

柑橘與番石榴採後病害及防治技術

文 / 羅佩昕、王照仁、吳庭嘉 圖 / 羅佩昕

一、前言

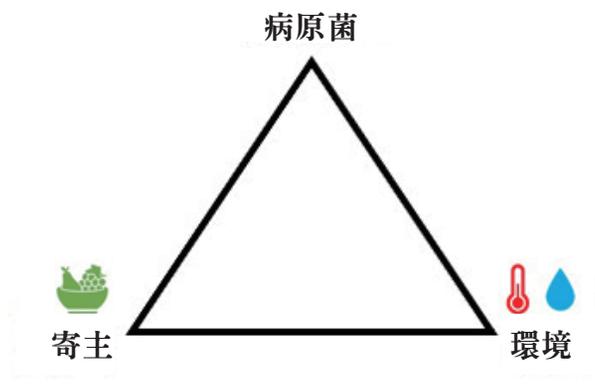
柑橘與番石榴為中部地區重要的作物，為因應果品外銷與市場調節，需進行園產品的貯藏，而貯藏期間如何維持園產品品質是一大學問。園產品在採收後仍維持生命狀態，需考量其生理變化及貯藏環境是否合適，一旦園產品貯藏條件或環境調控不佳，則會造成耗損，其中採後病害的發生即是影響園產品耗損的原因之一。本篇針對柑橘與番石榴採後病害的防治技術之研究進行介紹。

二、什麼是採後病害？

採後 (postharvest) 是指園產品自田間採收後，經過運輸、分級、包裝及零售或外銷，直到消費者端的過程。而採後病害 (postharvest disease) 就是指在園產品採收

後階段所發生的病害。造成採後病害的病原菌主要可分為兩類，第一類為田間已感染園產品，不表現病徵，具有潛伏感染的特性，直到園產品成熟階段才顯現病徵，如炭疽病與蒂腐病；第二類是由園產品表面受碰撞或機械操作等因素造成的傷口侵入感染的病原菌，如綠黴病與灰黴病等。

採後病害的發生最重要的是病害三角環 (disease triangle) 的成立，包含：病原菌的存在、適合發病的環境及具有感受性的寄主。在園產品採後階段，常因貯存的環境溫度、相對濕度及氣體組成等因子適合病原菌的侵染，進而造成病害的發生。因此採後病害防治上，可藉由破壞病害三角環，進而達到防治的效果，透過溫度調控與濕度控制，營造不利病原菌感染的環



△ 採後病害發生的三個要素，病原菌、寄主及環境



△ 柑橘綠黴病的初期病徵 (左) 與後期病徵 (右)

境；寄主端則選擇抗病品種或避免高成熟度的園產品；病原菌端則可以透過藥劑施用除滅或抑制病原菌。

三、柑橘採後病害與防治技術

(一) 常見柑橘採後病害

1. 綠 (青) 黴病

綠黴病或青黴病是柑橘採收後常見的病害，多在採收後兩週內發生，綠黴病與青黴病分別由病原菌 *Penicillium digitatum* 與 *P. italicum* 所引起，臺灣地區以綠黴病較為常見。病原菌可存在田間、集貨場或器具容器上，柑橘採收過程中，難以避免果實相互碰撞或是人工採收的機械傷害，採後處理流程中，經過軟毛刷進行清潔，都可能在果皮上造成傷口，這些傷口是病原菌感染的主要管道。初期受到感染的果實表皮出現水浸狀的斑點，並於病斑中間開始產生白色黴狀物，病斑迅速擴大，病斑表面產生綠色黴狀物，短時間內即可布滿，此綠色黴狀物即是綠黴病菌的分生孢子，乾性的分生孢子輕輕觸碰或經由風吹就會到處飛散。

本場經由試驗建立綠黴病菌菌絲生長的环境資料，其最適生長溫度為 16-24°C，於 8°C 與 28°C 生長速度下降，4°C 與 32°C 幾乎不生長；而最適生長的 pH 值介於 4-6，pH7 以上則菌絲生長速度下降。這些資料可作為病害防治策略發展之研究基礎。

柑橘綠黴病最常見的防治方式，即是在果實採收後將果實送回集貨場，以軟毛刷進行果實表面清潔後，使用化學農藥進行淋洗，再進行果實分級。目前臺灣推薦於柑橘採後使用的化學藥劑為腐絕，然國內外已有報告指出，綠黴病菌對於腐絕已有抗藥性的產生，進而影響對綠黴病的防治成效。

2. 蒂腐病

蒂腐病亦為柑橘貯藏期間發生的病害，可分為褐色蒂腐病與黑色蒂腐病，褐色蒂腐病主要由病原菌 *Diaporthe citri* 所引起，而黑色蒂腐病則由病原菌 *Botryosphaeria rhodina* 引起。這類病原菌主要在田間感染果實，並且在貯藏期間陸

續發生，目前以褐色蒂腐病較為常見。褐色蒂腐病主要由果實蒂頭開始進展，初期在蒂頭周遭造成水浸狀褐色病斑，病斑可快速擴大，後期可造成全果實軟化腐爛，濕度高的環境下可產生白色菌絲。

蒂腐病菌主要潛伏在柑橘的枝條，或是地面的枯枝上，藉由雨水進行傳播，在田間感染的果實並不會馬上顯現病徵，在果實成熟期間，病徵才表現出來，也因此蒂腐病普遍發生於柑橘貯藏期間。

本場透過試驗建立蒂腐病菌的菌絲生長環境資料，可知其最適合生長溫度為12-24°C，於8°C生長速度下降，4°C生長速度緩慢，近乎不生長，而其生長之pH值範圍廣泛，pH4到pH10生長速度並無明顯差異。病原菌生長溫度與環境資料的建立，將有助於貯藏病害防治策略之擬定。

(二) 柑橘採後病害防治技術

綠黴病主要由傷口侵入感染，而蒂腐病則主要為田間感染，在柑橘貯藏期間腐爛。因此對於兩病害的防治上，綠黴病需更加留意採收過程人力或器具的操作，人力操作需盡量避免重摔與果實的拉扯，另需避免剪刀或機械對果實造成的傷害；蒂腐病需加強田間管理，對修剪後之田間枯枝的處置及栽培期間對病害的管理更顯得重要。

本場經試驗結果得知，柑橘貯藏於12.5°C下，採後病害發生率可降至1%以下，相較於現行臺灣最常見的貯藏方式(倉庫貯藏)可明顯降低病害的發生。然以倉庫貯藏的方法，則可透過貯藏前化學農藥的處理進行採後病害的防治，目前植物保護資訊系統推薦於柑橘貯藏前使用的化學農藥，包含腐絕與克熱淨，腐絕為柑



△ 柑橘蒂腐病的初期至後期病徵，自蒂頭產生水浸狀腐爛

橘採收後進行浸泡，而克熱淨則是於採收前進行施藥，以減少蒂腐病的發生。

近年來消費者對安全農產品意識抬頭，轉而追求在採後處理過程未浸泡化學農藥的產品，進而使農民對於非農藥防治技術有迫切的需求。近年來本場對非農藥防治技術具有初步成果，參考國外相關研究指出碳酸氫鈉與幾丁聚醣的抑菌功能，於柑橘貯藏病害的防治上具有顯著效果。但非農藥防治技術在柑橘貯藏期間要展現出良好的病害防治效果，則需要和田間病害管理策略密切搭配。

1. 碳酸氫鈉 (sodium bicarbonate, NaHCO_3)

俗稱小蘇打，為鹼性物質，美國食品藥物管理局認可為安全無副作用的食品添加劑，在臺灣多用於烘焙或清潔。在園產品採後的應用上，國外已有將碳酸氫鈉用於柑橘集貨場域的消毒，並將果實浸泡碳酸氫鈉搭配溫湯處理進行採後病害防治。經本場試驗證實，以 0.5% 碳酸氫鈉可抑

制柑橘綠黴病的發生，另在柑橘貯藏前進行浸泡處理，相較於對照組可降低約 30% 的貯藏性病害發生。碳酸氫鈉不僅具有良好的溶解性，且其含有的鈉離子亦具有抑菌活性，是可使用於園產品採後處理的安全資材。

2. 幾丁聚醣 (chitisan)

又稱為甲殼素或殼聚糖，經去乙酰化而得的物質，本身不溶於水，需以酸性物質進行溶解，如：檸檬酸 (citric acid)、甲酸 (formic acid) 等物質。幾丁聚醣是陽離子型高分子聚合物，具有生物相容性、黏著性，且不具毒性。溶解於酸性溶液的幾丁聚醣呈透明狀，可作為果實表面覆膜 (coating)，保護果實表面傷口不被病原菌感染，並可減少果實失重，而幾丁聚醣也被證實具有改變病原菌構造與抑制其生長的效果。經本場試驗證實，幾丁聚醣溶液可抑制柑橘綠黴病菌的生長，而以 0.1% 幾丁聚醣替代化學農藥處理，可降低約



∧ 幾丁聚醣 (左) 與碳酸氫鈉 (右) 粉末
∧ 幾丁聚醣粉末溶解於酸性液中呈現透明狀





△柑橘以碳酸氫鈉(左)與幾丁聚醣(中)溶液處理，可抑制綠黴病的發生(右為對照組)

30%的柑橘貯藏性病害發生率。幾丁聚醣可應用的範圍極廣，且效果多元，是柑橘採後極具應用潛力的非農藥防治資材。

四、番石榴採後病害與防治技術

(一) 常見番石榴採後病害

1. 瘡痂病

瘡痂病由病原菌 *Pestalotiopsis psidii* 所引起，可造成水浸狀褐色或紫色病斑，病斑逐漸擴大，並在病斑上產生同心圓或不規則形的黑色分生孢子堆。本場試驗經由 2°C 模擬貯運至加拿大 28 天，並模擬櫥架販賣於 20°C 放置 2 天，其瘡痂病發生率約 3 成，為目前觀察到番石榴模擬貯運最主要的採後病害，其在採後發生的比例與田間管理具有相關性。

經試驗分析瘡痂病菌的生長特性，可知其菌絲生長溫度介於 12-28°C，於 8°C 菌絲生長速度明顯下降，於 4°C 不生長。瘡痂病菌之孢子於 12-32°C 皆具有 100% 的發芽率，而於 8°C 發芽率最高僅約 50%，而於 4°C 環境下則可抑制孢子發芽。試驗

結果可知，4°C 環境下可有效抑制瘡痂病菌的菌絲與孢子生長。

2. 炭疽病

炭疽病由病原菌 *Colletotrichum spp.* 所引起，炭疽病菌具有潛伏感染的特性，於田間感染後，在成熟期顯現。主要造成的病徵為褐色凹陷斑，濕度高時可在病斑上觀察到粉橘色的分生孢子堆，通常病斑多為褐色侷限斑，較不會產生水浸狀擴大。

3. 黑星病

由病原菌 *Phyllosticta psidiicola* 引起，造成藍黑色病斑周圍具有深褐色邊緣之病徵，切開病斑處，可見果肉呈現藍黑色。相較於其他番石榴的病害較好辨認。

(二) 番石榴採後病害防治技術

目前番石榴常見的採後病害以瘡痂病菌為主，瘡痂病多為田間感染，在貯藏期間逐漸發生。低溫貯藏雖可延緩病害的進展與發生，但在櫥架販賣期間，因溫度回升，適合病害的發生而逐漸顯現病斑。因

此，番石榴採後病害防治上，須注意栽培期間的田間衛生，由於番石榴上多數的病原菌都可殘存在枯枝落葉上，因此田間對於枯枝落葉的整理更顯重要。

另可透過非農藥防治資材的使用，以降低番石榴於櫥架販售期間病害的發生。本場進行模擬番石榴供加拿大外銷貯運病害防治之研究，篩選出數種非化學農藥防治資材，供番石榴外銷貯運前可進行處理以降低採後病害發生。

1. 脂肪酸蔗糖酯

屬可食用膜，在果實表面形成半透膜，可減緩氣體與水分的交換，以降低果實失重，並具有阻擋病原菌與防腐的效果，此類物質目前在香蕉、木瓜及蘋果等園產品上均有相關研究，且可延長園產品的櫥架壽命並維持品質。本場試驗亦證

實，0.2% 的脂肪酸蔗糖酯浸泡處理後，可提升番石榴 10% 的可售率。

2. Natamycin

Natamycin 是鏈黴菌 (*Streptomyces* spp.) 所產生的代謝物，主要作用機制為改變真菌細胞膜的麥角固醇功能，僅對真菌具有抑制效果，對哺乳動物細胞毒性低，因此被用來作為保存食物的防腐劑，已被美國國家環境保護局歸類為生物殺菌劑 (biofungicide)，可用在園產品採後病害防治。本場試驗證實，這類微生物酯肽類抑菌物質可抑制瘡痂病菌生長，經浸泡處理的番石榴，瘡痂病發生的比例相較於對照組可降低約 30%。

3. Nisin

Nisin 為乳酸 (*Lactococcus lactis*) 所產生的代謝產物，對細菌具有良好的抑菌效



⊗ 番石榴瘡痂病於果實上呈現褐色或紫褐色病斑，病斑上有白色菌絲與黑色分生孢子
⊗ 番石榴黑星病病徵為藍黑色病斑

果，是美國食品藥物管理局列為安全的食品添加物。本場試驗證實，Nisin 可抑制番石榴瘡痂病菌生長，並經浸泡處理的番石榴，其瘡痂病發生的比例相較對照組可降低 30% 以上，國外亦有相關研究應用 Nisin 與其他資材共同使用以提升其防治效果。

五、結語

園產品的貯藏與運輸，透過良好採後處理可以維持其品質與櫥架壽命，而缺乏良好的田間管理措施或妥善的採後處理技術或貯藏環境，可能導致採後病害的嚴重發生。因此，透過對採後病害的病原菌特性認識及其發生條件的了解，可即早發現病害的發生，並立即防治，同時可由營造不利於病害發生的環境，進而達到減少採後病害發生的效果。