

## 果蔬檢疫殺蟲處理技術

張芳基、陳弘義、林志祥

經濟部商品檢驗局台中分局

**摘要：**各國為保護國內農業生產之安全，對進口植物及農產品實施嚴格的植物檢疫，並以植物檢疫法禁止危險性病蟲害的國家、地區之鮮果蔬菜進口。而檢疫技術可將檢疫門檻打開，使農產品能在安全下順利輸入各國。合適的檢疫處理方法或處理系統須考慮檢疫害蟲、果蔬菜品質及處理方式等三大因素，首先應達到檢疫安全(quarantine security)，如各國間統計上的Probit 9以確保輸入國農業之安全性；維持果蔬菜品質，增強市場競爭實力為開發果蔬菜檢疫處理技術的實質意義；處理方式除衡量前二項外，需評估其簡易性、無藥物殘留、商業運轉之可用性及消費者接受程度等原因，主要處理概括為化學方法、物理方法及複合處理。臺灣外銷果蔬菜檢疫處理技術開發，乃主要針對歷年檢疫相當嚴格之日本，並說明開發情形、報告送審、來華認證、公告解禁及來華共同檢疫之程序。

**關鍵詞：**檢疫處理、水果、蔬菜。

### 前 言

各國為保護國內農業生產之安全，對進口植物及農產品實施嚴格的植物檢疫，並以植物檢疫法禁止危險性病蟲害的國家、地區之鮮果蔬菜進口。開發植物檢疫處理技術主要是將檢疫門檻打開，簡單而言，即搭起疫區(infested areas)與非疫區(non-infested areas)間的溝通橋樑，使農產品能在安全下順利輸出各國。為順應國際間農業貿易方面的急速成長，許多國家正積極研發新的檢疫處理技術來解決農產品的流通性。合適的檢疫處理方法或處理系統須考慮殺蟲效果、果蔬菜品質及處理方式等三大因素，首先一定須達到對方國家的檢疫安全(quarantine security)規定，以確保輸入國農業之安全性；另一方面要維持果蔬菜品質、增強市場競爭實力，其為開發果蔬菜檢疫處理技術的實質意義；而處理方式除衡量前二項外，需評估其簡易性、無藥物殘留、商業運轉之可用性及消費者接受程度等原因，主要處理概括為化學方法、物理方法及複合處理。

### 檢疫殺蟲處理考慮之三大因子

#### 殺蟲效果

殺蟲效果之判定首先應確立對象害蟲，其次為試驗室內生物性反應之先前試驗，而後進行感受性比較、小規模及大規模試驗。

### 1. 確立對象害蟲

對象害蟲分類與生物學上之鑑定及了解，為果蔬檢疫處理的第一步，如本省輸美荔枝與楊桃對東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))之冷藏檢疫殺蟲處理技術開發，依美方要求，首先需確定檢疫對象害蟲，其方式乃將試驗標本透過第三國－澳大利亞，果實蠅分類學家Dr. Drew 鑑定確立後，方審查該檢疫處理程序。

寄主與害蟲間之關係，對象害蟲之人工飼育及感染果蔬的方式(如人工接卵、自然產卵及網箱內強迫產卵等)，皆會直接或間接影響日後檢疫殺蟲處理的流程，如害蟲感染時期與果實成熟度的關係直接決定檢疫殺蟲處理之必需與否，當採收時果實熟度不能為害蟲所感染寄生，便可不做任何處理，如臺灣青蕉外銷日本，就不需對東方果實蠅實行檢疫殺蟲處理條件；1993年開發巨峰葡萄冷藏殺蟲處理時，因巨峰葡萄為東方果實蠅較差之寄主，以網室內強迫產卵方式極不易達到有效殺蟲數，而後即改採人工接卵方式，方可達到輸入國所要求之有效殺蟲數。

### 2. 生物性反應之先前試驗

一連串生物性檢定評估是為了由多種未成熟或未知的處理方式中，挑選並決定出最具潛力之方法，使日後一系列的研究得以展開，如Balock and Lindgren<sup>(3)</sup>，Hinman<sup>(6)</sup>及Burditt *et al.*<sup>(4)</sup>以100種以上燻蒸劑測試果實蠅，希望求取最合適的燻蒸劑及初步之燻蒸條件。另Armstrong *et al.*<sup>(2)</sup>以高溫與處理時間結合的試驗因子，以找尋地中海果實蠅(*Ceratitis capitata* Wiedemann)、瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett))及東方果實蠅的卵與幼蟲之高溫殺蟲條件。

### 3. 感受性比較試驗

對象害蟲之各齡期對檢疫處理存在著不同的忍受度，本試驗主要在找尋對處理最具忍受性之齡期，並將其當為探討檢疫處理殺蟲效果(efficacy)的供試齡期。

### 4. 小規模試驗

小規模試驗需廣泛探討檢疫殺蟲處理之可行性，主要包含有害蟲方面的殺蟲效果與果蔬品質上之障害試驗，除此之外，並儘量模擬真正商業運轉時可能遇到的情形，以增進處理系統的完善性。

### 5. 大規模試驗－認證試驗

大規模試驗是開發檢疫處理的最後一個步驟，必須在商業運轉的情形下進行，一般是將試驗室的感染果(laboratory-infested fruits)均勻分散於處理室內，其餘空間再以未感染的新鮮果堆積至將來商業運轉的裝載量。認證試驗過程中，在檢疫效果上，一定要達到對方輸入國檢疫安全的要求程度；另一方面，果蔬殘毒的檢測得需符合標準。

## 果蔬品質

採收前的栽培管理所影響的果蔬品質，並不考慮在採收後的障害試驗，障害試驗一般比較檢疫處理前後的外觀、失重、糖度、酸度、硬度及整串的落果率，有些甚至做到成份分析，如夏威夷後處理專家更探討木瓜酵素於處理間的經時變化。

## 處理方式

(如後述)

## 簡介主要檢疫殺蟲處理

在植物檢疫處理上有幾個重要名詞需加以說明，如檢疫寄主(quarantine host)：於田間任何作物之某一生長階段可被害蟲自然感染並能供卵孵化及幼蟲生長發育；檢疫處理(quarantine treatment)：單一處理或作用來達到殺死農產品上的害蟲；檢疫處理系統(quarantine system)：結合多種單一處理或作用來達到殺死農產品上的害蟲，亦即複合處理；檢疫安全(quarantine security)：當一地區(infested area)農產品運輸至另一地區(non-infested area)時，檢疫處理或處理系統必須具有極高安全機率能完全殺死害蟲以確保無任何活蟲倖存，而一般安全機率是沿用Probit 9 觀點，如美國規定 100,000 隻對象害蟲不能超過 3 隻活蟲，即 99.9968% 的殺蟲率(mortality rate)，另外日方的要求為 30,000 隻對象害蟲不能有 1 隻存活。

### 採收前檢疫處理系統

採收前檢疫處理系統，如有些國家承認 pest-free zones 及 pest-free growing periods 的觀點，而免除嚴格的採收後檢疫殺蟲處理，美國農部審核智利所提出無地中海果實蠅區域(Mediterranean fruit fly-free zones) 的防治計畫書及誘引偵測調查書，於 1982 年准許該區域水果輸往美國。在澳洲昆士蘭及北方二區域，冬季的五月至八月為非昆士蘭果實蠅為害時期(Queensland fruit fly-free growing periods)，此時期盛產的水果可不經檢疫殺蟲處理而輸至維多利亞州。

### 採收後檢疫處理

#### 1. 化學方式

##### (1) 燻蒸

檢疫殺蟲處理方式中，燻蒸除對環境及人類有害外，是屬既方便、經濟又快速的主要方法，目前國際間使用最多且最易接受的燻蒸劑為溴化甲烷(methyl bromide)，其原理以壓力與溫度直接影響燻蒸劑濃度及燻蒸時間所造成的殺蟲效果。

雖能達到殺蟲目的，但高濃度或長時間易傷及果蔬品質或造成藥劑殘留，如利用減壓燻蒸方式(negative-pressure atmosphere fumigation) 增加滲透作用並減低劑量及縮短燻蒸時間，希望將果蔬傷害減至最低。

##### (2) 殺蟲藥劑

檢疫上殺蟲劑使用方法一般為噴灑或浸泡，亦有摻併於果臘以達到殺蟲目的。殺蟲藥劑因殘毒問題較不能為消費者接受當成果蔬檢疫殺蟲處理的主要或單一方式，但卻廣泛的應用於花卉及苗木檢疫消毒處理上，如本省生產的馬拉巴栗(*Pachira macrocarpa*) 輸往韓國，必需先以藥劑浸泡消毒，方能裝櫃輸出。

##### (3) 精密氣調處理

CA (controlled atmosphere) 乃利用降低氧氣濃度及提升二氧化碳或氮氣濃度以達到殺蟲效果，是屬於一種安全性的化學方式—不會造成殘毒、易燃及易爆等物質產生。

CA 雖具安全性，但作用處理時間過長，經常要耗時數週至數個月才能收效，因此，早期大部份施用於穀物的倉儲處理。在果蔬檢疫殺蟲處理上，一定要選擇耐貯藏的種類，像蘋果與梨置於低溫下，並配合 CA 處理可增長果品本身保存時間，又可達成檢疫上之要求。

## 2. 物理方式

### (1) 低溫冷藏處理

90年代初期，低溫冷藏處理就已被使用於果蔬殺蟲方面，沿用至今在操作技術與試驗資訊都相當完善。其基本原理主依檢疫害蟲各齡期對低溫冷藏條件(冷藏溫度與時間的關係)之忍受反應。如本省輸日椪柑對東方果實蠅的低溫冷藏條件為0-1°C貯藏14天。

當溫度於10°C以下即可對熱帶果實蠅的幼蟲及卵造成殺傷效果，但真正具殺傷力之溫度最好低於5°C，美國農部植保檢疫處理手冊(plant protection and quarantine treatment manual, 1985)更嚴苛規定處理最高溫度不可超過2.2°C，以免為達到檢疫殺蟲效果而延長冷藏時間所產生的果蔬障害。

大體而言，低溫冷藏處理較適用於溫帶水果，因冷藏時間過久或溫度過低極易造成熱帶水果的傷害。由於低溫冷藏處理較其它方法耗時，因此，很多國家大量水果外銷常利用長途航運的船艙低溫冷藏處理來取代陸上冷藏處理以爭取時效。

### (2) 高溫處理

目前高溫殺蟲處理有：溫湯處理(hot-water immersion treatment)、蒸熱處理(vapour heat treatment)及熱空氣處理(forced hot-air treatment)，可依果蔬種類、大小、熟度、加熱時裝載的容器型式及傳熱介質等特性慎選處理方式。

高溫處理是一種易操作、具時效及無化學殘毒的方法，但極易產生果蔬的熱傷害，此法雖可迅速達到殺蟲效果，然而加熱是否能在適合時間內，均勻將熱能傳導到分散的果蔬上，會直接影響殺蟲條件及果蔬障害問題。

### (3) 其它

微波(microwaves)、放射線(irradiation)及高低壓處理(high and low pressures)等方式如同時要考慮檢疫上殺蟲效果及商業價值的果蔬品質二方面，則需進一步研究收集更多基本資料，期待日後能普遍用於商業性的果蔬殺蟲處理上。

## 採收後檢疫處理系統(postharvest quarantine systems)－複合處理

從採收後的選果、包裝、貯藏、殺蟲處理、運輸過程及果蔬品質的保存等因素，常取各單一處理的優點，結合成一最適合的商業性檢疫處理系統。一般較常用有：

1. 燻蒸結合高溫或低溫的複合處理：當溫度升高時，則可減少劑量及縮短燻蒸時間。經燻蒸後，再經低溫冷藏處理可殺死地中海果實蠅、東方果實蠅及瓜實蠅寄生於果蔬上的幼蟲<sup>(8)</sup>，此複合處理能減短冷藏處理時間。

2. 高低溫複合處理：如後熟特性的木瓜，先選擇未超過1/4熟度(one-quarter ripe)果實，經49°C溫湯處理20分鐘，再以8-9°C低溫冷藏10天，如此可殺死木瓜上的果實蠅，又能使果實表面在處理條件下正常轉色<sup>(5)</sup>。

## 目前本省外銷果蔬檢疫殺蟲處理開發情形

植物檢疫上，各國可能依疫情、病蟲害的風險評估及國內農產品的保障，而對進口之檢疫處理條件不盡相同，在此介紹我國針對鮮果外銷量最大國－日本之果蔬檢疫處理開發流程。

自1984年 EDB (ethylene dibromide) 禁用後，政府即積極開發以無化學污染的物理方法—低溫冷藏及高溫處理，其開發流程如圖一。

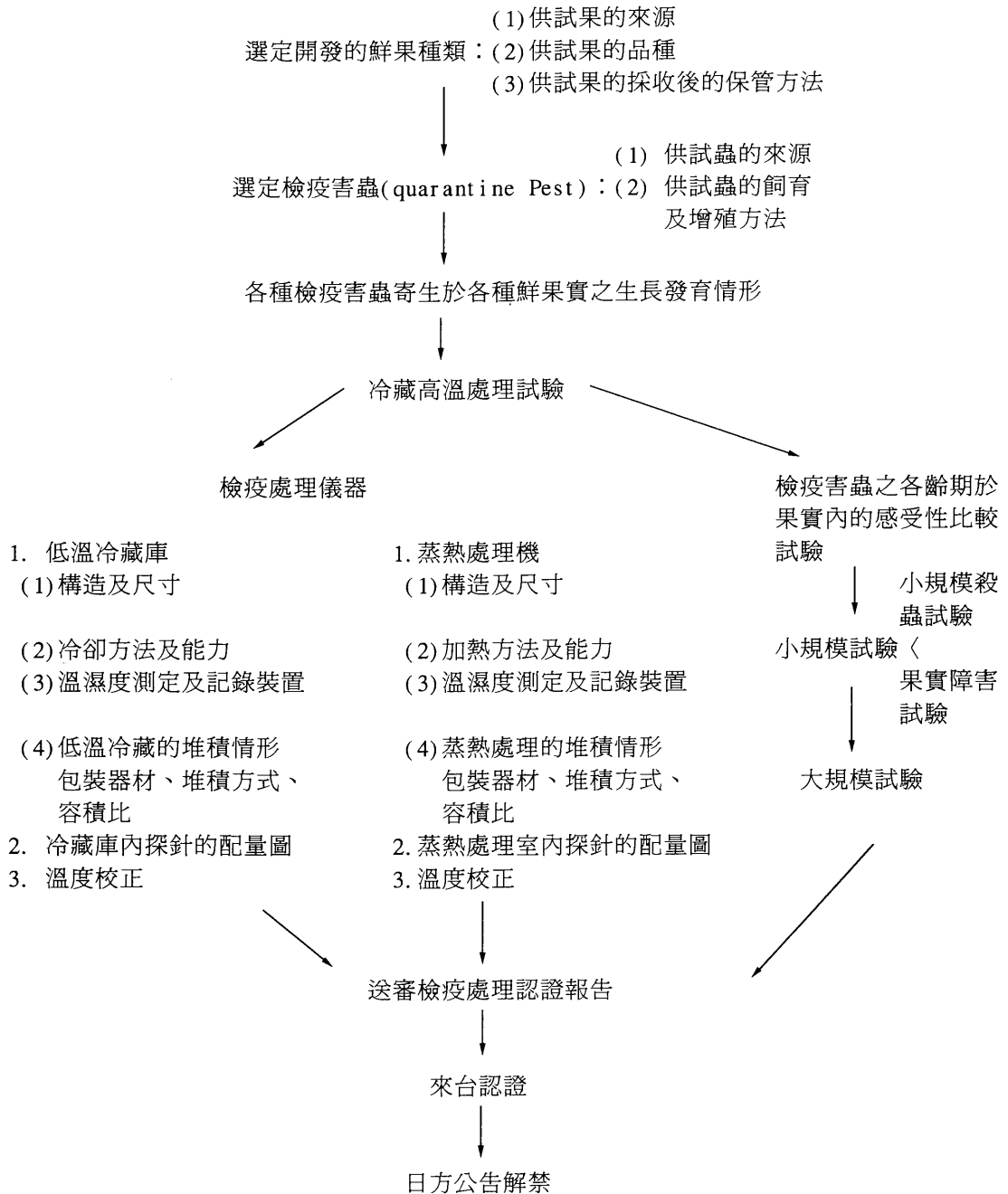


圖 1. 開發輸日鮮果冷藏、高溫殺蟲檢疫處理條件流程圖。

近年來經日本政府認證成功的檢疫殺蟲處理方法有荔枝高低溫之複合處理、芒果蒸熱殺蟲處理及椪柑低溫冷藏殺蟲處理。其檢疫殺蟲處理條件如表一。

表一、臺灣輸日鮮果種類及其檢疫殺蟲處理條件

Table 1. Quarantine disinfestation schedules using VHT and cold treatment against insect for exportation of Taiwan fresh fruits

果蔬種類	處理方法	檢疫條件	解禁年度
荔枝	Vapor Heat-Refrigerate Treatment	1. Vapor Heat Treatment: 果心溫度 46.2°C 維持 20 分鐘 2. Refrigerate Treatment: 果心溫度 2°C 維持 42 小時 3. 蒸熱處理在果心溫度 46.2°C 維持 20 分鐘，於 6 小時內使果心溫度降至 2°C 維持 42 小時 4. Pattern: 30°C 30min. → 30°C 45min. → 41°C 10min. → 46.2°C 20min. → 46.2°C Shower to 30°C	March, 1988 日本農林水產省公示 No.326
椪柑	Cold Treatment	1. 果實中心溫度: 1°C 2. 貯藏時間: 14 天	同上 March, 1988
愛文檸檬 海頓檸檬	Vapor Heat Treatment	1. 飽和濕度 2. Vapor Heat Treatment: 46.5°C 30 min. 3. Pattern: 30°C 30min. → 30°C 45min. → 41°C 10min. → 46.5°C 30min. → 46.5°C Shower to 30°C	日本農林水產省公示 No.944 Jul.8. 1988, 1991

## 結 論

果蔬檢疫處理的開發，所涉及的範圍相當廣：殺蟲方面－昆蟲學；果蔬品質－園藝學；處理方式－處理儀器的農機學；化學藥劑－農化學、毒理學；商業包裝及運銷學等。在農業發達的國家，都會成立一個專司機構來從事研究開發，而反觀國內自運用 EDB 於果蔬檢疫處理技術至今已有 25 年的歷史，尚不能有系統、循序漸進的建立一個良好的研究環境和機構，僅是應急、搶時效的打開盛產果蔬種類之外銷市場，故往往只單一考量達到 Probit 9 的殺蟲效果，而忽略了果蔬品質或處理流程的實用性及廣泛性。希望不久的將來，國內亦能成立植物檢疫處理的研究機構或統

籌單位，嘉惠農民，因應GATT時代之到來。

### 參考文獻

1. 郭麗生。1988。外銷鮮果檢疫處理技術。中華昆蟲特刊第二號果樹害蟲綜合防治研討會 133-139頁。
2. Armstrong, J. W., Schneider, E. L., Garcia, D. L., Nakamura, A. N. and Lines, E. S. 1984. Improved holding technique for infested commodities used for Mediterranean fruit fly quarantine treatment research. *J. Econ. Entomol.* 77: 553-555.
3. Balock, J. W. and Lindgren, D. L. 1951. Toxicity of various compounds as fumigants to eggs and larvae of the oriental fruit fly. *J. Econ. Entomol.* 44:657-659.
4. Burditt, A. K., Jr., Hinman, F. G. and Balock, J. W. 1963. Screening of fumigants for toxicity to eggs and larvae of the oriental fruit fly and Mediterranean fruit fly. *J. Econ. Entomol.* 56:261-265.
5. Couey, H. M., Linse, E. S. and Nakamura, A. N. 1984. Quarantine procedure for Hawaiian papayas using heat and cold treatments. *J. Econ. Entomol.* 77: 984-988.
6. Hinman, F. G. 1954. Screening tests of compounds as fumigants for eggs and larvae of the oriental fruit fly. *J. Econ. Entomol.* 47:548-556.
7. Robert E. Paull and J. W. Armstrong. 1994. Insect pests and fresh horticultural products: treatments and responses. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK.
8. Seo, S. T., Kobayashi, R. M., Chambers, D. L., Steiner, L. F., Balock, J. W., Komura, M. and Lee, C. Y. L. 1971. Fumigation with methyl bromide plus refrigeration to control infestations of fruit flies in agricultural commodities. *J. Econ. Entomol.* 64:1270-1274.
9. Sharp, J. L. and Gould, W. P. 1994. Control of Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in grapefruit by hot air and hydrocooling. *J. Econ. Entomol.* 87(1):131-133.
10. Sommer, N. F. and Mitchell, F. G. 1986. Gamma irradiation - a quarantine treatment for fresh fruits and vegetables? *Hortscience* 21(3):356-359.
11. Winkelman, P. M. and Williamson, W. P. 1990. Advances in commercial dry heat disinfestation of papaya. ASAE paper No. 90-6016.
12. Yokoyama, V. Y. and Miller, G. T. 1993. Pest-free period for walnut husk fly (Diptera: Tephritidae) and host status of stone fruits for export to New Zealand. *J. Econ. Entomol.* 86(6): 1766- 1772.

## Quarantine Treatment for Disinfestation of Fresh Fruits and Vegetables

Fang-Chi Chang, Hung-Yie Chen and Jyh-Shyang Lin  
Taichung Branch Office, Bureau of Commodity Inspection and  
Quarantine, Ministry of Economic Affairs

### Abstract

Quarantine treatments are required for fresh horticultural commodities moving through marketing channels from infested to non-infested areas to prevent further distribution of the pests. An approved treatment schedule consists of all the conditions, parameters and procedures needed to meet a specific quarantine treatment that adequately disinfests pest organisms at the required level of quarantine security without adversely affecting the commodity. The research and development of postharvest quarantine treatments, including chemical methods (fumigation, insecticides and controlled atmospheres treatments), physical methods (cold and heat treatments) and combination treatment.

**Key words:** quarantine treatment, fruit, vegetable.