

寡糖植物免疫調節疫苗於作物 病害防治之應用

作者：朱盛祺（副研究員）
電話：(037) 991025 # 30

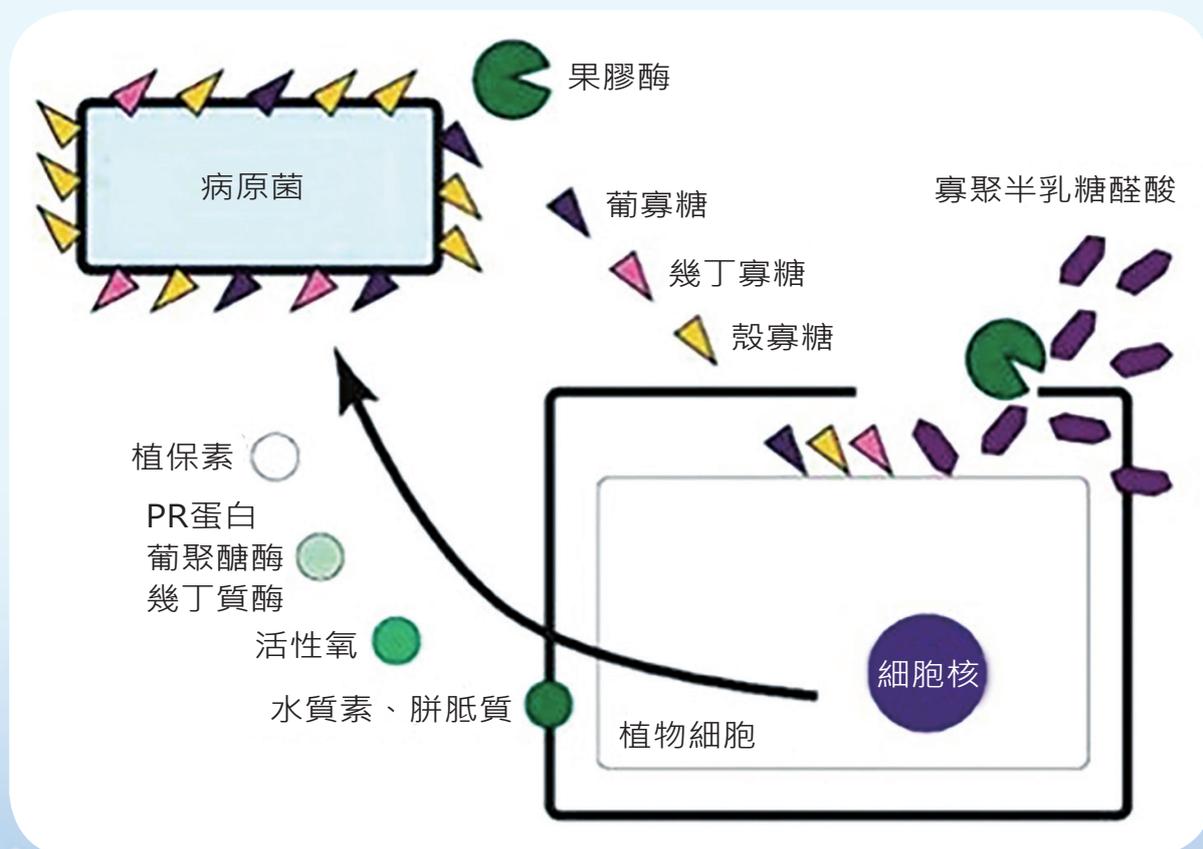
前言

1985年Albersheim教授首次提出寡糖素(oligosaccharins)這個新概念，並認為寡聚糖具有調控植物生長、發育、繁殖、防病和抗病等方面的功能。植物免疫調節劑是一類新型的生物農藥，本身並無殺菌活性，但能激發植物產生系統性抗性，激發植物內部的免疫機制，起到抗病、防病、治病等目的。近年來，研究發現寡糖在許多生命活動過程中都具有重要的功能。寡糖可作為一種信號分子來調控植物的生長發育和植物抵抗逆境（蟲害、病原菌入侵，生理逆境）的防衛反應（圖一）。近幾

年，研究發現殼寡糖不僅可誘導植物抗病性，且能激發植物的抗逆境性，例如植物的抗旱、抗寒性等，同時，殼寡糖還具有刺激生長的作用，寡糖在農業生產上顯示出寬廣的應用前景。

植物免疫的介紹

植物免疫可分為自主免疫和誘導免疫。自主免疫主要指由植物基因及其代謝產物對某些病原物的殺滅或抑制作用，如抗性基因及所產生的抗性物質等防禦病原微生物的入侵能力；誘導免疫主要指由於外源生物或分子通過誘導



圖一、植物與病原菌相互作用中產生的寡糖素信號。（圖片引用：中科院大連化物所 賈曉晨）

或啟動植物所產生的抗性物質對某些病原物的抗性或抑制病菌的生長（邱，2011）。目前發現的誘導或激發因素主要有病毒外鞘蛋白、寡核苷酸、小分子多肽、離層酸、寡糖和啟動蛋白等，當這些誘導子或激發子與植物接觸後，有的通過葉表皮進入植物體內，如病毒外鞘蛋白、離層酸等；有些則通過細胞表面的膜蛋白如啟動蛋白、過敏蛋白；或通過氣孔或水孔如寡糖等而作用於植物組織。這些物質通過信號傳導誘導植物產生乙烯、水楊酸、吲哚乙酸、茉莉酸、植物防禦素和病程相關蛋白等，提高植物抵禦病原菌的能力，經研究表明蛋白質、寡糖、枯草芽孢桿菌及木黴菌等免疫誘抗劑所誘導的免疫反應基本比較一致，主要集中在水楊酸、茉莉酸或乙烯的途徑，植物的免疫作用可能與哺乳動物或昆蟲等動物的免疫反應不同，不形成免疫球蛋白G (Immunoglobulin G, IgG)等免疫抗體結構，植物的免疫是一個原始初級的免疫反應，植物的免疫反應通過大致相似的路徑來抵禦病蟲害的侵入，因此植物誘抗劑所誘導的免疫反應通常具廣效性或多功能性。

寡糖在防治作物病害上的應用

一、水稻與小麥抗病之應用

殼寡糖能顯著提高水稻植株對稻熱病的抗性，殼寡糖處理的防病效果達50%以上，病斑級數下降，侵染速度減慢。殼寡糖誘導水稻的過敏性反應(hypersensitive response, HR)類細胞死亡，並有 H_2O_2 積累。在水稻成株期，噴施不同濃度的殼寡糖溶液，水稻植株紋枯病的發病率和病情指數較對照組明顯降低，相對防效均在 50%以上。濃度為 50 $\mu\text{g/mL}$ 的殼寡糖溶液引發水稻對紋枯病的誘導抗病性程度最強，對水稻紋枯病的防效達 65.56%。殼寡糖對水稻植株進行誘導處理後，水稻植株體內過氧化 (peroxidase, POD)、多酚氧

化 (polyphenol oxidase, PPO)、苯丙氨酸解氨 (phenylalanine ammonia-lyase, PAL)和 β -1.3-葡聚糖 (β -1.3-glucanase)的活性均有不同程度的提高。殼寡糖對小麥紋枯病具有優異的防治效果，對小麥紋枯病的防治效果可達88.40%~90.60%。

二、蔬菜類作物防病之應用

殼寡糖處理24小時後接種，對黃瓜灰黴病防治效果達 87.14%。殼寡糖對胡瓜白粉病菌也有明顯的防治效果，由超微結構觀察可發現，白粉病菌發育明顯受到抑制，例如出現白粉菌菌絲細胞質凝聚、胞器解體和細胞組織崩解等現象；吸器出現畸形與吸器壁增厚等現象，且吸器的原生質電子緻密度加深、細胞器解體、最終導致吸器壞死。殼寡糖田間防治辣椒疫病及體外抑菌之試驗結果顯示：殼寡糖對辣椒疫病的防效高達73.2%，殼寡糖可抑制辣椒疫病菌的菌絲生長，半數效應濃度(half maximal effective concentration, EC_{50})為100 mg/L，殼寡糖也被發現可誘導油菜抗菌核病：接種核盤菌前提前 3 天施用 50 $\mu\text{g/mL}$ 殼寡糖之預處理的植株有最佳的防治效果，防效高達72.1%（趙、尹，2011）。

三、病毒病防治之應用

臺南區農改場研究報告顯示：寡聚糖可誘導植物體產生抗性，而且還有刺激植物生長的作用。對於瓜類退綠黃化病毒，對照未處理、殼寡糖處理、寡聚半乳糖醛酸處理的罹病毒率依序分別為 54.6%，32.9% 及 32.1%；溫室中分別為82%，36% 及 34%。收成後進行果實品質分析，三處理間植株葉片及果肉均檢測到病毒的罹病果實僅糖度有些許差異，而無罹病株的健康果實，不論是果重、果肉厚度、果實大小及糖度均有明顯的差異，平均果重相差約 120~740 公克，糖度約相差 1~2.6 °Brix（白利糖度，Degrees Brix）。另外

亦可在種植初期即施用寡聚糖，不僅可刺激生長亦可誘導抗性，增加產量與提升品質。殼寡糖也可以誘導煙草抗病毒，使用 50 μ g/mL，再接種煙草嵌紋病毒(Tobacco mosaic virus, TMV)，殼寡糖對 TMV 引起的煙草嵌紋病毒病的防效為 84.73%，殼寡糖也誘導紅花菸草 (*Nicotiana tabacum*) 對其體內減少 TMV 的增殖。殼寡糖處理後菸草體內的 TMV 上行和下行之長距離移動均明顯延遲和減少，下行移動受到的影響更大。殼寡糖預防處理24小時後，對病毒粒(virion)具有強烈破壞作用，導致病毒粒破裂，對煙草嵌紋病毒具體外鈍化作用 (彭等，2013)。

激發抗寒性與促進植物生長之應用

寡糖不僅能激發植物的抗病性，還能激發植物的抗寒性。梨樹在花期發生寒害，嚴重影響梨的著果率。在寒害發生前，用 75 mg/L 殼寡糖噴灑梨樹，用殼寡糖處理後的梨樹，著果率比未經殼寡糖處理梨樹之坐果率提高 9.9 倍。此外，噴施殼寡糖，能夠顯著促進幼果的生長發育。在幼果期發生凍害，噴施殼寡糖，能保護果實表面不受凍傷或使凍傷面積減小。寡糖促進植物生長：殼寡糖

能顯著提高胡瓜、煙草生長，也能使煙草和胡瓜功能葉片中葉綠素含量、淨光合速率(net photosynthetic rate, Pn)、氣孔導度(stomatal conductance, Gs)、蒸散速率 (transpiration rate, Tr)和胞間CO₂濃度(intercellular CO₂ concentration, Ci)升高，氣孔限制值(stomatal limit value, Ls)下降。寡糖植物疫苗甚至具有保花保果改善農作物品質的作用 (杜、趙，2011)。

商品化應用實例

阿泰靈 (6%寡糖·鏈蛋白可濕性粉劑) 為世界首項植物免疫蛋白質之生物農藥，阿泰靈僅於 2015 年度單一年度，在中國市場的銷售額即超過 7,000萬元，推廣使用面積逾 500 萬畝。與以往農藥產品不同，被認為是新農藥的理念，通過誘導植物自身免疫，增強植物抵抗能力，改善植物的健康狀況，以此抵禦病蟲害的侵擾。預防的理念，並非等發生病害了再開始施藥，而是未發病前就開始施藥預防。阿泰靈影響了傳統農藥的使用觀念和用法，或許正是因為阿泰靈，『植物疫苗』的概念迅速普及。

引用文獻

- 邱德文。2011。新型生物農藥-植物誘抗劑。2011 海峽兩岸生物防治研討會。p.11-12。
- 杜豈光、趙小明。2011。寡糖植物免疫調節劑 (疫苗) 研製及作用機理研究。2011 海峽兩岸生物防治研討會。p.162-163。
- 彭瑞菊、黃秀雯、蔡翰沅、鄭安秀。2013。不同的寡聚糖處理對洋香瓜瓜類退綠黃化病毒病發生之影響。臺南區農業改良場研究彙報第61號。p.50-59。
- 趙小明、尹恒。2011。寡糖免疫調節劑 (疫苗) 在作物上的應用。2011 海峽兩岸生物防治研討會。p.164-165。