prowadzące do więdnienia kwiatu zwiększa w tkankach poziom kwasu abscysynowego [57], który tym silniej przyspiesza starzenie się ciętego kwiatu.

IV. Zwiększona produkcja etylenu przez kwiaty odcięte od rośliny, oraz zwiększona wrażliwość ciętych kwiatów na egzogeny etylen, wpływa szczególnie silnie na trwałość kwiatów przetrzymywanych w niskiej temperaturze, w słabo wentylowanych pomieszczeniach.

V. Czynniki środowiskowe w jakich rosła roślina mateczna mogą wpływać korzystnie lub obniżać trwałość odciętych kwiatów. Najbardziej istotną rolę odgrywa tu poziom nawożenia, podłoże, oświetlenie, długość dnia i temperatura otoczenia.

#### *Czynniki wpływające na trwałość przechowywanych kwiatów*

Kwiaty cięte przeznaczone do przechowywania powinny pochodzić z plantacji prowadzonych w najbardziej optymalnych dla danego gatunku czy odmiany warunkach nawożenia, nawodnienia, naświetlenia i długości dnia. Wysoka jakość materiału roślinnego przed przechowywaniem daje gwarancję zachowania świeżości, długotrwałości przechowywania i długiego okresu ich trwałości w wazonie [36, 49].

Kwiaty odcięte z roślin znajdują się najczęściej w różnych stadiach rozwoju, przeważnie w najwcześniejszym stadium gwarantującym zarazem pełne otwarcie pąków i dobrą jakość kwiatów w wazonie. W stadium zamkniętego pąka ścina się np. róże, mieczyki czy kosańce, podczas gdy kwiaty z rodziny *Asteraceae*, jak złocienie, dalie, gerbery ścina się po częściowym lub całkowitym otwarciu pąka, ponieważ nie zawsze pąki otwierają się i rozwijają w wodzie. Zastosowano szereg metod zapewniających otwieranie się pąków goździków, złocieni, róż i mieczyków przed, lub po okresie ich dłuższego przechowywania, lub długotrwałego transportu [17, 32, 33, 49, 50]. Temperatura kwiatów w momencie ich przeniesienia ze szklarni do chłodni, z chłodni do transportu zmienia się znacznie, wpływając na ubytek wody w kwiatach i zmniejszając ich żywotność w wazonie. Niekorzystne działanie zmian temperatury można obniżyć poprzez odpowiednie traktowanie kwiatów wodą lub roztworami różnych substancji chemicznych. Składniki takiego roztworu są często różne dla

kwiatów różnych gatunków. Potraktowanie wstępne kwiatów ciętych przed ich dystrybucją i sprzedażą — zwane hartowaniem lub kondycjonowaniem — wpływa korzystnie nie tylko na jakość kwiatów w czasie przechowywania i transportu lecz także na ich trwałość w wazonie u odbiorcy. Wstępne kondycjonowanie kwiatów bezpośrednio po ich odcięciu, wpływa korzystnie na zawartość wody w kwiatach, poziom zapasowych węglowodanów, obniżenie produkcji etylenu i równowagę hormonalną w roślinie [12, 18, 39, 44, 45].

Przyczyną nie otwierania się pąków ciętych kosaćców są zaburzenia w transporcie wody i przetrzymywanie łądyg w ciepłej wodzie, po ścięciu wpływa korzystnie na rozwój pąka tych kwiatów [17, 18]. Cięte kwiaty róż, mieczyków, złocieni i goździków, jeśli ścinane w stadium małego zamkniętego pąka, wymagają wstępnego potraktowania odpowiednim preparatem zawierającym cukier. Preparaty przedłużające żywotność ciętych kwiatów, stosowane najczęściej dla kondycjonowania kwiatów, zawierają cukier, substancje bakterio- i grzybobójcze oraz regulatory wzrostu. Kondycjonowanie kwiatów preparatami nie zawierającymi cukru jest mniej korzystne, jakkolwiek stwierdzono, że traktowanie przez kilka minut ciętych goździków wysokim stężeniem (1200 mg/l) azotanu srebra, wpływa korzystnie na późniejszą trwałość kwiatów, poprzez hamowanie rozwoju mikroorganizmów w systemie przewodzącym rośliny i tym samym polepsza równowagę wodną [18].

Badania nad starzeniem się ciętych kwiatów wykazały udział co najmniej trzech substancji hormonalnych: cytokininy, kwasu abscysynowego i etylenu w regulacji procesów prowadzących do przyspieszonego ich starzenia się [16, 19, 20, 34, 35, 53, 56, 58]. Etylen stymuluje procesy starzenia się, podobnie jak kwas abscysynowy, jakkolwiek obserwowano, że w niektórych przypadkach traktowanie kwasem abscysynowym może wpływać korzystnie na trwałość ciętych kwiatów w wazonie [20], dzięki kontroli otwierania aparatów szparkowych zapobiegającej nadmiernemu deficytowi wody. Cytokinina hamuje procesy starzenia się i stwierdzono, że dodatek tego związku do roztworu przedłuża żywotność ciętych goździków [22] i róż [19, 34].

Retardanty wzrostu, hamujące procesy wzrostowe u roślin jak CCC, alar, ancymidol wpływają również korzystnie na trwałość ciętych kwiatów niektórych gatunków [12, 15, 21] jakkolwiek optymalne stężenie tych związków różni się w zależności od gatunku a nawet odmiany.

Traktowanie roślin cytokinina — 6-benzyloaminopuryną — przed ścinaniem kwiatów okazało się również korzystne dla przedłużania trwałości ciętych goździków i chryzantem [27]. Badania Heide i Øydvin [22] wykazały, że trwałość i zdolność do przechowywania były znacznie lepsze u ciętych goździków traktowanych benzyloaminopuryną, poprzez zanu-

rzenie końców odciętych łodyg w roztworze od  $10^{-3}$  do  $10^{-5}M$ , przez różny okres czasu, od 2 min. do 12 godzin. Stwierdzono, że najbardziej korzystny wpływ wywierało traktowanie kwiatów przez krótszy okres czasu roztworem o wyższym stężeniu. W wielu doświadczeniach wykazano [3, 30, 33], że traktowanie ciętych kwiatów wysokimi stężeniami cukru, w ogóle umożliwia lub znacznie przyspiesza otwieranie się pąków. Cukier działa tutaj jako czynnik hamujący transpirację, a także jako źródło energii dla oddychającej rośliny [10, 17, 29, 31]. Z drugiej strony wysokie stężenia cukru umożliwiają szybki rozwój mikroorganizmów wewnątrz łodygi i na powierzchni kwiatów co może doprowadzić do znacznego obniżenia trwałości kwiatów. Dlatego też roztwory substancji stosowanych do otwierania pąków zawierają również sole metali ciężkich, retardanty lub inne inhibitory wzrostu działające hamująco na rozwój mikroorganizmów [14, 46, 50]. Spośród różnych związków najbardziej korzystne działanie wykazują sole 8-hydroksychinoliny — siarczan lub cytrynian, które są nie tylko dobrymi środkami bakteriobójczymi i fungicydami lecz również wpływają hamująco na produkcję etylenu [28, 30, 31, 47]. Sole 8-hydroksychinoliny polepszają transport wody w łodydze, a także mogą wywierać działanie podobne do cytokiny. Sole te są składnikami szeregu preparatów przedłużających trwałość kwiatów ciętych w wazonie [14, 32, 50],

Preparat przedłużający żywotność kwiatów ciętych — Proflovit-72 opracowany w Instytucie Sadownictwa w Skierniewicach [42, 41] składający się z sacharozy, siarczanu 8-hydroksychinoliny oraz chlorku chlorocholiny (CCC), okazał się bardzo dobry w stymulacji otwierania pąków goździków ścinanych w formie zamkniętego pąka [43] jak również w stymulacji otwierania pąków goździków po okresie ich przechowywania.

### *Warunki przechowywania kwiatów ciętych niektórych gatunków*

Podstawowym czynnikiem determinującym trwałość kwiatów ciętych jest zakres temperatury w jakiej są one przetrzymywane po ścięciu. Obniżenie temperatury wpływa hamująco na przemiany metaboliczne i intensywność oddychania roślin obniżając tym samym szybkość wykorzystywania materiałów zapasowych. Oddychanie kwiatów w temperaturze zbliżonej do  $0^{\circ}C$  wynosi około jednej dziesiątej wartości oddychania roślin w temperaturze  $21^{\circ}C$  [26]. Dla uzyskania najlepszego efektu w przechowywaniu i utrzymaniu świeżości ciętych kwiatów większości gatunków zalecana jest temperatura w zakresie  $-0,6-0^{\circ}C$ , przy czym większość kwiatów przechowuje się najlepiej w temperaturze minimalnie wyższej od temperatury zamarzania poszczególnych części kwiatów (26). W tabeli 1 przedstawiono przybliżony okres przechowywania kwiatów i optymalne temperatury, oraz punkt zamarzania kwiatów ważniejszych gatunków.

Tak niska temperatura przechowywania powoduje prawie całkowite zahamowanie produkcji etylenu przez kwiaty [1, 4, 6] oraz powoduje znaczne obniżenie wrażliwości na egzogenny etylen — czynnik stymulujący procesy starzenia się roślin. W temperaturze zbliżonej do 0°C rozwój

Tabela 1

## Zalecane temperatury dla przechowywania ciętych kwiatów (wg 26)

Cięte kwiaty	Temperatura przechowywania	Przybliżony okres przechowywania w dniach	Punkt zamarzania w °C
Zawilec	7,2	1—2	—2,1
Anturium	13,3	21—28	—
Aster chiński	7,2	7	—0,8
Kalla	7,2	7	—
Goździk	0—2,2	21—28	—0,6
Złocień	0—1,7	21—42	—0,8
Dalia	7,2	21—35	—
Ostróżka	7,2	1—2	—1,5
Frezja	0—0,6	14	—
Gerbera	1,7	14	—
Mieczyk	1,7—10	6—8	—0,3
Hiacynt	0—0,6	14	—0,3
Lilak pędzony	7,2	4—6	—
Łubin	7,2	3	—
Narcyz	0—0,6	10—21	—0,1
Piwonia	0—1,7	28—41	—1,0
Poinsettia	15,6	2—3	—1,0
Róża	0,0	7—14	—0,4
Lwia paszcza	—0,6—0,0	21—28	—0,8
Groszek pachnący	—0,6—0,0	7—14	—0,8
Tulipan	—0,6—0,0	28—56	—
Cynia	7,2	7	—

mikroorganizmów bakteryjnych i grzybowych wewnątrz systemu przewodzącego jak i na powierzchni roślin jest prawie całkowicie zahamowany.

Kwiaty cięte niektórych gatunków wymagają temperatury przechowywania wyższej niż 0°C i kwiatów tych nie należy przechowywać razem z tymi o niższych wymaganiach temperaturowych, ze względu na podwyższoną produkcję etylenu. W przypadku przechowywania większej ilości kwiatów różnych gatunków w jednej komorze chłodniczej zaleca się stosowanie temperatury w pobliżu 4°, zakładając pewną tolerancję roślin na temperaturę inną niż optymalna. W kamerze chłodniczej przeznaczonej do przechowywania kwiatów ciętych zaleca się utrzymanie wilgotności

względnej w granicach 90—95% dla zapobieżenia zbyt szybkiej utraty wody przez roślinę oraz utrzymanie niewielkiej wymuszonej cyrkulacji i wymiany powietrza, w celu uniknięcia warstwowej stratyfikacji temperatur w komorze, oraz nagromadzenia się dwutlenku węgla i etylenu, w zbyt wysokich stężeniach. Kwiaty cięte nie powinny być przechowywane razem z owocami, lub starzejącymi się fragmentami roślin produkującymi duże ilości etylenu i innych lotnych substancji.

Dla przedłużenia trwałości wiele gatunków ciętych kwiatów przechowuje się najlepiej na sucho w pudłach, workach z folii lub cylindrach, co zapobiega szybkiej utracie wody. Kwiaty niektórych gatunków przechowywane w wazonach z wodą rozwijają się powoli, nawet w niskiej temperaturze. Kwiaty takie po wyjęciu z przechowalni są bardziej rozwinięte, i nie pozostają długo świeże w wazonie przetrzymywanym w pokojowej temperaturze. Badania nad przechowywaniem kwiatów na sucho, w szczelnych pojemnikach, zapoczątkowane na przełomie lat 30 i 40 [26, 38, 49, 50] wykazały, że przechowywanie ciętych goździków w temperaturze zbliżonej do 0° przez 39 dni nie obniżyło ich trwałości w porównaniu z goździkami świeżo ściętymi. Pojemniki, w których przechowuje się kwiaty nie powinny być zbyt szczelne, by umożliwić niewielką wymianę gazową, oraz uniknąć uszkodzeń kwiatów wywołanych wysokim stężeniem nagromadzającego się dwutlenku węgla i etylenu oraz nie dopuścić do procesów fermentacyjnych w tkankach rośliny.

Kwiaty cięte przeznaczone bezpośrednio do sprzedania lub do krótkiego przechowywania przed sprzedażą powinny być umieszczone natychmiast po ścięciu w ciepłej wodzie o temperaturze 38—42°C, lub ciepłym roztworze preparatu przedłużającego ich żywotność, na okres kilku do kilkunastu godzin. Można je przetrzymywać nadal w tym roztworze w chłodni przez krótki okres ich przechowywania. Takie traktowanie kwiatów po ścięciu pozwala na dobre wysycenie kwiatów wodą i środkami odżywczymi zawartymi w preparacie.

Warunki przechowywania wielu gatunków kwiatów ciętych opracowano dla praktyki ogrodniczej w USA [26, 49]. Poniżej opisano na tej podstawie zalecenia jak postępować z kwiatami ciętymi gatunków szerzej uprawianych w Polsce dla możliwie najdłuższego ich przechowywania.

1. Chryzantemy (złocienie) — powinny być cięte po zaniknięciu zielonego zabarwienia wewnętrznych płatków w centrum koszyczka kwiatowego. Kwiaty te przechowują się bardzo dobrze przez okres 3—6 tygodni jeżeli są przechowywane na sucho, w kontenerach, w temperaturze 0—2°C. W wyższych temperaturach przechowują się gorzej, głównie ze względu na możliwość porażenia przez grzyby, głównie *Botrytis*. Oświetlenie w czasie przechowywania wpływa korzystnie na trwałość kwiatów.

2. Dalie — przechowują się dobrze przez okres 3—5 dni przy +4°C.

Przed wstawieniem do przechowywania końce łodyg kwiatów powinny być zanurzone na 30 sek. we wrzącej wodzie. Zapobiega to formowaniu się śluzowych substancji, hamujących transport wody.

3. Goździki — powinny być ścinane w stadium lekko otwartego pąka, najlepiej w stanie pełnego turgoru pędów i przechowywane w chłodni o temperaturze od  $-0,6^{\circ}\text{C}$  do  $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$  (37). Przy krótszym okresie przechowywania, 1—2 tygodni, można je przetrzymać w chłodni w wodzie, w temperaturze nieco powyżej  $0^{\circ}\text{C}$ . Przy przechowywaniu dłuższym zaleca się przechowywanie na sucho, w temperaturze zbliżonej do  $0^{\circ}\text{C}$ . Kwiaty powinny być wtedy układane warstwowo do kontenerów wyłożonych folią. Kwiaty nie powinny dotykać do folii, gdyż nagromadzająca się na niej wilgoć może powodować uszkodzenia płatków. Po okresie przechowywania pędy kwiatów powinny być przycięte i umieszczone w ciepłej wodzie w roztworze preparatu o temperaturze  $32-44^{\circ}\text{C}$  i przetrzymywane w temperaturze otoczenia  $7-10^{\circ}\text{C}$  przez kilkanaście godz. Stwierdzono, że odmiany białe goździków przechowują się lepiej niż czerwone.

4. Mieczyki — powinny być ścinane gdy na kłosisie znajdują się częściowo rozwinięte 3—4 dolne pąki. W celu dłuższego przechowywania lepiej ścinać gdy 2 dolne pąki są jeszcze zamknięte, lecz już widoczne są kolorowe płatki. Mieczyki mogą być przechowywane 6—8 dni w temperaturze  $2-4^{\circ}\text{C}$ . Okres przechowywania tych kwiatów można wydłużyć przetrzymując je w roztworze odpowiedniego preparatu [51]. Kwiaty powinny być zawsze przechowywane w pozycji pionowej. Traktowanie kwiatów środkami grzybobójczymi wpływa korzystnie na ich trwałość, hamując rozwój pleśni — *Botrytis*.

5. Narcyzy — przechowują się dobrze przez 10—21 dni na sucho, w temperaturze  $0-1^{\circ}\text{C}$ . Najlepiej przechowują się kwiaty ścinane w stadium pąka rozwiniętego w połowie. Powinny być przechowywane w pozycji pionowej. Okres przechowywania i późniejsza trwałość kwiatów zależy w ogromnym stopniu od warunków uprawy roślin, temperatury, nawilgocenia i oświetlenia.

6. Peonie — należy ścinać w zamkniętych pąkach z lekko widocznymi płatkami. Przechowują się najlepiej w temperaturze  $0-2^{\circ}\text{C}$  przez około 4—6 tygodni. Jeżeli przechowywane w stadium otwartego pąka utrzymują świeżość przez okres 2—4 tygodni, nie muszą być poddawane specjalnemu traktowaniu przed przechowywaniem.

7. Poinsettia — powinna być ścinana gdy przykwiatki są już odpowiednio wybarwione, a w miodnikach pojawia się lepki płyn. Dolne końce pędów zanurzyć po ścięciu na kilkadziesiąt sekund we wrzącej wodzie, lub w alkoholu salicylowym. Przechowują się przez okres 2—3 dni w temperaturze  $16^{\circ}\text{C}$ . Gwałtowne zmiany temperatury otoczenia powodują przyspieszone więdnienie.

8. Róże — dla przedłużenia okresu przechowywania powinny być ści-nane w stadium zamkniętego pąka. Wielkość pąka zależy od odmiany. Ścinanie w zbyt wczesnym stadium powoduje więdnienie pąka przed otwarciem i jego zamieranie. Dla krótkiego przechowywania róż należy bezpośrednio po ścięciu zanurzyć je w ciepłym (38—44°C) roztworze preparatu przedłużającego żywotność kwiatów przez 6—12 godzin i przetrzymywać w temperaturze otoczenia 2—4°C. W tej temperaturze mogą być przechowywane przez 2—3 dni. Dla dłuższego przechowywania zalecana jest temperatura 0°C i pakowanie kwiatów na sucho w wodoszczelne pojemniki. Umożliwia to ich przechowywanie do 2 tygodni. Przed przechowywaniem na sucho cięte kwiaty róży nie powinny być przetrzymywane w wodzie. Po wyjęciu z przechowalni róże powinny być wstawione do ciepłego roztworu odpowiedniego preparatu i przetrzymywane w temperaturze 2—4°C. Traktowanie przez kilka godzin preparatem przedłużającym żywotność kwiatów powinno poprzedzać ich transport przed sprzedażą.

9. Tulipany — przechowują się bardzo dobrze na sucho, w temperaturze —0,6—0°C przez okres nawet 4—8 tygodni. Podobnie długo przechowują się również w wodzie o temperaturze 0°C. Powinny być przechowywane w pozycji pionowej. W temperaturze 1—3°C przechowują się dobrze przez okres do 2 tygodni.

10. Lwia paszcza — kwiaty tego gatunku przechowują się dobrze przez 3—4 tygodnie jeżeli są przechowywane na sucho, w pozycji pionowej, w temperaturze 0°C. Przed przechowywaniem powinny być cięte gdy 5—6 dolnych pąków w kłosie jest w pełni rozwiniętych. Po okresie przechowywania, żywotność tych kwiatów można przedłużyć przetrzymując je w roztworze odpowiedniego preparatu.

10. Frezja — kwiaty powinny być przechowywane w pozycji pionowej. Można je przetrzymywać przez 2 tygodnie w temperaturze 0°C, lub 1 tydzień w temperaturze 2°C.

12. Gerbera — kwiaty można przechowywać przez okres 2 tygodni w temperaturze 0—2°C, w pozycji pionowej w wazonach z wodą, lub roztworem preparatu przedłużającego ich żywotność. Przechowywanie w roztworze preparatu zwiększa trwałość kwiatostanów po okresie przechowywania [43].

### *Przechowywanie ciętych kwiatów w kontrolowanych atmosferach*

Obniżenie temperatury przechowywania materiału roślinnego wpływa hamująco na zużywanie się substancji zapasowych w wyniku hamowania procesów oddychania i transpiracji. Przedłużenie okresu przechowywania w niskiej temperaturze można jeszcze osiągnąć poprzez sztuczne



obniżenie w atmosferze poziomu tlenu i podwyższenie poziomu dwutlenku węgla, co wpływa hamująco na intensywność procesów oddechowych. Przechowywanie warzyw i owoców w specyficznych dla danego gatunku kontrolowanych atmosferach umożliwia dwukrotne przedłużenie okresu przechowywania oraz utrzymanie ich świeżości po wyjęciu z kamery. Pierwsze badania nad zastosowaniem modyfikowanych atmosfer do przechowywania warzyw i owoców zapoczątkowano w Anglii [24, 25, 26, 55]. W wyniku tych doświadczeń opracowano metody przechowywania owoców, jabłek i gruszek w atmosferze zawierającej od 2—4% tlenu i 1—8% dwutlenku węgla.

Przechowywanie kwiatów ciętych w kontrolowanych atmosferach może znaleźć zastosowanie ze względu na korzystny wpływ na trwałość kwiatów podwyższonego stężenia  $\text{CO}_2$  w atmosferze. Odpowiednio zmodyfikowane atmosfery uzyskuje się w gazoszczelnych pudłach, w jakich przechowuje się i sprzedaje kwiaty cięte (49). W pojemnikach tych nagromadza się dwutlenek węgla, jako rezultat oddychania roślin i obniża się poziom tlenu aż do ustalenia pewnej równowagi. Dalsze oddychanie kwiatów zostaje zahamowane przez nadmiar  $\text{CO}_2$ .

Narcyzy przechowywane w normalnym powietrzu o temperaturze  $0^\circ\text{C}$  mogą być także przechowywane przez 3 tygodnie w temperaturze  $4^\circ\text{C}$  w atmosferze czystego azotu bez wpływu na ich trwałość po przechowywaniu, w porównaniu do kwiatów świeżo ściętych [2]. W kontrolowanych atmosferach mogą przechowywać się goździki, frezje, tulipany i róże [26]. Jednakże szersze zastosowanie ściśle kontrolowanych atmosfer dla przechowywania ciętych kwiatów wymaga dalszych badań, ze względu na możliwość uszkodzeń kwiatów przez zbyt wysokie stężenie  $\text{CO}_2$ . Poza tym, aparatura zapewniająca dokładny skład atmosfery oraz odpowiednie kontenery do przechowywania w ściśle kontrolowanych atmosferach są kosztowne, co nie sprzyja szerszemu wprowadzeniu do praktyki tych metod przechowywania kwiatów ciętych.

### *Przechowywanie kwiatów w kontenerach niskociśnieniowych*

Jednym z najważniejszych endogennych i zewnętrznych czynników przyspieszających starzenia się tkanek i organów roślinnych odciętych od rośliny jest etylen. Etylen jest produkowany przez rośliny wyższe i ich organy, jak również przez szereg mikroorganizmów. Intensywność produkcji etylenu wzrasta ze starzeniem się tkanek. Równocześnie, im procesy starzenia się są bardziej zaawansowane tym niższe stężenie etylenu wywołuje przyspieszenie tego procesu [1, 4, 52]. Produkcja etylenu przez rośliny jest znacznie stymulowana przez choroby, uszkodzenia tkanek, zwiększone ciśnienie, lub przez przechłodzenie [1, 4]. W tkankach roślin-

nych produkcja etylenu jest regulowana autokatalitycznie, tzn. zwiększenie biosyntezy etylenu w wyniku zadziałania jakiegoś czynnika i miejsca jego akumulacja w tkance stymuluje produkcję endogenego etylenu, co z kolei wpływa na podwyższenie jego produkcji, do pewnego maksymalnego poziomu, różnego dla różnych tkanek [1, 4, 48]. Produkcja etylenu przez cięte kwiaty oraz wrażliwość kwiatów danego gatunku na egzogeny etylen, jest głównym czynnikiem regulującym starzenie się tych organów roślinnych, w czasie przetrzymywania ich w wazonie, lub w czasie przechowywania w niskiej temperaturze. Wzrostem produkcji endogenego etylenu w zamkniętych pąkach goździków, róż i złocieni tłumaczy się ich więdnienie i brak zdolności do otwierania się, jeżeli zostały odcięte od rośliny w zbyt wczesnym stadium [6]. Stąd też wszystkie metody przedłużania żywotności kwiatów ciętych, muszą prowadzić do zahamowania, lub obniżenia produkcji etylenu w tkankach przechowywanych kwiatów, lub też do usunięcia etylenu z tkanek roślinnych.

W ostatnich dziesięciu latach opracowano i opatentowano nową technologię przechowywania umożliwiającą wielomiesięczne przechowywanie owoców [5]. Technologia ta może być również wykorzystana do przechowywania warzyw, sadzonek zielnych i kwiatów ciętych [6, 8, 9, 11, 13, 54]. Zasada tej technologii opiera się na przechowywaniu materiału roślinnego w niskiej temperaturze, przy równoczesnym obniżeniu ciśnienia atmosferycznego.

Badania nad wymianą gazową u owoców przeprowadzone przez Burg i Burg 1965 r. [7] doprowadziły do stwierdzenia, że substancje gazowe, takie jak dwutlenek węgla lub etylen, produkowane wewnątrz organu roślinnego, wydostają się na zewnątrz przy obniżonym ciśnieniu, poprzez aparaty szparkowe i inne otwory umożliwiające wymianę gazową kwiatu i owocu. Przez obniżenie ciśnienia do 0,1 atm drobnocząsteczkowe związki gazowe ulatniają się z wnętrza tkanki, przestrzeni międzykomórkowych i komór nasiennych dziesięciokrotnie szybciej niż przy ciśnieniu normalnym. W wyniku tego procesu zmniejsza się dziesięciokrotnie stan równowagi stężeń gazów, jeżeli ich produkcja w tkankach nie ulega zmniejszeniu. Te zmiany w równowadze stężeń gazów zostały wykazane doświadczalnie [7, 13]. Wraz ze zmianą ciśnienia sumarycznego powietrza w pojemniku zmniejsza się proporcjonalnie ciśnienie poszczególnych składników mieszaniny gazów. Tabela 2 obrazuje zmiany ciśnienia cząstkowego tlenu w atmosferze i etylenu w tkankach przechowywanych goździków, w rezultacie zmian ciśnienia powietrza w pojemniku o stałej objętości.

Obniżenie ciśnienia zewnętrznego nie powoduje przy tym wzrostu produkcji etylenu, CO<sub>2</sub> czy innych gazów w tkankach roślinnych. W czasie około 15 min. po ustaleniu się nowej równowagi gazowej w tkance, w wyniku obniżenia ciśnienia ustanawia się nowa równowaga i tkanka

Tabela 2

Cząstkowe ciśnienie tlenu i etylenu w pojemnikach niskociśnieniowych oraz wewnątrz kwiatów goździków, jako rezultat zmian ciśnienia całkowitego (wg 13)

Ciśnienie całkowite w atm.	Ciśnienie cząstkowe tlenu		Ciśnienie cząstkowe etylenu	
	atm.	mm Hg	atm.	p.p.m.
1,0	0,21	160	$1 \times 10^{-7}$	0,10
0,5	0,105	80	$5 \times 10^{-8}$	0,05
0,1	0,021	16	$1 \times 10^{-8}$	0,01

emanuje substancje z tą samą intensywnością z jaką je produkuje [13]. Przy obniżeniu ciśnienia do 0,1 atm. ciśnienie cząstkowe wszystkich gazów, łącznie z parą wodną, obniża się 10-krotnie, stąd też wilgotność względna powietrza pozostaje dziesięciokrotnie niższa, co sprzyja szybkiej utracie wody przez tkanki roślinne. Aby temu zapobiec stosuje się dodatkowe nawilżanie powietrza wewnątrz pojemnika próżniowego, poprzez przepuszczanie strumienia powietrza przed wejściem do pojemnika gazowego przez lekko ogrzaną wodę. Konstrukcję pojemnika niskociśnieniowego w schematycznym ujęciu z wyposażeniem przedstawia rysunek.

Badania laboratoryjne nad przechowywaniem kwiatów ciętych, roślin doniczkowych, ukorzenionych i nieukorzenionych sadzonek wykazały, że najlepsze rezultaty daje przechowywanie w pojemnikach o ciśnieniu 40—60 mm Hg. Wyniki tych badań przedstawiono w tabeli 3. W większości przypadków nie określono jeszcze długości całkowitego możliwego okresu przechowywania roślin badanych gatunków.

Szersze badania nad przechowywaniem kwiatów ciętych w pojemnikach niskociśnieniowych rozpoczął Dilley w r. 1971 [9, 13] w Michigan State University, ze zwróceniem szczególnej uwagi na goździki. W wyniku tych badań stwierdzono, że jest możliwe przechowywanie goździków przez 9 tygodni, przy ciśnieniu 50 mm Hg, bez ujemnego wpływu na otwieranie się pąków, przy zachowaniu takiej samej lub dłuższej żywotności kwiatów po ich wyjęciu z przechowalni, w porównaniu do kwiatów świeżo ściętych. Wyjątkowo dużą trwałość goździków po przechowywaniu w niskich ciśnieniach można wyjaśnić niską produkcją etylenu, po wyjęciu z pojemnika niskociśnieniowego, co opóźniło aukatalityczny proces produkcji etylenu w roślinach, stymulujący starzenie się tkanek.

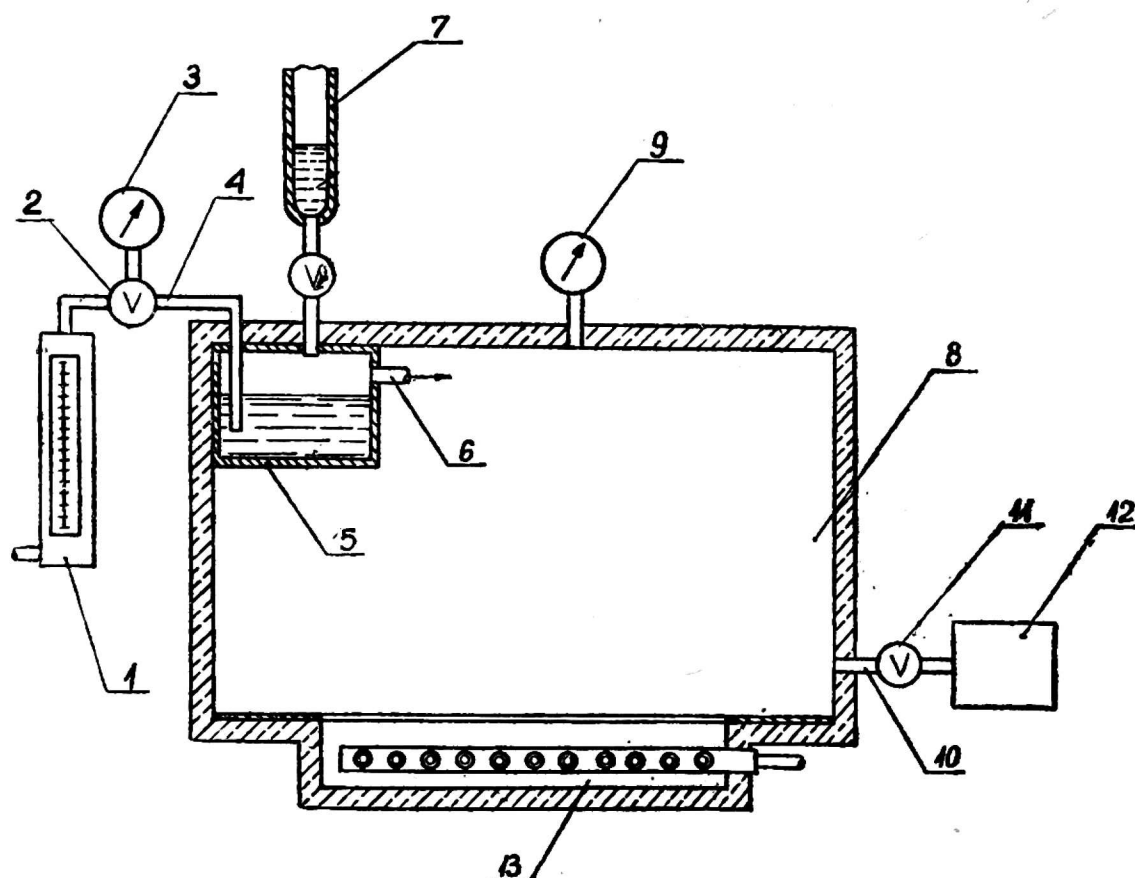


Tabela 3

*Przechowywanie ciętych kwiatów, ukorzenionych i nieukorzenionych sadzonek oraz roślin doniczkowych w kontenerach niskociśnieniowych w chłodni (wg 6)*

Materiał roślinny	Okres przechowywania (dni)			
	temp. (°C)	przechowywanie normalne	przechowywanie w podciśnieniu	ciśnienie w mm Hg
<b>Kwiaty cięte</b>				
Goździki	0—2	21—28	63*	40
Róże	0	7—14	42*	40
Mieczyki	2	6—8	28*	60
Lwia paszcza	0	21—28	42*	40
<b>Rośliny doniczkowe</b>				
Złoczenie różne odmiany	0—2	7	28*	60
<b>Nieukorzenione sadzonki</b>				
Goździki	0—2	90—120	240*	60
Złoczenie sadzonki zielone	0—2	10—14	42*	60
Złoczenie sadzonki zderniwałe	0—2	21—42	84	60
<b>Ukorzenione sadzonki</b>				
Złoczenie różne odmiany	0—2	21—42	84	60

\*Maksymalny okres przechowywania w niskim ciśnieniu nie został określony.

Dodatkową zaletą przechowywania w niskich ciśnieniach jest możliwość przetrzymywania w nich kwiatów w pełni rozwiniętych, bez wpływu lub z nieznacznym tylko niekorzystnym wpływem na trwałość kwiatów po przechowaniu.

Badania nad możliwością zastosowania pojemników niskociśnieniowych do przechowywania kwiatów ciętych różnych gatunków prowadzi

Tabela 4

Trwałość kwiatów ciętych goździków, odmiany Scania 3C, po 4 tygodniach przechowywania w częściowej próżni 0,1 Atm, temp. 4°C. Goździki ścinano w stadium zamkniętego pąka (stadium 0, —1 wg Mynetta)

Warunki przechowywania w chłodni	Przechowywanie po wyjęciu z chłodni	Ilość kwiatów rozwiniętych w ‰	Średnia średnica kwiatu w mm	Średnia trwałość kwiatów	Najdłuższa trwałość kwiatów
W wazonach z wodą	H <sub>2</sub> O	0 0	—	—	—
	Proflovit-72	99,2	71,7	13,4	19
W wazonach z roztworem Proflovitu-72	H <sub>2</sub> O	33,3	71,3	5,3	6
	Proflovit-72	100	78,6	14	16
Przechowywane na sucho	H <sub>2</sub> O	27,2	58,3	9,6	12
	Proflovit-72	63,6	68,8	16,6	20
Trwałość kwiatów w 20°C, nie przechowywanych	H <sub>2</sub> O	49	45,9	11,4	12
	Proflovit-72	85	65,9	14	25

się w Polsce w Instytucie Sadownictwa w Skierniewicach. Już wstępne wyniki badań nad przechowywaniem goździków wskazują na niewątpliwe zalety tej metody dla długotrwałego przechowywania kwiatów zwłaszcza przed i w czasie ich transportu.

Trwałość kwiatów, przechowywanych w pojemnikach niskociśnieniowych, można dodatkowo zwiększyć przez umieszczenie ich w trakcie przechowywania lub po wyjęciu z chłodni w roztworach preparatów przedłużających żywotność kwiatów ciętych [9, 13]. Obserwowano korzystne działanie preparatu Proflovit-72 na trwałość goździków po przechowywaniu, (tab. 4).

Konstrukcja zestawu urządzeń do przechowywania w niskich ciśnieniach jest bardzo prosta i koszt przechowywania jest w sumie niewiele wyższy od przechowywania w kontrolowanych atmosferach [6] przy równoczesnym osiągnięciu znacznie lepszej trwałości kwiatów po okresie przechowywania. Dodatkową zaletą tej technologii przechowywania kwiatów jest możliwość równoczesnego przechowywania różnych gatunków i różnych ilości kwiatów w pojemnikach o odpowiedniej objętości w tej samej kamerze chłodniczej, co nie jest możliwe przy normalnym przechowywaniu, lub przechowywaniu w kontrolowanych atmosferach.

#### LITERATURA

1. Abeles F. B.: Biosynthesis and mechanism of action of ethylene. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 23, 259-292, 1972.
2. Asen S., Parsons C. S., Stuart N. W.: Experiments aim at prolonging narcissus display life. *Florists' Rev.* 134 (3472) 69-70, 1964.
3. Bravdo B., Mayak S., Gavrieli Y.: Sucrose and water uptake from concentrated sucrose solutions by gladiolus shoots and the effect these treatments on floret life. *Can. J. Bot.* 52, 1271-1281, 1973.
4. Burg S. P.: The physiology of ethylene formation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 13, 265-301, 1962.
5. Burg S. P.: Method for storing fruit. U. S. Patent Office No. 3,333,967, 1967.
6. Burg S. P.: Hypobaric storage of cut flowers. *Hort. Sci.* 8(3), 202-205, 1973.
7. Burg S. P., Burg E. A.: Gas exchange in fruits. *Physiol. Plantarum* 18, 870-884, 1965.
8. Burg S. P., Burg E. A.: Fruit storage at subatmospheric pressures. *Science* 153, 314-315, 1966.
9. Carpenter W. J., Dilley D. R.: Investigations to extend cut flower longevity. Res. Rep. 263, State Univ. Agricult. Station, East Lansing, pp. 2-10, 1975.
10. Coorts G. D.: Internal metabolic changes in cut flowers. *Hort. Sci.* 8, 195-198, 1973.
11. Dilley D. R.: Hypobaric storage — a new concept for preservation of perishables. 102 Ann. Rep. Mich. State Hort. Soc., 82-89, 1972.
12. Dilley D. R., Carpenter W. J.: The role of chemical adjuvants and ethylene synthesis on cut flower longevity. *Acta Hort.* 41, 117-132, 1975.
13. Dilley D. R., Carpenter W. J., Burg S. P.: Principles and application of hypobaric storage of cut flowers. *Acta Hort.* 41, 249-268, 1975.
14. Dziecioł J., Rudnicki R.: Badania nad trwałością kwiatów ciętych. *Post. N. Roln.* Nr 3, 105-119, 1971.
15. Einert A. E.: Effects of ancymidol on vase behaviour of cut tulips. *Acta Hort.* 41, 97-101, 1975.
16. Halevy A. H.: Phytohormones in flowering regulation of self-inductive plants. *Proc. 18th International Hort. Cong. Tel-Aviv.* 1970 vol. 5, 187-198, 1972.
17. Halevy A. H., Mayak S.: Improvement of cut flower quality opening and longevity by pre-shipment treatments. *Acta Hort.* 43, 335-347, 1974.

18. Halevy A. H., Mayak S.: Transport and conditioning of cut flowers. *Acta Hort.* 43, 291-306, 1974.
19. Halevy A. H., Mayak S.: Interrelationship of several phytohormones in the regulation of rose petal senescence. *Acta Hort.* 41, 103-116, 1975.
20. Halevy A. H., Mayak S., Tirosh T., Spielstein H., Kofranek A. M.: Opposing effects of abscisic acid on senescence of rose flowers. *Plant and Cell Physiol.* 15, 813-821, 1974.
21. Halevy A. H., Wittwer S. H.: Effect of growth retardants on longevity of vegetables, mushrooms and cut flowers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 88, 582-590, 1966.
22. Heide O. M., Øydvin J.: Effects of 6-benzylamino-purine on the keeping quality and respiration of glasshouse carnations. *Hort. Res. No 1*, 26-36, 1969.
23. Helgeson J. P.: The cytokinins. *Science.* 161, 974-981, 1968.
24. Kidd F. D., West C.: The refrigerated gas-storage of pears (Gt. Brit.) *Food. Invest. Bd. Leaflet* 12, 9, 1949.
25. Kidd F. D., West C.: The refrigerated gas storage of apples (Gt. Brit.) *Food. Invest. Bd. Leaflet* 6, 13, 1950.
26. Lutz J. M., Hardenburg R. E.: The commercial storage of fruits, vegetables, and florists and nursery stocks. U.S.D.A. *Agriculture Handbook No 66*, Washington D. C. 1968.
27. MacLean D. C., Dedolph R. R.: Effects of N<sup>6</sup>-benzyloaminopurine on post-harvest respiration of *Chrysanthemum morifolium* and *Dianthus caryophyllus*. *Bot. Gaz.* 124, 20-21, 1962.
28. Marousky F. J.: Physiological role of 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose in extending vase life and improving of cut gladiolus. *Proc. Fla. State. Hortic. Soc.* 81, 409-414, 1968.
29. Marousky F. J.: Vascular blockage, water absorption, stomatal opening of cut „Better Times” roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94, 223—225, 1969.
30. Marousky F. J.: Conditioning gladiolus spikes to maintenance of fresh weight with pre-treatments of 8-hydroxyquinoline citrate plus sucrose. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 82, 411—414, 1969.
31. Marousky F. J.: New method for improving keeping quality for gladiolus, roses and chrysanthemums. *Florist. Rev.*, p. 67, 1970.
32. Marousky F. J.: Recent advances in opening bud-cut chrysanthemum flowers. *Hort Sci.* 8(3), 199—202, 1973.
33. Mayak S., Bravdo B., Gvilli A., Halevy A. H.: Improvement of opening of cut gladioli flowers by pretreatment with high sugar concentrations. *Sci. Hort.* 1. 357—365, 1973.
34. Mayak S., Halevy A. H.: The action of kinetin in improving the water balance and delaying senescence processes of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 32, 330—336, 1974.
35. Maxie E. C., Farnham D. S., Mitchell F. G., Sommer N. F., Parson R. A., Snyder R. G., Rae H. L.: Temperature and ethylene effects on cut flowers of carnation (*Dianthus carophyllus* L.). I. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 98, 568—72, 1973.
36. Moe R.: The effect of growing temperature on keeping quality of cut roses. *Acta Hort.* 41, 77—92, 1975.

37. Mynett K.: Goździki. PWRiL, 1974.
38. Neff M. S.: Problems in the storage of cut carnations. *Plant Physiol* 14, 271—284, 1939.
39. Nichols R.: Developments in bud-opening and flower-preservative solutions for carnations *Dianthus caryophyllus* L. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst., pp. 136—142, 1973 (1974).
40. Nichols R., Turquand E. D., Briggs J. B.: The effect of cold storage on extension growth and deterioration of cut tulips. *Exp. Hort.*, 22, 19—24.
41. Nowak J., Rudnicki R. M.: Preparat przedłużający żywotność kwiatów ciętych. Urząd Patentowy PRL Nr 158375, 1972.
42. Nowak J., Rudnicki R. M.: The effect of Proflovit-72 on the extension of vase-life of cut flowers. *Prace Inst. Sadownictwa* (w druku).
43. Nowak J., Rudnicki R. M.: Proflovit-72 pierwszy polski preparat przedłużający trwałość kwiatów ciętych. *Ogrodnictwo* 12, 381—383, 1974.
44. Parups E. V.: Chemical modification of ethylene responses in plants. *Acta Hort.* 41, 143—157.
45. Parups E. V.: Effects of Flower Care floral preservative on the vase-life and bloom size of *Rosa hybrida* cv. Forever Yours. *Can. J. Plant. Sci.* 55, 775—781, 1975.
46. Parups E. V.: Inhibition of ethylene synthesis by benzylisothiocyanate. *Hort Sci.* 10, 221—222, 1975.
47. Parups E. V., Peterson E. A.: Inhibition of ethylene production in plant tissues by 8-hydroxyquinoline. *Can. J. Plant Sci.* 53, 351—353.
48. Pratt H. K., Goeshl J. D.: Physiological roles of ethylene in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 20, 541—584, 1969.
49. Rogers M. N.: Sell flowers that last. *Flor. Rev.* 130—131, (3378—3386), 1962.
50. Rogers M. N.: Physiology research on cut flowers. *Hort. Sci.* 8(3), 189—194, 1973.
51. Rudnicki R. M., Nowak J.: Wpływ Profłowitu-72 na trwałość i jakość mieczyków przechowywanych w niskiej temperaturze. *Ogrodnictwo.* 8—9, 225—227, 1975.
52. Sacher J. A.: Senescence and postharvest physiology. *Am. Rev. Plant Physiol.* 24, 197—224, 1973.
53. Swanson B. T., Wilkins H. F., Weiser C. F., Klein I.: Endogenous ethylene and abscisic acid relative to phytochronology. *Plant Physiol.* 55, 370—376, 1975.
54. Tolle W. E.: Hypobaric storage of fresh produce. *Yearbook, United Fresh Fruit. Vegetables Assoc.* 27—43, 1972.
55. West C.: The history of refrigerated gas storage for agricultural produce. 8th International Congr. Refrig. Proc. 406—409, 1951.
56. Wilkins H. P., Swanson B. T.: The relationship of ethylene to senescence. *Acta Hort.* 41, 133—141.
57. Wright S.T.C., R.W.P.: The accumulation of abscisic acid in plants during wilting and under stress conditions. *Plant and Growth Substances.* D. J. Carr, Springer Verlag, Berlin, 290—298, 1972.
58. Zieslin N., Biran I., Halevy A. H.: The effect of growth regulators on the growth and pigmentation of „Baccara” rose flowers. *Plant and Cell Physiol.* 15, 341—349, 1974.