

切花之採收後生理

Postharvest Physiology of Cut Flowers

李 岷¹⁾

by

Nean Lee

一、引 言

近來年臺灣不少鮮花如玫瑰、菊花、唐菖蒲、夜來香等外銷香港、日本及東南亞一帶。為確保切花品質，以利外銷，對採收後之切花生理應有基本認識。有關這方面文獻近年來發表不少^(12, 17, 60, 71)。本文擬對經濟花卉作物，將歷年歐美研究所得，摘其重要者，歸納成採收後之(一)化學變化，(二)水分關係，(三)呼吸作用及(四)成熟與老化四部分討論之。並討論鮮花保存劑之功用。

二、化 學 變 化

切花採收後之化學變化，研究者不多，今以較完整資料之玫瑰為例說明之。

1. 乾鮮重之變化：

Weinstein⁽⁸⁹⁾分析 'Better Times' 玫瑰採收後之化學變化，發現花瓣鮮重從蕾期到盛開，一直不斷增加，盛開之後鮮重就開始下降。而花瓣、花托及葉片之乾物重均不斷減少，認為是呼吸作用消耗養分所致。

2. 醣類之變化：

玫瑰花瓣中主要醣類為葡萄糖而非蔗糖。在 Weinstein⁽⁸⁹⁾的試驗裡，44小時的餓餓（切離母株插於蒸餾水中），使花托及花莖的葡萄糖含量減少，尤以花托減少最多，而花瓣之葡萄糖含量不變。可見初期花瓣所消耗的養分是由花托及花莖供給。餓餓 44 小時到 66 小時，花瓣葡萄糖濃度迅速減少了 76%，而花托祇減少了 38%，葉萃幾乎都沒有減少。在餓餓 96 小時之後，花瓣及花托之葡萄糖幾全耗盡。

3. 蛋白質之變化：

蛋白質在採收後就不斷地以定速分解。分解與呼吸作用之基質如葡萄糖之含量高低無關。在餓餓 96 小時後，蛋白質在花瓣、花托、葉片及莖之減少量依次為 40、31、25 及 6%。在老化後期的組織，積聚大量胺基酸，當胺基酸氧化時，同時增加組織內氮的含量⁽⁸⁹⁾。老化時除蛋白質含量減少外，蛋白質的分子也較小⁽⁶⁸⁾。

4. 有機酸之變化：

有機酸的變化，在 'Better Times' 玫瑰甚耐人尋味。蘋果酸 (malic acid) 佔總有機酸含量之 90%，其他為琥珀酸 (succinic acid) 及枸橼酸 (citric acid) 等。在前 66 小時餓餓中，花瓣之蘋果酸漸漸增加，66 小時以後急劇增加達 340%，而花托、葉及莖組織都不斷減少，餓餓 96 小時後，三者約損失 71%。其他有機酸因含量很低，無法測出在老化過程中之變化。蘋果酸的增加在試驗中並未顯示與葡萄糖的減少有關⁽⁸⁹⁾。餓餓花瓣何以會增加蘋果酸，至

1) 國立臺灣大學園藝學系副教授。Associate professor, Dept. of Horticulture, National Taiwan University.

2) 本文於六十四年八月廿八日收到。Date received for publication: 28 August 1975.

今尚無定論。

5. 花色之變化：

採收後老化過程中，切花有退色或如紅玫瑰之變藍現象 (bluing)。關於玫瑰花色變藍原因研者不少。最初認為是細胞液裡缺少單寧 (tannins) 所致⁽³⁰⁾。之後發現供給高濃度鉀肥，變藍較嚴重，似與升高細胞液之 pH 有關，並認為增加 anthoxanthin 與 anthocyanin 之比例，亦足以引起變藍現象，而單寧含量並沒有明顯變化⁽³¹⁾。到 1957 年，Weinstein⁽³²⁾ 發現變藍組織含氮較高，在老化後期，似與胺基酸氧化相關聯，所增加氮的濃度足以升高組織之 pH 而使 cyanin 轉藍。這種發現後為 Kuc⁽³³⁾ 所確定。事實上玫瑰之紅色素是一種含 cyanidin 3, 5-diglucoside 及 quercetin 或 kaempferol 之複合色素 (co-pigment complex)，鮮採收之組織 pH 在 3.70-4.15 之間，此複合色素呈紅色，老化之後，組織 pH 升到 4.40-4.50 之間則變藍⁽³⁴⁾。單獨 cyanidin 3-glucoside 存在於玫瑰花瓣，在 pH 4-5 之間是無色的⁽³⁵⁾。Cornell 配方 (蔗糖 5%，8-HQS 200 ppm，醋酸銀 50 ppm) 之鮮花保存劑 (floral preservative) 就是能維持切花組織 pH 不變，而保存其原來色澤^(3, 73)。

保存劑中，蔗糖為主要成分，其功用為補充由呼吸作用所減少的碳水化合物⁽⁶⁰⁾，減少或防止蛋白質的分解^(9, 45, 83)，及減少氣孔張開度以防水分損失 (後面討論)。當紅玫瑰在糖水或保存劑裡 (內含碳水化合物)，花瓣就不會變藍⁽⁸³⁾。把玫瑰及康乃馨切花先放在 ¹⁴C-蔗糖水溶液裡，再移入蒸餾水中，發現玫瑰在 ¹⁴C-蔗糖水裡所吸收的 ¹⁴C 全到葉與莖，不到花朵，待移入蒸餾水後，再由葉及莖經由韌皮部移入花朵。康乃馨切花在 ¹⁴C-蔗糖水溶液裡，¹⁴C 運移至葉、莖及花朵，但移入花朵的量依切花老化的程度而減少⁽⁷³⁾。這種現象或許能部分說明玫瑰在糖水裡祇能多延三天的瓶插壽命 (由插於水的五天瓶插壽命延為八天)，而康乃馨則可多延八天之久 (由插於水的六天瓶插壽命延為 14 天)。此外蔗糖無疑地是供應蕾期切花 (bud-cut flowers) 發育到盛開花朵所需之能源^(7, 31, 34, 42, 57, 60, 62)。雖然有關蔗糖與切花保存品質的文獻很多，但對於蔗糖是否直接被用於新陳代謝之中，其間的化學變化知道不多，最近 Kaltaler 與 Steponkus⁽³⁹⁾ 已證明玫瑰吸收的蔗糖到達花瓣時已經是葡萄糖與果糖了。

三、水分關係

在相同環境下，切花切離母株後因缺乏代謝機能的原料，比不離母株者劣變的快⁽⁹³⁾。就在我們所知，這些原料可歸納成三大類，第一是水，次為呼吸作用之原料，第三是由根供給可使花朵達最大保存壽命 (keeping quality) 之抗老化因子 (anti-senescence factor)。是否還有其他物質介入，有待更進一步的研究。本節將討論水分與切花壽命之關係，其他二因素將在後面討論之。

1. 水分之平衡：

影響切花水分關係的研究，近年來發表不少 (見 Rogers⁽⁷¹⁾ 與 Marousky⁽⁶⁰⁾ 之文獻搜集)。切花須有足夠的膨脹度 (turgidity) 才能由花蕾生長發育而達盛開狀。這種膨脹度完全看水分的損失或利用與水分供給之平衡來決定^(67, 71)。Carpenter 與 Rasmussen⁽¹⁴⁾ 認為切花水分蒸散損失超過水分吸收而開始呈萎凋狀時，切花之吸水量才顯出其重要性來。他們以 Potometer 調整枝玫瑰花之吸水情形，發現 'Forever Yours' 品種在光線下 (720 ft-c)，採收後 24-48 小時之間，吸水率最高 (1.5-3.5 ml/hr)，而後漸漸下降，這種吸水率的下降，認為是自然的生理變化所致，非自然的物理性維管束堵塞 (vascular blockage)。在黑暗下 120 小時吸水試驗中，吸水率低而穩定 (0.18-0.47 ml/hr)。如果明暗交錯處理，玫瑰吸水也很快的跟着升降。切花在明或暗環境下，吸水率與葉面積、乾物重及莖長成密切關係。近來他們更發現 'Forever Yours' 玫瑰，除去花朵、葉及二者，相對地減少水分吸收各為 20.4, 78.5 及 95.2%。而 'White Sim' 康乃馨也相對地各減少吸水量 27.1、37.3 及 59.6%。康乃馨花莖浸

定 40% 之吸水量而玫瑰花莖祇 5% 的決定力，這種不同歸因於康乃馨花莖上之氣孔都有蒸散功能，而玫瑰花莖之氣孔則無。所以他們認為切花部分形態上氣孔（如莖與葉）左右水分的吸收與損失⁽¹⁵⁾。吸水最多不一定能維持最高的膨脹度，要看能否保有已吸的水來決定。一般來說，當失水超出原有鮮重 5-10% 時，切花的壽命就已結束⁽⁵²⁾。

保存劑中，廣泛被採用的兩種化學藥品為蔗糖與 8-hydroxyquinoline sulfate (8-HQS) 或 8-hydroxyquinoline citrate (8-HQC)，二者都能減小氣孔的張開度，增加切花保水力及可能其他尚不清楚之影響。菊花花莖插在 2000 ppm 8-HQS 溶液裡，葉之氣孔立刻關閉⁽⁸²⁾。玫瑰插在含 8-HQC 溶液裡，最初兩天氣孔半閉，雖然不比對照（插於水）吸水來的多，但大大地增加了鮮重，顯然是減少了蒸散作用⁽⁵³⁾。唐菖蒲亦得同樣結果^(54,55,56)。

蔗糖從切花保存研究觀點上看，它具有類似抗乾燥 (anti-desiccant) 之特性⁽⁷¹⁾。Marousky⁽⁸⁸⁾ 發現玫瑰在蔗糖溶液裡，吸水較對照為少，但玫瑰鮮重反而增加，是因蔗糖使氣孔部分關閉減少蒸散失水所致。此外蔗糖濃度所造成的滲透壓也可能是致因之一⁽¹⁾。

2. 水分運移與維管束堵塞：

玫瑰的花梗細胞不具木質化或角質化，當水分不足，細胞失去膨脹時，花頸下垂稱之為「垂頸」(bent neck)⁽⁴⁸⁾。這種缺水垂頸現象並不出現在正常植株上，而且切花花莖的導水機能也大不如未離株之花莖⁽⁴²⁾。這種減少水分的吸收運送常歸因於維管束的堵塞。造成維管束堵塞，水分不易流通的原因，可歸因於切花時氣泡由切口進入維管束而打斷了維管束內之水柱⁽⁸¹⁾，微生物積聚於瓶插水⁽²⁶⁾，而這些微生物細胞可直接堵塞莖基之切口，或間接由微生物導致某些堵塞物之積聚⁽¹⁾。除上述物理性堵塞或由微生物所引發之堵塞外，「生理性」的維管束堵塞更具重要性^(1, 11, 14, 21, 28, 55, 58, 61, 64, 69, 71, 72)。

Aarts⁽¹⁾ 認為生理性堵塞，可能是切口附近組織一種受傷反應。在通氣良好下，堵塞更為嚴重。以真空透法 (vacuum infiltration) 將花莖裡的空氣除去而代之以水，酸化瓶插水至 pH 3.5，加入硝酸鈣或加入酵素抑制物如 azide, 2, 4-dinitrophenol (DNP)，都能減少堵塞情形。所以他認為這種堵塞物是受傷細胞分泌出來的，具有氧化特性。之後 Durkin 與 Kuc⁽⁴²⁾ 發現玫瑰採收後 2-3 天，導管堵塞漸明顯，由切口附近漸往上發展，堵塞物是一種膠狀物質，染色結果認為是木質素與單甯。近來 Burdett⁽¹¹⁾ 認為堵塞物是一種果膠分解物，與微生物關係密切。由他的試驗結果，認為微生物分泌某些酵素或代謝物質，被蒸散流帶到花莖，導致含有果膠物質之分解而形成堵塞，與番茄發生 *Fusarium wilt* 的道理相同^(74, 92)。Gilman 與 Steponkus⁽⁸⁸⁾ 指出在採收時之傷口不含木質素，單寧或 tyloses，這種觀察被 Parups 與 Molnar⁽⁶⁹⁾ 以組織化學法加以證實，並確定玫瑰導管內之堵塞物是一種化學複合物，含有各種碳水化合物、果膠、脂質或蛋白質狀物質及一些酵素。這些試驗至少證明部分生理性維管束堵塞是經由酵素作用所引起，不是全由微生物所造成，因在無菌狀態下也同樣發生堵塞情形^(58, 60)。

不少化學藥品被用來抑制微生物的活動，促進水分吸收與傳導，以改進切花瓶插壽命 (vase life)。如次氯酸鈉、8-HQS、硫酸銅、硝酸銀、醋酸鉛及硝酸鋁等。其中以 8-HQS 效用最廣且最安全⁽⁷⁶⁾。後來發現 8-HQC 也同樣有效⁽⁴⁹⁾。在保存劑裡除含有蔗糖及 8-HQC (或 8-HQS) 外，曾被推薦再加入生長抑制劑 (growth retardant) 如 succinic acid-2, 2-dimethylhydrazide (SADH)，(2-chloroethyl) trimethyl-ammonium chloride (CCC)，因為它們具有部分抑制微生物生長性質外，還能延遲一些植物之老化^(30, 47)。8-HQ 的鹽類除具有殺菌作用外，還能與水中微量元素 (Cu、Mn、Fe、Zn) 結合而沉澱，使微生物得不到微量元素，無法合成生長不可缺的維生素，因而抑制微生物的生長。一般來說，水質愈純，切花的保存壽命愈長，^(43, 71, 73, 87, 88)。至於水中離子如何影響水分的傳導與切花壽命，至今尚不清楚。又一般保存劑的水溶液都相當的酸 (pH 在 3.0-4.0)，認為 pH 4 時可以抑制內在酵素及微生物

的活動而減少花莖之被堵塞^(1, 59)。

四、呼吸作用

1. 呼吸基質之供給：

切花另一主要生理劣變就是碳水化合物的減少^(1, 89)與蛋白質的水解^(9, 45, 83)。Holley⁽³⁴⁾估計約 $\frac{1}{3}$ 的貯存壽命決定在採收前所貯存的食物，另外 $\frac{2}{3}$ 才決定於採收後之處理與環境。Howland⁽⁹⁵⁾發現多春季下午四點採收的玫瑰比早上八點採者，多7% (7.4小時)的保存壽命。在夏天午後採者比晨採多11.4% (9.9小時)的保存壽命。晨午之差是因下午採者碳水化合物積聚較多之故，可見採收前影響糖分積聚的環境因子如光線、溫度、養水分等均能影響採收後之貯存品質 (文獻見 Boodley⁽⁸⁷⁾)。採收後供給光線，葉尚能有效行光合作用如菊花，也能顯著地增加保存品質^(93, 94)。剛採收的玫瑰，花瓣所消耗的碳水化合物主要是來自花托的葡萄糖，老化後期花瓣的葡萄糖幾乎耗盡，此時藍化組織內氨濃度增加到初採收時的五倍，同時呼吸作用消耗了大量可溶性胺基酸⁽⁸⁹⁾，可見所增加的氨是胺基酸氧化而來的。

2. 呼吸率之變化：

採收後呼吸率之變化，在果實被研究的很多。Kidd 與 West⁽⁴¹⁾發現蘋果在採收後呼吸率略降，接着急劇上升，然後再第二度降下。他們稱此急劇上升為「更年期」(climacteric)，第二度下降為衰老期 (senescence)。不少研究切花呼吸率者，總喜歡把此現象考慮進去。Siegelman⁽⁷⁸⁾測整朵 'Better Times' 玫瑰及 'Mystery' 梔子花之呼吸率。發現呼吸率一直下降，認為測時可能已屬「後更年期」(postclimacteric) 或者根本沒有更年期現象。他又認為各組織發育階段不盡相同，以整朵花為單位，所測呼吸率是各組織在不同發育階段之總和，很難看出各組織發育中呼吸率之變化，但在切花採收後生理觀點上，以整個花序測呼吸率是有其意義存在的。後來他與其他研究者⁽⁷⁹⁾單取玫瑰外層五片花瓣，測不同生長與發育階段之呼吸率，發現花在展開之前，呼吸率不斷上升，盛開時呼吸率最高，完全張開後呼吸率就下降。在呼吸率急劇上升階段，同時增加鮮重與細胞體積，從形態觀點上看，他們認為這種呼吸率的上升與果實之 climacteric rise 是不同的。後來 Coorts 等人⁽¹⁸⁾比較 'Velvet Times' 玫瑰在商用採收熱度前後呼吸率之變化。他們發現在採收之前，花萼剛脫離花蕾時呼吸率最高 (以鮮重為單位)，在商用採收熱度下 (第一輪花瓣裂離中心花體)，採收後呼吸率立即下降到原來最高峯之50%，到採收後第三天，呼吸率最低，然後再不斷上升。他們都認為採收前呼吸率高是因花朵正在細胞分裂、生長與發育，與 Kidd 及 West⁽⁴¹⁾所述果實之 climacteric rise 情形不同。Wilkins⁽⁹¹⁾從 'Red Gayety' 康乃馨亦得同樣結果。在花朵 $\frac{1}{2}$ 張開時呼吸率最高，採收後第三天呼吸率最低，然後呼吸率再上升到第七天時最高，之後花瓣就完全衰老乾枯了。不管玫瑰或康乃馨，二者呼吸率的變化趨向與葉⁽⁴⁾相類似。

3. 呼吸率與貯藏壽命：

Laurie⁽⁵⁰⁾在1936年研究各種花卉呼吸率說：「呼吸率決定切花壽命之長短，……」。1937年，Bancroft⁽⁶⁾發現玫瑰的呼吸率為414 cc CO₂/kg-hr，而康乃馨祇有289 cc，所以玫瑰切花壽命比康乃馨短。又康乃馨的呼吸率是菊花的3-4倍，所以康乃馨的販賣壽命沒有菊花長⁽⁴⁶⁾。

切花之呼吸率深受溫度所左右。降低溫度是減低呼吸延長切花貯藏、販賣壽命的最佳方法，與一般果蔬相同⁽⁵²⁾。Siegelman⁽⁷⁸⁾發現 'Better Times' 玫瑰呼吸率從5-15°C之Q₁₀為3.7，超出推測一般生理活動之Q₁₀為2-3倍不少，可見採收後立即低溫處理是何等重要。

4. 呼吸率與鮮花保存劑：

Scholes⁽⁷⁶⁾研究化學藥品對 'Velvet Times' 玫瑰呼吸作用之影響，發現藥品處理延

長保存壽命，却與呼吸作用無關。Coorts 等人⁽⁴⁸⁾指出 200 ppm 的 8-HQS 不會影響 'Velvet Times' 玫瑰之呼吸率，但加入 4% 蔗糖後，在採收後第六天，呼吸率增加了 50%。他們認為蔗糖是保存劑中關鍵成分，具有促進呼吸減少蒸散並延遲老化之效果。可見保存劑促進保存品質，非因抑制呼吸作用所致，而是促進呼吸作用。Marousky⁽⁴⁹⁾以 'Better Times' 玫瑰花瓣為材料，亦得同樣結果。最近 Kaltaler 與 Boodley⁽³⁷⁾以 'Red American Beauty' 玫瑰為材料，更肯定了蔗糖之功效，而單獨施用 8-HQS 者，反有減少呼吸作用及吸水力之趨勢，且切花外觀品質亦無優良效果。

Larsen 與 Frolich⁽⁴⁵⁾研究 8-HQC, SADH 及蔗糖，三者不同組合對 'Red Sim' 康乃馨老化之影響，發現單獨 8-HQC，或與 SADH 及蔗糖組合均能促進莖基水分之流通及延遲「更年尖峯」(climacteric peak) 的出現。

6-benzylamino purine (BA) 是一種植物生長素，對一些切花具有延長貯藏壽命之效果^(32, 52, 80)。MacLean 與 Dedolph⁽⁵³⁾發現康乃馨花莖處理 BA 後，呼吸率減少 22%，菊花減少 15%。Shirakawa 等⁽⁸⁰⁾發現火鶴花 (Anthurium) 處理 BA，呼吸率不斷下降，這種抑制呼吸作用，未成熟花朵比成熟花朵來的有效。但 Gilbert 與 Dedolph⁽²⁷⁾發現 BA 處理過的 'Mothers Day' 玫瑰花瓣，有促進呼吸作用之現象，對葉片之呼吸作用，則有抑制之效果。

五、成熟與老化

1. 採收適期：

正常的成熟與老化，將限制切花貯藏與瓶插壽命。一般以確保瓶插時能充分發育之最早熟度為採收適期。很多玫瑰品種、唐菖蒲及鳶尾都是蕾期採收。蘭花、康乃馨及大部分的菊科切花(如菊花、大理花、非洲菊)，蕾期採收插於水時，無法充分發育以達盛開狀，故多盛開時採收。最近適當蔗糖濃度及其他保存藥劑之應用，已使這些蕾期採收不容易發育好的切花，能開放的很好^(23, 31, 34, 42, 44, 55, 60, 61, 62)，大大地減少了採收包裝運輸貯藏上的困難。

2. 成熟及老化過程中與植物生長素之關係：

Went⁽⁹⁰⁾認為番茄的根能合成一種 "caulocaline" 生長素，是地上部生長所不可缺少的。Chibnall⁽¹⁶⁾發現被採摘下來的葉，蛋白質含量減少，致使組織很快老化而死亡。他認為根合成的生長素，深深地左右植物之代謝作用。後來 Kende⁽⁴⁰⁾從向日葵根溢出液分離出類似 kinetin 物質。Bui-Dang-Ha 與 Nitch⁽¹⁰⁾從根抽出液裡，發現有 cytokinin 的活性。Parups⁽⁶⁸⁾分析玫瑰、康乃馨、菊花及金魚草之新鮮及老化花瓣與葉片之蛋白質，發現老化組織的蛋白質含量少而且分子也較小。Kinetin 處理葉的結果，老化所含的蛋白質與新鮮葉組織類似，而乙烯處理，則促進老化，其蛋白質變化狀況與老化組織相類似。其他研究 BA 抑制切花老化及呼吸作用等之文獻不少^(5, 27, 29, 32, 53)。Mayak 與 Halevy⁽⁶³⁾第一個分析玫瑰植株上，發育中花朵之 cytokinin 含量，發現不管玫瑰花保存壽命長短，蕾期花瓣含 cytokinin 比老化時高，又保存壽命長的品種含的也比短者高。噴施 BA 都可以延遲老化，壽命短的品種，處理 BA 效果比壽命長者為佳。後來他們更發現 cytokinin 在花瓣剛要展開時含量最高，之後就降下來⁽⁶⁶⁾。從上面的引證，我們不難想像當切花切離母株時，就已斷絕了根合成長素的供應，此生長素不單限於 cytokinins，尚有 gibberellins 等(文獻見 Scott⁽⁷⁷⁾)。

早在 1858 年，Georg Fahnestock 已有乙烯能使花凋謝之記載。北方的冬天，由於燃料燃燒不完全，所產生的乙烯，常使康乃馨花瓣向內捲曲而凋謝，俗稱 "sleepiness"^(19, 24)。乙烯會使不少種花凋謝，如 Vanda 蘭，濃度在 1-3 ppb 之間，就能使花萼乾枯⁽⁸¹⁾。康乃馨則依暴露時間與溫度，其引起 "sleepiness" 的臨界濃度在 30~125 ppb 之間^(65, 86)。其他對乙

烯敏感的切花尚有水仙、玫瑰、飛燕草、多種蘭花、荷包花及金魚草，這些對乙烯敏感的花卉，它們本身就是乙烯的放出者（詳見 Burg⁽¹²⁾ 之文獻）。病害、組織受傷、壓力及受冷（chilling）將刺激花或其他組織放出更多的乙烯。乙烯對菊花、唐菖蒲、鬱金香、丁香、梔子花及萬壽菊不會造成嚴重傷害，但也許會縮短瓶插壽命⁽²⁵⁾。

Vanda 蘭（Vanda Miss Agnes Joaquim）在運輸過程中，包裝盒內常積聚乙烯，若把它暴露在乙烯中，花朵立即凋謝。這些現象使 Lindner⁽⁶¹⁾ 認為 Vanda 蘭花朵本身會產生乙烯而使花朵凋謝。後來 Akamine⁽²⁾ 測出當 97% Vanda 蘭凋謝時，它們放出的乙烯量達最高峯，其量為 3400 $\mu\text{l}/\text{kg}\cdot\text{hr}$ ，這是到目前所知放出乙烯最多的植物。除雄或授粉均能促進蘭花之凋謝。授粉使蘭花凋謝是因花粉帶來很多的 auxin，促進莖頭組織乙烯的產生，進而催化鄰近細胞產生乙烯，使花朵由花柱往外凋謝⁽¹³⁾。

Kaltaler 與 Boodley⁽⁸⁸⁾ 發現玫瑰花在同樣發育階段，於母株者產生乙烯比切下來的少很多。保存劑中含 2% 蔗糖與 200 ppm 8-HQS 者，促進乙烯的產生；單施蔗糖者不受影響，而單施 8-HQS 者，顯著地增加乙烯的產生。蔗糖加 8-HQS 或單單蔗糖，大大地促進保存品質，單施用 8-HQS 不能增加保存品質，這些結果使他們認為在 'Red American Beauty' 玫瑰，乙烯似非控制切花老化之致因。Mayak 與 Halvey⁽⁶⁵⁾ 發現玫瑰在老化初期，放出大量乙烯，保存壽命短者，乙烯大量放出的時間也較早。而 abscisic acid (ABA) 量的上升是在老化的後期，壽命短者含量也較高。又外施乙烯會促進老化，增加內在類似 ABA 物質之活性，而外施 ABA 不僅促進老化，還會抑制乙烯的產生。他們認為老化初期，乙烯量的上升是促進 ABA 合成的信號，當 ABA 增加後，經由 feed-back 作用抑制乙烯的產生。致於保存劑能否影響組織中 ABA 或其他生長素的變化，就作者所知，尚無文獻可尋。

切花在老化過程中，乙烯似扮演著重要的角色。如何防止或延遲乙烯的大量產生及除去已產生的乙烯，以免積聚過多引起周圍組織之受害，或使組織內乙烯含量一直保持很低，使它無法達到自我催化的最低濃度，便可保持切花的新鮮度。因此在實用上就發展了控制大氣貯藏法 [controlled atmosphere (CA) storage]，以化學或物理方法吸除包裝容器或貯藏室中的乙烯，及減壓貯藏法 (hypobaric storage) (文獻見 Burg⁽¹²⁾, Rogers,⁽⁷¹⁾)。三種方法中，以減壓貯藏法效果最好，例如康乃馨切花，在 0~2°C 一大氣壓下，可貯藏 3~4 星期，在減壓下可貯藏達 9 星期之久，取出後其瓶插壽命比剛採收者，有過之而無不及。有關這方面的文獻，除切花外，果疏文獻很多，在此不多贅述。

六、結 論

切花採收後之生理研究，尚在未成熟階段。最近十多年來對切花老化之生理與生化變化漸被人所注意。在我國花卉生產事業剛要起步之時，有關這方面的基本資料與應用是迫切需要的。

在相同環境下，切花劣變比不離母株者快。Post⁽⁷⁰⁾, Aarts⁽¹⁾, Lutz 與 Hardenburg⁽⁵²⁾, Rogers⁽⁷¹⁾ 已經指出很多因素造成切花劣變，要把每個因素完全分開是很難的。保存劑中之蔗糖與 8-HQS (或 8-HQC)，及植物荷爾蒙如 BA，乙烯或 ABA 都是用來分離及解釋這些劣變因素的生理工具。很明顯地切花很容易遭遇到水分逆境，而失去膨脹度。這使近年來不少工作從事於花莖堵塞特性之分析及其機制作用之研究。在生理性堵塞致因中，至少部分是經由酵素作用所造成的，其間之機制作用有待未來之努力。又如不同水質影響切花壽命也值得深入探討。

切花之代謝作用被研究的不多，近十年來觀察 8-HQS 與蔗糖對切花代謝與採收後生理之影響，發現主要是影響水分與能量的平衡。惜這方面的瞭解有限，需要加強研究才能在商業應用上，使切花獲得最大販賣壽命。

乙烯對切花之影響近十年來瞭解相當深入，所以能有效地控制它的放出，積聚及與切花之作

用。雖然我們對乙烯知道的不少，事實上也祇是抓到皮處，如切花在老化過程中，乙烯與其他荷爾蒙之關係，酵素之活動，蛋白質之分解等，尚待未來更多的努力。

參 考 文 獻

1. Aarts, J. F. T. 1957. On the keepability of cut flowers (in Dutch, English summary). Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 57:1-62.
2. Akamine, E. K. 1963. Ethylene production in fading Vanda orchid blossoms. Science 140:1217-1218.
3. Asen, S., K. H. Norris, and R. N. Stewart. 1971. Effect of pH and concentration of the anthocyanin-flavonol co-pigment complex on the color of 'Better Times' roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:770-773.
4. Backman, F. F. 1953. Respiratory drifts. p.40-62. In W. O. James (Ed.), Plant respiration. Oxford at the Clarendon Press. London.
5. Ballantyne, D. J. 1965. Senescence of daffodil (*Narcissus pseudonarcissus*) cut flowers treated with benzyladenine and auxin. Nature 205:819.
6. Bancroft, C. P. 1937. Studies on the keeping quality of flowers. M. S. Thesis. Ohio State University.
7. Besemer, S. T. 1961. Shipping methods used for fresh cut flowers evaluated in transcontinental trials. Calif. Agr. 15:6-7.
8. Boodley, J. W. 1969. Post-harvest life. p. 144-149. In J. W. Mastalerz and R. W. Langhans (Ed), A manual on the culture, management, diseases, insects, economics and breeding of greenhouse roses. Roses Incorporated
9. Bruszewski, T. E. 1968. The influence of chemical preservatives on postharvest respiration rates and biochemical changes in carnations, *Dianthus caryophyllus* L. Diss. Abstr. 29(3):856B.
10. Bui-Dang-Ha, D., and J. P. Nitch. 1970. Isolation of zeatin riboside from the chicory root. Planta 95:119-120.
11. Burdett, A. N. 1970. The cause of bent neck in cut roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95:427-430.
12. Burg, S. P. 1973. Hypobaric storage of cut flowers. HortScience 8:202-205
13. Burg, S. P., and M. J. Dijkman. 1967. Ethylene and auxin participation in pollen induced fading of Vanda blossoms. Plant physiol. 42: 1648-1650.
14. Carpenter, W. J., and H. P. Rasmussen. 1973. Water uptake rates by cut roses (*Rosa hybrida*) in light and dark. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98:309-313.
15. Carpenter W. J., and H. P. Rasmussen. 1974. The role of flower and leaves in cut flower water uptake. Scientia Hort. 2:293-298.
16. Chibnall, A. C. 1939. In "Protein metabolism in the plant" New Haven: Yale University Press.
17. Coorts, G. D. 1973. Internal metabolism changes in cut flowers. HortScience 8: 195-198.
18. Coorts, G. D., and J. B. Gartner, and J. P. McCollum. 1965. Effect of senescence and preservative on respiration in cut flowers of *Rosa hybrida*, 'Velvet Times'. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:779-780.
19. Crocker, W., and L. I. Knight. 1908. Effect of illuminating gas and ethylene upon flowering carnations. Bot. Gaz. 46:259-275.

20. Currey, G. S. 1927. The cause of bluing of roses. *J. Proc. Roy. Soc. N. S. Wales* 61:307-314.
21. Davidson, O. W. 1949. Effect of ethylene on orchid flowers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 53:440-446.
22. Durkin, D., and R. Kuc. 1966. Vascular blockage and senescence of the cut rose flower. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66:683-688.
23. Farnham, D. S., C. Barr, and A. H. Halevy. 1971. The value of using chemical solutions for conditioning and bud opening carnations. *Flor. Rev.* 148(3846):27-28, 63-64.
24. Ferguson, W. 1941. Sleepiness in carnations. *Div. of Hort., Centr. Expt. Farm, Dominion Dept. Agr., Ottawa Contrib.* 591:509-518.
25. Fischer, C. W. 1950. Ethylene gas a problem in cut flower storage. *N. Y. State Flow. Grow. Bul.* 61:1,4
26. Ford, H. E., D. T. Clark, and R. F. Stinson. 1961. Bacteria associated with cut flower containers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:635-636.
27. Gilbert, D. A., and R. R. Dedolph. 1965. Phytokinin effects on respiration and photosynthesis in roses and broccoli. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:774-778.
28. Gilman, K. F., and P. L. Steponkus. 1972. Vascular blockage in cut roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:662-667.
29. Halevy, A. H., D. R. Dilley, and S. W. Wittwer. 1966. Senescence inhibition and respiration induced by growth retardants and N⁶-benzyladenine. *Plant Physiol.* 41:1085-1089.
30. Halevy, A. H., and S. H. Wittwer. 1965. Prolonging cut flower life by treatment with growth retardants B²-Nine and CCC. *Flor. Rev.* 136(3516):59-40.
31. Hardenburg, R. E., H. C. Vaught, and G. A. Brown. 1970. Development and vase life of bud-cut Colorado and California carnations in preservative solutions following air shipment to Maryland. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:18-22.
32. Heide, O. M., and Oydvin. 1969. Effect of 6-benzylamino-purine on the keeping quality and respiration of glasshouse carnations. *Hort. Res.* 9:26-36.
33. Holley, W. D. 1963. Grow keeping quality into your flowers. p. 9-18. In M. N. Rogers, (Ed.). *Living flowers that last—a national symposium*, Univ. Missouri, Columbia.
34. Holley, W. D., and L. Cheng. 1967. Harvesting and handling of immature carnations. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 90:377-383.
35. Howland, J. W. 1945. A study of the keeping quality of cut roses. *American Rose Annual* 30:51-66.
36. Jurd, L., and S. Asen. 1966. The formation of metal and co-pigment complexes of cyanidin 3-glucoside. *Phytochemistry* 5:1263-1271.
37. Kaltaler, R. E. L., and J. W. Boodley. 1970. The effect of a chemical preservative and its components on the respiration rate, solution uptake, fresh weight changes, pH changes and the visual appearance of 'Red American Beauty' roses during senescence. *HortScience* 5:134 (Abstr.).
38. Kaltaler, R. W. L., and J. W. Boodley. 1970. The production of ethylene by 'Red American Beauty' roses during senescence. *HortScience* 5:134~135 (Abstr.).
39. Kaltaler, R. E. L., and P. L. Steponkus. 1974. Uptake and metabolism of sucrose in cut roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:490-493.

40. Kende, H. 1965. Kinetinlike factors in the root exudate of sunflowers. Proc. Acad. Sci. U. S. A. 53:1302-1307.
41. Kidd, F., and C. West. 1930. Physiology of fruit. 1. Changes in the respiratory activity of apples during their senescence at different temperatures. Proc. Roy. Soc. (London). B 106:93-109.
42. Kofranek, A. M., and A. H. Halevy. 1972. Conditions for opening cut chrysanthemum flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97:578-584.
43. Kohl, H. C. 1961. Rose neck drop. Calif. State Florist Assn. 10:4-5.
44. Kohl, H. C., and D. E. Smith. 1960. Development of carnation flowers cut before fully open. Carnation Craft 53:7-8.
45. Kuc, R. H. 1964. Nitrogen and organic acid metabolism of aging Better Times roses. Ph. D. Thesis. Purdue University, Lafayette, Indiana.
46. Kuc, R., and M. Workman. 1964. The relation of maturity to the respiration and keeping quality of cut carnations and chrysanthemums. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:575-581.
47. Larsen, F. E., and R. W. Cromarty. 1966. Effect of alar on microorganism growth in relation to cut flower senescence. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69:723-726.
48. Larsen, F. E., and M. Frolich. 1969. The influence of 8-hydroxyquinoline citrate, N-dimethylamino succinamic acid, and sucrose on respiration and water flow in 'Red Sim' cut carnations in relation to flower senescence. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:289-292.
49. Larsen, F. E., and J. F. Seholes. 1965. Effects of sucrose, 8-hydroxyquinoline citrate and N-dimethylamino succinamic acid on vase-life and quality of cut carnation. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87:458-463.
50. Laurie, A. 1936. A retrospect looking back ten years on floricultural research. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34:669-676.
51. Lindner, R. C. 1946. Studies on packaging and storage of Vanda (Joacquin) flowers. Hawaii Agr. Expt. Sta., Univ. of Hawaii Progress Notes 49.
52. Lutz, J. M., and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agr. Handb. 66.
53. Maclean, D. C., and R. R. Dedolph. 1962. Effects of N⁶-benzylaminopurine on post-harvest respiration of *Chrysanthemum morifolium* and *Dianthus caryophyllus*. Bot. Gaz. 124:20-21.
54. Marousky, F. J. 1968. Influence of 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose on vase-life and quality of cut gladiolus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 81:415-419.
55. Marousky, F. J. 1968. Physiological role of 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose in extending vase-life and improving quality of cut gladiolus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 81:409-414.
56. Marousky, F. J. 1969. 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.
57. Marousky, F. J. 1969. Influence of various commercial floral preservatives and 8-hydroxyquinoline citrate plus sucrose on development and lasting ability of flower buds of several chrysanthemum cultivars. Proc. Fla. State Hort. Soc. 82:398-403.

58. Marousky, F. J. 1969. Vascular blockage, water absorption, stomatal opening, and respiration of cut 'Better Times' roses treated with 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:223-226.
59. Marousky, F. J. 1971. Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut roses induced by pH, 8-hydroxyquinoline citrate, and sucrose. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:38-41.
60. Marousky, F. J. 1972. Water relations, effects of floral preservatives on bud opening, and keeping quality of cut flowers. *HortScience* 7:114-116.
61. Marousky, F. J. 1973. Recent advances in opening bud-cut chrysanthemum flowers. *HortScience* 8:199-202.
62. Mayak, S., B. Bravdo, A. Gvilli, and A. H. Halevy. 1973. Improvement of opening of cut gladioli flowers by pretreatment with high sugar concentrations. *Scientia Horti.* 1:357-365.
63. Mayak, S. and A. H. Halevy. 1970. Cytokinin activity in rose petals and its relation to senescence. *Plant Physiol.* 46:497-499.
64. Mayak, S., and A. H. Halevy. 1971. Water stress as the cause for failure of flower bud opening in iris. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96:482-483.
65. Mayak, S., and A. H. Halevy. 1972. Interrelationship of ethylene and abscisic acid in the control of rose petal senescence. *Plant Physiol.* 50:341-346.
66. Mayak, S., A. H. Halevy, and M. Katz. 1972. Correlative changes in phytohormones in relation to senescence processes in rose petals. *Physiol. plant.* 27:1-4.
67. Mayak, S., A. H. Halevy, S. Sagie, A. Bar-Yoseph, and B. Bravdo. 1974. The water balance of cut rose flowers. *Physiol. Plant.* 31:15-22.
68. Parups, E. V. 1971. Disc electrophoresis of proteins of senescing and fresh leaves and petals of certain ornamental plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 168-171.
69. Parups, E. V., and J. M. Molnar. 1972. Histochemical study of xylem blockage in cut roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:532-534.
70. Post, K. 1955. Florist crop production and marketing. Orange Judd N. Y.
71. Rogers, M. N. 1973. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. *HortScience* 8:189-194.
72. Sacalis, J. N. 1974. Inhibition of vascular blockage and extension of vase life in cut roses with an ion exchange column. *HortScience* 9:116-125.
73. Sacalis, J. N., and D. Durkin. 1972. Movement of ¹⁴C in cut roses and carnations after uptake of ¹⁴C-sucrose. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:481-484.
74. Scheffer, R. P., and J. C. Walker. 1953. The physiology of Fusarium wilt of tomato. *Phytopathology* 43:116-125.
75. Scholes, J. F. 1963. Some effects of various chemicals on the postharvest physiology of Velvet Times roses. M. S. Thesis. Cornell University.
76. Scholes, J., and J. W. Boodley. 1964. Improved lasting life of 'Velvet Times' roses with chemicals. *N. Y. State Flow. Grow. Bul.* 224:1-2,4.
77. Scott, T. K. 1972. Auxins and roots. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 23:235-258.
78. Siegelman, H. W. 1952. The respiration of rose and gardenia flowers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59:496-500.
79. Siegelman, H. W., C. T. Chow, and J. B. Biale. 1958. Respiration of developing rose petals. *Plant Physiology* 33:403-409.
80. Shirakawa, T., R. R. Dedolph, and D. P. Watson. 1964. N-6-benzyladenine effects

切花之採收後生理

- on chilling injury, respiration, and keeping quality of *Anthurium andraeanum*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85:642-646.
81. Stocking, C. R. 1948. Recovery of cut shoots after wilting. Plant Physiol. 23:152-155.
 82. Stoddard, E. M., and P. M. Miller. 1962. Chemical control of water loss in growing plants. Science 137:224.
 83. Stoltz, L. P. 1955. The keeping quality of cut flowers with special emphasis on 'Better Times' roses. M. S. Thesis. The Ohio State Univ. Columbus.
 84. Twigg, M.C. 1952. Physiological and chemical studies on the keeping quality of Better Times roses. 97 pp. Ph. D. Thesis. Ohio State Univ.
 85. Uota, M. 1969. Carbon dioxide suppression of ethylene-induced sleepiness of carnation blooms. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:598-601.
 86. Uota, M. 1970. Sleepiness of carnation blooms- how much ethylene does it take? Flor. Rev. 146(3772):35,65-67.
 87. Waters, W. E. 1967. Toxicity of certain Florida well waters to cut flowers. Proc. Fla. State Hort. Soc., 79:456-459.
 88. Waters, W. E. 1968. Relationship of water salinity and fluorides to keeping quality of chrysanthemum and gladiolus cut flowers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92:633-640.
 89. Weinstein, L. H. 1957. Senescence of roses. 1. Chemical changes associated with senescence of cut 'Better Times' roses. Contrib. Boyce Thompson Inst. 19: 33-48.
 90. Went, F. W. 1943. Effect of the root system on tomato stem growth. Plant Physiol. 18:51-65.
 91. Wilkins, H. F. 1965. Factors affecting carbon dioxide and ethylene gas production in flowers of the carnation (*Dianthus caryophyllus* Linn.) cultivar Red Gayety. Ph. D. Thesis, University of Illinois, Urbana.
 92. Winstead, N. N., and J. C. Walker. 1954. Production of vascular browning by metabolites from several pathogens. Phytopathology 44:153-158.
 93. Woltz, S. S. 1966. Improvement of quality of chrysanthemum cut flowers by light. Flor. Rev. 137(3560):27-28.
 94. Woltz, S. S., and W. E. Waters. 1967. Effects of storage lighting and temperature on metabolism and keeping quality of *Chrysanthemum morifolium* cut flowers relative to nitrogen fertilization. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91:633-644.