

七、薊馬傳播植物病毒

(一)、薊馬

- 1.口器及消化系統：薊馬為吸收式口器。喙(rostrum)呈圓錐狀，位於頭部腹下表面，由右大顎、小顎、舌、上唇及下唇等特化而成。上唇構成口錐之前面部，右大顎退化，左大顎發達司取食時戳破寄主植物組織細胞。小顎口針短，相互嵌合，司吸食經大顎戳破之植物細胞汁液。口器取食經咽喉、食道、前腸、中腸(前, Mg1、中, Mg 2、後, Mg 3)及後腸。前、後腸是由外胚層內陷形成之表皮層，腸壁厚且無滲透性；中腸由內胚層發育形成，柔軟且具滲透性(此為病毒由中腸穿越的原因)。唾腺由唾腺、二瓣狀腺(lobular glands)及二管狀腺(tubular glands)組成，後二者相當於其他昆蟲之副唾腺(accessory gland)。二管狀腺連接Mg 1；Mg 1也以薄絲狀韌帶(ligament)與瓣狀腺相連接。
- 2.取食行為：薊馬為雜食性昆蟲，寄主範圍廣泛。成、幼蟲吸食寄主植物葉片下表皮細胞即珊狀組織內含物。
- 3.生活史：薊馬科(Thripidae)昆蟲之生活史含括一、二齡幼蟲，三、四齡分別為前蛹期及蛹期以及成蟲期。一、二齡幼蟲有取食活動，三、四齡前蛹及蛹期為無取食狀態，成蟲活動性極強。一般成蟲可活存約20日，國內以南黃薊馬為例，年可發生10餘代。

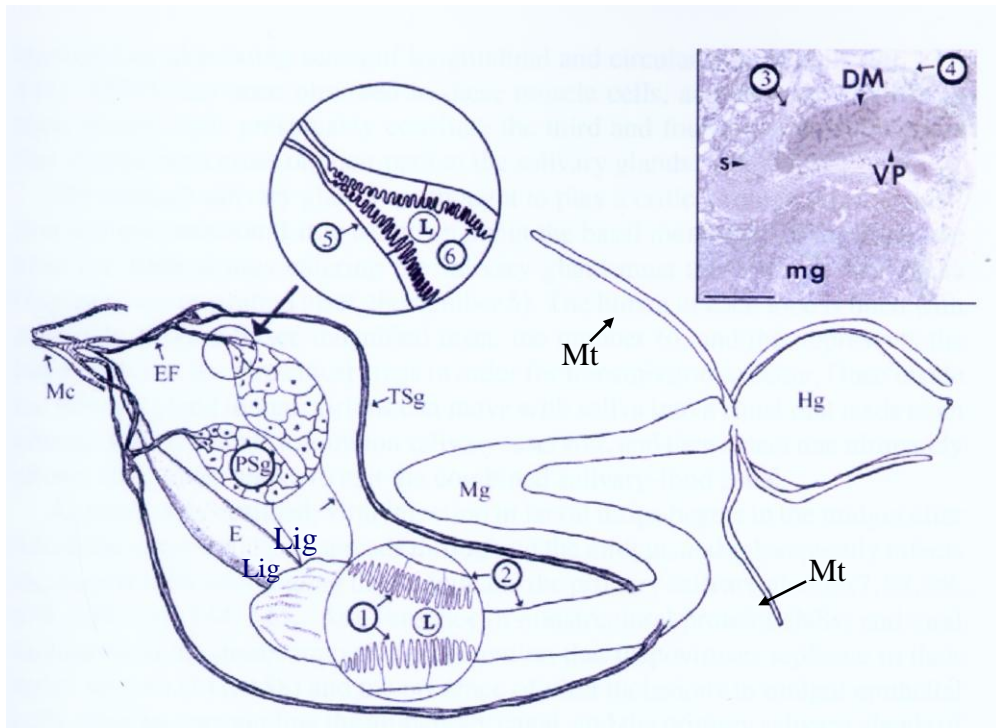
(二)、傳播特性

1.傳播病毒的类型

番茄斑萎病毒屬(*Tospovirus*)在植物病毒分類屬於*Bunyaviridae*科的一個屬，並以番茄斑萎病毒(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)為其代表種。*Tospovirus*屬病毒為一種球形病毒，直徑約在80~110nm之間。病毒顆粒具有一酯質蛋白套膜(lipoprotein envelope)，其核心為三條不同大小線形單股基因體RNA分子，分別與核鞘蛋白(nucleocapsid protein, N protein)緊密結合而成假性球形結構。是植物病毒中唯一經由薊馬類(Thrips)昆蟲以永續性方式傳播的病毒。目前已記錄至少11種薊馬能傳播tospoviruses，它們皆屬纓翅目(Thysanoptera)，薊馬科(Thripidae)(表三)。西方花薊馬(*Frankliniella occidentalis*)能傳播TSWV及*Impatiens necrotic spot virus* (INSV)等多種tospoviruses，主要發生於北美、歐洲；南黃薊馬(*Thrips palmi*)能傳播西瓜銀斑病毒(*Watermelon silver mottle virus*, WSMoV)等多種瓜類病毒，主要發生於東南亞，其間似有地理分界。薊馬必需於幼蟲期(一、二齡幼蟲)獲毒，成蟲不能獲毒；獲毒後於二齡幼蟲(高溫)或成蟲期傳播病毒。幼蟲期獲毒的能力隨蟲齡期增大而降低。*F. occidentalis* 傳播INSV時，幼蟲最短獲毒時間為5分鐘(平均106分鐘)；平均接種時間為58分鐘；獲毒至傳毒之潛伏期27℃時84

小時，20°C時171小時；具傳毒能力之薊馬可以終生保毒，但呈無規則傳毒現象；病毒不能經卵傳播。

2. 病毒在蟲體內循環路徑：Nagata(1999)於西方花薊馬(*F. occidentalis*) 幼蟲獲毒(TSWV)後不同時間，利用免疫螢光染色技術追蹤，結果顯示獲毒後24hr，幼蟲後期在中腸(Mg1)表皮、中腸環狀及縱狀肌組織；成蟲期中、後腸內臟肌均發現被感染；獲毒後72小時唾腺發現感染，同一時間中腸連接瓣狀腺之絲狀韌帶(ligment)亦被感染。在體液及中腸基部角質板(basal lamina)則無TSWV的蹤跡。因此推測TSWV是藉由連接中腸(Mg1)與唾腺之絲狀韌帶傳送病毒至唾腺，換言之，薊馬獲毒後可在中腸表皮細胞(epithelial cells)、環繞中後腸腔肌肉(alimentary canal)、絲狀韌帶以及唾腺偵測到病毒，表示病毒可在上述組織器官繁殖，並不進入體液，逕由中腸經絲狀韌帶輸送達唾腺。此一循環路徑與一般持續性病毒，從腸細胞釋入體液到唾腺的路徑並不相同。Van de Wetering (1996)報導西方花薊馬一、二齡幼蟲及成蟲傳播TSWV之傳毒率分別為47.3%，12.4%及0%。二齡幼蟲傳毒力降低及成蟲不能傳毒的現象，可能與中腸障礙(midgut barrier)有關(Nagata *et al.*, 1999；Whitfield *et al.* 2005)。雖然中腸障礙之機制並不完全明瞭，但薊馬幼蟲可能因蟲齡增大，中腸內的酵素、pH值等起了變化以及中腸與食道間類似圍食膜(peritrophic-like membrane)的形成等都可能影響到薊馬的病毒受位蛋白(receptor proteins)之作用，以致影響病毒在中腸之進出。至於西方花薊馬成蟲中腸則根本缺少病毒進入之路徑。薊馬傳播 tospoviruses 病毒須突破中腸及唾腺胞膜障礙之假說示如圖五。



圖五. 薊馬消化器官解剖及薊馬傳播 tospoviruses 之潛在胞膜障礙假說圖。(1) 薊馬取食獲毒後病毒經食道進入中腸腔，必須先穿越毛刷狀之中腸頂原生質膜 (apical membrane)，(2) 病毒在中腸並經不明機制穿越中腸基底原生質膜 (basal plasmalemma)，(3) 進入內臟肌細胞 (visceral muscle cells)，插圖中病毒穿越中腸基底原生質膜，進入內臟肌 (s) 進行複製，內含體 (VP) 是病毒複製的證據，(4) 病毒穿越中腸基底原生質膜，(5) 病毒經絲狀韌帶 (Lig) 穿越唾腺細胞基底原生質膜進入唾腺，(6) 病毒穿越頂原生質膜進入唾腺管。並隨薊馬取食時分泌唾液將病毒傳入寄主植物。DM (細胞質密集區)；E (食道)；Ef (輸出唾腺管)；Hg (後腸)；L (唾管或中腸腔)；Lig (絲狀韌帶)；mc (口錐)；Mg (中腸)；Mt (馬氏管)；PSg (原始唾腺)；S (肌肉橫切面)；TSg (管狀腺, tubular salivary)；(引用自 Whitfield *et al.* 2005)。

3. 病毒與媒介昆蟲之交互作用：西方花薊馬(*F. occidentalis*)獲毒後，病毒潛伏期期間取樣偵測數次發現TSWV的核蛋白及一非結構性蛋白的量在發育中的幼蟲及成蟲唾腺，以及其他組織有累增現象，此為病毒在薊馬體內複製的證據。以持續性繁殖型傳播tospoviruses的薊馬於獲毒後，病毒在蟲體內需突破數道障礙(中腸、唾腺管)方能傳播病毒，推測其機制與接受位中介機制(receptor-mediated mechanism)有關。TSWV病毒顆粒之外膜(envelope)具有凸起(spikes)，這種凸起由二種毒醣蛋白(glycoprotein)構成。當*F. occidentalis*喂食 TSWV野生型(wild type)及缺凸起(spikes)之分離株(envelope-deficient isolate)，結果只當薊馬獲取完整病毒顆粒(含glycoproteins)才有傳毒力。類似的情況，缺乏凸起的分離株(envelope-deficient isolate)及移去外膜之野生型核鞘蛋白則不能感染*F. occidentalis*之培養細胞。以上觀察顯示媒介薊馬中腸具有毒醣蛋白受體結合位(binding site for a receptor)。*F. occidentalis*的二種蛋白(50-kDa及94-kDa)會結合TSWV的毒醣蛋白。利用金免疫標示(immuno-gold-labeling)鑑定薊馬之50-kDa蛋白出現於薊馬幼蟲的中腸。在*F. occidentalis*及*T. tabaci*鑑定到一種分子量94-kDa蛋白與TSWV結合，但在非媒介昆蟲桃蚜(*M. persicae*)則無。這種薊馬蛋白結合TSWV之G2-毒醣蛋白在薊馬體內到處存在。此兩種薊馬蛋白與病毒毒醣蛋白結合的特性推測與接受位(receptor sites)有關。

(三)、國內發生概況

在國內已記錄南黃薊馬(*Thrips palmi*)傳播西瓜銀斑病毒(Watermelon silver mottle virus, WSMoV)(Yeh et al. (1992))；南黃薊馬(*T. palmi*)傳播彩色海芋黃斑病毒(*Calla lily chlorotic spot virus*, CCSV)(Chen et al. (2005))；小黃薊馬(*Scirtothrips dorsalis*)傳播花生扇斑病毒(*Peanut chlorotic fan-spot virus*, PCFV)(Chen and Chiu (1996))；蝴蝶蘭*Capsicum chlorosis virus* (CaCV)之媒介薊馬種類尚不詳。其中WSMoV為瓜類(西瓜、洋香瓜、冬瓜)重要病害，CaCV在部分蝴蝶蘭園發生亦相當嚴重。

表三、媒介傳播 tospoviruses 之薊馬種類及其傳播之病毒

薊馬種類	Tospovirus
<i>Frankliniella occidentalis</i> (西方花薊馬)	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
	<i>Impatiens necrotic spot virus</i>
	<i>Groundnut ringspot virus</i>
	<i>Tomato chlorotic spot virus</i>
	<i>Chrysanthemum stem necrosis virus</i>
<i>Frankliniella schultzei</i> (棉芽花薊馬)	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
	<i>Groundnut ringspot virus</i>
	<i>Impatiens necrotic spot virus</i>
	<i>Tomato chlorotic spot virus</i>
<i>Frankliniella fusca</i> (褐花薊馬)	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
<i>Frankliniella intonsa</i> (台灣花薊馬)	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
	<i>Impatiens necrotic spot virus</i>
	<i>Tomato chlorotic spot virus</i>
	<i>Groundnut ringspot virus</i>
<i>Frankliniella bisponsa</i>	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
<i>Frankliniella zucchini</i>	<i>Zucchini lethal chlorosis virus</i>
<i>Thrips tabaci</i> (蔥薊馬)	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
	<i>Iris yellow spot virus</i>
<i>Thrips setosus</i> (日本菸草薊馬)	<i>Tomato spotted wilt virus</i>
<i>Thrips palmi</i> (南黃薊馬))	<i>Melon yellow spot virus</i>
	<i>Watermelon silver mottle virus</i>
	<i>Watermelon bud necrosis virus</i>
	<i>Peanut chlorotic fan-spot virus</i>
<i>Scirtothrips dorsalis</i> (小黃薊馬))	<i>Peanut yellow spot virus</i>
	<i>Peanut bud necrosis virus</i>
	<i>Capsicum chlorosis virus</i>
<i>Ceratothripoides claratris</i>	<i>Capsicum chlorosis virus</i>

資料引用自 Reavy and Mayo (2002) ; Premachandra *et al.* (2005) 。