

蔬果輕度加工保鮮處理

葉文彬

摘 要

生鮮蔬果自田間採收，經過各種處理後切片、切段或切塊包裝販售稱之為蔬果輕度加工(Minimally processed fruits and vegetables)，亦稱為截切蔬果(fresh-cut)或稱半調理蔬果。生鮮蔬果在輕度加工過程因機械切割造成之傷口，會增加微生物污染之機會，易有褐化、軟化現象，妨礙消費者接受度且降低櫥架壽命，在進入截切前，全株或個體採用消毒方式為含氯水、亞硫酸鹽、次氯酸鈉、過氧乙酸、酒精、UV-C 照射，結合熱處理、抗氧化劑及鈣處理可減少病原菌污染之效果，並且可提升品質延長櫥架壽命，採用之方式依蔬果條件進行調整。此外，乙烯對影響褐化及軟化之酵素有直接關聯，利用改變包裝容器內氣體條件(降低氧氣濃度至 3~5%，提高二氧化碳濃度至 3~10%)配合低溫貯藏，明顯減緩或降低乙烯對蔬果輕度加工品質之影響。

前 言

蔬果輕度加工(Minimally processed fruit and vegetable)為生鮮蔬果自田間採收後，經過驗收、檢驗、預冷、初級處理、截切、清洗、脫水(以離心方式去除表面附著水分)、選別、包裝、貯藏、運送、販售，因蔬果經過切片、切段或切塊，因此也稱為截切蔬果(fresh-cut)或稱半調理蔬果。依據國際截切製造協會(International Fresh-cut Produce Association, IFPA)和產品市場協會(Produce Marketing Association, PMA)對蔬果截切定義為：任一種水果或蔬菜或其組合之樣品，經過以物理方法改變蔬果原始型態但仍保有新鮮狀態之產品稱之。臺灣優良農產品標章驗證規範則定義為：係指各類蔬果於採收後，經選別、截切、清洗、去水(離心)後包裝並可提供進一步加工處理的產品。依據 IFPA 評估 2000 年美國地區截切產品市場約佔 100~120 億美金，每年消費量持續增加，西班牙每年銷售額增加 20%，

2006 年達到 53,465 噸，另依行政院農業委員會農業統計年報顯示，臺灣 CAS 截切蔬果 97 年度產值高達 11.2 億元，並且呈現持續增加。

隨工商業發達，社會導向男女平等，婦女就業有增多的趨勢，另一方面，每個人生活步調加快，凡事都講求效率，外食人口比例快速成長，因此，呈現便利性與營養性之輕度加工蔬果，在具有廣泛消費特性條件下，市場佔有率亦大幅增加。然而，生鮮蔬果在輕度加工過程因機械切割造成之傷口，會增加微生物污染之機會，而且可能導致呼吸速率上升、乙烯生合成、水分散失、酵素引起褐變、軟化等不利貯運之因素產生，因此，克服上述引起輕度加工蔬果劣變因子，將可延長櫥架壽命並減少損失。

內 容

微生物及防治方法

目前輕度加工蔬果在進入截切前，全株或個體採用消毒方式為含氯水、亞硫酸鹽、次氯酸鈉、過氧乙酸、酒精、UV-C 照射，結合熱處理及改變包裝容器內氣體條件(降低氧氣濃度至 3~5%，提高二氧化碳濃度至 3~10%)包裝低溫貯藏，減少病原菌污染並提升櫥架壽命，採用之方式依蔬果條件進行調整。熱處理包括溫湯處理及熱風處理，除可降低病原菌外，主要為可降低引起後熟、老化等酵素活性，減緩軟化，例如。以 UV-C 照射殺菌，美國 FDA 在生鮮部分限制 1.0 kGy，因為高於 1.5~20 kGy 有破壞蔬果組織之風險。除此之外，近年也開發採用一些生物性製劑進行截切蔬果消毒，例如 Nisin、Lysozyme 等。

由於輕度加工蔬果有廣泛之市場，其衛生標準相對也要求較高，尤其在製造過程要避免交叉感染及微生物生長，依據經濟部標準檢驗局規定其生菌數在 1.0×10^5 CFU/g 以下，大腸桿菌群 1.0×10^3 MPN/g 以下，大腸桿菌 10 MPN/g 以下，金黃色葡萄球菌及沙門氏桿菌為陰性。自 2011 年 5 月初，德國爆發了一場由大腸桿菌引起的腸胃炎和溶血性尿毒症候群(HUS)的疫情，後來發現生鮮豆芽菜為主因，事實上，早在 1993、1996 年美國及日本都曾發生重大中毒事件，導因為受汙染之截切蔬果。為減少微生物汙染影響，Leistner 及 Rodel 在 1976 年提出‘柵欄觀念’(hurdle concept)，Leistner 認為柵欄技術也可稱為組合式的抑制病原菌技術，是結合一種以上影響食品貯藏因子進而達到保障食品的穩定性和安全性。就像跨欄

運動一般，將每一種食品貯藏因子當成是一個阻礙微生物跨越的柵欄，那麼微生物是否能跨越柵欄將是決定食品保存性的關鍵，而且適度提高跨欄強度，將更能達到保存之效果。另外，根據 FAO 文件及其他學者提出以數個處理系統組合，例如水活性(water activity, a_w)、pH、溫度、電位、熱處理、保鮮劑等不同處理條件，可避免因單一處理條件較強，產生傷害產品的情形。

褐化與抗氧化劑

蔬果經過切段、切片或切絲等輕度加工後，因傷口及表面積增加，及其本身特性，容易有褐化現象，對外觀有不良影響，妨礙消費者接受度並降低櫥架壽命，探討導致褐化主要因素為 Phenyl-alanine-ammonialyase (苯丙酸裂解酵素，PAL)催化累積酚類化合物，由 Polyphenoloxidase (多酚氧化酵素，PPO)催化產生導致褐化之物質，再由 Peroxidase (過氧化酵素，POD)間接加速產品褐化，因此，降低褐化會採用抗氧化劑處理，一般都用酸(如檸檬酸、抗壞血酸、山梨酸)或鹽類(如山梨酸鉀、苯甲酸鈉)處理，其作用原理為抑制或降低自由基之生成，達到降低或延緩褐化之效果。此外，最近研究指出，改變包裝容器內氣體條件以 0.2% 抗壞血酸結合 5 μM 濃度一氧化氮，可有效抑制 Peroxidase 和 Polyphenoloxidase 引起蔬果輕度加工之褐化問題。

軟化與硬度

輕度加工蔬果軟化會影響口感，因此需於販售期間維持硬度。軟化一般與蔬果細胞壁組織內 Polygalacturonase (PG)活性有關，PG 為醣基水解酵素，其參與果實成熟、組織離層等，造成蔬果軟化，採用額外鈣處理具有維持硬度之效果，主要是鈣會妨害 PG 酵素活性，許多研究指出鈣處理可維持梨、草莓、奇異果、胡蘿蔔等等蔬果硬度，種類如氯化鈣、碳酸鈣、乳酸鈣均有效果，但鈣濃度太高(超果 0.5%)會產生異味之反效果。此外，因截切傷口誘發產生乙烯，可採用乙烯作用抑制劑 1-MCP 0.5 nl/L 處理或用乙烯生合成抑制劑 AVG 處理，降低乙烯誘發軟化酵素產生，達到維持硬度之效果。

如何維持蔬果輕度加工貯藏品質

蔬果輕度加工具有立即食用或立即烹煮之特性，因此貯藏期限都不太長，但藉由溫度、包裝、改變包裝氣體條件，降低病原菌汙染及劣變因子延長貯藏期

是必要的。蔬果輕度加工期望在冷鏈下進行，其產品在避免寒害產生之溫度 0-8°C 貯運，有較長之櫥架壽命且病原菌污染程度低。低溫配合改變氣體條件包裝，延長櫥架壽命效果更明顯，一般氣體條件為氧氣 3~5%，二氧化碳 3~10%，以不導致無氧呼吸產生異味為原則。此外，也發展出真空包裝方式，初時維持大氣成分(21% O₂、0.03% CO₂，78% N₂)，藉由抽真空降低氧氣濃度，研究顯示此種包裝方式可維持紅色彩椒、蘋果、番茄、小黃瓜等切片品質。然而，一般販售包裝方式都採用改良式方便包裝，只要便於運送、可控制病原菌、安全即可。

結 語

由於生活忙碌，生活步調快，為求健康飲食與均衡，使輕度加工蔬果快速成長，由於此類產品以立即食用為主，因此安全性具有重要地位，安全把關除了從採收後處理著手，田間管理也是重要關卡，避免微生物污染導致中毒事件發生，此外，保鮮技術級包裝之發展，也將有助於降低輕度加工蔬果受污染風險並有效延長櫥架壽命，以期使消費者食的安心，健康與安全兼顧。

參考文獻

1. 王憶鎧 2005 截切蔬菜之處理技術及產業之應用 p.120-130 園產品採收後處理技術之研究與應用研討會專刊 行政院農業委員會農業試驗所編印。
2. 葉美嬌 2010 CAS 生鮮截切蔬果產業輔導執行成果 行政院農業委員會統計與出版品。
3. Ana, G., M. Abadias, M. Salazar and C. Nunes. 2011. The use of electrolyzed water as a disinfectant for minimally processed apples. *Postharvest Biol. Technol.* 61: 172-177.
4. Daniel, R., A. B. Martin-Diana, C. Barry-Ryan, J. M. Frias, G. T. M. Henehan and J. M. Barat. Use of neutral electrolysed water (EW) for quality maintenance and shelf-life extension of minimally process lettuce. *Innovative Food Sci. Technol.* 9: 37-48.
5. Lee, S. Y. 2004. Microbial safety of pickled fruits and vegetables and hurdle technology. *Internet J. Food Safety* 4: 21-32.

6. Leistner, L. and L. G. M. Gorris. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Sci. Technol.* 6: 41-46.
7. Siddiqui, M. W., I., Chakraborty, J. F. Ayala-Zavala and R. S. Dhua. 2011. Advance in minimal processing of fruits and vegetable: a review. *J. Sci. Ind. Res.* 70: 823-834.
8. Martin-Diana, A.B., D. Rico, J. M. Frias, J. M. Barat, G. T. M. Henehan and C. Barry-Ryan. 2007. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Trends in Food Sci. Technol.* 18(4): 210-218.
9. Pietro, R., C. Emiliano, R. Santina, S. Giampiero and D. R. Marco. 2009. Effect of 1-MCP treatment and N₂O MAP on physiological and quality changes of fresh-cut pineapple. *Postharvest Biol. Technol.* 51: 371-377.
10. Pietro, R., S. Romani and M. D. Rosa. 2005. Effect of MAP with argon and nitrous oxide on quality maintenance of minimally processed kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.* 35: 319-328
11. Watada, A. E., N. P. Ko and D. A. Minott. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural productions. *Postharvest Biol. Technol.* 9: 115-125.
12. Zhu, L. Q., J. Zhou, S. H. Zhu and L. H. Guo. 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. *Food Chem.* 114: 174-179.