

種子披衣技術發展與應用

農委會種苗改良繁殖場 黃玉梅

一、前言

農業勞動力老化和外移，是全球農村普遍的現象，在臺灣農忙時也常有請不到工的窘境，農業生產必須逐步以機械取代人力，而改變原有作物的生產作業模式，除了耕作、收穫外，還必須從播種開始，如：利用真空播種的穴盤育苗系統，直播作物改採機械點播，但對於體積小、質量輕、形狀不規則的種子，很難順利使用機械播種，然而運用種子披衣(seed coating)處理技術，可以改變種子的重量、形狀、大小(Halmer, 2008)，亦可改善種子的流動性減少摩擦力，並可達到一致性的要求，更方便機械播種。而機械化後高成苗率為必要條件，因此，農民對種子品質要求除了品種外，還要發芽快速、整齊，甚至播種後必須具有可以忍受田間逆境以及制病、防蟲的能力。而透過種子披衣技術添加活性成分如：植物刺激劑、營養元素、殺菌、殺蟲劑或生物製劑..等，確實可以提高種子活力、促進或調節種子萌芽及增加生物性或非生物性逆境的防禦力，提高種子的附加價值，讓小小一顆種子展現無限的可能。

二、披衣技術的發展與現況

種子披衣技術始於 1930 年代英國，最初運用在穀類種子上，美國則於 1940 年末開始進行造粒 (seed pelleting) 技術的研發，直到 1960 年代在歐洲為因應精密播種披衣技術才開始迅速發展，荷蘭、英、法等國不斷研究、改良之後，擴大應用到蔬菜和花卉種子，並逐漸在商業使用(Glen, 1991；Grellier et al., 1999)。八〇年代中、後期，披衣已被廣泛應用在商業種子處理加工上，受到美、日、英以及一些西歐國家的高度重視，並相繼投入研發，使披衣劑的理化性能、產品質量和應用獲得提昇，許多專利產品開始在市場流通(Copeland and McDonald, 2001)。

亞洲則由日本拔得頭籌，從 1963 年使用紅土包覆牧草種子開始，至 1981 年研發出專一性的披衣劑，1984 年住友株式會社已經應用在蔬菜種子商業披衣處理。另外，中國大陸也在 1976 年開始進行甜菜種子披衣研究，1980 年由中國農業大學研製藥

肥型的披衣劑，在 1995 年以前，披衣種子推廣面積僅 1,000 多萬畝，但 1995 年被農業部以“種子工程”列為優先發展的重點高科技技術，在政策性的全面推動下，到 2000 年已經高達 4.2 億畝。

目前國際流通的高價蔬菜種子(如：茄科、葫蘆科、萵苣…等)、花卉種子(矮牽牛、四季海棠、洋桔梗…)披衣處理極為常見，亦有許多跨國代工公司提供客製化的專業服務。目前具有披衣技術的公司全球共有 29 家，但大部分市場由前 6 家掌控，包括：Bayer Crop Science(德國)、Syngenta(瑞士)、Monsanto(美國)、BASF(德國)、Du Pont-Pioneer(美國)和 Dow(美國)，這些企業將種子披衣應用於選定的種子(通常是新品種)，結合品種與農化產品開發或生物保護劑的組合，有效推廣新的產品。較小的企業如：Incotec(荷蘭/英國)和 Germaines(英國)，他們致力於披衣基質的研發，改善活性成分、披衣處理特性和播種的整體效益，是披衣基質市場的創新者。學者估算全球種子披衣材料市場年產值超過 10 億美元，預計到 2020 年將達到 16.3 億美元/年(Pedrini et al., 2016)。

三、披衣基質研發

無論披衣種子的目的為何，披衣基質是決定能否運用的成功關鍵，不僅是研發人員的研究重點，更被企業視為商業機密，因應不同需求的披衣劑不斷被開發，加上披衣加工技術可以工業化量產更具市場潛力。披衣改變了氣體或水分進出種子的量或速率，進而影響種子的發芽(Sachs et al., 1982；Schneider, 1998)或貯藏(Roos, 1979)，貯藏時需要低孔度的披衣層才能降低種子的呼吸作用；但是，播種浸潤吸水後又需高孔度來增加通氣性以利於發芽。因此，合適的披衣基質，最基本的要求必須是：處理後不能影響發芽且能貯藏一段時間；另須具備足夠的強度，以抵抗運銷或播種過程中的壓力而不致碎裂。

披衣基質依材料的功能分為：底衣液(黏著劑)、底衣粉(填充劑)、活性成分(如圖 1)等三部分。披覆材料(填充劑、活性成分)需要黏著劑才能附著在種子表面，粘合劑和填充劑必須與活性化化合物相容(Pedrini et al., 2016)。一般常用的材料分述如下：

1. 底衣液(黏著劑 Binder)：可被當做黏著劑之化合物包括：各種澱粉、纖維素、聚乙二醇、聚乙烯醇..等(Halmer, 1987；Pedrini

et, al. 2016)，甚至是水(Burgesse, 1949)都可當做黏著劑。

2. 底衣粉(填充劑 Fillers)：做為填充劑的底衣粉通常是惰性粉末(Pedrini et, al. 2016)，可使用的物質包括：黏土、沙、木屑、珍珠石、石英粉..等(Sachs et, al. 1981；Sachs et, al. 1982；Halmer 1987；Caruso 2001)。
3. 活性成分(Active ingredients)：在披衣中為特殊目的添加的物質。例如為了防病蟲害、增加作物抵抗力或促進養份攝...等目的，添加殺蟲劑、殺菌劑、營養元素、植物生長調節劑(Taylor et al., 2001; Pedrini et al., 2016)以及微生物或其他天然成份之生物製劑(Mancini and Romanazzi, 2014)等，添加時同樣必須考量對種子發芽及貯藏壽命是否有不良影響。

隨著永續與生態農業的重視，目前種苗改良繁殖場在基質研發與活性成分添加均以生物製劑以及生物性材料為研究重點，以符合安全及有機概念。

種子披衣為智能化農業重要的加工技術，種苗的生長與發育需許多因子配合，未來將是各種處理配合披衣技術的綜合應用，如讓發芽快速整齊的滲調處理以及利用活性成分的預措處理等，以滿足不同環境的多元需求。

四、披衣處理加工之類型

目前商業用披衣種子已經可以工業化生產，工業化處理機械源自製藥或保健食品加工，因種子大小與加工處理的模式不同，主要應用在種子披衣加工的機械有三種，包括：流體化床(Fluidised bed)、離心式 (Rotary coater)、糖衣鍋(旋轉鍋 Rotating pan)等造粒機(Pedrini et al., 2016) (如圖 1)。依披衣處理加工後的物理特性分類，在工業和學術界中最常使用及被認可的用詞包括：膜衣 (Film coating)、鑲衣 (Encrusting)、造粒 (Pelleting) 等三種類型(Taylor et al., 1998；Gregg and Billups, 2001) (如圖 2)。分述如下：

1. 種子膜衣 (seed film coating)：以聚合物或可分解生物塑料 (Accinelli, et al. 2016)懸浮液，噴霧披覆於種子表面，披覆層通常小於種子重量的 10%。膜衣處理技術起源於歐洲，最早使用在拌藥之後，為減少添加殺菌、殺蟲劑脫落，避免浪費藥劑及污染環境。膜衣亦可減少鑲衣、造粒披衣層掉落。
2. 種子鑲衣 (seed encrusting)：利用披覆材料進行種子包埋，加工時不刻意改變原來形狀，加工後種子重量增加在 100-500%，種子的原始形狀仍然明顯，如：十字花科、茄科、葫蘆科..等種子。

3. 種子造粒 (seed pelleting)：將小、輕、形狀不規則或不定形的種子，如：萵苣、萵菜、芹菜、洋蔥、胡蘿蔔..等較不易單粒機械化播種之種子，以黏著劑、填充劑處理種子，加工後重量增加在 500% 以上，已無法區分種子初始形狀，使成為圓粒或一致的形狀。

五、披衣技術的應用

披衣技術能受到許多先進國家重視，投入大量的研發人力與經費，主要原因除了披衣種子利於機械播種外，還可在披衣過程中加入殺菌、殺蟲劑、營養元素或生物製劑等，可有效防治苗期病蟲害及促進生長；另外，尚可搭配不同物理、化學特性的披衣物質，使作物在不良的土壤條件下，促進種子之發芽或調控其發芽的時間，用於爭取農時，改善發芽等。綜合其在作物生產上的效益有：

1. 利於機械播種，降低種子用量：

經披衣的種子有別於原樣種子且重量、形狀均可一致，尤其是體積小、質量輕、不規則的種子可明顯獲得改善，並增加流動性，使種子更利於機械播種提高精準度。對於直播蔬菜，使用披衣種子可以節省種子用量、省去間苗人力支出降低生產成本，以胡蘿蔔為例，以傳統使用原種子條播種子用量為造粒的 5.5 倍，且播種後 6-8 週須進行疏拔，工資約 2000 元/分，因此，使用造粒種子可由傳統栽培每公頃約 50,000 元降至約 10,000 元。

2. 有效預防苗期病蟲害：

傳統的浸種、拌藥..等預措處理，雖可降低種子帶菌比率，但藥劑直接接觸種子使活力下降，且藥劑容易脫落，對環境造成污染，使用時危害人的健康。先以披衣層保護種子再分層添加殺菌、殺蟲劑包覆，可避免直接接觸藥劑，再經膜衣處理避免藥劑脫落，播種時隨著種子發芽吸收，可更有效防治苗期病、蟲害，一般商業披衣種子以推薦劑量處理，通常不會影響種子發芽 (Accinelli et al., 2016)。直播蔬菜可省去播種到出苗，田間大面積噴灑農藥等防治病蟲害的工作，減少過度使用農藥，降低生產成本，並可減輕對環境的污染。隨著對環境友善及有機概念的重視，則可添加微生物製劑(如：木霉菌、液化澱粉芽胞桿菌..)或生物性材料(如：幾丁聚醣..)，以增加作物對生物性

逆境的抗性(Accinelli et al.,2016；Lizárraga-Paulín, et al.,2013)。

3.促進種子發芽與幼苗生長：

在披衣過程中可以加入發芽促進物質如:激勃素(GA₃)、硝酸鉀(KNO₃)、過氧化氫(H₂O₂)、幾丁聚醣(chitosan)、水楊酸(salicylic acid)..等，提高發芽及田間出苗率。在披衣過程中加入植物所需的營養元素，可以增強對養分的利用率，但處理時較少直接添加主要元素氮(N)、磷(P)、鉀(K)等，而是添加提高氮肥利用率硝化細菌或促進磷肥吸收的菌根菌等，或是容易缺乏的微量元素。包覆在種子周圍的微量元素，在發芽及幼苗初始生長期間即可有效供應，有助於提高作物生產力(Farooq et al., 2012)，相較於傳統的土壤接種、施肥或葉面噴施，種子披衣更具經濟效益。

六、結論

種子披衣發展至今加工技術已純熟而形成所謂的「種子工業」，歐、美、日、澳等地皆有大型種子處理代工公司，提供客製化的專業服務。披衣基質因先進國家相繼投入研發，使理化性能和產品質量均獲得提昇，許多學者著力於披衣添加活性成分的研究，讓種子不再只是繁殖的個體，同時也是賦予高活力、促進生長、忍受逆境、提升防禦能力等機能性的載體。農委會種苗改良繁殖場近年積極投入研發種子披衣技術，已成功研發十字花科、番茄、萵苣、胡蘿蔔等蔬菜種子的披衣技術，技術水準與先進國家並駕齊驅，並透過技術授權落實技術商品化應用，增加種子的產品附加價值及滿足客製化需求，為智能化農業重要的加工技術，亦提高種子業者的國際競爭力。

(A) Seed-coating ingredients



Binder: liquid



Fillers: powder

- o Protectants
- o Nutrients
- o Symbionts
- o Soil adjuvant
- o Phytoactive promoters
- o Colours and tracers

Active ingredients

(B) Seed-coating mechanisms

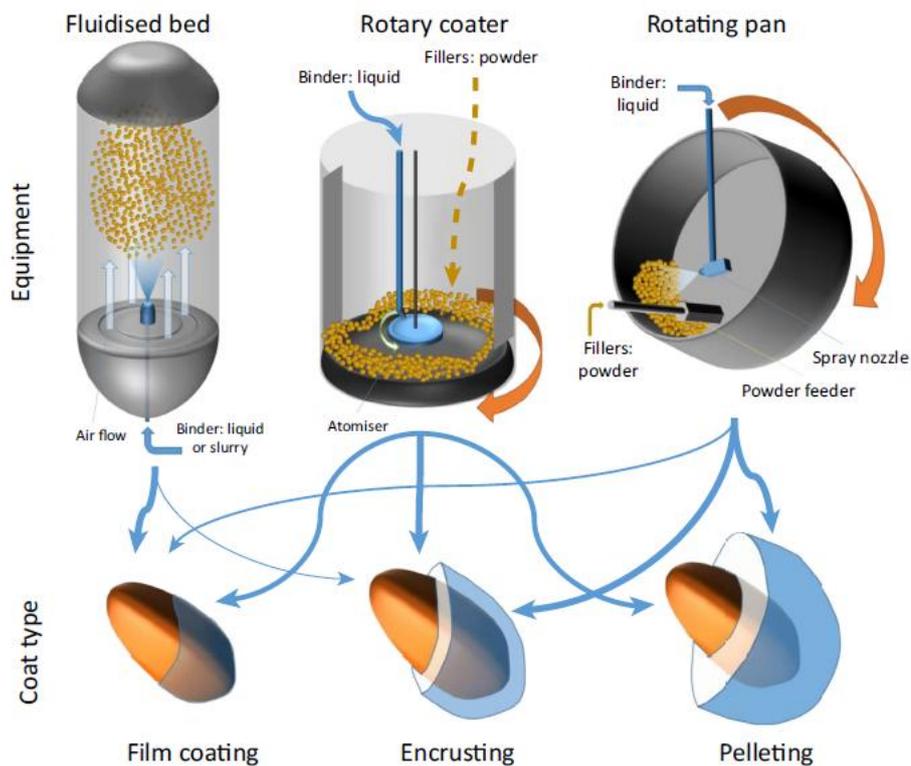


圖 1.種子披衣組成分、設備和披衣加工類型示意圖 (A) 種子披衣組成分。(B) 種子披衣機器。(引用自 Pedrini et, al. 2016)



鑲衣 Encrusting

膜衣 Film coating

造粒 Pelleting

圖 2.依種子型態進行不同披衣加工處理(由左至右分別為：番茄、西瓜、洋蔥種子)。

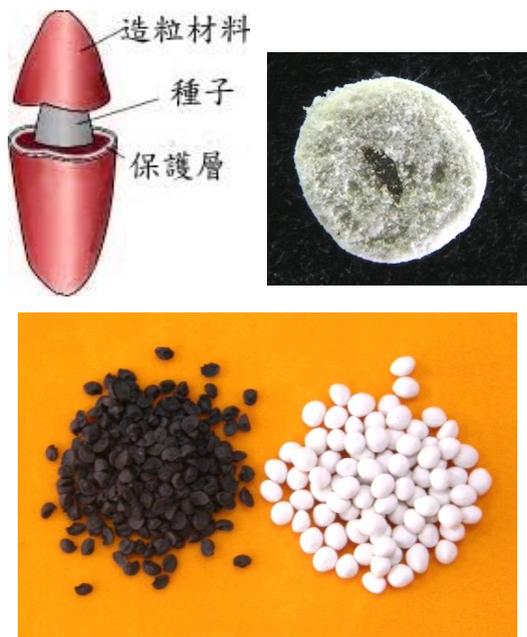


圖 3. 種子造粒處理(上圖：萬苳，下圖：洋蔥)



圖 4. 萬苳種子造粒後可以不同顏色標別品種及處理方式