

國立臺灣海洋大學

食品科學系碩士在職專班

專題討論書面報告

探討採後塗層維持紅肉火龍果新鮮度的可行性

Potential of Postharvest Coatings to Maintain Freshness of Red-Fleshed Pitaya
(Hylocereus costaricensis)

授課老師:陳建利 老師

莊培挺 老師

指導教授:張祐維 教授

學 號:41442009

學 生:林玳倩

報告日期:114 年 11 月 29 日

內容 40%	時間掌握 10%	表達能力 30%	簡報內容 10%	書面資料 10%

指導教授:

大綱

1	一、前言
2	二、材料與方法
3	三、結果與討論
4	四、結論
5	五、參考文獻
6	六、圖表

摘要

火龍果是一種非呼吸高峰型水果，果肉為白色或紅色，內含大量黑色小籽。火龍果含水量高，但在處理和儲存過程中水分流失會對果實的重量、硬度和外觀產生影響，從而降低其市場價值。研究表明，使用相容的收穫後塗料可提高農作物的採後品質。客觀的研究在評估兩種商用塗料對火龍果在儲存期間的重量流失和品質的影響。火龍果採用商業採摘，根據大小均勻度和無缺陷程度進行分選。依製造商的建議，將果實短暫浸泡在植物油基塗料(VOC; Sta-Fresh® 2981)或棕櫚蠟塗料(CC; Endura-Fresh™ 6100)中。浸泡在自來水中的果實作為對照組。將果實在室溫下用風扇風乾 20 分鐘，然後儲存在 7°C、相對濕度(RH)為 85%的環境中，在 20 天內每 5 天一次評估選定樣品的物理品質參數。每次評估後，將果實去皮冷凍，分析可溶性固形物含量(SSC)和總可滴定酸度(TTA)；第 15 天，由未經培訓的消費者感官小組對新鮮樣品進行評估。與未上塗層的火龍果(16.3% 表面區域出現皺縮)相比，CC 塗層可在儲藏 15 天內防止外果皮皺縮，VOC 的皺縮程度處於中等水平，與其他處理無顯著差異。果實硬度在 15 天的儲存過程中不管任何處理均保持不變。至第 20 天時，果實外果皮的 h* 色相角略有上升，顏色稍微變得不那麼紅，其他測定的品質指標(包括可溶性固形物含量 SSC 11.33%、可滴定酸度 TTA 0.25%、重量損失 5.5% 以及感官評估——外觀、風味、質地、硬度與多汁性)則未受處理產生負面影響。貯藏 20 天後，果實外觀處理均因出現炭疽病病斑而被評為不合格。得出結果，CC 和 VOC 均可在 7°C 和 85%相對濕度條件下延緩火龍果外果皮皺縮，維持火龍果 15 天的品質。

Keywords: dragonfruit; pitahaya; climbing cactus; storage life; lipid-based coating; carnauba coating

1. 前言

火龍果原產於中美洲，屬於仙人掌科火龍果屬。它是一種攀緣植物，藤蔓繁茂，果實果肉為白色或紅色，內有很多黑色小種子。果實直徑為 10 至 15 公分，重量為 250 至 600 克。火龍果屬於非呼吸高峰型水果，在接近完全成熟時採摘，此時品質可接受。如果處理不當，即使火龍果在最佳成熟度採摘，其品質在儲存過程中也會迅速下降。

火龍果的果實透過其較厚的外果皮保存較高的水分、果皮中曾有較高的黏液含量 [1]。Nerd 等人 [2] 報告稱，火龍果 (*H. undatus*) 在 65–75% 相對濕度 (RH) 下在 1 週 20°C 下儲存後重量損失 4.2%，在 6°C 下儲存 3 週後水分損失 5.8%。水分流失會影響果肉的重量、硬度和外觀以及市場價格。美國新鮮火龍果的市場價格很高；2021 年 3 月時 4.5 公斤包裝的批發價為 50 美元 [3]。

先進的塗層技術可以提升水果和蔬菜的儲藏跟保存期限。收穫後塗層可以對水果品質產生有益影響，例如提高外觀品質、抑制成熟和收縮、延緩水分流失、抵抗水果衰變 [4,5,6]。一般來說農產品收穫後塗層可提供最佳的水蒸氣滲透性以控制水分流失並調節呼吸氣體滲透性。降低內部氧氣濃度和提高內部二氧化碳濃度，可以產生有益的改良氣體 [7]。最佳內部氣體環境因塗層果蔬種類而異，二氧化碳 (CO₂) 濃度介於 1–15%，氧氣 (O₂) 濃度介於 2–10%；此氣體平衡可延長採後壽命，效果優於未塗層樣品 [8,9]。由於對環境與人類健康的影響較小，且具有病害生物防治的潛力，使用天然成分作為果蔬採後塗層的需求正大幅增加 [10]。商業塗層通常採用浸泡或噴塗的方法。將火龍果浸泡在幾丁聚醣溶液中，可降低其易腐爛性並延長其保質期 [11]。Ali 等人 [12] 報告幾丁聚醣塗層處理的水果在 10°C 下可保持長達 28 天好品質無任何異味。火龍果以幾丁聚醣和油酸組合塗層延緩了真菌引起的腐爛發生率，保持了果皮硬度，最小的重量流失 [13]。含有蜂膠（蜜蜂產生的天然「膠水」）的塗層也有助於減緩火龍果的成熟過程，同時增加火龍果營養成分的生物合成 [14]。植物油和巴西棕櫚蠟是脂質基塗層，據報告有利於新鮮農產品（如水梨 [15]、番茄 [16] 和火龍果 [12、17、18]）。這些塗層在室溫下穩定，有乳化作用，不會損害新鮮水果和蔬菜的品質。植物油（大豆油、玉米油、花生油、亞麻仁油和棉籽油）被廣泛用作塗層以延緩果實成熟並保持水果品質 [15]。巴西棕櫚蠟來自生長在巴西東北部的巴西棕櫚 [19]。馬查多 [20] 報告巴西棕櫚蠟能夠保持柑橘類水果的新鮮度減少品質損失和果皮脫水，並保持綠色。每種脂質塗層由於疏水成分的性質有自然的防水成分 [21]。

此研究是在模擬商業儲存過程中，使用商業植物油基和巴西棕櫚蠟基塗層如何影響紅肉火龍果 (*Hylocereus costaricensis*) 的採後品質。

2. 材料和方法

2.1. 植物材料

火龍果（品種 ‘Lisa’）在商業成熟期（約開花後 30 天）由佛羅里達州霍姆斯特德（Homestead, FL）的果農採收，在兩個連續年度進行（2015 年 11 月 20 日與 2016 年 10 月 27 日）。採摘後不久，果實被冷藏運送至佛羅裡達大學蓋恩斯維爾校的採後園藝實驗室。在 15°C、85%相對濕度的條件下過夜儲存後，對卵形果實進行大小均勻性（平均 230 克）、無缺陷和腐爛的分類，用濕紙巾擦拭以去除表面顆粒。將水果隨機分成三個處理組（n=40 個水果）：VOC（植物油基塗層，Sta-Fresh® 2981，JBT Corporation，美國佛羅裡達州萊克蘭）[22]、CC（巴西棕櫚蠟基塗層，Endura-Fresh™ 6100，JBT Corporation，美國佛羅裡達州萊克蘭）[23]，和控制組（水）。將每個水果浸入製備好標籤的 CC 或 VOC 塗層或室溫（24 °C）的水中 30 秒，動作要輕柔，以防止損壞鱗片。從每個處理中，將樣品分成兩組，用於品質評估（n=20）和感官評估（n=20）。在室溫下用風扇將水果風乾約 20 分鐘，放在單層托盤上，儲存在 7°C 和 85% RH 下 20 天。

2.2. 品質分析

每 5 天從儲藏室取出每個處理過的水果（n=4）一次，以評估皺縮和衰變發生率、整體外觀等級以及重量損失、外部顏色和硬度的測量。根據水果表面外觀嚴重的皺縮和黃色病變嚴重程度進行評級，分別為 0%（無痕跡）、<15%（輕微受影響）、16–25%（中度受影響）、25–50%（嚴重受影響）和 >50%（更嚴重受影響）。對於整體可接受性評級，水果被評為 5（優秀）、4（良好）、3（可接受）、2（差）和 1（非常差）。皺縮或腐爛症狀超過 50% 且整體可接受性評級為差或非常差的水果被認為不適合銷售和食用。

2.3. 外部顏色和重量流失

外觀顏色決定是使用色差儀測定（型號 CR-400，Konica Minolta Sensing，日本東京）外觀顏色以色差儀在 D65 標準光源下測定，取得 CIE L*（亮度）、a*（紅綠度）及 b*（黃藍度）數值；其中 a* 與 b* 值依據 McGuire 所述方法轉換為 色相角（h*）** 與 彩度值（C*）**[24]。每次測量使用色差儀儀器使用白色校準板校準。外部顏色測量在果實萼片和莖端之間的平坦區域進行。果實重量損失（肉重百分比）計算出收穫時果實重量與儲存 5、10、15 和 20 天後的果實重量之差（公式 (1)）。

$$Y = (W_i - W_t) / W_i (100) \quad Y: \text{體重減輕, \%}$$

1 W_i ：初始重量，g

2 W_t ：儲存重量，g

3 2.4. 果實硬度

4 2016 年，果實硬度是將果實有條件的置於室溫下約 1 小時後測量，然後將果實縱向切成三片
5 等厚的切片。將果實中心部分放在質地分析儀（型號 TA.HDPlus，Texture Technologies Corp，
6 美國馬薩諸塞州漢密爾頓）的平板上，每片測量兩次並取平均值。使用直徑 11 mm 的直徑，凸
7 探頭，十字頭，速度為 $2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ，以 50 N 的稱重感測器，用於測定生物材料刺穿最大峰值，
8 並以牛頓(N)表示($n = 8$)。

9 2.5. SSC、TTA 和 SSC:TTA 比率

10 每次評估後，將果實去皮，並將果肉組織冷凍(-20°C)，以便隨後分析可溶性固形物含量(SSC)
11 和總可滴定酸度(TTA)。接著將每個樣本混合離心，在 4°C 下以 $19,319 \times g$ 的轉速(Thermo
12 Scientific Lynx 4000 Sorvall，德國奧斯特羅德阿姆哈茨) 20 分鐘。果汁用四層粗棉布過濾，收
13 集濾液。將一滴果汁滴在數位折射儀(型號 r2i300，Reichert Technologies，美國紐約州德皮尤)
14 上，以量化可溶性固形物含量。使用自動滴定儀(型號 905 Titrando；瑞士萬通離子分析公司，
15 瑞士黑裡紹)測定 TTA。對於 TTA，將 3 mL 果汁用 15 mL 水稀釋，用 0.1 M NaOH 滴定
16 至 pH 值 8.2，以蘋果酸百分比報告。

17 2.6. 感官評價

18 消費者感官測試在佛羅裡達大學食品科學與人類營養系實驗室進行，測試時間為儲存 15 天的
19 水果。測試旨在確定水果的接受度以及塗有 VOC、CC 和對照組水果之間的差異。將每種處理
20 組的水果($n = 20$)切成楔形，分別盛放在單獨的盤子中(保留果皮以評估外觀)。每個盤子包
21 含兩個處理過的楔形水果。水果在室溫下立即準備好，準備供評審員享用。

22 評審員($n = 71$)對外觀和內部進行“喜歡”或“不喜歡”，使用 9 點享樂量表對整體可接受性、
23 味道和質地評分(1 = 非常不喜歡，9 = 非常喜歡)；硬度和多汁等級使用 5 點“恰到好處”量
24 表進行評分(1 = 太軟/太乾，5 = 太硬/太多汁)。提供無鹽餅乾和水作為味覺清潔劑在嘗試中
25 間。所有呈現順序大致上都以相同的次數提供給評審人員。另外使用排名來確定水果偏好。準
26 備這六種感官特徵的問卷，使用 Compusense 軟體分析評審員的回答(Guelph, ON, Canada)。

2.7. 統計分析

相同的實驗實施連續兩年每年進行一次採用完全隨機設計。使用 SAS 統計軟體 (SAS Institute, 2002–2012) 分析對每個變數的變異數分析 (ANOVA)。對於品質測量, 使用 Duncan 多重範圍檢定 ($p \leq 0.05$) 比較了四個複製樣本。只在第二年進行了感官分析; 變異數分析執行隨機化隨機完全區設計 (RCBD)。最誠實顯著性差異 (HSD) 比較樣本的平均值。

3. 結果

3.1. 品質等級

統計分析顯示年份和塗層處理之間沒有顯著的交互作用 (未顯示數據), 這個報告合併了兩年的數據。水果外觀對於消費者的接受度非常重要。水果出現新鮮、無缺陷和腐爛的水果會吸引消費者並獲得更高的市場價格。對整體外觀 (鱗片和莖外觀; 果皮顏色) 進行主觀評分, 估算出現皺縮症狀和疾病的水果表面積。火龍果儲存 15 天後塗層, 以 CC 或 VOC 塗層的火龍果沒有或輕微皺縮 (分別為表面積的 0% 和 5.0%), 顯著低於未塗層火龍果 (16.3%, $p < 0.05$), 且被評為中等程度。 ([表 1](#)), 在第 20 天, 50% 的未塗層火龍果表面出現嚴重皺縮 (圖 1)。在第 20 天, 50% 的未塗層火龍果表面出現嚴重皺縮, 水果塗層用 CC 或 VOC 塗層的水果分別僅表現出 20% 或 25% 的中度皺縮。儘管與對照水果相比, 兩種塗層都顯著減少了可見的皺縮, 數據分析塗層對儲存期間的重量損失沒有影響: 各評估的總體平均值在儲存 20 天後顯著增加, 重量損失高達 5.5% ([表 1](#))。

第 15 天開始出現黃色病變, 嚴重程度在 2% 至 10% 之間; 到第 20 天, 病變增至 15.5% 至 20.0% ([表 1](#))。這些病變被診斷為炭疽菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*), 也稱為炭疽病水果腐爛 (佛羅裡達大學植物診斷中心)。火龍果用 CC 塗層處理的在第 15 天的評分可接受 (2.8%); 然而, 到第 20 天, 所有處理組的果實表面瑕疵均超過 50%, 因此被評為不可接受 (可接受度評分 < 3.0)。

3.2. 外部顏色

在 20 天的貯藏, 塗層對火龍果的外部顏色特徵沒有負面影響。 L* 值 (平均值 = 34.49) 或 C* 值 (平均值 = 34.01) 均沒有顯著變化; h* 角從 17.12 略微增加到 23.08, 紅色略有減弱 ([表 2](#))。

3.3. 果實硬度

果實硬度以生物體穿刺點測定, 在 15 天貯藏期間保持穩定 (平均值 = 8.17 N), 且不受處理方式影響。由於腐敗增加, 導致重複試驗數減少最多達 50%, 因此無法在第 20 天測定硬度 (資料未顯示)。

3.4. SSC、TTA 和 SSC:TTA 比率

塗層的主要效果在可溶性固體含量 (SSC)、總可滴定酸度 (TTA) 或糖酸比 (SSC:TTA) 沒有顯著差異。因此，各主要效應僅呈現整體平均值：SSC = 11.64%，TTA = 0.38%，SSC:TTA = 35.97 (表 3)。儲存到第 20 天，無論如何處理，TTA 從 0.59% 減少到 0.25 為剛開始值的一半以下。由於 SSC 在儲存期間殘留，SSC:TTA 比率從初始值的 22.03 達到雙倍 46.26。糖酸比是反映水果風味品質糖和酸的相對含量的重要指標。

3.5. 感官評價

感官評估在儲存第 15 天進行，以避免儲存時間延長至第 20 天後出現的滯銷外觀。評估由 71 名小組成員組成，其中 57.8% 為女性。小組成員的人口統計資料包括白人 (54.9%)、亞裔 (23.9%)、西班牙裔 (11.3%)、非裔美國人 (4.2%) 和其他 (5.6%)。平均年齡為 25 歲。

在所評估的所有感官屬性中，不同處理之間均無統計學差異，塗層的存在並未改變火龍果在儲藏期間的感官屬性 (表 4)。外觀與內部品質的評分平均分別為 6.68 和 6.95；對照組水果的內部外觀評分等級在統計上低於塗層處理組，但這並不具有商業重要性。整體可接受度評分為 6.5。根據所使用的 1-9 等級表，這些屬性的平均值可描述為小組成員對水果的喜歡程度。感官數據顯示，不同處理組的水果質地 (平均值 = 6.65) 或硬度 (平均值 = 2.94) 均沒有不同。小組成員不太喜歡硬度，認為種子太大且太脆。小組成員也發現不同處理組之間的風味 (平均值 = 6.29)、多汁性 (平均值 = 2.94) 或排行偏好沒有差異。其他小組成員提到火龍果有塗層或沒有塗層的口味相似，帶有溫和、平淡或泥土的味道。有些人認為它的質地類似石榴或奇異果。

4. 討論

儲存 15 天後，皺縮現象明顯，此時 VOC 或 CC 塗層火龍果的皺縮率 $\leq 5\%$ ，約為未塗層火龍果的 1/3 (表 1)。貯藏期間重量損失增加，但與塗層處理沒有交互作用 (表 2)。15 天後所有處理的平均水分損失為 4.42%，與 Nerd 等人 (2) 報告在相似條件下貯藏火龍果的結果接近。根據 Wills 等人 [25] 的研究，僅 5% 的水分損失就會產生皺縮症狀，影響新鮮農產品的外觀品質。Machado 等人 [20] 發現，用棕櫚蠟塗層處理的 'Ortanique' 橘子 (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck \times *Citrus reticulata* Blanco) 貯藏 15 天後重量損失 (16%) 低於未塗層對照水果 (20%)；這些水果在周圍狀況下重量損失會加劇 (22°C 低對濕度 60%)。與未塗層的水果相比，番石榴果實 (*Psidium guajava*) 塗抹阿拉伯膠、油酸和肉桂精油可有效減少重量損失 [26]。

1 水果在貯藏過程中會變軟[12]；在這研究中，未塗膜的水果和塗有 VOC 和 CC 的水果在
2 7°C 下可保持硬度 15 天(表 4)。其他報告也有塗層的正面作用。Ergun 等人[27]發現，塗
3 有棕櫚蠟塗層的紅毛柿 (Pouteria sapote (Jacq.) HE Moore and Stearn) 在 20°C 下貯藏 9 天
4 比未塗層的水果更堅硬；Ju 等人[15] 對以植物油塗層處理的水梨在 0°C 儲藏 6 個月的研
5 究中，也得到了類似的結果。幾丁聚醣塗層可使火龍果在 10°C 下貯藏 28 天的期間保持其硬
6 度[28]，推測該塗層可能在果實表面形成了半透性薄膜。塗層可降低水果表面的透光率，改變
7 果實內部的氣體環境，藉以抑制呼吸作用並維持果實硬度，延長採後壽命，帶來多項益處。[11]
8 在高濃度二氧化碳和/或低濃度氧氣下儲存可透過抑制細胞壁降解酵素（如多聚半乳糖醛酸酶
9 和果膠甲酯酶）的活性來延緩軟化[29]。 Nunes 等人[30]報告，未塗層草莓 (Fragaria ×
10 ananassa as) 的硬度隨著冷卻延遲的增加而增加；未塗層藍莓 (Vaccinium ashei Reade) 的硬度
11 也增加了[31]。在這兩項研究中，硬度的增加歸因於水分流失導致的表皮增韌。如果潛伏感染
12 得到控制，其中一種或兩種塗層的堅固性可能會延長至第 20 天。

13 貯藏 15 天後，塗有 CC 塗層的火龍果炭疽病嚴重程度呈現降低趨勢，顯示該塗層具有減少
14 炭疽病感染的潛力。此結果與 Ali 等人 [12] 的研究結果相似，他們報告稱幾丁聚醣塗層可
15 降低 10 °C 貯藏火龍果炭疽病的發生率。塗層處理對顏色值沒有統計學差異。然而，在貯藏
16 過程中變化很小。外部顏色 L* 在貯藏期間沒有持續一致，既沒有變亮也沒有變暗(表 2)。
17 h* 在貯藏的前 15 天保持恆定，然後在第 20 天增加，顯示在貯藏的最後幾天水果顏色變得
18 略微不那麼紅。相反，C* 的顏色強度在 15 天內增加，然後在貯藏結束時的第 20 天下降。
19 這些微小的顏色變化發生在貯藏第 15 天和第 20 天之間，由於腐爛增加導致整體外觀評級下
20 降(表 1)。一項關於轉變期水果芒果 (Mangifera indica) 的貯藏研究表明，與未塗膜的水果相
21 比，塗膜會降低 L*、增加 C* 並導致 h* 更高，這可能表明塗膜會延遲成熟，從而延遲顏色
22 形成 [32]。在 12°C 下貯藏 4 週期間，用加入海藻酸鹽塗層的關華豆膠塗膜的芒果皮的 L*
23 值也會降低 [33]。然而，用幾丁聚醣塗膜的白果刺梨 (Opuntia albicarpa) 在 4°C 和 85% 相
24 對濕度下貯藏 16 天期間顏色沒有變化 [34]。在本研究中，塗層對外部顏色沒有顯著影響意
25 味著在 20 天的貯藏期內內部氣氛幾乎沒有變化。

26 在本研究中，塗層的存在不會影響可溶性固形物含量 (SSC) 或總可滴定酸度 (TTA)。另一項
27 關於塗有巴西棕櫚蠟的馬米果的研究也表明，塗層對 SSC 或 pH 值沒有影響 [27]。本研究
28 中 TTA 在儲存過程中的降低與 Nerd 等人 [12] 的研究結果相似，他們報告稱火龍果在 6 °C
29 下儲存 21 天時 TTA 會下降。儲存期間 TTA 的下降是水果作物的典型特徵，顯示在正常呼
30 吸作用下，酸（呼吸作用底物）的代謝程度高於糖。

31 塗層處理不會影響火龍果的感官特性。對塗有小燭樹蠟塗層（一種脂質基塗層）的梨 (Pyrus

communis) 和蘋果 (Malus domestica) 的感官評估也報告了類似的結果；塗有塗層和未塗有塗層的水果在感官特性方面沒有顯著差異[35,36]。在 4°C 下儲存 16 天後進行評估時，塗有幾丁聚醣的白色或紅色即食仙人掌果的感官價值（顏色、硬度、香氣、風味和整體接受度）高於未塗有塗層的水果[34]。

5. 結論

在 7°C (85% RH) 的條件下，15 天內，塗有 VOC 或 CC 塗層的火龍果的皺縮程度顯著低於未塗塗層的火龍果。雖然這些塗層並未減少貯藏期間的失重，但對果皮或中果皮的顏色、化學成分或感官特性均無負面影響。本研究中，貯藏 15 至 20 天期間潛在腐爛病變的出現是限制火龍果貨架期的因素，這說明了在採收前進行嚴格的處理以最大程度地減少田間腐爛微生物種群的重要性。未來的研究應著重於測試其他配方的 CC 塗層和天然成分塗層，以更好地控制水分流失，同時延長火龍果的貯藏壽命。

五、參考文獻

1. Yahia, E.M. Pitahaya (pitaya) (Hylocereus spp.). In *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote*; Woodhead Publishing: Cambridge, UK, 2011; Volume 4, p. 263. [\[Google Scholar\]](#)
2. Nerd, A.; Gutman, F.; Mizrahi, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two Hylocereus species (Cactaceae). *Postharvest Biol. Technol.* **1999**, *17*, 39–45. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#)
3. National Agriculture Statistics Service, United States Department of Agriculture (MarketNews-Fruit and Vegetable): Washington, DC, USA. 2017. Available online: [https://www.marketnews.usda.gov/mnp/fv-report-top-filters?locName=&commAbr=DRAGON&commName=DRAGON%20FRUIT%20\(RED%20PITAYA\)&className=FRUITS&rowDisplayMax=25&startIndex=1&navClass=FRUITS&navType=byComm&repType=termPriceDaily&type=termPrice](https://www.marketnews.usda.gov/mnp/fv-report-top-filters?locName=&commAbr=DRAGON&commName=DRAGON%20FRUIT%20(RED%20PITAYA)&className=FRUITS&rowDisplayMax=25&startIndex=1&navClass=FRUITS&navType=byComm&repType=termPriceDaily&type=termPrice) (accessed on 14 July 2021).
4. Amarante, C.; Banks, N.H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. *Hortic. Rev.* **2001**, *26*, 161–238. [\[Google Scholar\]](#)
5. Arowora, K.; Williams, J.; Adetunji, C.; Fawole, O.; Afolayan, S.; Olaleye, O.; Adetunji, J.; Ogundele, B. Effects of Aloe vera coatings on quality characteristics of oranges stored under cold storage. *Greener J. Agric. Sci.* **2013**, *3*, 39–47. [\[Google Scholar\]](#) [\[CrossRef\]](#) [\[Green Version\]](#)
6. Cheng, S.; Yu, Y.; Guo, J.; Chen, G.; Guo, M. Effect of 1-methylcyclopropene and chitosan treatment on the

- storage quality of jujube fruit and its related enzyme activities. *Sci. Hortic.* **2020**, *265*, 109281. [[Google Scholar](#)]
[[CrossRef](#)]
7. Tokath, K.; Demirdöven, A. Effects of chitosan edible film coatings on the physicochemical and microbiological qualities of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Sci. Hortic.* **2020**, *259*, 108656. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
8. Del-Valle, V.; Hernández-Muñoz, P.; Guarda, A.; Galotto, M. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chem.* **2005**, *91*, 751–756. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
9. Hagenmaier, R.D. A comparison of ethane, ethylene and CO₂ peel permeance for fruit with different coatings. *Postharvest Biol. Technol.* **2005**, *37*, 56–64. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
10. Salgado-Cruz, M.d.l.P.; Salgado-Cruz, J.; García-Hernández, A.B.; Calderón-Domínguez, G.; Gómez-Viquez, H.; Oliver-Espinoza, R.; Fernández-Martínez, M.C.; Yáñez-Fernández, J. Chitosan as a Coating for Biocontrol in Postharvest Products: A Bibliometric Review. *Membranes* **2021**, *11*, 421. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
11. Olivas, G.I.; Barbosa-Cánovas, G. Edible Films and Coatings for Fruits and Vegetables. In *Edible Films and Coatings for Food Applications*; Huber, K., Embuscado, M., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2009. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
12. Ali, A.; Zahid, N.; Manickam, S.; Siddiqui, Y.; Alderson, P.G. Double layer coatings: A new technique for maintaining physico-chemical characteristics and antioxidant properties of dragon fruit during storage. *Food Bioprocess Technol.* **2014**, *7*, 2366–2374. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
13. Espinal-Hernández, P.; Colinas-León, M.T.; Ybarra-Moncada, M.C.; Méndez-Zúñiga, S.N.; Corrales-García, J. Postharvest effects of 1-mcp and chitosan/oleic acid coating in pitaya (*Stenocereus griseus* H.). *J. Prof. Assoc. Cactus Dev.* **2021**, *23*, 43–57. [[Google Scholar](#)]
14. Zahid, N.; Ali, A.; Siddiqui, Y.; Maqbool, M. Efficacy of ethanolic extract of propolis in maintaining postharvest quality of dragon fruit during storage. *Postharvest Biol. Technol.* **2013**, *79*, 69–72. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
15. Ju, Z.; Duan, Y.; Ju, Z. Plant oil emulsion modifies internal atmosphere, delays fruit ripening, and inhibits internal browning in Chinese pears. *Postharvest Biol. Technol.* **2000**, *20*, 243–250. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
16. Dávila-Aviña, J.E.; Villa-Rodríguez, J.A.; Villegas-Ochoa, M.A.; Tortoledo-Ortiz, O.; Olivas, G.I.; Ayala-Zavala, J.F.; González-Aguilar, G.A. Effect of edible coatings on bioactive compounds and antioxidant capacity of

- tomatoes at different maturity stages. *J. Food Sci. Technol.* **2014**, *51*, 2706–2712. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
17. Zhang, Y.; Han, J.H. Mechanical and thermal characteristics of pea starch films plasticized with monosaccharides and polyols. *J. Food Sci.* **2006**, *71*, 109–118. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 18. Hu, H.; Li, X.; Dong, C.; Chen, W. Effects of wax treatment on quality and postharvest physiology of pineapple fruit in cold storage. *Afr. J. Biotechnol.* **2011**, *10*, 7592–7603. [[Google Scholar](#)]
 19. Puttalingamma, V. Edible coatings of carnauba wax—A novel method for preservation and extending longevity of fruits and vegetables—A review. *Intel. J. Food Saf.* **2014**, *16*, 1–5. [[Google Scholar](#)]
 20. Machado, F.L.D.C.; Costa, J.M.C.; Batista, E.N. Application of carnauba-based wax maintains postharvest quality of ‘Ortanique’ tangerine. *Food Sci. Technol.* **2012**, *32*, 261–268. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
 21. Morillon, V.; Debeaufort, F.; Blond, G.; Capelle, M.; Voilley, A. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **2002**, *42*, 67–89. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 22. JBT Corp. Sta-Fresh 2981™ Postharvest coating for pineapples. In *Technical Data Sheet*; JBT FoodTech: Chicago, IL, USA, Undated; p. 1.
 23. JBT Corp. Endura-Fresh 6100™ Post-Harvest Coating for Fruit. In *Technical Data Sheet*; JBT FoodTech: Chicago, IL, USA, Undated; p. 1.
 24. McGuire, R.G. Reporting of objective color measurements. *HortScience* **1992**, *27*, 1254–1255. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
 25. Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. *Postharvest, an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*, 5th ed.; CABI: Wallingford, UK, 2007. [[Google Scholar](#)]
 26. Etemadipoor, R.; Mirzaalian Dastjerdi, A.; Ramezani, A.; Ehteshami, S. Ameliorative effect of gum arabic, oleic acid and/or cinnamon essential oil on chilling injury and quality loss of guava fruit. *Sci. Hortic.* **2020**, *266*, 109255. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 27. Ergun, M.; Sargent, S.A.; Fox, A.J.; Crane, J.H.; Huber, D.J. Ripening and quality responses of mamey sapote fruit to postharvest wax and 1-methylcyclopropene treatments. *Postharvest Biol. Technol.* **2005**, *36*, 127–134. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
 28. Ali, A.; Zahid, N.; Manickam, S.; Siddiqui, Y.; Alderson, P.G.; Maqbool, M. Effectiveness of submicron chitosan dispersions in controlling anthracnose and maintaining quality of dragon fruit. *Postharvest Biol. Technol.* **2013**, *86*,

- 147–153. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
29. Salunkhe, D.K.; Boun, H.R.; Reddy, N.R. *Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables; Fresh Fruits and Vegetables*; CRC Press Inc.: Boston, MA, USA, 1991; Volume 1. [[Google Scholar](#)]
30. Nunes, M.; Brecht, J.; Sargent, S.; Morais, A. Effects of delays to cooling and wrapping on strawberry quality (cv. Sweet Charlie). *Food Control* **1995**, *6*, 323–328. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
31. Paniagua, A.; East, A.; Hindmarsh, J.; Heyes, J. Moisture loss is the major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry. *Postharvest Biol. Technol.* **2013**, *79*, 13–19. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
32. Dang, K.T.; Singh, Z.; Swinny, E.E. Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. *J. Agric. Food Chem.* **2008**, *56*, 1361–1370. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
33. Rastegar, S.; Atrash, S. Effect of alginate coating incorporated with Spirulina, Aloe vera and guar gum on physicochemical, respiration rate and color changes of mango fruits during cold storage. *Food Meas.* **2021**, *15*, 265–275. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
34. Ochoa-Velasco, C.E.; Guerrero-Beltrán, J.Á. Postharvest quality of peeled prickly pear fruit treated with acetic acid and chitosan. *Postharvest Biol. Technol.* **2014**, *92*, 139–145. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
35. Cruz, V.; Rojas, R.; Saucedo-Pompa, S.; Martínez, D.G.; Aguilera-Carbó, A.F.; Alvarez, O.B.; Rodríguez, R.; Ruiz, J.; Aguilar, C.N. Improvement of shelf life and sensory quality of pears using a specialized edible coating. *J. Chem.* **2015**, *2015*, 138707. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
36. Ochoa, E.; Saucedo-Pompa, S.; Rojas-Molina, R.; Garza, H.d.l.; Charles-Rodríguez, A.V.; Aguilar, C.N. Evaluation of a candelilla wax-based edible coating to prolong the shelf-life quality and safety of apples. *Am. J. Agric. Biol. Sci.* **2011**, *6*, 92–98. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]

六、圖表

表 1. 在 7 °C 下儲存 20 天期間，完整、塗層和未塗層火龍果的重量損失（％）、皺縮（％表面積）、炭疽病果腐爛（％表面積）和總體可接受性評級（等級 1-5）。

Table 1. Weight loss (%), shriveling (% surface area), anthracnose fruit rot (% surface area) and overall acceptability ratings (scale 1–5) for whole, coated and uncoated pitaya fruit during 20 days storage at 7 °C.

Storage (d)	Coating	Weight Loss (%) ^z	Shriveling (%)	Anthracnose Fruit Rot (%)	Overall Acceptability Rating
0	VOC	0.0 a	0.0 a ^y	0.0 a	5.0 a
	CC	0.0 a	0.0 a	0.0 a	5.0 a
	Control	0.0 a	0.0 a	0.0 a	5.0 a
5	VOC	1.56 ab	0.0 a	0.0 a	5.0 a
	CC	1.11 b	0.0 a	0.0 a	5.0 a
	Control	1.68 a	0.0 a	0.0 a	5.0 a
10	VOC	2.97 a	3.8 a	0.0 a	5.0 a
	CC	2.64 a	0.0 a	0.0 a	5.0 a
	Control	2.95 a	7.5 a	0.0 a	5.0 a
15	VOC	4.10 a	5.0 ab	5.3 a	3.8 a
	CC	3.86 a	0.0 b	2.8 a	4.0 a
	Control	4.76 a	16.3 a	10.0 a	3.8 a
20	VOC	5.45 a	25.0 b	17.5 a	2.8 a
	CC	5.25 a	20.0 b	15.0 a	2.8 a
	Control	5.8 a	50.0 a	25.0 a	2.5 a

^z Fruit (*n* = 4) surface area (%) showing shriveling or decay; 0% = none, <15% = slight, 15–49% = moderate, >50% = severe. Overall acceptability ratings based on a 5-point rating from 1 = very poor, 3 = limit of acceptability, 5 = excellent. ^y Means in each column with the same letter and by storage day are not significantly different according to Duncan's Multiple Range test at *p* ≤ 0.05. Data represents the mean (*n* = 4).

表 2. 7 °C 下儲存 20 天期間，對整個、塗層和未塗層火龍果外部顏色的主要影響和相互作用。

Table 2. Main effects and interactions for external color of whole, coated and uncoated pitaya fruit during 20 days storage at 7 °C.

Main Effect	L* Value	Hue* Angle	Chroma* Value
Coating			
VOC	34.56 a ^z	16.44 a	34.54 a
CC	34.88 a	18.94 a	33.10 a
Control	34.03 a	17.30 a	34.39 a
Storage Period			
Day 0	35.52 a	17.12 b	31.12 c
Day 5	33.06 b	16.28 b	33.96 abc
Day 10	33.25 b	15.53 b	35.55 ab
Day 15	34.88 a	15.60 b	36.45 a
Day 20	35.70 a	23.08 a	33.06 bc
Interactions			
Coating × Storage	ns ^y	ns	ns

^z Means in each column within the Main Effect with the same letter are not significantly different according to Duncan's Multiple Range test at *p* ≤ 0.05. ^y ns = not statistically different at *p* ≤ 0.05 from ANOVA.

1 表 3 經過 20 天在 7°C 儲存後，塗層和未塗層火龍果果核周果肉組成的主要效應和交互作用。

Table 3. Main effects and interactions for composition of mesocarp tissue from coated and uncoated pitaya fruit after 20 days storage at 7 °C.

Main Effect	SSC (%)	TTA (%, Malic Acid Basis)	SSC:TTA Ratio
Coating			
VOC	11.78 a ^z	0.38 a	35.51 a
CC	11.46 a	0.38 a	35.77 a
Control	11.70 a	0.38 a	35.81 a
Storage Period			
Day 0	11.71 ab	0.59 a	22.03 d
Day 5	11.32 b	0.41 b	29.17 c
Day 10	11.87 ab	0.37 b	33.77 b
Day 15	11.99 a	0.26 c	47.37 a
Day 20	11.33 b	0.25 c	46.26 a
Interactions			
Coating × Storage	ns ^y	ns	ns

^z Means in each column within the Main Effect with the same letter are not significantly different according to Duncan's Multiple Range test at $p \leq 0.05$. ^y ns = not statistically different at $p \leq 0.05$ from ANOVA.

2

3 表 4. 塗層和未塗層火龍果在 7 °C 下儲存 15 天後，感官小組對外觀、整體可接受性、質地和風味（9 等級享
4 樂量表）以及硬度和多汁性（5 等級恰到好處量表）的評估結果。

Table 4. Sensory panel results for appearance, overall acceptability, texture, and flavor (9-point hedonic scale) and firmness and juiciness (5-point Just About Right Scale) of coated and uncoated pitaya fruit after 15 days storage at 7 °C.

Coating	9-Point Hedonic Scale ^z			5-Point Just About Right (JAR) Scale			
	External Appearance	Internal Appearance	Overall Acceptability	Texture	Flavor	Firmness	Juiciness
VOC	6.75 a ^y	7.06 a	6.65 a	6.77 a	6.41 a	2.93 a	3.01 a
CC	6.51 a	6.96 a	6.39 a	6.62 a	6.14 a	2.92 a	2.89 a
Control	6.77 a	6.83 a	6.46 a	6.56 a	6.32 a	2.97 a	2.92 a
Significance	ns ^x	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^z A 9-point hedonic scale from 1 = dislike extremely, to 9 = like extremely. A 5-point Just About Right (JAR) Scale from 1 = much too soft/dry, to 5 = much too firm/juicy. ^y Means in each column with the same letter are not significantly different according to Tukey's HSD test at $p \leq 0.05$. ^x ns = not statistically different at $p \leq 0.05$ from ANOVA.

5



6

7 圖 1. 未塗漆的火龍果在 7 °C 下儲存 20 天後鱗片皺縮的情況

8

- 1 題目：
- 2 1.塗層的運用是農業部管理還是食藥署管理?(學姊問)
- 3 答:因為是農產品，所以應該是農業部管理。
- 4 2.這種塗層需要用人工塗層，人工成本不是很貴嗎人工成本不是很貴嗎？(學姊問)
- 5 答:如果是用手工當然人工成本很貴，但這實驗主要是做天然塗層實驗，減少對環境的影響，
- 6 如果到時要使用這種油脂塗層，應該會用更簡便的方式。
- 7 3.為何會想要用這兩種塗層做實驗?(學長問)
- 8 答:因為以上介紹的這些塗層只有這兩種是油脂，且為了模擬商業塗層，所以選擇這兩種油脂
- 9 塗層。
- 10 4.文中說明實驗共選擇 40 個火龍果，品質檢測用 20 質檢測用個，感官品評用 20 個，如何分
- 11 配在每五天一次檢測?(老師問)
- 12 答:每五天選出四個，平均分配 VOC、CC、，水的組別所以每一個組分配是一個。
- 13 5.感官品評的 71 感官品評個人士如何選擇?(老師問)
- 14 答:感官品評喜好性測定，快速感官方法的建議人數是 40-100 人。
- 15