簡介馬鈴薯儲藏性病害 - 馬鈴薯乾腐病

Fusarium dry rot of potato

邱燕欣[1]、王志豐[2]、連珮君[3]、王慧如[3]、蘇士閔[4]、鍾文全[5]

一、前言

馬鈴薯為全球僅次於玉米、稻米和小麥的第四大重要的糧食作物，近年來臺灣種植面積維持在 2,600 公頃，栽種區集中於臺中以南及嘉義以北區域。馬鈴薯的病蟲害防治為生產者面臨的重要課題，常見的馬鈴薯病害包含晚疫病、瘡痂病、乾腐病、細菌性軟腐病及由病毒引起的嵌紋病及捲葉病等。其中土傳性病害包括射線菌 *Streptomyces scabies* 造成之瘡痂病及鐮胞菌 *Fusarium* spp. 造成之乾腐病，因土傳性病害病程發生於地下部薯球，不易早期發現，且不易進行全面性預防或藥劑處理，導致收成後，農民已投入栽培所需之資材物力，但卻無法確保馬鈴薯之商品價值。乾腐病被認為是馬鈴薯生產鏈中主要的倉儲問題，在鐮胞菌 *Fusarium* spp. 感染下，導致薯球乾腐大量失水，商品價值隨之蒸發。據 2000 年 Chérif 等人之文獻記載，受感染之薯球在冷藏倉儲管理不當狀況下，可能造成高達 50% 的損失。

二、馬鈴薯乾腐病 (Fusarium dry rot)

(一) 致病鐮胞菌 *Fusarium* spp. 之基本特性

鐮胞菌 *Fusarium* spp. 為無性世代，大分生胞子呈鐮刀狀，菌落表面呈棉絮狀，菌絲透明具有隔膜。但是不同種 (species) 的菌落顏色、基質色素、胞子形態大小，甚至病原性等變異大，因此鑑別上非常困難。據國際文獻報導目前已知會造成馬鈴薯乾腐病的鐮胞菌包含 *Fusarium oxysporum*、*F. equiseti*、*F. sambucinum*、*F. avenaceum*、*F. cerealis*、*F. acuminatum*、*F. torulosum*、*F. tricinctum*、*F. sporotrichioides*、*F. graminearum*、*F. coeruleum*、*F. culmorum*、*F. solani var. coeruleum* 等 13 多種，目前臺灣植物病害名彙內並無記載該病害。

(二) 病徵

乾腐病病徵為薯球表面出現黑褐色凹陷，發生嚴重時，感染部位呈現乾燥龜裂，部分罹病部位出現粉狀之產胞病兆。病變處持續變大時，該處表皮會出現同心環狀皺痕 (圖 1)。在薯球內部則是出現由淡至

[1] 種苗改良繁殖場繁殖技術課 助理研究員
[2] 中興大學植物病理學系大學部學生
[3] 種苗改良繁殖場繁殖技術課 臨時人員
[4] 種苗改良繁殖場種苗經營課 助理研究員
[5] 種苗改良繁殖場 研究員兼副場長



圖 1. 馬鈴薯乾腐病病徵，薯球表面出現黑褐色同心環狀之凹陷皺痕（箭頭處）。



圖 2. 薯球剖面可見黑色壞死，造成空洞甚至出現棉絮狀菌絲盤據（箭頭處）。

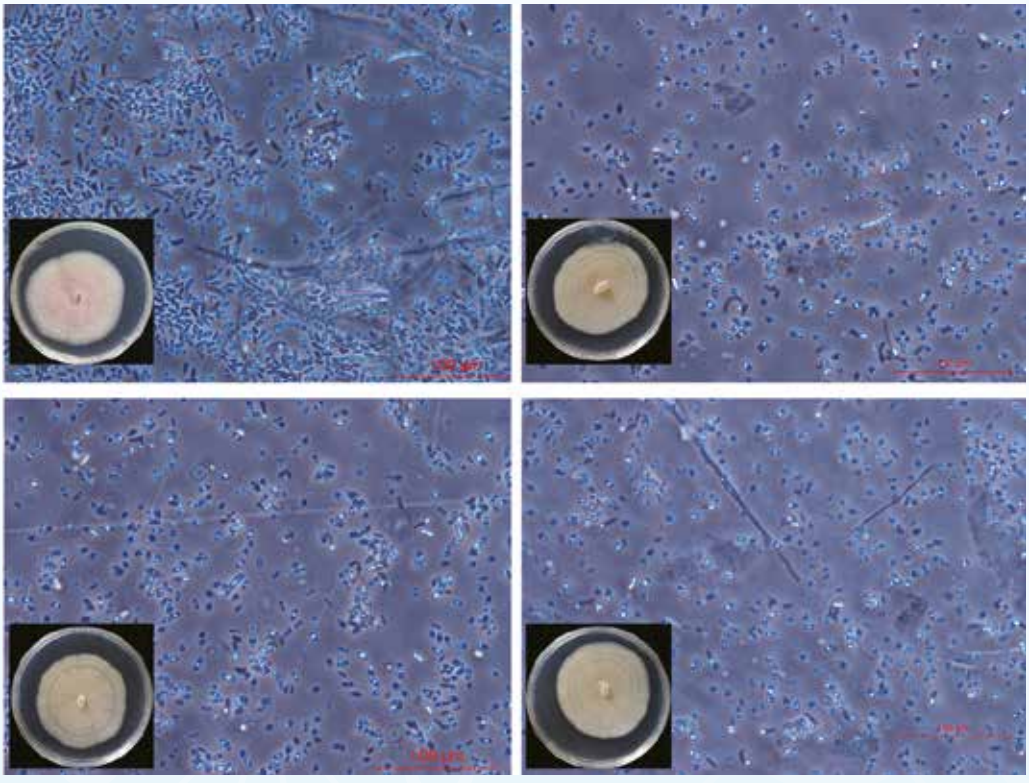


圖 3. 乾腐病分離之 4 個菌株其大小胞子及菌落型態

深之棕色或黑色壞死區域，薯球內部則因為菌絲吸收薯球養分導致組織萎縮，出現空洞病徵 (圖 2) 箭頭處。若使用罹染乾腐病之薯球作為種薯，則會直接影響新芽抽出之活力，導致馬鈴薯苗期植株黃化，生長趨緩，嚴重時萎凋死亡。

(三)病原生物學

乾腐病病原菌之最適生長溫度會依菌種不同而有所差異，通常在 40℃以上的高溫無法生長，其中 *F. culmorum*、*F. sambucinum*、*F. graminearum* 在 20-25 ℃菌絲生長最佳，而在 25-30℃時最適合產生胞子，對於 *F. solani* var. *coeruleum* 則以 25-30℃菌絲生長最佳，而在 20-25℃時最適合產生胞子，而在低於 5℃的環境下，*F. sambucinum*、*F. graminearum* 菌絲還可以維持緩慢生長，而 *F. solani* var. *coeruleum* 則無法觀察到菌絲生長。

而不同品種的馬鈴薯及儲藏溫度的差異，也會造成分離出的乾腐病病原菌的菌相不同，現文獻紀載以 *F. sambucinum* 被認定致病性最強的菌株，且分布廣泛，2006 年 Daami-Remadi 等人以馬鈴薯 Spunta 品種進行接種觀察，*F. sambucinum* 及 *F. graminearum* 在 10-15℃之條件下致病性最強，其次是 30-35℃，而 *F. solani* 的好發溫度則在 30℃以上。試驗顯示菌種具有適應溫度的多變性，由此可知乾腐病 *Fusarium* 菌種在自然界的分佈可能也有所不同。

(四)生活史

溫帶國家發生馬鈴薯乾腐病之病原生活史如下，致病性鐮胞菌 *Fusarium* spp. 殘存於馬鈴薯生長之土壤，於土中形成厚膜胞子，使其可長時間殘存於曾栽培馬鈴薯之土壤中。在緯度較高的馬鈴薯產區之作物週期中，栽培期為春季種植後、秋季收穫。在夏季時，土壤中的鐮胞菌附著在發育中的薯塊上。當秋季收穫馬鈴薯時，使附著於表皮上的胞子進入塊莖內部，當薯球儲藏於 15℃以上，且濕度超過 95% 以上時，乾腐病便快速發展，並常伴隨細菌性軟腐病，造成 2 次感染。而當冬季來臨時，鐮胞菌能在薯球及土壤中越冬。當春季塊莖種植時，種薯可能因為種薯切割，導致表皮汙染的鐮胞菌藉機侵入，而殘存未感染之植株其生成的薯球則在夏天再次附著鐮胞菌，持續循環不止。近年來馬鈴薯被引入亞熱帶甚至熱帶種植，生長期與溫帶國家迥然不同，溫帶國家以春分過後，夏季為主要栽種，入冬前採收；而亞熱帶以臺灣為例，馬鈴薯種植期為秋分過後，秋冬為主要栽種期，春分前陸續採收。目前觀察臺灣馬鈴薯乾腐病發生多為在薯球臍部 (圖 4)，收穫裝箱時薯球外觀並無明顯病徵，在收穫後 1 個月後陸續發生，在未經冷藏或冷藏環境的薯球皆可觀察病徵發生，以未經冷藏的薯球發生較為嚴重。現有的馬鈴薯感腐病生活史為溫帶國家，



圖 4. 馬鈴薯乾腐病病徵發生集中於薯球臍部。

馬鈴薯乾腐病在亞熱帶甚至熱帶的生活史亟需被建立，才能提出有效的防治策略。

過去國外常施用農業藥劑如腐絕 (thiabendazole) 及其他苯併咪唑類 (benzimidazoles) 等，作為防治馬鈴薯乾腐病發生時之管理措施，然而在法國、加拿大、美國、英國等地， *F. sambucinum*、*F. oxysporum*、*F. coeruleum* 出現對腐絕及其他苯併咪唑類農藥具有抗藥性之菌株。

三、防治方法

(一) 化學防治

為了因應乾腐病之抗藥性問題，多個研究團隊對鋅錳乃浦 (mancozeb)、克絕 (cymoxanil)、滅達樂 (metalaxyl)、錳乃浦 (maneb) 等多種非苯併咪唑類農藥進行對峙培養測試。其中由滅達樂加上鋅乃浦組成的殺菌劑，在接種 *F. sambucinum* 的馬鈴薯上與對照組相比，腐爛擴大的抑制率分別達到 50% 及 91%。

相較於苯併咪唑類農藥，護汰寧 (fludioxonil)、亞托敏 (azoxystrobin) 等新一代防治乾腐病之藥劑，被稱為低風險殺菌劑 (low risk fungicides)，因為它們可以降低抗藥性菌株出現的風險，同時也被美國環境保護局 (US EPA, 1998) 評為對環境及人類風險較低 (reduced risk) 的農藥。

(二) 生物防治

另一種減少抗藥性菌株出現的方式為生物防治，具有防治乾腐病潛力之生物主要為 *Bacillus spp.* 芽孢桿菌屬、*Trichoderma spp.* 木黴菌屬二類。研究指出具抑制效果之芽孢桿菌及木黴菌，能使拮抗之鐮胞菌出現菌絲密度降低，菌絲嚴重裂解，胞子形成減少或缺失，形成菌絲體和過早成熟的厚膜胞子等異常，並降低罹病薯球的腐爛程度。

四、結語

有鑑於鐮胞菌之變異能力強，且尚未出現對乾腐病具抗性之馬鈴薯品種，如何自認知、預防、監測、治療四階段，建構有效之綜合式病蟲害管理 (IPM) 為防治馬鈴薯乾腐病首要課題。然而臺灣尚無對馬鈴薯乾腐病之推薦藥劑，且國外推薦之藥劑在臺灣並非皆為馬鈴薯之推薦藥劑，尋找最適合臺灣防治馬鈴薯乾腐病發生之藥劑，為相關植保人員現今急切須完成之目標。種苗場於 108 年初陸續接獲農民反映儲藏期薯球發生乾腐病，多從薯球臍部侵入，經菌落與胞子型態判斷，並完成柯霍氏法則確認致原性，輔以專一性引子對及序列親緣性分析，鑑定菌株皆為 *Fusarium solani*，初步以平板對峙培養，篩選可利用之防治藥劑，期可更進一步探討本病害之流行病學，提供馬鈴薯種薯儲藏期之防治技術。