

氣調儲藏自動化監控系統在釋迦之應用

詹弘彥¹，葉仲基²

¹ 台灣大學生物產業機電工程學系 博士候選人

² 台灣大學生物產業機電工程學系 副教授

摘要

氣調儲藏對於蔬菜已有較多的應用，但對於水果的研究則較少，關鍵就在於目前還沒有一個適用的方式能有效地偵測到水果本身或是整批水果儲藏空間的氣體狀態，因此有必要開發一套儲藏環境內可自動偵測與監控氣體的系統來達到水果保鮮的目的。本研究之水果以釋迦為對象，探討裝箱釋迦於氣調儲藏環境的氣體情況，並針對水果的失重率、硬度與顏色進行比較與分析。在氣調庫之設計方面，需顧慮氣調庫之氣密性與快速達到所需的氣體濃度，經過多次嘗試及改良之後選用組合式冷藏庫當作實驗用之氣調庫，並配備精準的氣體監測感知器與控制元件。氣調庫之溫度係利用冷藏庫之制冷設備所控制，再以 LabVIEW 為程式開發環境，撰寫一監測與控制之人機介面，配合氮氣製造機、空氣壓縮機、鋼瓶裝二氧化碳及乙烯吸收劑等組裝成氣調庫氣體監測與控制系統。氣調儲藏之實驗結果顯示，放置於氣調庫內之水果，在失重率、硬度與外觀皆可獲得不錯的保鮮效果。在氣調庫監測與控制方面，此氣調庫可依需求維持 15°C 之低溫，氧氣與二氧化碳之濃度控制保持於 5%，乙烯則可保持在 1 ppm 以下。本研究所研發之氣調儲藏環境氣體之自動化監控系統，可全程監控水果的儲藏過程，適時調整環境氣體狀況，降低因儲藏不當而造成水果損壞的影響因素，藉以維持水果的品質，不但有利於國內的保鮮銷售，更能強化其國際競爭能力。

關鍵詞：氣調、儲藏、釋迦。

一、前言

氣調儲藏(Controlled Atmosphere Storage, 亦稱 CA 儲藏)係藉著降低環境的溫度與含氧濃度、提高二氧化碳濃度，來進一步減緩儲藏農產品的新陳代謝，維持其生存或保鮮所需之環境。目前氣調儲藏研究方面，對於蔬菜已有較多的應用，但對於水果的研究則較少，關鍵就在於至今還沒有一個適用的方式能有效地偵測到水果本身或是整批水果儲藏空間的氣體狀態，因此有必要開發一套儲藏環境內可自動偵測與監控氣體的系統來達到水果保鮮的目的。本研究的對象物以國內較受歡迎之水果-釋迦為例，由於產季及儲運問題，所以需進一步探討釋迦採用氣調儲藏環境的氣體情況，從中獲得有效延長釋迦的儲藏時間，藉以維持釋迦的品質，強化其內銷甚或外銷之競爭力。

二、材料與方法

在氣調庫本體之設計方面，需顧慮氣調庫之氣密性與快速達到所需的氣體濃度，且需

要能夠達到冷藏之工作溫度，經過多次嘗試及改良之後選用組合式冷藏庫當作實驗用之主體，本研究將在內部製作出一空間，作為氣調儲藏之控制室，該氣調庫之長寬分別為 80 mm 與 80 mm，高度亦為 80 mm，其接縫處則以矽膠與氣密膠帶完全密封，此 CA 儲藏空間可以進行少量性的水果 CA 試驗。運作時，自動化監測系統將以 24 小時不停地抽取氣調庫內的氣體，測定氧氣及二氧化碳的濃度，將測定結果顯示到電腦螢幕上，並且將其資料儲存於記憶體中。該自動化氣調監測與控制系統先以人為方式設定氧氣與二氧化碳濃度進行氣調庫內氣體之調整，當氧氣過於設定值時將自動打開補充氮氣用之電磁閥，使氮氣進入至氣調庫內，直到氧氣濃度降至設定值為止。氣調庫內氧氣濃度太低時，則輸入空氣進入氣調庫內；而當二氧化碳濃度過低時，則會自動地將二氧化碳從儲氣鋼瓶經由電磁閥補充至氣調庫內。長時間儲藏後，氣調庫內之二氧化碳濃度逐漸提高，當大於設定值時，本系統將會自動導入空氣以沖淡二氧化碳之濃度(圖 1)。

本研究所使用之二氧化碳感測器為美國 Digital Control Systems 公司產品(型式 M304)，其氣體濃度量測範圍為 0~10%。氧氣感測器為美國 Advanced Instruments 公司所生產(型式 GPR-2500)，其濃度量測範圍為 0~25%。而乙烯感測器則來自加拿大 Critical Environment Technologies 公司(型式 AST-EC4)，其濃度量測範圍為 0~2,000 ppm，在氣調儲藏開始前，氣調庫內有放置一個乙烯吸收器，內裝有過錳酸鉀乙烯吸收劑，並由一具風扇強迫氣流經過該吸收劑，藉以去除乙烯。藉由上述各種氣體感測器，再配合以 LabVEIW 電腦軟體自行撰寫之人機介面程式，加上電磁閥開關就可進行氣調庫內氣體的監測與控制。

當 CA 儲藏試驗完成後，將針對釋迦的失重率與硬度進行比較與分析。失重率方面係採用電子天平來進行量測，主要是比較實驗前/後水果重量的損失情況；而硬度試驗則採用果實硬度計(日本 Takemura Denki 公司所生產，型式為 FHM-5)，可用來探討在不同儲藏條件下釋迦成熟軟化之情況。



圖 1 自動化氣體監測與控制系統

三、結果

首先，經由單獨氣調儲藏監測與控制之結果，顯示該氣調庫於實驗過程中，可迅速地達到 5% O₂ 與 5% CO₂ 氣體濃度之設定值，而在電腦 LabVIEW 的自動監控之下，氧氣與二氧化碳均可保持在 4.5~5.5% 之間，因此在氣調儲藏實驗過程中，本自動化監測與控制系統可以完全地進行即時監測與控制的工作。在乙烯監測方面，在 CA 儲藏過程中皆可保持在濃度低於 1 ppm 以下。在溫度與濕度監測方面，由於受限於製冷設備，溫度主要是由冷藏庫自行設定，不經由電腦 LabVIEW 進行控制，因此溫度係以監測為主；濕度方面則在氣調庫內放置數個水盆，主要希望能夠提高儲藏庫內的濕度，讓濕度保持在 80% 以上。經由溫溼度實際監測之結果顯示，在溫度監測方面，氣調庫內皆可保持在設定值 15°C 左右，並且可以全程監測並紀錄其溫度變化；而在溼度監測方面，其結果顯示氣調庫內皆可保持在濕度 80% 以上，並且可全程監測與紀錄儲藏庫內濕度的變化。CA 儲藏試驗完成後，將針對釋迦的失重率與硬度進行比較與分析。

釋迦氣調儲藏實測結果顯示，原先 CA 氣體組成為 22% O₂、0.08% CO₂ 及 77.92% N₂，氣調運作後數小時後即可達到 5% O₂、5% CO₂ 及 90% N₂，且該氣體環境至少可維持一週的時間，因此確實可以有效地監控釋迦氣調儲藏時的氣體狀況(圖 2)。此外，相較於直接將釋迦置於開放大氣中(圖 3)，一週後氣調儲藏的釋迦失重率較少，同時硬度上的變化也較小(表 1)。

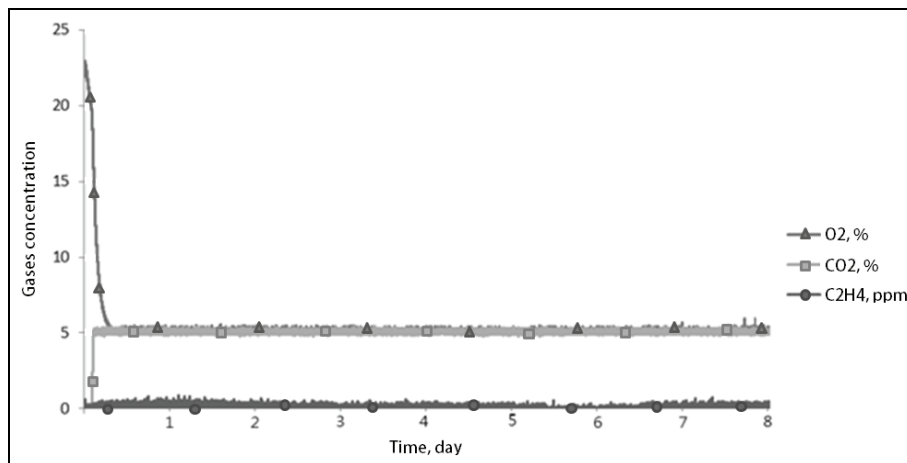


圖 2 氣調儲藏期間之氧氣 O₂、二氧化碳 CO₂ 與乙烯 C₂H₄ 之變化



圖 3 實驗一週後 CA 儲藏組(左圖)與對照組(右圖)之釋迦外觀

表 1 物理性試驗之結果

| 處理方式 | 失重率 % | 硬度 kg |
|----------------------------------------------|-------|-------|
| CA 儲藏 5% O ₂ + 5% CO ₂ | 5.42 | 3.9 |
| 一般冷藏 15 °C | 13.28 | 2.7 |
| 對照組 | 20.90 | 0.1 |
| 原始讀數(平均值) | - | 4.3 |

四、討論

氣調儲藏之實驗結果顯示，放置於氣調儲藏庫內之釋迦，在失重率、硬度與外觀皆可獲得不錯的保鮮效果。在氣調庫監測與控制方面，此氣調庫可依需求維持 15°C 之低溫，氧氣與二氧化碳之濃度控制保持於 5%，乙烯則可保持在 1 ppm 以下。因此，本研究所開發之氣調儲藏環境氣體之自動化監控系統，可全程監控水果的儲藏過程，適時調整環境氣體狀況，降低因儲藏不當而造成水果損壞的影響因素，藉以維持水果的品質，不但有利於國內的保鮮銷售，更能強化其國際的競爭能力。

參考文獻

- 黃肇家、黃慧穗、蔡金玉、陳村。2009。葉菜類蔬菜氣調貯藏開發與應用。農業世界雜誌 316:42-51。
- 黃肇家、蔡金玉、黃慧穗、陳祈然、蔡宇其、劉富文。2005。葉菜類短期氣調儲藏技術之研發與應用。園產品採後處理技術之研究與應用研討會專刊p.109-119。
- Athapol, N., T. Nirat. 1995. Controlled atmosphere storage of mango fruit, *Mangifera indica* L. cv. Rad. *Journal of Food Processing and Preservation* 19(4):271-281.
- Chan, H. Y. and Yeh, C. K. 2010. *Development of an Automatic Monitoring and Controlling System for a Controlled Atmosphere Storage of Mangos*. *Journal of Agricultural Machinery Science* 7(3):289-292. Turkey.
- De la Plaza, J.L. 1980. Controlled atmosphere storage of cherimoya. *Proceedings of the 15th International Congress of Refrigeration, Venice, 1979, vol. 3, pp.701-712.*
- Martinez-Cayuela. M., Rodriguez-Vico, F., Faus, M.J. and Gil, A. 1989. Partial purification and intracellular localization of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) polyphenoloxidase. *Journal of Plant physiology*, 133, 660-663.
- Hatton, T. T., W. F. Reeder, 1967. Controlled atmosphere storage of Keitt mangoes. 1965. *Proceedings of the Caribbean Region of the American Society for Horticultural Science* 10:114-119.
- Kader, A. A. 1993. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits. *Postharvest Handling of Tropical Fruits, ACIAR proc.* 50:239-249.
- Kader, A. A. 1994. Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits, p. 239-249, In: Champ, B.R. et al. *Postharvest handling of tropical fruits: proceedings of an international conference held at Chiang Mai, Thailand, 19~23 July 1993. ACIAR Proceedings No.50,*

ACIAR, Canberra, Australia.

13. Scott, K. J. 1984. Methods of delaying and ripening of fruits. In: Asean Horticultural Produce Handling Workshop Report, D.B. Mendoza and R.B.H. Willis, (ed.) Asean Food Handling Bureau, Kuala Lumpur, Malaysia.
14. Thompson, A. K. 1998. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. New York: CAB.

Development of an Automatic Monitoring and Controlling System for a Controlled Atmosphere Storage of Custard Apple Fruit

Hung-Yen Chan¹, Chung-Kee Yeh²

¹ PhD. Candidate, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

² Associate Professor, Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University

Abstract

The main purpose of this study develop an automatic monitoring and controlling system for a controlled atmosphere (CA) storage of custard apple fruit. Combined with the existing temperature, humidity and time recording instruments of a storage environment, an automatic detecting and adjusting system of a CA storage of custard apples was developed. The gas conditions in a CA storage can be monitored and also were fully controlled. The whole storage process for custard apples can be regulated in time by the adjustment of individual gas proportion. In this study, fully ripe custard apples were stored at 5% O₂ and 5% CO₂ at 15°C, and compared with custard apples stored at 25 °C in the air and cold storage at 15 °C. Custard apples were removed from CA storage one week after storage and different quality parameters were measured by several detectors. The results of this study are the custard apples stored in CA storage showed better retention of freshness, color and firmness as compared to the custard apples stored in the air. In addition, the custard apples were stored at 5% O₂ and 5% CO₂ at 15°C can obtain best storage quality of custard apples. Custard apples held in the air were highly unacceptable due to overripe and off-flavor. Therefore, this study of an automatic monitoring and controlling system for a CA storage not only the quality of fruits can be preserved for domestic market, but also these fruits have their international competitiveness when they are exported to other countries.

Keywords: Storage, Controlled atmosphere (CA), Custard apple.