

隱潛病毒經種子傳播的風險—— 以南方番茄病毒 (STV) 為例

農試所植病組 鄧汀欽 林玫珠 林羿廷

一、前言

近年越來越多以次世代解序高通量定序平台 (NGS High-throughput Sequencing) 及小RNA深度測序 (Small RNA in-depth Sequencing) 技術報告關於新的隱潛病毒 (cryptic viruses) 之發生，這些病毒可能已經存在於寄主細胞內很長一段時間，但不致病，且以往受限於檢測技術，未被發現而不為人知。隱潛病毒是一群雙鏈RNA病毒，大多屬於Partitiviridae科或Amalgaviridae科，其基因體隨寄主繁殖而進行複製，可系統分佈至所有體內細胞，甚至包括分生組織，但不影響寄主生理，不造成病徵，因此其生物學意義尚不明確，也無法全盤推演其生態角色。這群隱潛病毒無細胞間移行能力，自然條件下無法進行機械、嫁接、及蟲媒等平行 (horizontally) 傳播，但經花粉或種子垂直 (vertically) 傳播的效率很高。隱潛病毒之存在於植物體內，可能具有類似輕症 (mild) 病毒對寄主的交互保護作用 (cross protection)，也可能在異種病毒共同感染 (co-infection) 時發生協力作用 (synergism)，甚至其本身可能受環境的影響而發生基因重組 (recombination) 或演化 (evolution) 成惡性的病原，故有其特殊的潛在風險。

二、南方番茄病毒風險評估之緣起及必要性

2019年5月15日英國Hortidaily報導南方番茄病毒 (Southern tomato virus, STV) 在英國番茄栽培區爆發 (<https://www.hortidaily.com/article/9103907/southern-tomato-virus-reported-in-the-uk/>)，由於STV是一種隱潛病毒，僅具潛在威脅，但種子傳播率高達70-90% (Sabanadzovic *et al.*, 2009)，此報導再度引發業界關注，波及檢疫需求的問題。因為台灣番茄作物生產面積約5,000公頃，每年平均進出口番茄種子4,134公斤，價值70,925千元；台灣以往並無STV的發生報告，目前檢疫規定中，限定輸入的農產品健康標準也未包括STV，因此在不設防的情境下，STV極可能經由種子貿易途徑傳入或輸出。若STV傳入即可能在國內蔓延，疫情一旦爆發將增加番茄生產及採種

作者：鄧汀欽研究員
連絡電話：04-23317514

的作業成本，連帶影響到進出口番茄種子的檢疫需求。因此在相關產業及檢疫防疫當局的關切下啟動本項風險評估作業，茲摘錄本項風險評估報告的重點於下，供各界參考。

三、南方番茄病毒之基本資料

STV 是一種隱潛病毒，直到2009年才被發現 (Sabanadzovic *et al.*, 2009)，2013年國際病毒分類委員會 (ICTV) 建立新的病毒科 *Amalgaviridae* 及病毒屬 *Amalgavirus* 時，接受 *Southern tomato virus* 為一個病毒種。STV 具有3.5Kb 雙鏈RNA基因體，2個 ORFs編碼蛋白RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) 及 putative capsid protein (CP)。雖有鞘蛋白(CP)基因，病毒顆粒尚未被觀察到，也無從純化。STV 單獨感染對寄主的病

原性 (pathogenicity) 未被證實，但可經核酸檢測出病毒系統性分佈。STV 無細胞間移行力，不經平行傳播，只經種子垂直傳播 (Sabanadzovic *et al.*, 2009)。寄主範圍僅限於番茄，但多數番茄品種都可檢出STV，中國新疆市售加工番茄種子中STV帶毒率高達90.6% (周東，2017)。目前STV疫區包括：墨西哥、美國密西西比州、加州 (Sabanadzovic, *et al.*, 2009)、中國新疆 (蘇海娣等，2013)、法國 (Candresse, *et al.*, 2013)、西班牙 (Verbeek, *et al.*, 2015)、義大利 (Iacono, *et al.*, 2015)、孟加拉 (Padmanabhan, *et al.*, 2015)、美國佛羅里達州 (Alcalá-Briseño, *et al.*, 2017)、夏威夷州 (Olmedo-Velarde, *et al.*, 2018)、多明尼加 (Martinez *et al.*, 2018)、南韓 (Oh, *et al.*, 2018)、斯洛維尼亞 (Anja, *et al.*, 2018)、德國 (Gaafar, *et al.*,

表一、南方番茄病毒 (STV) 與其他病毒複合感染造成的病徵

病徵	複合感染的病毒	參考文獻
葉片嵌紋畸形	Tomato mosaic virus Potato virus Y	Candresse, <i>et al.</i> , 2013
嚴重嵌紋、黃矮及上偏生長	Cucumber mosaic virus Tomato yellow leaf curl virus Tomato chlorosis virus	Padmanabhan, <i>et al.</i> , 2015
Torrado disease	Tomato torrado virus Pepino mosaic virus Tomato spotted wilt virus Tomato yellow leaf curl virus	Verbeek, <i>et al.</i> , 2015
葉片褪綠壞疽及果實畸形	Potato virus M Henbane mosaic virus	Anja, <i>et al.</i> , 2018
黃化捲葉	Tomato yellow leaf curl virus Tomato chlorosis virus	Oh, <i>et al.</i> , 2018
植株矮化，葉片黃紅化，葉脈間褪綠及上偏生長	Tomato chlorotic dwarf viroid	Olmedo-Velarde, <i>et al.</i> , 2018
葉片斑駁及黃斑	Tomato brown fruit rugose virus	Gaafar, <i>et al.</i> , 2019

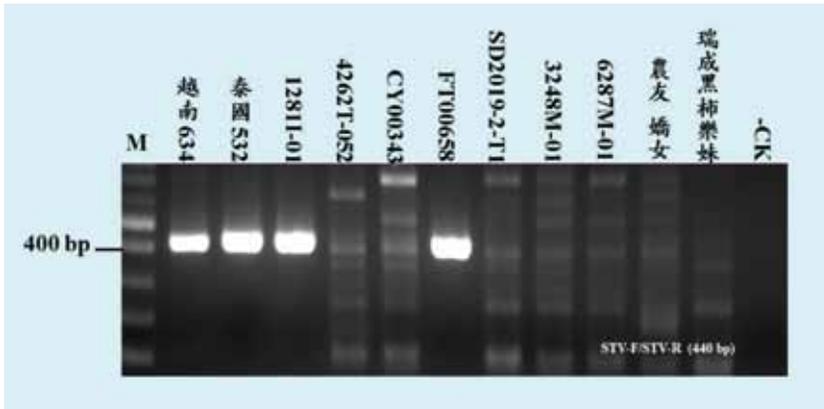
2019) 及英國等，因無直接危害的證據，目前在中國、美國、EPPO 及其他國家 STV 都非管制類檢疫性害物。

四、STV 如入侵我國，對農業及生態可能造成之衝擊

2001-2017年台灣主要番茄作物平均每年種植面積有4,751公頃，產量

121,733公噸。2003-2018年每年平均進口番茄種子2,175公斤，價值31,642,000元，出口1,959公斤，價值39,283,000元。國內農業生態環境有利番茄繁殖，STV如入

侵，病毒可垂直傳播至子代苗株，立足後在各期作季節間或栽培區之間蔓延流行，若與其他病毒複合感染可造成病害（表一），目前無農用藥劑等防疫措施可



圖一、11件國內番茄種子樣本以Sabanadzovic, S. *et al.* (2009) 的引子對及試驗條件，進行RT-PCR，4件產生預期的440 bp核酸片段。

表二、南方番茄病毒 (STV) 傳入、立足、擴散之可能性評估摘要

項目	可能性	風險係數
A. 藉由種子傳入之可能性	高	5/5
<ul style="list-style-type: none"> ✓種子帶病率70-90%，且無法從外觀區別，若無檢測篩選，種子採收後處理及運輸或轉運過程都適合STV存活，STV極容易隨種子傳入。 ✓2003-2018年台灣自國外進口番茄種子共34,799公斤，其中產地來源包括中國、美國、法國、義大利、西班牙、及墨西哥等都是STV疫區。 		
B. 傳入後立足之可能性	中	3/5
<ul style="list-style-type: none"> ✓STV可能早已存在於番茄體內，無農藥可去除，病毒可適應我國自然環境及氣候，現行番茄栽培田間管理未針對STV進行防檢疫措施。 ✓STV絕對寄生但系統性分佈，寄主範圍僅限於番茄，複合感染才出現病徵，以花粉及種子作長距離散播，無平行傳播能力，限制其立足面。 		
C. 擴散之可能性	低	1/5
<ul style="list-style-type: none"> ✓STV為雙鏈RNA，基因體隨寄生繁殖複製，無細胞間移行能力，雖有鞘蛋白(CP)基因，無人見識到實體的病毒顆粒，是否為實質的病毒？ ✓STV未能經由機械、嫁接或蟲媒傳播而擴大立足面，僅能靠帶病毒的種子延續至其家族後代。而花粉傳播能力則尚待進一步證實與評估。 		
D. 經濟及環境影響重要性	中	2/5
<ul style="list-style-type: none"> ✓STV單獨感染不造成寄主病徵，目前無農藥可將之消除，不經機械等水平傳播，經濟上靠田間病害管理，無從也無法處理STV的因素。 ✓番茄採種過程若有STV檢疫需求，業者須再投資進行田間隔離栽培、即時監控管理、嚴格執行篩檢品管等措施，將會增加防檢疫作業成本。 		
A x B x C x D	低	30/625

茲運用，但仍會增加栽種農戶的病害管理成本。一旦台灣成為STV疫區，為驗證國產番茄種子無STV污染，採種過程須隔離栽培，並重建健康種原，業者也要付出其中檢疫檢測的成本。

五、STV經種子傳入、立足、擴散之可能性及對經濟與環境之影響

評估STV經種子傳入、立足及擴散的可能性，及其對經濟與環境影響的重要性(風險係數)，結果以相乘的綜合風險係數顯示其重要性偏低，詳如表二。

六、結論與建議

隱潛病毒諸如STV之類很普遍發生，隨機選取國內的番茄種子樣本，以Sabanadzovic, S. *et al.* (2009) 的引子對及試驗條件，進行RT-PCR，即可在11件樣本(表三)中，檢出4件如圖一呈明顯的陽性反應。因此國內是否有STV的發生，有待進一步詳細鑑定與調查。

為避免庸人自擾，在度量全球STV的發生情況，評估疫情的實際衝擊，及比較各國的檢疫策略之後，我們認為與國際接軌的形勢下，建議目前還無需針對STV進行入出境檢疫管制。對此表三、隨機調查國內番茄種子帶有STV的結果

番茄種子	來源	種子採樣日期	RT-PCR 結果
越南634	瑞成	2017_1219	+
泰國532	瑞成	2017_1219	+
128II-01	防檢局	2018_0207	+
4262T-052	防檢局	2018_1031	-
CY00343	防檢局	2012_0831	-
FT00658	防檢局	2018_1221	+
SD2019-2-T1	防檢局	2019_0320	-
3248M-01	防檢局	2019_0603	-
6287M-01	防檢局	2019_0603	-
嬌女CY00694	農友	2013_0912	-
9904樂妹黑柿	瑞成	-	-

建議也可參考07/06/2019 英國環境與農糧部(Department for Environment, Food & Rural Affairs) 初步對STV進行的風險評估結果，其綜和風險係數偏低：15/125 [UK Relative Risk Rating]。https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/viewPestRisks.cfm?csref=27924

七、參考文獻

- 周東。2017。石河子大學碩士論文。75頁。
- 蘇海娣，等。2013。石河子大學學報（自然科學版）31（3）：271-275。
- Alcalá-Briseño, R. I., *et al.* 2017. *Genome Announcement* 5(7): e01374 -16.
- Anja, P., *et al.* 2018. *Frontiers in Microbiology* 9 :2739.
- Candresse, T., *et al.* 2013. *Plant Disease* 97(8): 1124.
- Gaafar Y, *et al.* 2019. *New Disease Reports* 40: 1.
- Iacono, G., *et al.* 2015. *New Disease Reports* 32: 27.
- Oh, J., Lee, *et al.* 2018. *Plant Disease* 102 (7): 1467.
- Olmedo-Velarde, A., *et al.* 2018. *Phytopathology* 108 (10) S1:188.
- Padmanabhan, C., *et al.* 2015. *Genome Announcement* 3(6): e01522-15.
- Sabanadzovic, S., *et al.* 2009. *Virus Research* 140(1-2): 130-137.
- Verbeek, M., *et al.* 2015. *Journal of Plant Pathology*, 97(2) :392.