

低溫對採收後‘月華’苦瓜果實之影響

郭純德¹ 蔡平里²

1. 國立宜蘭技術學院園藝系副教授

2. 國立台灣大學園藝學系教授

摘要

在2至25°C溫度範圍內，採收後綠熟的‘月華’苦瓜果實之呼吸率與乙烯生成率，隨溫度上升而增加。呼吸率與乙烯生成率在更年前期均低；而二者之呼吸更年上升，則隨溫度之上升而提早出現。苦瓜果實寒害之徵狀為，表皮凹陷、果實轉色不良且無法後熟軟化、及果肉呈水浸狀。經回溫試驗結果得知，採收後苦瓜果實貯放在2°C、3天以上或者8°C、7天以上，均會發生寒害現象。

關鍵字：苦瓜、採收後果實、低溫、寒害、逆境乙烯、呼吸率

Effect of Low Temperature on Postharvest Fruit in Bitter Gourd (*Momordica charantia* L., cv. Moon Shine)

Chun-Teh Kuo¹ Ping-Lie Tsai²

1. Associate Professor, Department of Horticulture, National I-Lan Institute of Technology
2. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University

Abstract

Chilling injury of postharvest fruit in bitter gourd 'Moon Shine' was investigated. The ethylene production and respiratory rate increments of mature green fruits was positively correlated to temperature increments from 2 to 25 °C . The lag phase of the preclimacteric period of the fruit was shortened in higher storage temperature. Symptoms of chilling injury in fruit included surface pitting , loss of yellowing and softening ability, water-soaking and breakdown. Those symptoms were developed in harvested fruits stored at 2 °C for more than 2 days, and at 8 °C for more than 7 days, respectively.

Key Words: bitter gourd (*Momordica charantia* L., cv. Moon Shine), postharvest fruit, low temperature, chilling injury, stress ethylene, respiratory rate

一、前言

寒害 (chilling injury)，也稱為冷害，是指一些對低溫敏感 (chilling sensitive) 之作物或其器官、組織，在凍結點 (freezing point) 以上、但低於15 的低溫環境時，由於細胞受到傷害或死亡，所顯現的生理異常及組織壞死的現象 [1,2,3]。早在1896年Molish氏就曾明白表示，有許多作物常為凍結點 (freezing point) 以上的低溫傷害致死，渠因此建議將這種低溫導致的生理性傷害 (physiological harm) 稱為寒害，以別於冰點以下低溫所造成的凍害 (freezing injury) [1]。

大多數原產於熱帶和亞熱帶的園藝作物，在遇到低於15 高於凍結點的溫度時，常誘致生理傷害，發生寒害徵狀 [1]。植物體組織並非只在採收後低溫貯藏時期受到寒害的威脅。作物從發芽到衰老的發育過程中，包括田間生長、採收貯運、櫥架展售、乃至於消費者的冰箱內，都有可能遭受到低溫的傷害。因此認識並了解寒害現象，對於園藝事業工作者，生產者和消費者均至為重要 [2]。

對於園產品而言，寒害是採後處理上一項嚴重的問題。由於降低品溫是各種保鮮手段中最有效可行的方法，故對於低溫敏感作物而言，在處理和貯運過程中若遭到不適當低溫引起的寒害，常會影響其採後品質和縮短櫥架壽命 [2]。降低溫度可以減少果蔬的呼吸率、乙烯生成速率和老化速率，減低失水率，以及降低微生物的生長速率和園產品的腐敗；低溫冷藏是延長採收後園產品壽命最有效的方法 [1]。然而不幸的是，許多原生於熱帶或亞熱帶的採收後園藝產品，如苦瓜 [4]、扁蒲 [5]、絲瓜 [6]、極柑 [7] 及蓮霧 [8] 等很容易受到低溫之傷害。

苦瓜係葫蘆科 (Cucurbitaceae) 苦瓜屬 (Momordica) 中經濟栽培的攀緣性草本植物，其果實的形態構造為漿果 [9]。它原產熱帶亞洲，16世紀傳入中國，在台灣及兩廣等地區栽培較盛 [10]。有些園藝作物具有多種用途，苦瓜就有食用、醫療及觀賞等多項用途 [11]。近年來，台灣苦瓜栽植面積與年產量維持在2,800公頃及50,000公噸左右，漸受消費者所喜愛，為台灣重要的果菜之一 [12]。惟國產苦瓜採收後經常在貯運途中迅速後熟老化劣變，導致整箱果實因黃化、軟化、腐爛而失去商品價值 [13,14]。Pantastico氏 [15] 推薦苦瓜果實應在0.6到1.7 ，90到95%相對溼度下貯藏，其貯藏期長達四週；但Tatsumi和Murata氏 [16] 的研究指出，苦瓜在相對溼度85到90%間，2 下、2到3天，5 下、5到7天內會發生寒害。根據初步觀察，‘農友二號’苦瓜果實在10 下會發生寒害 [4]。本文旨在進一步探討低溫對‘月華’苦瓜果實寒害發生之影響，俾作為改進國產苦瓜貯運技術之參考依據。

二、材料與方法

本研究以農友種苗公司‘月華’品種苦瓜為材料。試驗用苦瓜果實取自台南縣東山鄉黃姓農友隧道式栽培之苦瓜園。當苦瓜雌花盛開時標示，採收開花後16天同一成熟度 (maturity) 之果實，以塑膠網袋包裹保護運送嘉義農專園產品處理研究室。瓜果稱重記錄，靜置實驗桌上1小時平衡果溫後，移入各恆溫冷藏室進行試驗。

(一) ‘月華’苦瓜果實在不同溫度下之呼吸率及乙烯生成率：

以開花後16天生理成熟度‘月華’苦瓜為材料，在2 、8 、12.5 及25 等黑暗恆溫室中，測定其呼吸率及乙烯生成率。將苦瓜單一果實，放入6公升壓克力呼吸缸內密封，以流通式通入空氣，並利用水位及毛細管控制連接在每一呼吸缸之空氣流速 [17]。空氣流速以每小時交換呼吸缸容積大小的氣體為原則。流經呼吸缸的空氣，係引自室外的新鮮空氣，先經含高錳酸鉀的淨氣瓶，然後在通入裝有蒸餾水之空氣濕化瓶，再通入呼吸缸中。每一呼吸缸內置單一苦瓜果實，每處理三重複。

呼吸率 (respiratory rate) 的測定：每隔一段時間，由呼吸缸的出氣口，用塑膠針筒抽取1 ml氣體，以日本島津公司 (Shimadzu) 出品的氣相層析儀器 (Model GC-8AIT) 分析二氧化碳，以TCD (thermal conductivity detector) 為檢測器，溫度為60 ，層析管為填充Porapak Q (80-100 mesh) 的不銹鋼管 (1/8" × 6 ft)，管柱溫度為70 ，以氮氣為carrier gas。果實之呼吸率以 mg CO₂ /kg/hr 表示之，mg CO₂/ml CO₂ 之換算比值依溫度變而調整 [18]。

乙烯生成率 (ethylene production) 之測定：每隔一段時間，由呼吸缸的出氣口，用塑膠針筒抽取1 ml氣體，以氣相層析儀器 (Shimadzu Model GC-8APF) 分析，以FID為檢測器，溫度為110 ，層析管內填充活化氧化鋁 (active aluminum 80-100 mesh) 的不銹鋼管 (1/8" × 6 ft)，管柱溫度為70 ，以氮氣為carrier gas。乙烯之生成速率單位為 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 / \text{kg} \cdot \text{hr}$ 。

(二)、不同之低溫及低溫期間對‘月華’苦瓜果實之呼吸率、乙烯生成率、失重率及果皮黃化之影響：

以生理成熟度為開花後16天‘月華’苦瓜果實，分別在2、8、及12.5 黑暗恆溫室相對濕度100%通氣式大塑膠袋中1、3、5、7、9、11天後，移置25 恆溫度下2.5天，於移溫置入呼吸缸後12小時測第一次，每隔約12小時測量其呼吸率及乙烯生成率。每一個呼吸缸內置單一苦瓜，每處理三重複。

苦瓜果皮黃化之目測評分，係定時以果皮黃化面積比率0%、20%、40%、60%、80%及100%，個別給予分數0、1、2、3、4、5。而失重率(%)，係以減少之重量除以原新鮮總重量，再乘以100。

(三) ‘月華’苦瓜果實在0 下2天其乙烯生成率和多胺含量之變化：

以開花後16天生理成熟度‘月華’苦瓜為材料，在0 黑暗恆溫室中2天後，移至20 6小時再測定其乙烯生成率及果肉中自由態多胺(如 putrescine、spermidine 和 spermine)含量。每一呼吸缸內置單一苦瓜，每處理三重複。乙烯生成率係以密閉法，即將果實樣本密閉在20 之呼吸缸內1小時，再以1 ml之針筒抽取缸內之氣體樣本，以GC-FID分析測得其乙烯生成率。而自由態多胺含量之分析，則參考Redmond & Tseng氏[19]和Flores & Galston氏[20]之方法進行。

多胺含量之測定：精稱0.2公克苦瓜果實粉末，置於塑膠離心管內，加入 10ml 5% PCA (perchloric acid)，以渦動器(vortex)均勻之，用石臘紙封好，置於0 過夜，10,000g 離心 30分鐘，取上清液，得到自由態之多胺，進行多胺含量分析[19,20]。HPLC 分析之條件為：管柱：Finepak SIL C18T-5 250mm × 4.6mm；流動相：51% (v/v) 甲酸；流速：1ml/min；檢測器：uv 254nm (Jasco 875 uv)；注射量：20ml。

測定多胺含量流程如下列：

取1ml萃液 + 0.1ml 1,6Hexamine + 1ml 4N NaOH + 5ml Benzoyl Chloride

以渦動器均勻10秒，置於室溫30分鐘

加入 2ml 飽和 NaCl溶液，終止反應

加入 2ml 乙醚萃取，蓋好封蓋激烈搖盪均勻

以 1,000g 離心 5 分鐘，抽取 1ml 乙醚

置於抽風櫥內以乾燥之空氣吹乾後，以 1ml 之甲醇溶出，待HPLC分析。

三、結果

(一) ‘月華’苦瓜果實在不同溫度下之呼吸率及乙烯生成率：

‘月華’苦瓜在2 25 不同溫度下，其呼吸率隨溫度上升而增加，而且呼吸更年上升(Climacteric rise)隨溫度之上升而提早。乙烯生成率之變化趨勢也有相似情形。花後16天之‘月華’苦瓜放置在25 黑暗恆溫室下，在採收後第五天達呼吸作用及乙烯生成率之高峰；其呼吸率約136mg/kg/hr，其乙烯產生量約1.2 μ l/kg/hr。在12.5 黑暗恆溫室中第九天其乙烯生成量開始增加，果實在第十天開始黃化(黃化面積約10%)，惟其呼吸率並無上升現象。8 及2 下20天(部份資料未列)，其乙烯生成率及呼吸率變化不大，乙烯產生量均低於0.5 μ l/kg/hr，而呼吸率則分別維持在20及15mg/kg/hr左右(圖1)。

(二)、不同低溫及處理時間對‘月華’苦瓜果實呼吸率及乙烯釋放率之影響：

2 低溫下1天的‘月華’苦瓜果實，移置25 後之二天內，其乙烯生成率低於1 μ l/kg/hr，而其呼吸率則在110mg/kg/hr左右，與25 之對照組相近。惟2 低溫下3天的苦瓜，在移置25 後第2天，其乙烯生成率大量增加至2.1 μ l/kg/hr，而呼吸率由110增加至200mg/kg/hr(圖2)。

8 低溫下，1、3、5天之‘月華’苦瓜果實，移置25 後二天內，其乙烯生成率均遠低於1 μ l/kg/hr，但8 低溫下7天以上的‘月華’苦瓜其乙烯生成率明顯增加，並隨著低溫時間的延長其乙烯之生成率增加。就呼吸率而言，8 下1天再移置25 後，與25 對照組相近，約105mg/kg/hr；8 下3及5天再移置25 後，先各別增加至130及160mg/kg/hr，而後各別逐漸下滑至100及110mg/kg/hr，亦與25 對照組相近，二者均保有正常後熟能力；至於8 下7天及9天之苦瓜果實移溫後，其呼吸率分別在移溫後一天即升高至160及180mg/kg/hr以上(圖3)。

12.5℃下，對照組的‘月華’苦瓜果實，在第9天即開始逐漸黃化後熟。‘月華’苦瓜果實移至25℃下3、5天再移置25℃，其乙烯生成率均在 $2\mu\text{l/kg/hr}$ 以下，而呼吸率均約 100mg/kg/hr 左右。而12.5℃下7天及9天之苦瓜移溫後，其乙烯生成速率及呼吸率隨著果實後熟、崩裂、腐爛而增加並居高不下（圖4）。

（三）、不同低溫及處理時間對‘月華’苦瓜果實失重率及果皮黃化能力之影響：

‘月華’苦瓜果實在2℃、8℃及12.5℃經不同處理期間移置25℃後，果實失重率隨著在25℃時間的增加以及在低溫處理期間之延長而增加。就2℃、8℃、12.5℃處理3天而言，隨著處理溫度的上升其失重率增加。就2℃及8℃可能誘致寒害發生的低溫而言，低溫期間越長其移溫後之失重情形越嚴重（圖5）。‘月華’苦瓜果實在2℃、8℃及12.5℃，經不同處理期間移置25℃後，果實之黃化程度隨著處理溫度的上升而增加，但隨著低溫處理期間的延長，黃化程度反而漸減（圖5）。

（四）、在0℃下貯藏2天對‘月華’苦瓜果實乙烯生成率及多胺含量之影響：

開花後16天生理成熟度之綠熟苦瓜果實，在0℃黑暗恆溫室中貯藏2天後，其乙烯之生成約增加了3倍；而果肉中自由態 putrescine 的含量增加2倍，spermidine 和 spermine 之含量則未有明顯的增加（圖6）。

四、討論

溫度之高低對於園產品保鮮而言，是個極為重要的環境因子。它影響了呼吸作用等基本生理代謝速率，同時也決定了空氣中飽和水蒸氣壓的大小，因而影響水蒸氣壓差（vapor pressure difference, 簡稱VPD），進而影響園產品的失水。通常，採收後園產品之呼吸率及乙烯生成率，隨著溫度上升而增加；而對於更年性果實而言，其更年前期（preclimacteric stage）隨著溫度之上升而減短〔21〕。‘農友二號’苦瓜係更年性果實，其更年前期隨溫度之上升而減短，而其呼吸率及乙烯生成隨溫度之上升而增加〔4〕；而‘月華’苦瓜果實也有相似的情形（圖1）。

園產品發生寒害時，通常會伴隨一些異常的生理現象，產品由低到高變溫後其呼吸率的異常上升〔22〕與乙烯釋放量的遽增〔23〕是非常顯著的變化，而此兩項之變化幅度與寒害之嚴重性有關，可以作為寒害程度之良好指標〔2〕。果實經低溫逆境後回溫，其呼吸速率明顯地大量增加，據推測其發生機制與粒線體的不偶合氧化磷酸化有關。當果實受到寒害時，氧化磷酸化能力下降，ATP的合成減少，導致細胞完整性的喪失，不正常的呼吸活性，不完全氧化和有毒物質的累積〔1,2〕。乙烯生成率的增加是另一個植物受寒害之指標。此種由逆境寒害所產生的乙烯，其生合成途徑與一般果實後熟期的更年性自動催化作用所生成的大量乙烯合成途徑相同；係均由Methionine SAM ACC C₂H₄〔24,25〕。Wang和Adams氏〔26〕在胡瓜實驗中發現：在低溫下其乙烯之生成、ACC之含量和ACC synthase之活性並無變化，但在回到室溫後，三者均大量增加。渠等經進一步實驗後認為：ACC synthase的mRNA在低溫中已合成完成，但轉譯(translation)則要在回到室溫後才進行。回溫後會產生大量的乙烯。但嚴重低溫反而會抑制ACC和C₂H₄的生合成。因為細胞膜的完整性喪失，而使膜上的乙烯形成酵素(ethylene-forming enzymes, EFE)受到嚴重破壞，無法將ACC轉變成乙烯，導致乙烯的生成量減少〔27〕。雖然，EFE為膜上酵素的理論已受到質疑，但寒害的發生與膜有關仍為大家普遍接受的共識〔1,2,3,28〕。

Tatsumi 和Murata氏〔16〕曾研究葫蘆科作物的果實，對低溫之敏感度及寒害發生程度，得知苦瓜對低溫極為敏感，它在0℃下2至3天或5℃下7至8天即發生寒害。‘月華’苦瓜經回溫處理試驗發現，瓜果在2℃下3天，移至25℃後2天、其乙烯生成率從檢測不到遽增為超過 $2\mu\text{l/kg/hr}$ ，而呼吸率異常上升至 200mg/kg/hr ，隨著低溫期間的延長而明顯增加，並且居高不下，果實無法自然後熟（圖2）；在2℃下1天的果實，變溫至25℃後2天內其呼吸率和乙烯生成率並未有明顯之異常上升，果實仍然於數天後自然黃化後熟老化。8℃下、7天以上有寒害現象，而5.5天則否（圖3）。在12.5℃下，處理組瓜果在移溫處理後均仍能自然後熟老化，並無寒害現象發生（圖4）。

扁蒲(bottle gourd), 在0℃及5℃的低溫貯藏下會出現寒害徵狀。初期為果實表面出現淡褐色瘀傷斑點，再逐漸發展成黑褐色凹陷塊斑，而後腐爛〔5〕。絲瓜(luffa)果實對低溫敏感，貯藏在0℃、6天及5℃、8天後，移至室溫時，會出現表皮凹陷變黑、細胞結構瓦解而使內容物流出、內部果肉變色褐化等寒害徵狀〔6〕。經觀察苦瓜果實寒害之徵狀為，表皮凹陷(pitting)，果實無法正常後熟，果皮轉色不良，以及果肉呈水浸狀。隨著瓜果在低溫環境下期間的延長，變溫後其果皮黃化能力明顯逐步受阻（圖5）；低溫使果皮凹陷受傷，其失水率亦隨著在低溫期間的延長而明顯增加（圖5）。

多胺廣泛地存在於生物體內[36,37]。它可以控制植物之生長分化；但截至目前並未確切地瞭解其作用機制。同時，它到底是屬於植物荷爾蒙之一，或屬於植物生長調節劑之一，或者為荷爾蒙二次訊息(hormonal second messenger)之定位問題，尚處爭議未決之中[36]。在高等植物中，最主要的多胺有 putrescine、spermidine 和 spermine。多胺在植物發育上扮演著調節生長的角色，在植物生理上扮演著適應與保護的角色[36,37]。

酪梨果實發育過程中，其 putrescine、spermidine和 spermine含量先快速增加，在花後30天達高峰，其後迅速下降，並於花後150天降至最低。酪梨發育後期其多胺之含量極低，乙烯生成亦低，未見明顯增加；採收後酪梨果實在後熟過程中，乙烯之生成劇增，但多胺之含量很低且並未有明顯改變[38]。苦瓜發育過程中，spermine在花後6天及12天幼果中含量較高，隨成熟度之增加其含量銳減。而 spermidine和 putrescine含量則隨成熟度之增加而增加；乙烯生成速率在整個發育期間含量很低，但隨成熟度之增加而增加，前後約增加了4倍以上（圖6）。

寒害發生的機制（mechanism），目前有許多假說如代謝不平衡、有毒物質的累積及膜的滲透性增加等等，未有定論〔1〕；不過，一般咸信寒害與膜有密切關係〔2,28〕。各種蔬果之寒害徵狀並不相同，因作物種類及寒害程度而異〔2〕。植物在發生寒害的低溫中，從最初反應（primary responses）的細胞膜相改變，到仍為可逆的次級反應（secondary responses）如呼吸率與乙烯生成率的驟然上升等，再進而成為不可逆（irreversible）改變如表皮凹陷與組織壞死等寒害徵狀顯現，端視植物體本身對低溫之敏感度和其在田間發育情形，及所處的低溫程度和期間長短而異〔1,2〕。

五、結 論

對於果蔬寒害，雖然有許多減低其損害程度之方法可資應用，不過最初步且直接的方法，就是找出其寒害臨界溫度及忍受低溫期間，並避免其暴露在更低溫度及更長期間〔1,2,3〕。就‘月華’苦瓜果實而言，要減少其表皮凹陷與果肉組織無法黃化等寒害徵狀的發生，最簡單而直接的方法，就是避免將苦瓜果實貯放在2以下、3天以上，及8 以下、7天以上。

六、謝 誌

本研究得以完成，感謝國立嘉義大學園藝系呂明雄、李堂察教授慨借儀器並提供寶貴意見；國立台灣大學園藝學系王自存教授慨借多胺分析儀器與藥品，並提供寶貴意見。

七、參考文獻

1. Lyons, J.M. (1973), "Chilling injury in plants", *Ann. Rev. Plant Physiol.*, Vol.24, pp.455-466.
2. Morris, L.L. (1982), "Chilling injury of horticultural crops: An overview", *HortScience*, Vol.17, pp.161-162.
3. Wang, C.Y. (1993), "Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables", *Hortic. Rev.*, Vol.15, pp.62-95.
4. 郭純德（1987），苦瓜採收成熟度與採收後生理之研究，國立台灣大學園藝學研究所碩士論文，70頁。
5. 卓麗純（1991），溫度對扁蒲果實採後生理與寒害發生之影響，國立台灣大學園藝學研究所碩士論文，73頁。
6. 邱繹瑾（1996），溫度調適與低氧處理對絲瓜果實寒害力之影響，國立台灣大學園藝學研究所碩士論文，99頁。
7. 劉富文、潘靜慧、薛淑滿、洪紫馨（1998），「採收成熟度及貯藏溫度對椪柑貯藏壽命之影響」，*中國園藝*，第44卷，第239-252頁。
8. 洪登村、林宗賢、蔡平里、方祖達（1989），「蓮霧果實的損傷概況及寒害病徵觀察」，*興大園藝*，第14卷，第45-60頁。
9. 王進生（1994），「苦瓜」，*園藝之友*，第41期，第35-38頁。
10. 胡昌熾（1966），「苦瓜」，316-317頁，在：胡昌熾，*蔬菜各論*，中華書局，台北。
11. Morton, J.F. (1967), "The balsam pear: an edible, medicinal and toxic plant", *Econ. Bot.*, Vol.21, pp.57-58.
12. 台灣省政府農林廳（1999），*台灣農業年報*，台灣省政府農林廳，台灣省，中興新村。
13. 黃鵬（1985），「溫度、塑膠袋包裝及乙烯吸收劑對採收後苦瓜品質之影響」，*花蓮區農業改良場研究彙報*，第1輯，第89-95頁。
14. 韓青梅、林棟樑（1995），「夏季期間南菜北運改良處理技術應用效果之調查」，83年度建立農水畜產品低溫運銷系統計畫成果報告，第57-61頁。
15. Pantastico, Er.B. (ed.) (1975), *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables.*, AVI Publ. Co., Westport Conn. 560 pp.
16. Tatsumi, Y. and T. Murata. (1981), "Relation between chilling sensitivity of cucurbitaceae fruits and the membrane permeability", *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, Vol.50, pp.108-113.

17. Claypool, L.L. and R.M. Keefer (1942), " A colorimetric method for CO₂ determination in respiration studies ", Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 40, pp. 177-186.
18. 蔣明南 (1986), 「園藝作物採收後呼吸作用測定方法之研究」, 中華農學會報(新), 第135卷, 第34-48頁。
19. Redmond, J.W. and A. Tseng (1979), " High-pressure liquid chromatographic determination of putrescine, cadaverine, spermidine and spermine ", J. of Chromatography, Vol. 170, pp. 479-481.
20. Flores, H. E. and A. W. Galston (1982), " Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography ", Plant Physiol., Vol. 69, pp. 701-706.
21. Lee, L. K. and R. E. Young. (1984), " Temperature sensitivity of Avocado fruit in relation to C₂H₄ treatment ", J. Amer. Soc. Hort. Sci., Vol. 109, pp. 689-692.
22. Field, R. J. (1990), " Influence of chilling stress on ethylene production ", pp. 235-256. In: C. Y. Wang (ed.), Chilling injury of horticultural crop, CRC Press, Boca Roton, FL.
23. Lyons, J.M. and R. W. Briedenbach. (1990), " Relation of chilling stress to respiration ", pp. 223-234. In: C. Y. Wang (ed.), Chilling injury of horticultural crop, CRC Press, Boca Roton, FL.
24. Yang, S.F. (1985), " Biosynthesis and action of ethylene ", HortScience, Vol. 20, pp. 41-45.
25. Yang, S.F. and N.E. Hoffman. (1984), " Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants ", Annu. Rev. Plant Physiol., Vol. 35, pp. 155-189.
26. Wang, C.Y. and D.O. Adams. (1980), " Ethylene production by chilled cucumber (Cucumis sativus L.) ", Plant Physiol., Vol. 66, pp. 841-843.
27. Wang, C.Y. and D.O. Adams. (1982), " Chilling-induced ethylene production in cucumber (Cucumis sativus L.) ", Plant Physiol., Vol. 69, pp. 424-427.
28. Raison, J.K. and G.R. Orr. (1990), " Proposals for a better understanding of the molecular basis of chilling injury ", pp. 145-164., In: C. Y. Wang (ed.), Chilling injury of horticultural crop, CRC Press, Boca Roton, FL.

91年09月24日投稿

91年10月08日接受

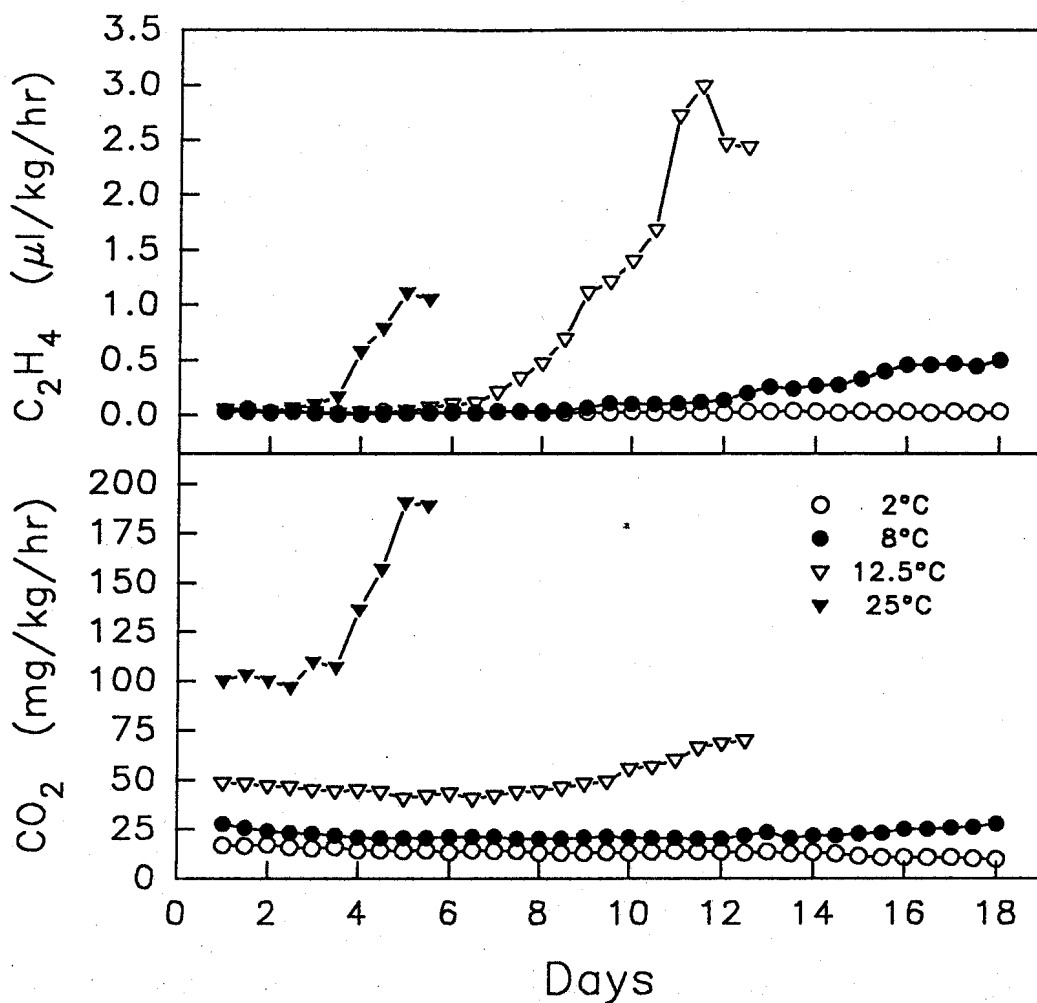


圖 1. 不同溫度下 '月華' 苦瓜果實呼吸率及乙烯生成率之變化

Fig 1. Changes in respiratory rate and ethylene production of harvested ' Moon Shine ' bitter melon fruits at various indicated temperature.

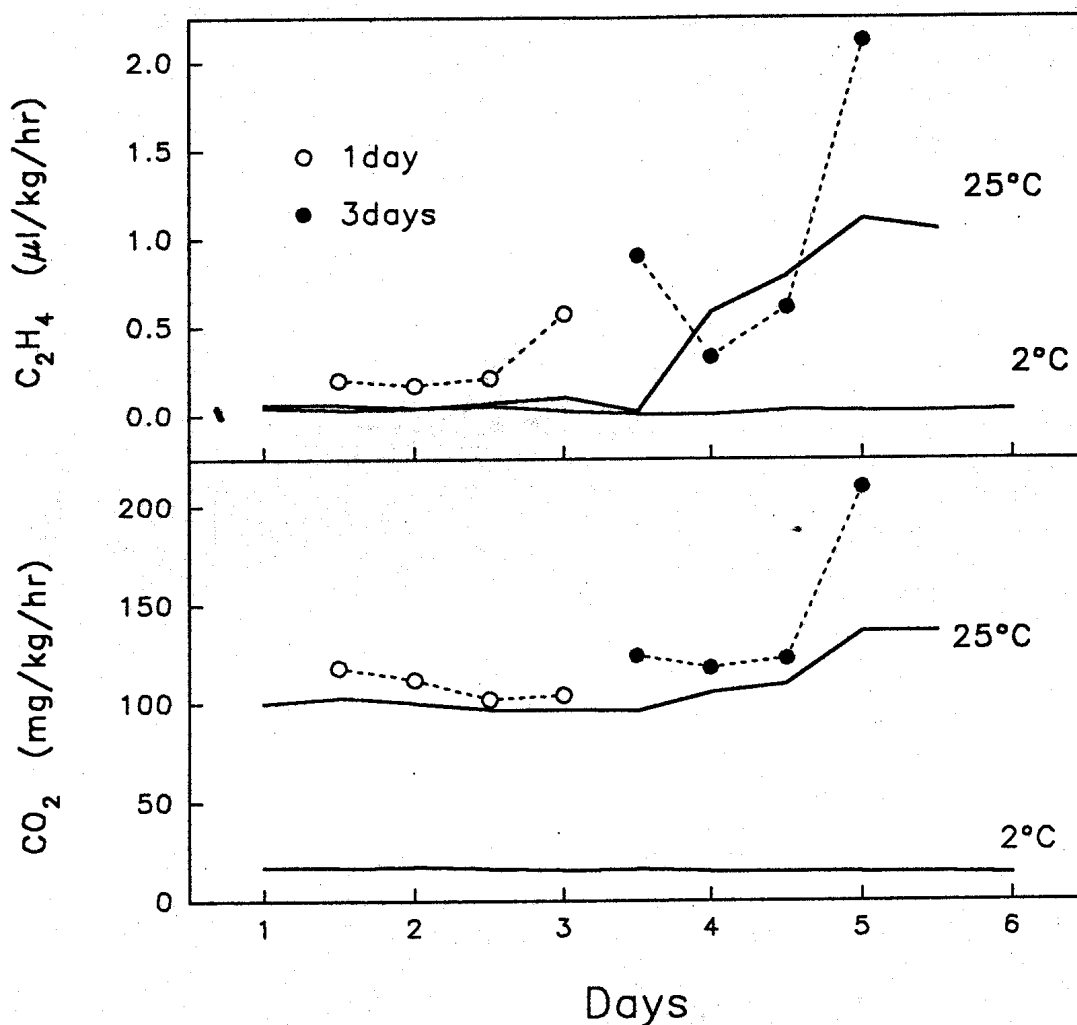


圖 2. '月華' 苦瓜果實貯放在2 恆溫室內1天及3天後，移至25 恆溫室內0.5天,1天,1.5天,及2天其呼吸率及乙烯生成率之變化

Fig 2. Changes in respiratory rate and ethylene production of harvested ' Moon Shine ' bitter gourd fruits with 0.5, 1, 1.5, and 2 days after transfer to 25 恆溫室內 after pretreatment by 1, and 3 days stored at 2 恆溫室內.

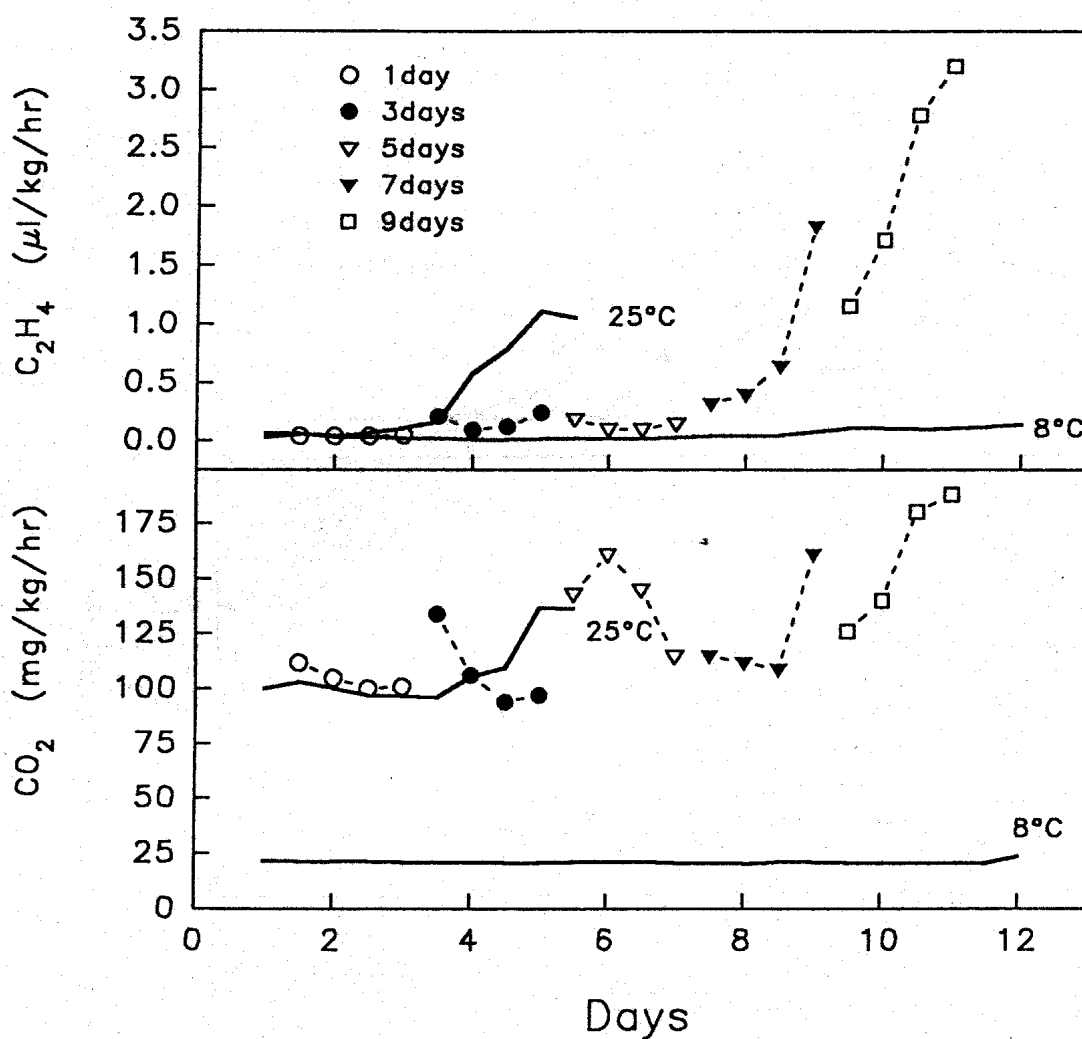


圖 3. '月華' 苦瓜果實貯放在8 恆溫室內1天、3天、5天、7天及9天後，移至25 恆溫室內0.5天, 1天, 1.5天, 及2天，其呼吸率及乙烯生成率之變化

Fig 3. Changes in respiratory rate and ethylene production of harvested 'Moon Shine' bitter melon fruits with 0.5, 1, 1.5, and 2 days after transfer to 25 恆溫室內0.5天, 1天, 1.5天, 及2天，其呼吸率及乙烯生成率之變化

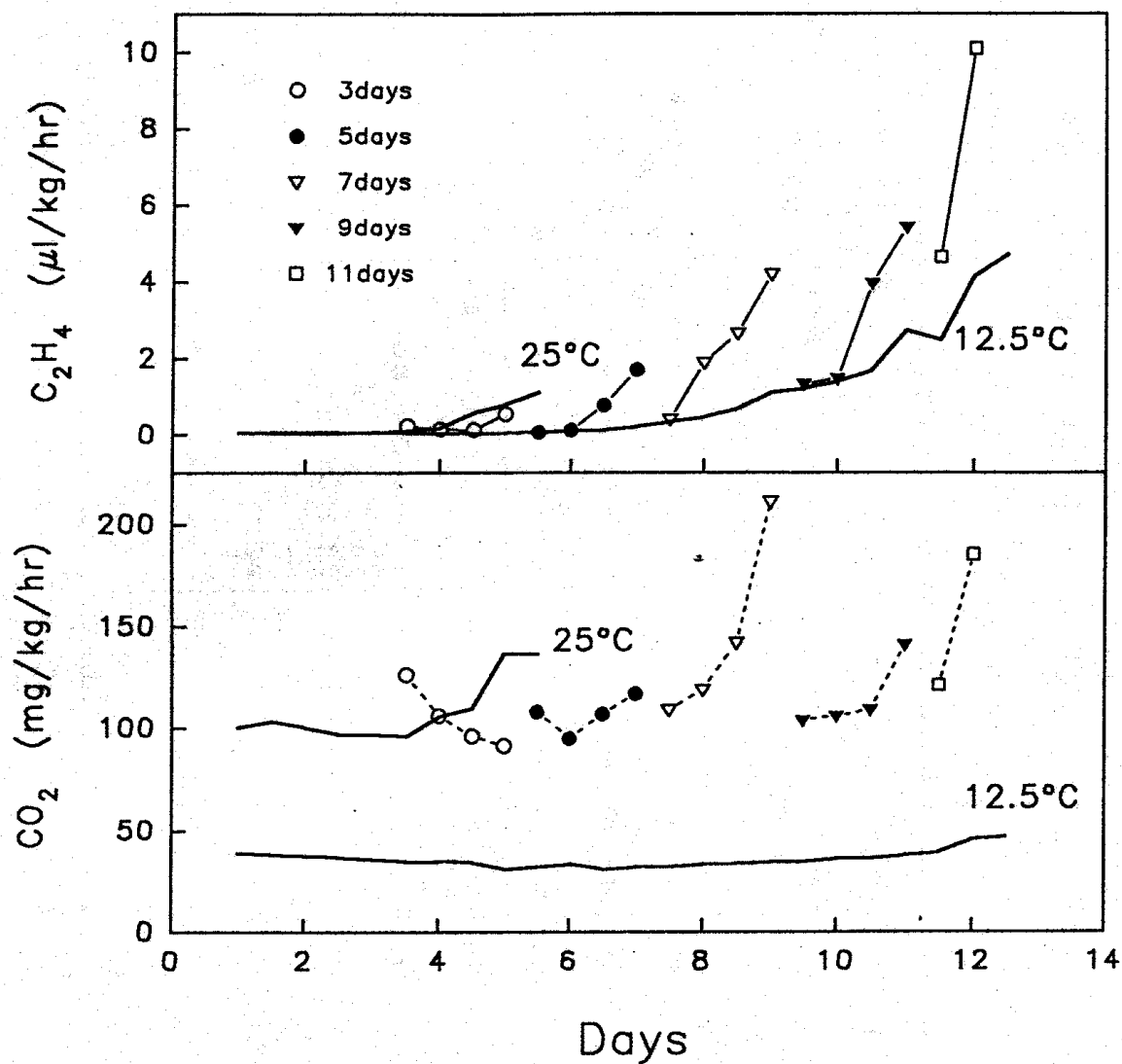


圖 4. '月華' 苦瓜果實貯放在12.5 恆溫室內3天、5天、7天、9天及11天後，移至25 恆溫室內0.5天、1天、1.5天、及2天，其呼吸率及乙烯生成率之變化

Fig 4. Changes in respiratory rate and ethylene production of harvested ' Moon Shine ' bitter gourd fruits with 0.5, 1, 1.5, and 2 days after transfer to 25 恆溫室內 after pretreatment by 3, 5, 7, 9 and 11 days stored at 12.5 恆溫室內.

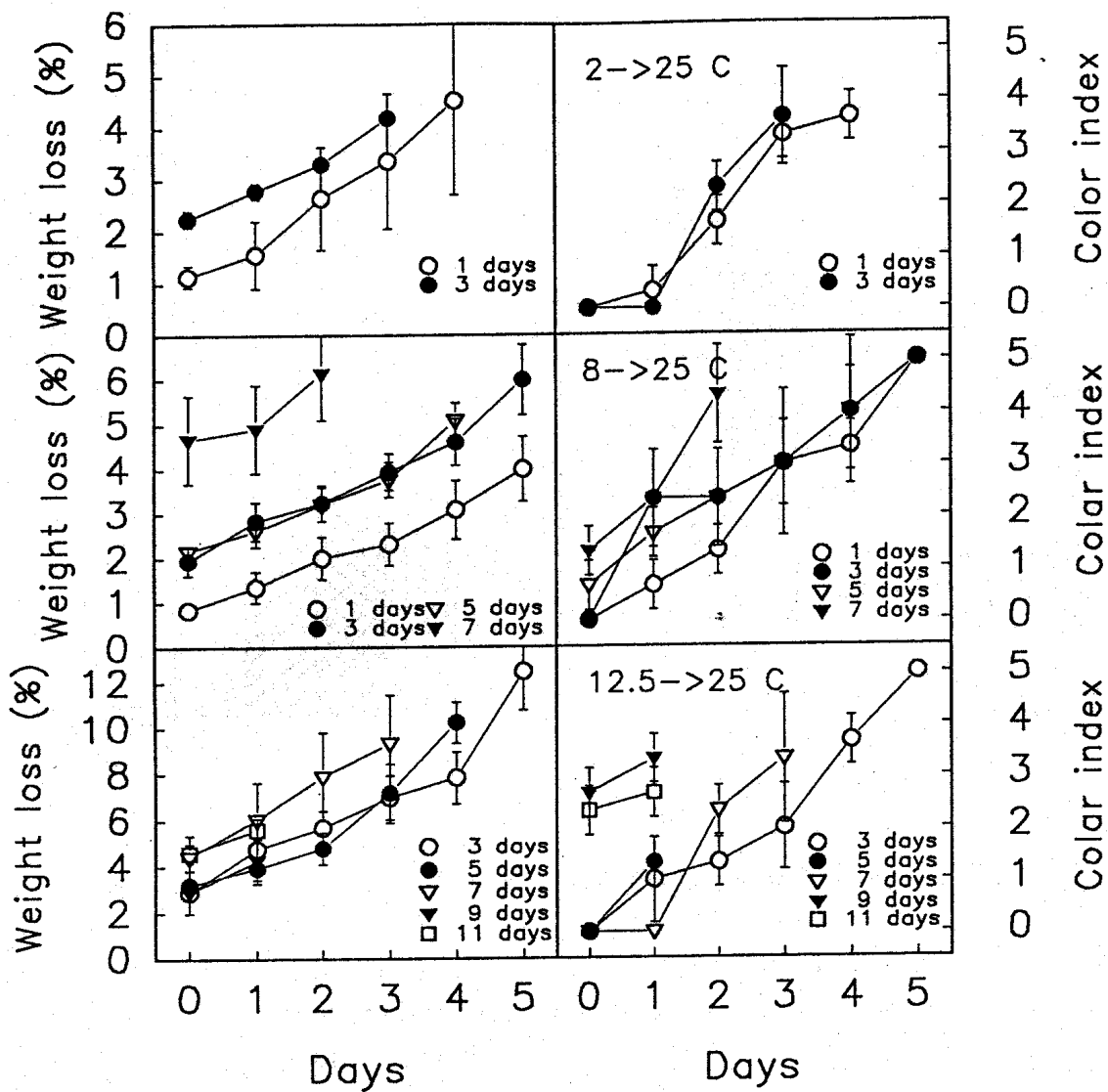


圖 5. '月華' 苦瓜果實先分別貯放在2、8及12.5 恆溫室內，分別處理數天後（詳如圖所示），再移至 25 恆溫室內0、1、2、3、4及5天，調查其失重率及果實黃化比率之變化。

Fig 5. Changes in weight loss and yellowing rate of harvested 'Moon Shine' bitter melon fruits with 0, 1, 2, 3, 4, and 5 days after transfer to 25 °C pretreatment by various such as indicated days of figure stored at 2, 8, and 12.5 °C, individually.

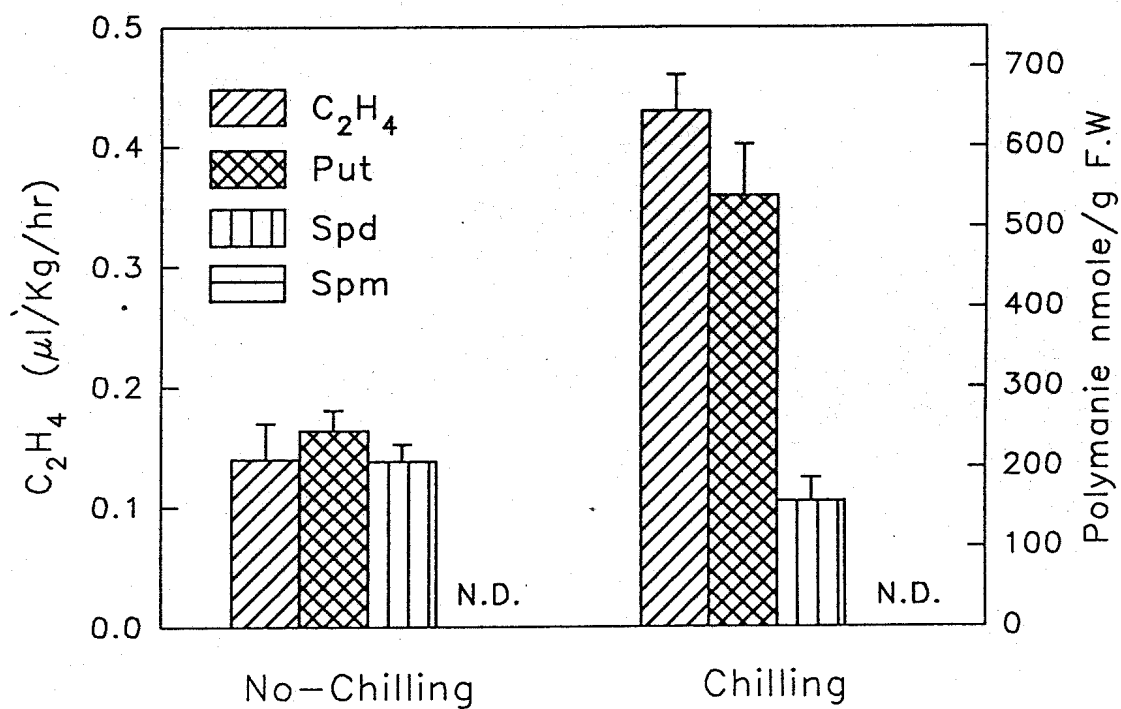


圖 6. '月華' 苦瓜果實貯放在0 恆溫室內2天後其乙烯生成率及多胺含量之影響。

Fig 6. Influences on ethylene production and polyamine concentration of harvested ' Moon Shine ' bitter gourd fruits with pretreatment by 2 days stored at 0 .