

植物檢疫防疫之研發：I. 水果檢疫

前 言

加入關貿總協 (GATT) 是政府既定的政策，且勢在必行。為因應大量農產品進口可能對農業生產的衝擊，省農林廳於82年10月特召開「臺灣省農業建設會議」，中心議題結論之一為「加強動植物檢疫處理技術之研發」。接著行政院農業委員會亦於83年元月舉辦「農業建設座談會」，會中亦宣示「加強進口農產品檢疫、檢驗措施，以防止國際間疫病、蟲害的傳播及確保國人食品衛生安全」。之後，經濟部國貿局於83年3月舉辦「GATT 烏拉圭回合談判第五次研討會」，著重動植物檢疫檢驗協定及對策之探討，強調我國加入 GATT 後，農產品開放進口，可能傳入疫病、蟲害、農藥及毒物等污染物。因此，引用關貿總協相關條款，加強執行進口農產品檢疫、檢驗措施，一時成為農政單位的重要課題。

植物檢疫研究與本所部分植物保護或防疫 (plant protection) 及農藥、毒物檢驗工作關係至為密切，故加強防疫檢疫試驗研究乃成為研究人員責無旁貸的新課題。

動植物檢疫檢驗協定

檢疫 (quarantine) 係國際港口執行衛生檢查的一種措施，尤指對動物疾病、植物病蟲害傳播及農藥、毒物等污染產品的防止。

烏拉圭回合談判達成之動植物檢疫檢驗協定共分13部分，包含46條條文及3項附錄，內容之重點農委會歸納為11項，據此規範與各國進行貿易時之權利與義務及須共同遵守之原則事項。為因應我國開放更多國家之農畜產品進口，未來需依照 GATT 規範國際標準，修訂動植物檢疫、檢驗規定，在合乎科學原則、同等待遇及和諧方式下，進行國際間進出口農產品檢疫檢驗措施，以保護國人健康及農畜生產安全。

我國現行體制中動植物出口檢疫，除動物及其產品可依「家畜傳染病防治條例及施行細則」規定外，主要依進口國檢疫條件處理。在業務執行方面，為撲滅國外新入侵疾病、病蟲害及有效控制國內重大動植物疫病害蟲，以保障農業生產安全，農政單位每年均編列可觀經費推動植物疫病害蟲防疫。又為擬訂因應對策，在植物檢疫部分，農委會正加強辦理儘速完成「植物防疫檢疫法」之立法程序及研擬該法施行細則；儘早完成所有農藥殘留容許量標準增修訂，並協商衛生署審核公告；繼續增修訂「中華民國植物檢疫限制輸入規定」；編組雙邊技術諮商工作小組，研擬因應對策以應對談之需；及寬列經費以推動相關業務。此外，並請商檢局、衛生署、關稅總局等相關單位配合辦理上述業務。

進口水果檢疫規定

我國植物檢疫限制輸入規定於民國59年1月7日公布，幾經14次修正，至82年2月25日為止，對進口植物及產品種類、輸入國家或地區及禁止或有條件輸入或應實施隔離栽植檢疫之植物種類均有詳細規定，茲就「進口水果檢疫規定」摘述之。

一、禁止輸入部分

主要禁止可能傳入之水果害蟲種類如下：

(一)地中海果實蠅 (Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied.)，禁止輸入水果為鮮果實，包括果樹及蔬菜之果實（但鳳梨、椰子及除青膨香蕉以外之未黃熟香蕉可以輸入）。禁止輸入國家或地區，包括非洲、阿根廷、澳洲等41處。

(二)果核芒果象蟲 (mango seed weevil, *Sternochetus olivieri* (Faust))，禁止進口水果為芒果之鮮果實。禁止輸入國家或地區，包括澳洲、孟加拉、泰國等47處。

(三)果肉芒果象蟲 (mango weevil, *S. frigidus* Fabricius)，禁止輸入水果及地區同上。

(四)柑桔大實蠅 (Chinese citrus fly, *Tetradacus citri* (Chen))，

禁止輸入水果為柑桔類之鮮果實，地區為印度、香港等6處。

(五)桃果實蠅 (peach fruit fly, *Dacus zonatus* Saunders) ，禁止輸入水果為蘋果、櫻桃、芒果、桃等23種鮮果實，地區為印尼、香港、泰國等11處。

(六)甜瓜實蠅 (cucurbit fly, *D. ciliatus* Loew) ，禁止輸入之果實為番茄、葫蘆科瓜類等6種，地區含孟加拉、埃及、南非等37處。

(七)番石榴果實蠅 (guava fruit fly, *D. correctus* Bezzi) ，禁止輸入之鮮果實有番石榴、杏仁、櫻桃、柑橘、桃等18種，地區含菲律賓、印度、泰國等6處。

二、有條件輸入部分

檢疫要求事項為應檢附輸出國植物檢疫機構簽發之植物檢疫證明書，證明該輸出果實，未染本害蟲，運輸途中亦未經該蟲害發生之地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理；主要禁止輸入害蟲及水果種類如下：

(一)蘋果蠹蛾 (codling moth, *Cydia pomonella* L.) ，鮮果種類：蘋果、梨、桃等11種。地區：阿根廷、澳洲、加拿大等29處。

(二)蘋果果實蠅 (apple maggot, *Rhagoletis pomonella* Walsh) ，鮮果種類：蘋果、越桔、李、梨等7種。地區：加拿大、美國、香港、新加坡等4處。

(三)地中海果實蠅 (Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied.) ，如一、禁止輸入部分(-)。

(四)墨西哥果實蠅 (Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* Loew) ，鮮果種類：蘋果、杏、葡萄柚、桃、梨等20種。地區：墨西哥、香港等6處。

(五)西印度果實蠅 (West Indian fruit fly, *A. mombinpraeopans* Sein) ，鮮果種類：杏、楊桃、腰果、葡萄柚等13種。地區：阿根廷、巴西、西印度群島、香港等14處。

(六)李象鼻蟲 (plum curculio, *Conotrachelus nenuphar* Herbst) ，鮮果種類：蘋果、杏、桃、梨等12種，地區：美、加等4處。

(七)昆士蘭果實蠅 (Queensland fruit fly, *Dacus tryoni* Frogg) , 鮮果種類：蘋果、杏、酪梨、楊桃、櫻桃、柑桔類、葡萄等16種。地區：澳洲、香港等8處。

(八)南美果實蠅 (South American fruit fly, *A. fraterculus* Wied.) , 鮮果種類：蘋果、柑桔、葡萄等7種。地區：阿根廷、巴西、墨西哥、香港等14處。

(九)桃芽蛾 (peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller) , 果樹 (含植株、根、莖、葉、芽、果實) 種類：桃、李、杏等6種。地區：加拿大、埃及等6處。

(十)白緣粗吻象鼻蟲 (white fringed beetle, *Graphognathus leucoloma* Bohema) , 果樹 (地下部) 種類：柑桔、柿、草莓、瓜類等。地區：澳洲、巴西、香港等11處。

(十一)箭頭介殼蟲 (arrowhead scale, *Unaspis yanonensis* Kuwana) , 果樹：柑桔類 (含植株及果實) 。地區：日本、香港、新加坡、大陸地區。

(十二)黑胸柑桔金花蟲 (citrus leaf beetle, *Throscorysa citri* Maulik) , 果樹：柑桔類 (含植株及果實) 。地區：印度、香港、新加坡。

三、應實施隔離栽植檢疫之果樹種類

(一)自各國輸入之下列果樹應 (於檢疫機構指定之隔離園圃內) 實施隔離栽植檢疫：木瓜、龍眼、草莓、荔枝、蘋果、芒果、百香果、桃、杏、李、櫻桃、番石榴、梨、葡萄等屬。

(二)依商檢法施行細則第94條規定，輸入下列果樹應如上述實施隔離栽植檢疫：鳳梨、柑桔、香蕉之植株或具繁殖力之營養體。

出口水果檢疫規定

出口水果檢疫多依照輸入國檢疫規定或要求辦理，遇有修正或變更時，即通知有關單位配合辦理，使水果能順利外銷。目前我國外銷5種水果，種植面積約7萬公頃，產量88萬公噸，產值新臺幣117億元。

一、外銷水果種類

(一)柑桔 (椪柑、桶柑、柳橙) ，(二)芒果 (愛文、海頓) ，(三)木瓜，(四)荔枝，(五)楊桃。

二、檢疫害蟲種類

(一)東方果實蠅 (Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel) ，(二)瓜實蠅 (melon fly, *D. cucurbitae* (Coguillet)) ，(三)荔枝細蛾 (litchi fruit borer, *Conopomorpha sinensis*, Bradley) ，(四)楊桃花姬捲葉蛾 (corambola fruit borer, *Eucosma notanthes* Meyrick) 。

水果防疫處理技術

水果防疫處理為防止危險害蟲侵入一個國家的關卡。收穫後處理係針對鮮果先行消毒去除檢疫害蟲，例如對寄主範圍甚廣的果食蠅類，除非有效予以防疫處理，在許多地區均可嚴重為害鮮果市場，故收穫後有效防疫處理，做到既不損傷水果品質，又不傷及接觸和消費水果的人類，對國內及國際交易園產品是必要的，以免一旦檢疫病蟲害偷渡入境，就得花費龐大人力和財力來撲滅，且未見得有效。

對水果害蟲進行防疫處理的研究與開發應用，以防杜重要檢疫害蟲傳播與蔓延，日益重要，主要防疫處理技術如下：

一、化學防除

(一)薰蒸 (fumigation)：本法主要針對鮮果處理，以消除果實蠅為害。氣壓與溫度直接影響薰蒸劑濃度及薰蒸時間之有效性，主要薰蒸劑有溴化甲烷 (methyl bromide MB) 、溴化乙烷 (ethylene dibromide EDB, 已暫禁用) 、磷化氫 (phosphine) 、乙酸甲脂 (ethyl formate) 、氰酸 (hydrogen cyanide HCN) 、乙醛 (acetaldehyde) 及其他。薰蒸劑主要缺點為常對植物產生藥害，此與產品、品種、季節條件、溫濕度和薰蒸劑量及薰蒸時間有關。薰蒸劑提供彈性、擴散、穿透、易操作、價廉等功能，但一般對人具毒，作用有快 (HCN) 有慢 (MB) ，及具易燃等特性。

(二)殺蟲劑處理：本劑一般用於噴霧、浸漬及與腊混合佈施果皮以防除果實蠅為害。昆蟲生長調節劑 (methoprene) 與果腊混施於木瓜、桃子等表皮，對地中海果實蠅、東方果實蠅、瓜實蠅等有極高致死率。採後之番茄、香蕉浸漬含有 dimethoate 或 fenthion 之稀釋水中，可防除昆士蘭果實蠅或香蕉果實蠅。此等處理需考慮藥劑殘毒及消費者安全問題。

(三)調控氣體 (controlled atmospheres)：本法如降低 O_2 ，升高 CO_2 及或增加 CO_2 含量，可用於害蟲防治處理。但多數新鮮園產品不能忍受此種處理，昆蟲對其反應亦尚不甚清楚。

二、物理防除

(一)溫度處理：熱處理提供防疫處理一種廣闊的變通方法，如熱水浸漬、蒸熱或蒸氣等已廣泛用於殺蟲處理。熱處理具有殺菌及殺蟲作用，應用簡便和無殘毒問題；缺點為可能損傷水果，且費用較昂貴。一般處理溫度為 $46\sim 47^\circ C$ ，時間20分鐘。熱致死率因素包括氧、pH 值、處理前溫度、昆蟲能量、昆蟲年齡及蟲期等。

熱水浸漬 (溫湯處理) 應用於防除木瓜、香蕉、芒果和番石榴地中海果實蠅。蒸熱處理則開發應用於青椒、芒果、木瓜、番茄及葡萄柚等瓜、果實蠅之防除。熱空氣防疫處理防除木瓜地中海果實蠅、瓜實蠅和東方果實蠅為最近的發展，此種處理為無蒸氣的蒸熱處理，對為害豆類、柑桔、茄子、芒果、青椒、絲瓜果實蠅之防除相當有效。現今熱處理已考慮應用於防除為害番石榴及楊桃之蘋果蠹蛾、東方果實蛾、加勒比海 (Caribbean) 果實蠅類。

冷處理與熱處理一樣易於應用和無化學殘留。自冷凍庫 (冰箱) 對地中海果實蠅的防疫處理證實有效後，冷處理即被推廣應用。現今冷藏或低溫處理已被應用於防除多種水果害蟲。果實蠅之卵及幼蟲在 $10^\circ C$ 以下即可殺死，然而溫度低於 $3^\circ C$ 且貯藏時間長才實用，如 $0^\circ C$ 時貯藏10天或更久。

(二)微波 (microwaves)：本法受限於局部性的熱處理，微波處理

用於消除地中海果實蠅、瓜實蠅和東方果實蠅，但會傷及果實，間隔性的微波處理既對芒果種子象鼻蟲之防除可能有效，且對果實僅造成最輕度之傷害。

微聲波 (ultrasound) 處理對防除木瓜害蟲值得進一步嘗試，對東方果實蠅之卵及幼蟲之致死率取決於處理強度、溫度及時間。使用20 KH₂ 處理並未發現傷害木瓜。

(三)輻射 (irradiation)：以1.0 KGy 防除園產品害蟲已獲美國食品和藥物管理局准予使用，但有以下困難：1. 有效殺蟲劑量可能亦傷及水果，降低劑量則僅使害蟲不孕而不致死，以致影響防疫效果。2. 產品反應，在收穫、包裝、處理、貯藏和運輸條件下，所進行的研究必須確認輻射處理不致對水果產生傷害。3. 經濟的可能性，即是否合乎經濟原則。4. 消費者的接受性。若以上問題獲致解決，則輻射可成為對付檢疫害蟲可行的防疫處理。

輻射用於防疫處理具相當潛力，尤其對為害芒果、柑桔、番茄、荔枝、香蕉、木瓜和草莓等之果實蠅類。劑量在1.8~2.4 KGy 之間可殺死標的害蟲或使其無法延續後代。較低伽瑪 (r) 輻射量0.15~1 KGy 可使木瓜、香蕉、荔枝等果實蠅成蟲不孕。其他可用輻射處理的果實害蟲包括蘋果蠹蛾、果核芒果象蟲、切花及室內盆景害蟲等。

(四)洗滌 (washing)：一種簡單可行的防疫處理，可將產品表面的有害生物以水進行清洗，加入些微清潔劑 (殺蟲劑皂液)，可溶解昆蟲臘質表皮，並使其迅即溺斃，增加清洗效力。此外，以致死熱水沖洗亦可使產品表層有害生物致死。

(五)高低壓 (high and low pressures)：高壓及真空吸塵處理可結合燻蒸劑及調控氣體使用。此種處理可增強對寄主產品之滲透力，增加消除有害生物之效力。減壓曾用來防治桃蚜。

三、農產品採後綜合防疫處理

對熱帶水果果實蠅類，已建立一些防疫系統處理。防疫系統一般結合如前述兩種或多種防疫處理，既使殺蟲效果顯著，又可保持產品品質

之商品價值。

(一) 燻蒸結合熱或冷處理：高溫密閉的燻蒸溫度 ($>21^{\circ}\text{C}$) 一般可減低溴化乙烷或溴化甲烷之濃度，或縮短燻蒸時間達到燻蒸效果，因高溫增加殺蟲劑活性及對產品的滲透力。較高的燻蒸溫度增加標的害蟲的呼吸率，因而增加對燻蒸劑的吸收，減少殺蟲所需時間。以溴化甲烷燻蒸之後，結合冷藏處理的防疫系統，已用於為害蘋果、葡萄、梨、李、桃等之地中海果實蠅、瓜實蠅或東方果實蠅的防除，而溫帶水果因較耐冷，較適於作上述綜合處理。

(二) 熱結合冷處理：冷熱結合處理，已發展用以防除為害木瓜的地中海果實蠅、瓜實蠅和東方果實蠅。處理過程為選擇木瓜低於 $1/4$ 成熟時，先用 49°C 熱水浸漬 20 分鐘後，於運輸期間再冷藏於 $8\sim 9^{\circ}\text{C}$ 10 日即可。

(三) 選果結合熱處理：選擇低於 $1/4$ 成熟的木瓜，進行兩階段的溫湯處理，以防除木瓜內的地中海果實蠅、瓜實蠅和東方果實蠅之卵，曾在美國夏威夷州使用，後因生理缺陷暫停使用。

(四) 蒸熱結合冷處理：本法為本省外銷荔枝現今的防疫處理方法，其過程如下：

1. 在蒸熱處理設施內，使果實中心溫度在 45 分鐘內由 30°C 直線上升至 41°C ，此後在飽和水蒸氣下快速上升至 46.7°C ，於果實中心溫度達 46.2°C 後保持 20 分鐘。

2. 隨即，在蒸熱設施內以冷水自動噴洒，降溫至 30°C 。

3. 蒸熱與降溫處理後，移入 0°C 低溫冷水槽繼續冷卻。

4. 之後，即放入低溫冷藏庫，須使庫內 4 個定點之果實中心溫度在 6 小時以內降至 2°C ，並保持 42 小時。

5. 抽出約 2% 進行檢疫、檢驗，之後即可出庫、包裝、貼上合格標識，並在 4°C 之貨櫃中輸送外銷。

四、本省目前進出口水果防疫處理實例

(一) 出口水果：目前本省外銷水果之防疫處理除荔枝外，尚有椪柑、

芒果及開發中的楊桃和葡萄，其防疫處理如下：

1. 椪柑：以 1°C 作冷藏處理14日。
2. 芒果：以 46.5°C 作蒸熱處理30分鐘後，以冷水噴洒降溫至 30°C ，抽檢2%合格後，包裝運銷。
3. 楊桃：以 1°C 作冷藏處理10天。
4. 葡萄：以 $0\sim 1^{\circ}\text{C}$ 作冷藏處理12天。

(二)進口水果：包括果樹蔬菜之果實（鳳梨、椰子及除青膨香蕉以外之未黃熟香蕉不必處理），可接受之防疫處理如下：

1. 冷藏處理： 32°F 12日，或 35°F 14日，或 38°F 18日。
2. 燻蒸後殺蟲處理（溴化甲烷用藥量32克／立方公尺，溫度 21°C （ 69.8°F ）以上，堆積量不得超過總容積80%），規定必須使用下列其中之一：

(1)燻蒸2小時後，以 $33\sim 37^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理4天，或 $38\sim 47^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理11天。

(2)燻蒸2.5小時後，以 $38\sim 40^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理4天，或 $41\sim 47^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理6天，或 $48\sim 56^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理10天。

(3)燻蒸3小時後，以 $43\sim 47^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理3天，或 $48\sim 56^{\circ}\text{F}$ 冷藏處理6天。

經上述方法處理後，品質變劣鮮果不得輸入。

結 語

我國一旦獲准加入關貿總協，即刻面臨進一步貿易自由化與國際化之衝擊，進口農產品之種類與數量必然增加，具危險性的疫病、害蟲、草類種子、農藥殘留、污染物等可能伴隨進口植物或作物產品闖關侵入，例如新近傳入的福壽螺、火鶴花穿孔線蟲、非洲菊斑潛蠅、菊花白銹病等。為防患新病蟲害繼續侵入，農政單位亟需儘速增修訂植物防疫檢疫法規，供作執行檢疫、檢驗之依據；學術研究單位應對各種疫情作有系統的蒐集，研發防疫監測系統和有效防疫檢疫處理技術；執行單位應

強化進口產品檢疫檢驗和農產物入關後在田間之防疫工作等。為了進一步做好檢疫檢驗工作，對植物疫病、蟲害等傳入和蔓延可能造成之風險評估，應包括病蟲害入侵的損失估計，入侵途徑和立足過程，以及有效防制的防疫檢疫技術。其他值得研究的課題，如發展害蟲劑量—致死率資訊，採行標準方法，決定處理基準，確保農產品在國內外運銷過程，不致感染病蟲害而降低品質或甚而喪失商品價值；更重要的要確使外來有害生物不致輕易侵入，或入侵時能迅速有效的予以抑制或撲滅，使不致造成農業之重大損失。

(謝豐國)