

無病毒豇豆種子之研發、推廣與展望

張清安^{1,3} 陳金枝¹ 楊佐琦² 詹竹明²

1 台中縣霧峰鄉 行政院農業委員會 農業試驗所 植物病理組

2 台中縣新社鄉 行政院農業委員會 種苗改良繁殖場

3 聯絡作者，電子郵件：cachang@wufeng.tari.gov.tw；傳真：04-23331089

接受日期：中華民國91年6月30日

摘要

張清安、陳金枝、楊佐琦、詹竹明, 2002. 無病毒豇豆種子之研發、推廣與展望. 植病會刊11:107-111.

豇豆【*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *sesquipedalis* (L.) Verde.】為台灣夏季重要之豆類蔬菜。栽培過程中極易罹患病毒病而影響豆莢之產量與品質。黑眼豇豆嵌紋病毒 (*Blackeye cowpea mosaic virus*, BICMV) 及胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*, CMV) 是危害台灣豇豆之二種最主要病毒。感病植株之部分種子會帶有病毒，發芽後即成為田間初次感染源，再經人員操作及蚜蟲媒介即可造成病害之流行，進而影響植株之生長與結莢。農試所過去由豇豆品系『三尺青皮』之植株中以 BICMV 及 CMV 之抗血清篩選出無病毒單株，再栽培於網室中採收種子而成為無病毒原原種。嗣後由種苗繁殖改良場續以田間網室大量採種供農民栽培。以此模式所生產之種子經抗血清檢定證實不再帶有上述二病毒。所生產之無病毒種子共進行四次田間栽培比較試驗，結果發現，栽植農民自行保留之帶病毒種子試區，於採收末期其病毒病發病率均已達到 100%，而栽植無病毒豇豆種子試區之病毒病發病率僅為 30-72%，顯示具有明顯延遲病毒病發生之效果。各無病毒種子試區之產量不僅較對照試區提高，而且所生產之豆莢平均莢重及長度也有顯著增加。無病毒豇豆種子於 1993 年起正式在當時之省政府農林廳經費補助下，開始於全省幾個重要豇豆產區推廣種植，由於減輕及延遲病毒病發生之效果顯著，除產量品質與收益均有顯著提升外，該豇豆品系之園藝性狀也受到農民之認同與肯定，因此無病毒豇豆種子呈供不應求之現象。各地需求量日益增加，截至 2001 年為止，推廣豇豆面積總計達 824 公頃，共供應 4944 公斤之無病毒種子。本文除介紹過去此豇豆無病毒種子之研發與推廣過程外，並對其推廣成功之因素加以檢討，另外也針對豇豆病毒病之防治，提出現階段所面臨之問題與未來需進一步努力之方向。

關鍵詞：豇豆、病毒病、種子帶毒、無病毒種子

緒言

豇豆學名【*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *sesquipedalis* (L.) Verde.】，英名 Asparagus bean。台灣本地俗稱菜豆，性耐高溫多濕，為夏季期間重要之豆類蔬菜⁽⁷⁾。危害豇豆生育之病害種類為數不少⁽³⁾，但是防治上最為困難的應屬造成系統性感染的病毒病害^(3,9)。由罹病豇豆植株所採收之部分種子其種胚細胞已遭受病毒感染^(3,9)，故播種發芽後即成為病毒感染植株，再經由農民摘心、除側芽等操作及蚜蟲媒介傳播，病害即可於植株生育初期造成流行^(1,3,9)。豇豆為自交作物，台灣農民傳統上習慣自行留種，導致帶病毒種子可以代代相傳，且普遍發生於全國各地。病毒病也因而成為台灣豇豆栽培之主要限制因子⁽³⁾。1990 年起，農業試驗所開始進行無病毒豇豆種子之育成計畫，

當時篩選出園藝性狀極為優秀之『三尺青皮』品系作為標的，獲得無病毒原原種後再交由種苗繁殖改良場進行大規模採種⁽⁵⁾。無病毒豇豆種子經過四次田間試驗，證實可以顯著延遲病毒病之流行，降低病毒發病率，提高豆莢產量與品質，進而使農民收益獲得提升⁽⁵⁾。1993 年後在政府之補助下，開始進行田間推廣工作，獲得栽培農民之認同，以致無病毒豇豆種子之需要量與日遽增，至 2001 年為止總共推廣面積達到 824 公頃，共供應 4944 公斤之無病毒種子⁽⁶⁾。本文即敘述過去面對豇豆病毒病之嚴重危害，研究人員如何釐清病毒感染與發病生態機制，闡明應用無病毒種子進行防治之動機與機制，並對應用之效果與累積之推廣經驗加以說明，期能詳實記錄研發與推廣之過程，尤其就未來病害防治上應用無病毒或病原種子之展望分享讀者。

病原及發病生態之確定

已經確定在台灣危害豇豆之病毒種類有黑眼豇豆嵌紋病毒 (*Blackeye cowpea mosaic virus*, BICMV)^(1,9)、豇豆蚜媒嵌紋病毒 (*Cowpea aphid-borne mosaic virus*, CAMV)^(4,9) 及胡瓜嵌紋病毒 (*Cucumber mosaic virus*, CMV)^(1,9) 等三種。三者均可經由機械傷口及蚜蟲媒介而傳播^(1,9)。其中 CAMV 自從在 1983 年被張及郭鑑定報告後，即未曾再於田間被發現⁽⁹⁾。因此推論台灣豇豆田間應以 BICMV 及 CMV 為主。感染 BICMV 之豇豆主要病徵為葉部產生嵌紋 (mosaic) 或斑紋 (mottling) 徵狀^(1,2,3)，有時深綠色條斑會延葉脈出現，稱為脈綠嵌紋 (vein banding mosaic)^(1,2,3)。通常單獨感染 BICMV 之豇豆病徵較輕微，對植株生育之影響也較小，但是 BICMV 若與 CMV 發生複合感染 (dual infection)，則彼此間會發生協力作用 (synergism)，病徵轉變成嚴重嵌紋或黃化嵌紋，葉型變小皺縮，形成所謂皺葉嵌紋 (rugose mosaic) 病徵^(1,2,3)，此種病株所結之豆莢外形扭曲如蛇狀，且表面有壞疽現象，失去商品價值^(1,2,3)。感染 CMV 之豇豆隨病毒分離株或系統之不同所形成之病徵亦有所差異，部分分離株造成典型系統性嵌紋病徵，部分則僅造成不明顯系統性葉部黃化。通常 CMV 並不會在豆莢上形成任何病徵⁽²⁾。BICMV 或 CMV 複合感染後所形成之協力作用，不僅會使病徵轉為嚴重，且病株體內病毒濃度也會因而提升，導致蚜蟲傳播之成功率增加，加速病害之流行^(1,9)。除豇豆外，BICMV 與 CMV 複合感染之協力現象也會發生於俗稱皇帝豆之菜豆 (*Phaseolus lunatus* L.) 上，造成葉部皺葉嵌紋與豆莢之畸形⁽²⁾，因此豇豆如果栽培於菜豆田附近，病毒會相互傳染，增加防治的難度。根據 Chang (1993) 之報告⁽⁹⁾，BICMV 在台灣可能危害之作物除豇豆與菜豆外，也普遍發生於紅豆 [*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi]，但紅豆之栽植時期與豇豆不同，故病毒相互傳染之可能性較低。至於 CMV，雖然其寄主範圍甚廣^(1,9)，但豇豆生產季節的高溫多濕環境下，蚜蟲密度較低，CMV 之傳播機會也相對較低⁽⁹⁾。然而如果豇豆種子中帶有 BICMV 時，萬一 CMV 被蚜蟲傳至豇豆，而造成複合感染現象，則會因協力作用之發生，導致病毒病快速流行^(1,9)。因此我們推論只要能去除種子中之 BICMV 感染源，則不僅 BICMV 無法於豇豆間迅速傳染，縱使 CMV 被蚜蟲傳至部分無病毒豇豆植株，與 BICMV 發生複合感染進而造成病毒病快速流行之機會也會相對降低⁽⁵⁾。針對此項推論，筆者曾於 1988 及 1989 連續兩年調查全省各豇豆栽培區病毒病發生之情形，發現此二年間 BICMV 在豇豆之發生率 (Incidence) 均高達 95% 以上，而 CMV 於 1988 年之發生率僅有 24%，但於 1989 年之發生率則與 BICMV 達到相同之水平 (張清安，未發表資料)。經比對當年之氣象資料，顯示台灣地區於 1989 年夏季曾發生異常之乾旱現象，與 1988 年之正常降雨有明顯之差

異。因此推斷 1989 年由於乾旱之發生，導致蚜蟲密度偏高而使 CMV 得以經由蚜蟲傳至豇豆，加上與 BICMV 間發生協力作用，因而導致病毒病之大流行。此一調查結果間接印證了我們對於豇豆病毒病流行之主要關鍵在於種子中所潛藏之 BICMV 感染源的推論 (張清安，未發表資料)。

無病毒豇豆種子之育成

為了證明豇豆之病毒病確實可以因為栽植無病毒種子而獲得控制，農試所於 1990 年開始著手進行無病毒種子之育成工作⁽⁵⁾。當時將由田間篩選所得之「三尺青皮」豇豆品系於溫室內進行播種，發芽後先將初葉上出現病徵之幼苗淘汰，剩餘外觀正常植株則分別移入大植鉢中繼續培植。爾後以抗 BICMV 及 CMV 之二種抗血清每隔十天對每一單株進行檢定。發現正反應之帶毒植株立即加以淘汰，其餘植株則移入防蟲溫室內繼續培植至豆莢成熟為止，此階段所採收之種子即為無 BICMV 及 CMV 病毒感染之豇豆原原種種子⁽⁵⁾。1990 年 6 月將部份原原種種子播種於田間簡易網室內栽植，依上述相同步驟進行病毒檢定，至種子收穫止並未發現任何植株感染病毒，證明此項程序的確可以篩選出確實無病毒感染之豇豆種子⁽⁵⁾。1991 年起此豇豆原原種種子即轉交農林廳種苗繁殖改良場，進行大面積網室栽培，栽培過程中每週定期進行例行之病徵觀察，若發現有任何可疑植株，則攜回研究室行抗血清檢定，若證實為病毒感染則立即剷除，以避免蔓延。在此繁殖模式下自 1991 年起所收穫之種子均未發現感染病毒之情形，證明此大量無病毒種子繁殖模式確實可行⁽⁶⁾。

無病毒豇豆種子防治效益評估

農試所與種苗場為了解無病毒豇豆種子於田間栽培後對病毒病之防治效果，曾分別於霧峰、高樹、荊桐及溪洲進行四次田間栽培比較試驗，結果發現栽培農民自行保留之帶病毒種子試區，在栽培末期之病毒病發病率均已達到 100%，而栽植無病毒豇豆種子試區之發病率僅為 30-72%，顯示此種栽培策略的確具有延遲病毒病發生之效果⁽⁵⁾。統計各無病毒種子試區之產量，均較對照試區提高 11-74%，而且所生產之豇豆豆莢之平均單莢重及長度也有顯著增加⁽⁵⁾。由於病毒病發生減少，豇豆豆莢產量與品質因而顯著提高，上述試區農民之收益，比栽植帶病毒種子者提高 32-74%。另外，當時所篩選之「三尺青皮」豇豆品系不僅其豆莢長度較一般品系高出 10 公分以上，而且其具有一柄重複著生與雙莢同時成熟之特性，此種豐產與便利採收之優點，亦受到栽培農民之認同，成為日後全面推廣應用之助力⁽⁶⁾。

無病毒豇豆種子之推廣現況

無病毒豇豆種子由農林廳植物保護科於 1993 年起在全省幾個重要豇豆生產鄉鎮如里港、高樹、西螺及埤頭等地區推廣種植，由於減少及延遲病毒病發生之效果顯著，除產量品質與收益均有顯著提升外，此豇豆品系之園藝性狀也受到農民之認同與肯定，因此目前此豇豆品系之無病毒種子已呈供不應求之現象⁽⁶⁾。1995 年政府曾嘗試將無病毒種子生產技術轉移至里港農會，希望由部分農民負責無病毒種子之生產，以期能充分供應農民所需，但農民在試作過程中，發現網室內所生產之豆莢產量與品質均優於開放田間所生產者，而當時因為豆莢之價格高於種子，利潤較佳，造成培植專業生產無病毒豇豆種子農民之成果未如預期，因此截至 2001 年為止，「三尺青皮」豇豆品系之無病毒種子生產一直仍由種苗改良繁殖場負責。2002 年在動植物防疫檢疫局之支持下，種苗場再度尋求將無病毒豇豆種子生產技術進行轉移，終於獲得部分農民的支持，此計畫若能獲得成功，未來無病毒豇豆種子之生產終將落實於產業界。不過對於業界所生產之無病毒種子之品質監控，可能有待驗證制度之推行，才能使無病毒種子之生產全面步入正軌。近年來無病毒豇豆種子在全省各主要豇豆栽培區之需求量日漸增加，正式之統計資料顯示其推廣面積由 1996 年度之 110 公頃已增至 2001 年度之 181 公頃，主要分布於屏東、彰化、高雄及嘉義等縣(表一)。

表一、歷年來無病毒豇豆種子之推廣地區、面積與種子數量

年度	推廣面積 (公頃)	供應種子 數量(公斤)	推廣縣市
1996	110	660	屏東縣、彰化縣
1997	125	750	屏東縣、彰化縣
1998	125	750	屏東縣、彰化縣
1999	120	720	屏東縣、彰化縣、高雄縣
2000	163	978	屏東縣、彰化縣、高雄縣、台南縣
2001	181	1086	屏東縣、彰化縣、高雄縣、嘉義縣
合計	824	4944	

無病毒豇豆種子應用過程中所獲得之經驗

綜合過去研究與推廣之經驗，栽植無病毒豇豆種子時會有下列情形發生，值得做為推廣應用之參考：

一、栽培時以直播方式較佳，每一穴以直播二粒種子為原則，如此可節省種子用量。過去委託農友進行田間試驗時，發現許多農友習慣每穴播 3-5 粒種子，由於無病毒豇豆種子發芽率甚高，此舉無疑將浪費種子用量，且發芽後又必須疏苗而浪費人工。部分農友習慣於早春育苗，待氣溫升高時再定植田間，其實研究資料顯示無病毒豇豆種子發芽率高，且生長勢壯旺，於氣溫適合下直播後 7-10 天即可正常生長，不須事先

育苗徒增管理上之困擾。若育苗後氣溫不適無法定植，或定植後氣溫再度回冷，幼苗無法順利生長，則因暴露田間過久徒增病毒感染機會，反而失去延遲病毒病發生之原意⁽³⁾。

- 二、目前所推廣之豇豆「三尺青皮」品系，由於種子不帶有病毒故生長快速，過去累積之推廣與管理經驗顯示，生長初期應避免施用過多氮肥⁽³⁾，以免過度之營養生長而影響日後之結實率。但是在生長中後期由於此豇豆品系極為豐產，應注意追肥之施用，尤其在結莢高峰期若磷鉀肥供應不足，豆莢尾端常會有萎縮現象，而影響品質與販售價格⁽³⁾。
- 三、「三尺青皮」豇豆品系由於生長茂密，生育中期容易發生由 *Pseudocercospora cruenta* 所引起之煤黴病，嚴重時會導致落葉而影響植株生育，故應特別注意防治⁽³⁾，以免影響豇豆之產量與品質。
- 四、栽培無病毒之「三尺青皮」豇豆品系，可延遲病毒病於田間之發生，但並非絕對不感病，若苗期發現植株遭受蚜蟲傳播而感染病毒，應及早拔除以避免進一步的傳染。另外若栽植區附近有豇豆病毒之中間寄主如紅豆、皇帝豆等作物則發病之機會較大，因此應注意栽培田區之選擇。其次豇豆病毒於通風不良地區傳播極為快速，故應選擇空曠通風之田區較佳^(2,3)。
- 五、為確保無病毒豇豆種子之防病效果，應避免將其種植於使用一般市售或自留種子豇豆田之附近，以免遭受病毒傳染。最好同一地區全面栽植無病毒種子，使田間病毒污染源全面根除或降至最低，則豇豆病毒病之發生將可進一步減輕^(2,3)。
- 六、栽植無病毒豇豆品系時應避免自行留種，因為此品系仍屬感病品種栽培後期仍會發病，於病株上所採收之種子有部分仍會感染病毒，不適合栽培^(2,3)。

結 論

由種子帶病毒所引發之病害種類極為普遍^(8,9)，然而能夠以栽培無病毒種子而防治成功的例子並不多⁽⁸⁾。1975 年 Kimble 等人利用無病毒莴苣種子成功避免由莴苣嵌紋病毒 (*Lettuce mosaic virus*) 所造成之嚴重損失⁽¹⁰⁾，應屬最早之成功實例。無病毒種子栽植後若植株於田間生長期很快地再遭受病毒感染，便失去減緩病毒病發生之效果。而無病毒種子栽培後之再感染速率，視病毒種類而有差異，通常寄主範圍寬廣，感染源隨時存在於各種田間寄主上之病毒種類，其傳播之可能性較寄主範圍窄者高出很多⁽⁹⁾。豇豆無病毒種子之所以能降低病毒病之發生，也可能是由於 BICMV 之寄主範圍較窄，被其他寄主傳播之可能性較低。而使無病毒種子得以在病毒感染源進一步降低之情況下，獲得正常生長之機會。台灣所栽培的各種作物中其種子會因病毒之感染而造成後續栽培困擾的其實不少，部分

作物如豇豆因而遭受明顯而嚴重之損失，故受到栽培與研究人員之關注，但仍有許多作物其所受帶病毒種子之影響實有待釐清。

本研究依據消費市場對豇豆園藝性狀之好惡，選出「三尺青皮」品系作為標的，進行無病毒種子篩選，經過相關單位及人員多年之推廣努力，已使此品系受到全省各主要豇豆產區農民之肯定。不過此品系雖然園藝性狀優異，消費者接受度高，但仍有對鐮孢菌【*Fusarium osysporum* f. sp. *tracheiphilum* (E. F. Sm.) Snyder & Hansen】所造成之萎凋病極為罹病之缺點⁽³⁾，多年來推廣之結果，已導致萎凋病發生頻率日益增加。因此在栽種此品系時，應與水稻輪作以降低鐮孢菌之族群，可增加成功之機率。當然未來應嘗試處理對萎凋病較抗病之豇豆品系，以獲得其無病毒種子，提供萎凋病發生嚴重地區農民另類之選擇。

綜合此無病毒豇豆種子研發與推廣之實例，筆者等認為無病毒種子得以成功應用於降低病毒病對豇豆之危害，其主要因素在於：

1. 對致病之病毒種類、特性、檢定方法及傳播生態有充分完整之掌握。
2. 植物病理與園藝人員間能夠密切合作，發展出符合產業需求之種子大量繁殖供應體系。
3. 所篩選之豇豆品系其園藝性狀不亞於，甚至優於現今市場常見品系，故能獲得栽種農民與消費者之認同，成為全面推廣之助力。
4. 除病毒病外，對於其他影響豇豆生產之病蟲害能夠提出綜合防治技術⁽³⁾，供農民參考應用，促成了防治之推行成功。

引用文獻

1. 張清安. 1983. 胡瓜嵌紋病毒與黑眼豇豆嵌紋病毒複合感染引起的豇豆皺葉嵌紋病。植物保護學會刊 25:177-190.
2. 張清安. 1999. 豆類病毒病. 蔬菜病害 p. 49-57. 植物疫情監測技術手冊(II) 病害篇. 台灣省政府農林廳編印.
3. 張清安、張德前. 2001. 豇豆病蟲害防治曆. p. 1-15. 蔬菜病蟲害綜合防治專輯第五版。行政院農業委員會中部辦公室編印.
4. 張清安、郭燕君. 1983. 豇豆蚜媒嵌紋病毒及其對豇豆產量及品質之影響. 中華農業研究 32:270-278.
5. 張清安、楊佐琦、詹竹明、陳金枝. 1994. 無病毒豇豆種子之生產與應用. 植保會刊 36:313-325.
6. 張清安、陳金枝、楊佐琦、詹竹明. 2001. 無病毒豇豆種子之研發與推廣. p.81-89. 健康種苗在植物病害防治上之應用研討會專刊。中華民國植物病理學彙編印. 156 pp。
7. 陳培昌. 1979. 豇豆. P.141-148. 豆類蔬菜. 梁鶚編. 財團法人豐年社出版. 台北 152頁.
8. Bos, L. 1983. Crop protection. Pages 129-137. In: Introduction to Plant Virology. L. Bos ed. Longman, London and New York, 160pp.
9. Chang, C. A. 1993. Legume viruses in Taiwan. Plant Path. Bull. 2:149-160.
10. Kimble, K. A., Grogan, R. G., Greathead, A. S., Paulus, A. O., and House, J. K. 1975. Development, application, and comparison of methods for indexing lettuce seed for mosaic virus in California. Plant Dis. Rep. 59:461-464.

ABSTRACT

Chang, C. A. ^{1,3}, Chen, C. C. ¹, Yang, T. T. ², and Tsan, T. M. ² 2002. Research development, extension and prospects of applying virus-free seeds for the control of virus diseases of asparagus beans in Taiwan. Plant Prot. Bull. 11:107-111. (¹ Dept. of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung 413, Taiwan; ² Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Shin-She, Taichung, Taiwan; ³ Corresponding author, E-mail: cachang@wufeng.tari.gov.tw)

Asparagus bean [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *Sesquipedalis* (L.) Verdc.] is an important legume vegetable in Taiwan especially in hot and wet summer months. Virus disease has been recognized as one of the limiting factors for asparagus bean production on this island. There are two viruses, i.e. *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV) reported as the two major viruses occurring in asparagus beans in Taiwan. Dual infection of CMV and BICMV in asparagus bean plants can stimulate a synergistic effect that results higher accumulation of virus concentration in host tissue and eventually develops stronger symptoms than those of singly infected plants. Both viruses are seed-borne and can be transmitted by mechanical injury and by aphid vectors with non-persistent manner. In general, the seed-borne percentage of BICMV in seeds collected from infected asparagus bean plants is about 10%, while that for CMV is lower. Experience accumulated in the past indicates that the seed-borne BICMV inoculum is the key factor for the epidemic of the disease. Therefore, in 1980 a research project was organized in Taiwan Agricultural Research Institute in attempt to produce virus-free asparagus bean seeds and to test its feasibility to control asparagus bean virus disease. An asparagus bean cultivar "San-Tse-Chin-Pi" was selected for the production of virus-free seeds because its horticultural characteristics. In cooperation with Taiwan seed improvement and propagation station, a large-scaled seed production system was subsequently developed in 1991. In 1991-1992 the research team conducted four field trials in different areas to test the effect of virus-free seeds in reducing the virus disease epidemics. The results indicated that the application not only significantly delayed the disease epidemic but also increased the yield and quality of bean pods and in turns improved the profit of the growers. In the field experiments, as low as 30-72% of final virus incidences was recorded in those fields planting with virus-free seeds comparing with 100% of infection in those fields planting with commercial seed lots. Since 1993, planting of virus-free seeds has been routinely implemented in the integrated pest control program of asparagus bean in various production areas in Taiwan. Because of the consistent and significant control effect, the virus-free asparagus bean seeds have become more and more popular in Taiwan with time. From 1993 to 2001, the total acreage of asparagus bean fields in Taiwan ever planting with virus-free seeds is about 824 hectares in which consume a total of 4944 kg virus-free seeds produced by this program.

Key words: asparagus bean, virus, virus-free seed, control