從田間到市場～甘藍外葉留存如何兼顧品質與減廢

文／圖 ■ 張為斌

前言

甘藍為臺灣重要蔬菜作物，然而傳統採收為了防止運輸過程中的碰撞損傷，習慣保留多片外葉作為緩衝。這些外葉在消費端並無實際食用價值，最終多成為巨量的農業與市場廢棄物。僅臺北農產運銷股份有限公司每年即需耗資超過2,500萬元來處理這些有機廢棄物，不僅增加運銷成本，亦造成環境負擔。研究結果顯示，保留較多外葉(6～7片) 雖確實能降低初期壓傷，但考量外葉佔總重比例高達10～30%，相比葉球因受損而整修的比例，大量外葉提供的保護效益實則非常有限。此外，透過改變包裝載具(如使用紙箱或塑膠籃) 能有效彌補減少外葉所流失的保護力，結合產地實務，透過少外葉的供貨模式直接供應市場端需求，有效降低廢棄物處裡的困擾，提升採購端採用意願。因此建立依運輸條件調整外葉數並搭配合適包材的模式，將有助於降低末端處理成本，提升整體供應鏈效率。

傳統保護習慣與現代減廢挑戰

甘藍年種植面積高達8,000公頃，年產量超過40萬公噸。為確保農產品在顛簸的運輸過程中維持優良外觀，在田間採收時常刻意保留多片未緊密包覆的甘藍外葉，被視為保護葉球免於機械性損傷的保護措施。但當甘藍運抵拍賣市場或零售終端後，承銷人與零售商必須將這些外葉層層剝除，原本作為保護用途的外葉，瞬間轉變為必須額外處理的有機廢棄物。依據環境部生物質資源循環資訊平臺109～113年間農業廢棄物-批發市場植物性廢棄物-果菜殘渣統計，平均每年產出21,862公噸。

目前，果菜市場對於這些巨量有機廢棄物的處理方式，多半是委外清運，再透過畜



零批發業者整修甘藍外葉



外葉變成零售端大量廢棄物

牧業再利用或直接送入焚化爐去化，這不僅消耗可觀的清運費用，也會產生極高的處理成本。考量到廢棄菜葉具有高含水率 (約93%) 且體積蓬鬆的特性，末端回收處理的效率與經濟效益始終難以提升。因此，從源頭田間採收端直接減少廢棄物的產生，將是比末端處理更具實質效益的解決方案。本文透過模擬運輸試驗，評估保留甘藍外葉在運銷過程中的實際保護效益，期望打破傳統經驗的迷思，在維持農產品質與推動源頭減廢之間，尋求具備科學依據的平衡點。

甘藍外葉的重量占比與隱藏價值

要推動減廢，首先需了解外葉實際佔據整顆甘藍的重量比例。本場針對嘉義縣義竹鄉、水上鄉、雲林縣大埤鄉平地產區，及南投縣仁愛鄉武界山地產區，進行外葉重量佔比分析調查。於甘藍適採收期將田間甘藍連同外葉全株採收 (山地產區以慣行保留多外葉採收樣態取樣)，並在逐片剝下外葉的同時進行秤重，總計調查了66個樣本。結果顯示，多外葉採收模式 (保留6片以上外葉) 外葉重量佔比高達23～54%之間，這意味著一批運往市場的甘藍，可能有接近一半的重量是即將被丟棄的廢棄物；慣行採收模式 (保留4～5片外葉)，外葉重量佔比仍有10～30%；少外葉採收模式 (僅保留2～3片外葉)，外葉重量比例則大幅降至3～16%之間。

若能推廣少外葉採收模式，這些原本會成為市場廢棄物的大量外葉直接留在田間，不但減少了後端的廢棄物處理成本，亦能產生可觀的循環經濟效益。分析顯示，甘藍的含水率約為93%，而其乾重的含氮率約為3%。以臺灣慣行產量每公頃約60公噸計算，若採收時減少4片外葉 (重量佔比以15%估算)，每公頃約可將9公噸的外葉留在田間，其中蘊含的純氮素高達18.9公斤，這相當於為農地施加了126公斤的特43號複合肥料，將廢棄物轉化為基肥，約佔甘藍栽培基肥總量的10%，達成農業資源的永續循環。

平地產區模擬運輸試驗：保護力與廢棄物的取捨

為瞭解外葉對葉球的保護效果，針對平地產區 (水上鄉、大埤鄉) 進行模擬通路運輸與貯藏試驗，試驗將採收模式分為無或少外葉 (2～3片)、慣行 (4～5片) 與多外葉 (6～7片) 三組，統一以紙箱集裝，並於當日運送至臺北農產運銷公司，隔日清晨拍賣後，於上午運回實驗室進行壓傷與整修率調查，並分裝另一批於2℃冷藏庫貯藏1週後再行調查。

嘉義縣水上鄉的試驗結果：未經貯藏的情況下，保留6～8片外葉的多外葉組，其葉球整修率僅1.1%，確實顯著優於少外葉組的5.7%與慣行組的5.9%。經過2℃冷藏7日後，多外葉組的整修率為3.4%，依然顯著低於另外兩組的8.5%與8.3%。這份數據顯示外葉確實具備保護功能，但若將外葉本身的重量計入損耗，多外葉組的耗損反而是最高的。在降低不到10%的葉球整修率，外葉廢棄物的比例高達2%，在整體產業鏈的效益權衡上並不划算。

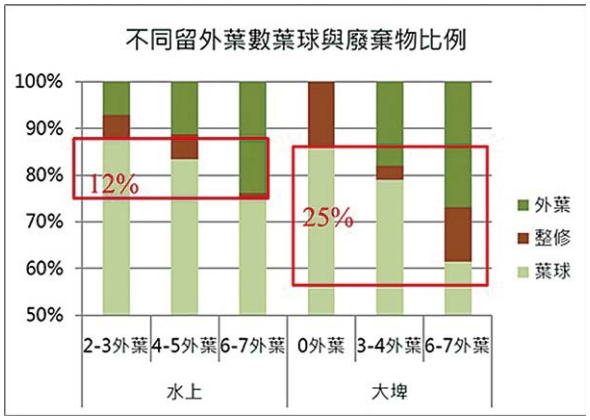
雲林縣大埤鄉的數據則凸顯了外葉保護力的侷限性，該次採收時遇雨，樣本在潮濕的狀態下採收，經模擬通路運輸後，



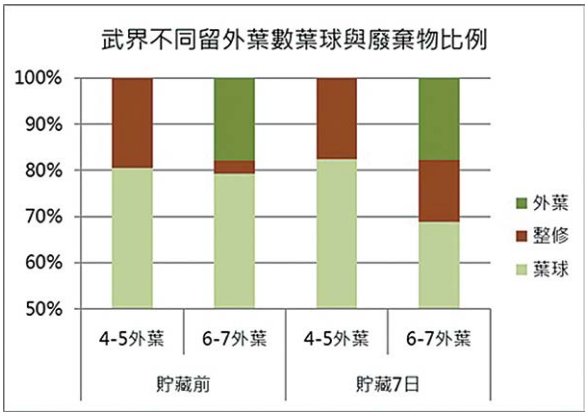
不同留外葉數的甘藍採收樣態 (0外葉、4～5外葉及6～7外葉)



大量的外葉以防運輸過程中的傷害



平地運銷貯藏7日後不同留外葉數葉球、整修與外葉比例，顯示外葉保護與廢棄物形成之效益落差



高山甘藍仍需外葉保護且不適合貯藏

無外葉組的整修率達14.0%，慣行組降至5.6%，多外葉組僅3.3%，顯示完全無外葉保護會導致葉球顯著損害；但經過7日的冷藏後情況發生反轉，多外葉組的整修率攀升至13.6%，反而高於慣行組的9.4%，甚至在統計學上與無外葉組無顯著差異。可能與採收時遇雨、田間濕度較高有關，保留過多外葉反而容易將水氣悶在內部，導致貯藏期間葉球加速腐爛，產生反效果。

高山產區的獨特挑戰：以南投武界為例

高山產區的甘藍因生產環境不同，相關研究亦於南投縣仁愛鄉武界進行採樣調查，考量山區作業習慣，改以塑膠簍進行集裝測試。結果顯示，在運輸後6～7片外葉處理的整修率分別為2.8%，顯著優於4～5片外葉處理的19.4%，顯示在山路顛簸的運輸過程中，外葉保護至關重要，但經過7日的冷藏貯藏後，6～7片外葉處理之整修率飆升至13.4%。此一結果顯示，高山產區的甘藍保留外葉雖可有效改善短期物理傷害，但無法改變其不適合貯藏的特性，因此對山區甘藍而言，應以加速物流銷售為首要。

紙箱、塑膠籃與塑膠簍，因應採收模式提供適當保護力

為了尋求替代方案以彌補減少外葉流失的保護力，嘗試不同包裝載具的交叉試驗，比較紙箱、塑膠籃 (長61×寬42×高38

公分) 與傳統塑膠簍 (高55×直徑50公分) 在不同留葉量下的保護力。當甘藍在完全無外葉的極端無保護狀態下，紙箱展現了絕佳的緩衝力。數據顯示，使用紙箱集裝的甘藍，其貯藏前與貯藏7日的整修率分別為11.7%及15.5%，顯著低於使用塑膠籃運輸的15.2%及22.2%，顯示紙箱的材質能提供最佳的物理緩衝保護。

若採用實務上較易推廣的少外葉模式(保留2～3片)，少量外葉提供的基礎保護已足夠抵銷紙箱與塑膠籃之間的差異，試驗中塑膠籃在經過7日貯藏後的表現甚至優於紙箱，這可能與塑膠籃具有較佳的通風透氣性，能減少悶熱腐爛有關。綜合評估，塑膠籃與紙箱皆能有效確保少外葉採收的甘藍品質，並大幅降低損耗。

值得警惕的是，許多產區慣用的圓柱形塑膠簍，在減廢測試中表現最差。在少外葉處理下，使用塑膠簍的甘藍，其貯藏後的整修率高達37.3%，顯著劣於紙箱與塑膠籃。這顯示塑膠簍由於內部空間受力不均勻，當缺乏大量外葉作為緩衝時，極易對脆弱的葉球造成深層壓傷，因此絕對不適合應用於未來的減廢採收模式中。

採收效率、經濟成本與產業實踐探討

推動減廢供應模式，除了科學數據的支持，更需要精算實務上的經濟成本與作業效率。

許多農友擔憂改變採收習慣會拖慢速度。經實地調查，在不同採收模式下，人員採收10顆甘藍的時間約介於18～25秒之間。兩位受試者中，一位在不同模式間無顯著差異，另一位甚至在無外葉採收模式下



適當留外葉數量與塑膠籃搭配，兼顧品質與降低廢棄物問題

的速度顯著高於其他模式。這證明了只要經過短暫適應，減廢採收不僅不耗時，甚至可能因減少了田間整理的重量而提升效率。

在應用實務上，合作場域雲林縣北港農產生產合作社採用減廢供應模式顯露此模式的潛力。該合作社除傳統批發市場拍賣通路外，積極導入企業對企業運銷模式，包裝載具採用符合現代物流標準的塑膠籃進行裝運，透過適當留外葉數量與塑膠籃搭配，直接將高品質的甘藍經物流系統供應各大零售市場等終端需求者並降低後端廢棄物處理之困擾。目前，該合作社採用此減廢與塑膠籃之直供模式，出貨量已可達到每日10公噸。此一案例不僅驗證了少外葉搭配塑膠籃可兼顧品質的科學結論，更證明了減廢供應模式在商業運轉上具備極高的可行性。

結論

本研究透過實際產地運銷試驗與貯藏測試，釐清了甘藍外葉在運銷過程中的效益。總結而言，傳統外葉留越多越好的觀念已不符時宜，多留外葉所增加的微保護效益，相較於其所衍生的廢棄物處理成本並不相符，期待透過科學數據的揭露與成功案例的引導，能促使產業重新評估採收習慣，建立更具彈性、更低耗損的新世代蔬菜供應鏈。