

天然防治・蔚為風潮

—甲殼素天然物之應用

文 | 楊瓊儒 嘉義大學生物資源系副教授

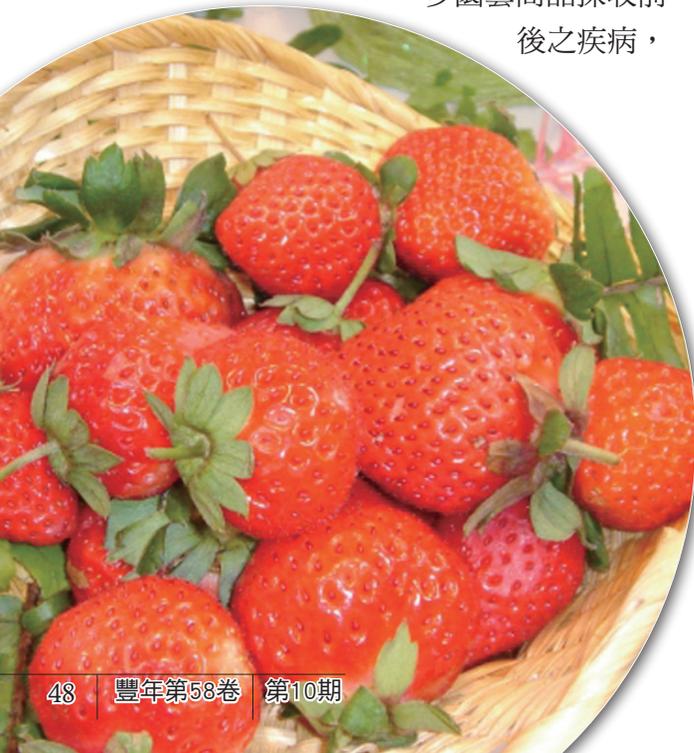
甲殼素一般提煉自蝦殼、蟹殼，是含有幾丁質及幾丁聚醣的機能性產品及材料。研究指出，甲殼素及其所衍生的產品對於植物有保護作用，主要是因為甲殼素可以促使植物產生自我保護的機制來抵抗外來的感染及寄生生物的侵略。

甲殼素跟農業有什麼關係？

蔬果為農友賺取利潤，但其生育期間使用農藥已為環境及人類健康的隱憂！加上長期使用農藥易使病原產生抗藥性，故發展替代的防治方法為目前的趨勢，其中以具有可經生物降解的天然防治物質蔚為風潮。甲殼素 (Chitosan) 是類似纖維素多醣類的大分子聚合物，是幾丁質去乙酰化後的形式，也是由蟹、蝦等甲殼類動物的外殼經過生物降解後的無毒天然物質，具有聚陽離子的性質，已被證明在適當的使用下，可防治許多園藝商品採收前後之疾病，

也被報導可能可應用於防治土壤及植物葉面的真菌、細菌及病毒。

顯微鏡觀察指出：經甲殼素處理過的微生物不僅可阻止其生長，且使真菌細胞在形態上改變其構造，反應出它具有殺菌或靜菌的潛能。在添加甲殼素 (0.75 - 6.0 mg/ml⁻¹) 的培養基中，隨著濃度增加，減少鏈格孢菌 (*Alternaria alternata*)、灰黴病菌 (*Botrytis cinerea*)、炭疽病菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 及匍枝根黴菌 (*Rhizopus stolonifer*) 等的生長。在甲殼素 1 - 4% 下，也可抑制菌核病菌 (*Sclerotinia sclerotiorum*) 的生長。其他在立枯絲核菌 (*Rhizoctonia solani*)、引起香碗豆萎凋病及豌豆根腐病的腐皮鏟孢病菌 (*Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* 及 *F. solani* f. sp. *pisii*)、尖鏟孢菌 (*F. oxysporum*)、指狀青黴菌 (*Penicillium*



digitatum)...等皆有類似的報告。但仍有一些菌不受影響，例如黑根黴菌 (*Rhizopus nigricans*)。

甲殼素是作物保養聖品

大致上，甲殼素可減少真菌的產孢，甚至不產孢，但也有反而促使產孢者，例如：指狀青黴菌 (*Penicillium digitatum*) 在甲殼素 0.5% 及 1.5% 下產生比不處理者更多的孢子，學者認為這可能是真菌受到甲殼素的壓力反應，因有些研究顯示是孢子的活性受到影響，例如灰黴病菌及匍枝根黴菌在甲殼素 0.75 mg/ml^{-1} 的濃度下會減少孢子活性及發芽管的生長；也有報告指出，落花生銹病 (*Puccinia arachidis*) 的夏孢子以甲殼素 $100 - 1000 \mu\text{g/g}^{-1}$ 濃度處理後，再用蒸餾水不斷地洗去甲殼素，可降低孢子發芽，顯示其對孢子的活性有長期抑制效果。學者們認為，甲殼素有聚陽離子的性質，可能干擾曝露於真菌細胞表面的大分子之負電荷，導致細胞間電解質及蛋白質成分的滲漏。也有學者認為，甲殼素擴散性水解產物與微生物 DNA 作用，因而抑制 mRNA 及蛋白質的合成，或使金屬、孢子



元素及必要的養分受到嵌合所致。

甲殼素可影響菌絲的形態，羽扇豆-番茄枯萎病菌、匍枝根黴菌及菌核病菌以甲殼素處理後呈現過多的菌絲分歧、不正形、腫大及減少菌絲大小，另外，也在灰黴病菌及引起棗椰樹 bayoud 病害的尖鏢孢菌 (*F. oxysporum f. sp. albedinis*) 的菌絲引起大的囊泡或呈空洞的細胞。

除了此種對微生物的直接活性外，其他研究也強烈地認為甲殼素可誘導一系列與酵素活性有關的防禦反應。甲殼素已被證明可增加葡聚糖水解酶、酚化物及合成特殊的抗真菌性的植物抗菌素之產生，也可以減少引起軟腐的酵素，例如聚半乳糖醛酸酶、果膠甲酯酶等。施用甲殼素的甜椒組織中可減少灰黴病菌所產生的聚半乳糖醛酸酶，因而減少軟腐現象。此外，甲殼素可部分地抑制過氧化氫酶，減少組織褐變的現象。

可誘導作物產生防禦屏障

甲殼素也可誘發結構性的防禦屏障，例如類木質素物質的合成。施用甲殼素於小麥葉片，在 48 及 72 小時後，細胞壁



有

中等的

木質化。番茄

葉及根經甲殼素處理後，會形成特殊的構造及物質來抵抗引起羽扇豆-番茄枯萎病的尖鏟孢菌 (*F. oxysporum f. sp radicylycopersici*)。而在甜椒果實，防禦性的結構只發現在受到灰黴病菌所破壞的細胞下第一層組織，可見到寄主細胞壁加厚，沿著細胞壁產生半球狀或球狀突起，細胞間空隙填充纖維狀物。

在病毒方面，不論是噴灑甲殼素 (0.1%) 於大豆葉片，或混合於病毒接種源內，都可降低紫花苜蓿嵌紋病毒的局部病斑。甲殼素 (0.1%) 在番茄葉片也有類似的抑制馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒的報告。他們認為事先施用甲殼素可能誘發全身性抗病性。

番茄幼苗及根部浸於甲殼素溶液，隨著濃度由 0.5 增加到 2.0 mg/ml⁻¹，可顯著地減少羽扇豆-番茄枯萎病及腐霉病菌 (*Pythium aphanidermatum*) 的為害。以甲殼

素處理番茄種子，並添加甲殼素於土壤中，比單獨使用者防治效果更佳，甚至不出現病斑。在胡瓜生長液中添加 400 μg/ml⁻¹ 的甲殼素，結果不發病。小麥種子以甲殼素 (2 - 8 mg/ml⁻¹) 處理，種子發芽情形更好，且更強壯，小麥赤霉病菌 (*F. graminearum*) 也減少。但是草莓則無此等效果，在溫室及田間試驗即使施用甲殼素高達 5.0 mg/ml⁻¹，也不能抑制由 *Rhizoctonia fragariae* 及根腐線蟲所引起的黑根腐病。在接種病原菌 24 小時或 1 小時之前施用甲殼素 (1,000 ppm 或 0.1%)，分別可減少落花生銹病或胡瓜灰黴病，已證實甲殼素的保護作用大於治療作用。

可延長蔬果貯藏期限

施用甲殼素也可減少蘋果、奇異果、梨...等果實的



貯藏病害，草莓及藍莓果實覆蓋 10 或 15 mg/ml^{-1} 的甲殼素可減少灰黴病及黑腐病，且其效果與農藥處理相當。但在荔枝的 33 天貯藏期中，甲殼素雖能延遲病害的感染，效果卻不如農藥處理。桃的果實也有類似報告。然而，甜椒果實經甲殼素 10 mg/ml^{-1} 處理後，可阻止灰黴病 7 天之久，甜櫻桃、葡萄及柑桔也有類似報告。木瓜果實先浸於甲殼素 1.5 % 溶液比接種病原後再浸者，較能防治炭疽病，說明了其預防效果大於治療效果。胡蘿蔔在接種病原前 3 天施用甲殼素 0.2% 溶液，可降低菌核病發生率，且腐爛的部位較少。採收草莓前 10 天噴灑 2、4 及 6 g/ml^{-1} 甲殼素，皆能減少貯藏期間的灰黴病。採收葡萄前 5 或 21 天噴灑 0.1%、0.5% 或 1% 甲殼素，也有類似報告。

由於甲殼素有形成半滲透外膜的能力，故可藉由降低蔬果呼吸速率及減少水分喪失而延長其貯儲時間，這已被發現於番茄、草莓、龍眼、蘋果、芒果、香蕉及甜椒上。甲殼素在桃及番茄上皆能減少二氧

化碳及乙烯的產生。經甲殼素處理的草莓、藍莓、番茄、桃、木瓜…等在貯藏期間都能保持其堅硬度。草莓在採收前施用甲殼素，並配合貯藏溫度及時間，可使果實堅硬。甲殼素也可維持果實顏色，但在日本梨及木瓜上卻稍退色，而胡瓜及甜椒比不施用者呈較深綠色。



。香蕉經處理後，在貯藏期間較少降低糖分，但也報告指出芒果會降低糖分，且逐漸降低維生素 C，而桃果實經 12 天後仍維持其維生素 C 含量。一般而言，經處理後的果實香味及味道仍然保持恆定，甚至芒果及草莓經過貯藏 21 或 15 天後，比不處理者有更好的風味，尤其草莓再添加鈣鹽處理，在 21 天後有最好的風味。但木瓜的風味較差，可能是延遲其成熟之故。

甲殼素為無毒且可由生物降解的物質，在自然界中也相當豐富，也可作為植物引起防禦反應的誘導源，故可望成為新興的植物保護劑，有助於達到永續農業的目標。但其田間試驗尚待加強證實之。(參考文獻請逕洽作者) 