

出國報告(出國類別：訓練)

赴美國參加植物健康系統分析課程 研習報告

服務機關：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

姓名職稱：周俊男技士

派赴國家：美國

出國時間：107年6月3日至6月17日

報告日期：107年8月28日

提要表

系統識別號：	C10701646					
相關專案：	無					
計畫名稱：	赴美國參加植物健康系統分析課程					
報告名稱：						
計畫主辦機關：	行政院農業委員會動植物防疫檢疫局					
出國人員：	姓名	服務 機關	服 務 單 位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	周俊男	行政 院農 業委 員會 動植 物防 疫檢 疫局	植 物 檢 疫 組	技士	薦任(派)	聯絡人： cchnan@mail.baphiq.gov.tw
前往地區：	美國					
參訪機關：	美國農業部動植物防疫檢疫署					
出國類別：	其他					
出國期間：	民國 107 年 06 月 03 日 至 民國 107 年 06 月 17 日					
報告日期：	107 年 8 月 28 日					
關鍵詞：	風險分析、植物檢疫、植物健康系統					
報告書頁數：	25 頁					
報告內容摘要：	<p>為促進植物及植物產品貿易並協助其他國家建立其植物健康系統，美國農業部動植物防疫檢疫署(USDA/APHIS)於 107 年 6 月 4 日至 6 月 16 日舉辦為期兩星期的植物健康系統課程，本次課程共有阿根廷、厄瓜多、密克羅尼西亞、斐濟、玻里尼西亞、圭亞那、印度、科索夫、寮國、緬甸、巴布亞新幾內亞、菲律賓、南非、蘇利南、泰國、東加、烏克蘭、烏茲別克、越南、贊比亞及臺灣等 21 國植物保護機關人員或相關專家參加。第一週課程於位於 APHIS 北卡羅萊納州立大學 Centennial 校區之 APHIS 辦公室，講授植物健康系統概觀、美國農業部動植物防疫檢疫署</p>					

	<p>(USDA/APHIS)組織架構、國際及區域性植物保護組織、有害生物風險分析流程與方法、有害生物系統性管理措施、有害生物早期預警資料庫 PESTLENS、農業有害生物共同監測計畫、輸出檢疫作業，並實地參訪當地種苗公司了解輸出檢疫作業實務及參訪北卡羅萊納州立大學植物病蟲害診所。第二週前往 APHIS 位於華盛頓特區之總部，講授產地預檢及運輸途中檢疫作業、美國國家有害生物鑑定系統、植物健康法規及操作手冊、許可證的核發、有害生物偵測及管理、美國基因工程植物管理法規、農產品市場進入案作業、植物輸入檢疫，並參訪紐澤西州林登市(Linden, New Jersey)植物檢疫站、位於貝爾茨維爾(Beltsville)之國家植物種原檢疫中心 (National Plant Germplasm Quarantine Center) 及植物健康科學與科技中心(CPHST)之診斷實驗室。課程包含植物健康系統管理理論、實務、田間參訪及分組討論，使參加學員對於植物健康系統之瞭解及能力之建構有極大的助益。</p>
電子全文檔：	
附件檔：	
限閱與否：	否
專責人員姓名：	陸怡芬
專責人員電話：	02-33432052

摘要

為促進植物及植物產品貿易並協助其他國家建立其植物健康系統，美國農業部動植物防疫檢疫署(USDA/APHIS)於 107 年 6 月 4 日至 6 月 16 日舉辦為期兩星期的植物健康系統課程，本次課程共有阿根廷、厄瓜多、密克羅尼西亞、斐濟、玻里尼西亞、圭亞那、印度、科索夫、寮國、緬甸、巴布亞新幾內亞、菲律賓、南非、蘇利南、泰國、東加、烏克蘭、烏茲別克、越南、贊比亞及臺灣等 21 國植物保護機關人員或相關專家參加。第一週課程於位於 APHIS 北卡羅萊納州立大學 Centennial 校區之 APHIS 辦公室，講授植物健康系統概觀、美國農業部動植物防疫檢疫署(USDA/APHIS)組織架構、國際及區域性植物保護組織、有害生物風險分析流程與方法、有害生物系統性管理措施、有害生物早期預警資料庫 PESTLENS、農業有害生物共同監測計畫、輸出檢疫作業，並實地參訪當地種苗公司了解輸出檢疫作業實務及參訪北卡羅萊納州立大學植物病蟲害診所。第二週前往 APHIS 位於華盛頓特區之總部，講授產地預檢及運輸途中檢疫作業、美國國家有害生物鑑定系統、植物健康法規及操作手冊、許可證的核發、有害生物偵測及管理、美國基因工程植物管理法規、農產品市場進入案作業、植物輸入檢疫，並參訪紐澤西州林登市(Linden, New Jersey)植物檢疫站、位於貝爾茨維爾(Beltsville)之國家植物種原檢疫中心(National Plant Germplasm Quarantine Center)及植物健康科學與科技中心(CPHST)之診斷實驗室。課程包含植物健康系統管理理論、實務、田間參訪及分組討論，使參加學員對於植物健康系統之瞭解及能力之建構有極大的助益。

目次

摘要	I
目次	II
一、前言	1
二、行程及課程紀要	2
三、研習課程介紹	5
四、心得與建議	25
五、附圖	27

一、前言

為促進植物及植物產品貿易並協助其他國家建立該國植物健康系統，美國農業部動植物防疫檢疫署(United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, 簡稱 USDA/APHIS)於 107 年 6 月 4 日至 6 月 16 日舉辦為期兩星期的植物健康系統課程，本次課程共有阿根廷、厄瓜多、密克羅尼西亞、斐濟、玻里尼西亞、圭亞那、印度、科索夫、寮國、緬甸、巴布亞新幾內亞、菲律賓、南非、蘇利南、泰國、東加、烏克蘭、烏茲別克、越南、贊比亞及臺灣等國植物保護機關人員或相關專家參加。分別於 APHIS 北卡羅萊納州立大學 Centennial 校區之 APHIS 辦公室及 APHIS 位於華盛頓特區之總部，講授植物健康系統概觀、所需具備的要素、及美國現行執行方式等，並實地參訪輸出入檢疫作業、植物健康科學與科技中心(CPHST)之診斷實驗室及隔離檢疫作業等實務作業。使參加學員對於植物健康系統之瞭解及能力建構有極大的助益。

二、行程及課程紀要

日期	地點	行程及課程紀要
6/3	臺灣桃園國際機場—美國舊金山(San Francisco)—北卡羅萊納州羅理市(Raleigh, North Carolina)	上午 9 點 50 於桃園機場搭乘聯合航空 UA872 班機出發，於美國舊金山時間上午 5 點 30 抵達舊金山國際機場，續於上午 9 點 30 分搭乘 UA1445 班機出發，於美國北卡羅萊納州當地時間 5 點 40 分抵達 Raleigh-Durham 國際機場。自行前往 USDA 預定之旅館 Holiday Inn Express & Suites Raleigh。
6/4	北卡羅萊納州羅理市(Raleigh, North Carolina)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 7 點 30 分搭乘由北卡羅萊納州立大學提供之接駁車，前往該校 Centennial 校區之 APHIS 辦公室開始本日課程。 2. 本日課程主題如下： <ol style="list-style-type: none"> (1)由本次植物健康系統分析課程美國動植物檢疫署承辦人 Mr. Scott Goldman 說明課程目的及大綱。 (2)由 Ms. Kirsha Rhymer 介紹植物健康系統概觀及所需具備之元素與功能。 (3)由 Ms. Sunil Kumar 介紹美國農業部(USDA)及動植物防疫檢疫署(APHIS)、植物檢疫局(PPQ)及 PPQ 轄下之植物健康科學與科技中心(CPHST)與植物疫情及風險分析實驗室(PERAL)。 (4)由 Mr. Gary Cave 介紹植物保護管理組織架構。 (5)由 Mr. Gary Cave 介紹國際區域植物保護組織。 (6)由 Ms. Lisa Kennaway 介紹以資料管理、GIS 模型及分析協助植物健康管理。 3. 下午 5 時搭乘北卡羅萊納州立大學提供之接駁車返回 Holiday Inn Express & Suites Raleigh。
6/5	北卡羅萊納州羅理市(Raleigh, North Carolina)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 7 點 30 分搭乘由北卡羅萊納州立大學提供之接駁車，前往該校 Centennial 校區之 APHIS 辦公室開始本日課程。 2. 本日課程主題如下： <ol style="list-style-type: none"> (1)由 Mr. Gary Cave 介紹植物檢疫名詞定義。 (2)由 Mr. David Bednar 介紹何謂風險及風險分析。 (3)由 Mr. Tony Koop 介紹植物有害生物風險分析流程與方法。 (4)由 Ms. Heather Hertzog 介紹植物有害生物風險評估流程與方法

		<p>及 APHIS 風險評估指南簡介。</p> <p>(5)由 Mr. Larry Brown 介紹植物有害生物風險管理。</p> <p>3. 下午 5 時搭乘北卡羅萊納州立大學提供之接駁車返回 Holiday Inn Express & Suites Raleigh。</p>
6/6	北卡羅萊納州 羅理市(Raleigh, North Carolina)	<p>1. 上午 7 點 30 分搭乘由北卡羅萊納州立大學提供之接駁車，前往該校 Centennial 校區之 APHIS 辦公室開始本日課程。</p> <p>2. 本日課程主題如下：</p> <p>(1)由 Mr. Manuel Colunga 介紹植物有害生物系統性管理措施</p> <p>(2)由 Mr. Gary Cave 介紹 WTO 爭端解決</p> <p>(3)由 Mr. Doug Mcphie 介紹植物有害生物早期預警資料庫 PESTLENS。</p> <p>(4)由 Ms. Laura Jeffers 介紹檢疫處理技術。</p> <p>(5)分組討論—建構國家植物健康系統：參與學員 5-6 人一組，各組模擬組成一個國家，並依據講師所提供植物健康管理系統元素，說明自己的國家如何完成該元素所需採取的措施。</p> <p>3. 下午 5 時搭乘北卡羅萊納州立大學提供之接駁車返回 Holiday Inn Express & Suites Raleigh。</p>
6/7	北卡羅萊納州 羅理市(Raleigh, North Carolina)	<p>1. 上午 7 點 30 分搭乘由北卡羅萊納州立大學提供之接駁車，前往該校 Centennial 校區之 APHIS 辦公室開始本日課程。</p> <p>2. 本日課程主題如下：</p> <p>(1)由 Ms. Lisa Jackson 介紹農業有害生物共同監測計畫。</p> <p>(2)由 Ms. Susan Kostelecky 介紹輸出檢疫系統</p> <p>(3)下午參訪北卡羅萊納州立大學植物蟲害診所，由 Ms. Barbara Shew 介紹該中心之業務及功能。</p>
6/8	北卡羅萊納州 羅理市(Raleigh, North Carolina)	<p>1. 前往 Plants Delights Nursery 種苗公司，參訪種苗輸出檢疫作業。</p> <p>2. 參觀北卡羅萊納州自然科學博物館（North Carolina Museum of Natural Sciences）。</p>
6/9	北卡羅萊納州 羅理市(Raleigh, North Carolina) →馬里蘭州	<p>搭乘接駁車前往馬里蘭州，住宿 Holiday Inn Washington D.C.-Greenbelt MD</p>

6/10	馬里蘭州	資料整理
6/11	馬里蘭州	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 7 點 30 分搭乘接駁車，前往 APHIS 總部開始本日課程。 2. 本日課程主題如下： <ol style="list-style-type: none"> (1) 由 Mr. Brendon Reardon 介紹產地預檢及運輸途中檢疫作業，農業有害生物共同監測計畫。 (2) 由 Ms. Megan Romberg 介紹美國國家鑑定系統。 (3) 由 Mr. Charles Pierre 介紹美國植物檢疫法規。 (4) 由 Ms. Josie Cooley 介紹美國檢疫作業手冊 (5) 由 Ms. Vanessa Oakley 介紹許可證的核發。 (6) 由 Mr. Ricardo Valdez 介紹有害生物偵測及管理 3. 下午 5 時搭乘返回 Holiday Inn Washington D.C.-Greenbelt MD
6/12	馬里蘭州	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 7 點 30 分搭乘接駁車，前往 APHIS 總部開始本日課程。 2. 本日課程主題如下： <ol style="list-style-type: none"> (1) 由 Mr. Bill Doley 介紹美國轉基因植物管理法規。 (2) 由 Mr. Tony Roman 介紹農產品市場進入案作業。 (3) 由 Ms. Andrea Simao 介紹美國植物檢疫議題管理。 (4) 由 Ms. Indira Singh 介紹植物檢疫作業與未完成風險評估作業 共種植用植物輸入作業 (5) 由 Mr. Dave Hanken 介紹美國植物檢疫站及相關作業。 3. 下午 5 時搭乘返回 Holiday Inn Washington D.C.-Greenbelt MD
6/13	馬里蘭州	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 7 時 15 分搭乘接駁車，前往參訪位於貝爾茨維爾(Beltsville)之國家植物種原檢疫中心 (National Plant Germplasm Quarantine Center) 及植物健康科學與科技中心(CPHST)之診斷實驗室。 2. 下午 3 時返回 Holiday Inn Washington D.C.-Greenbelt MD 繼續小組討論。
6/14	馬里蘭州→紐澤西州→馬里蘭州	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午八點搭乘接駁車前往紐澤西州林登市(Linden, New Jersey)植物檢疫站，參訪植物檢疫站及實際輸入檢疫作業情形。 2. 下午 3 時自紐澤西州返回 Holiday Inn Washington D.C.-Greenbelt MD
6/15	馬里蘭州	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上午 8 點 00 分搭乘接駁車，前往 APHIS 總部開始本日課程。 2. 本日課程為小組討論成果分享，及學員分享研習心得。課程結束後，由 APHIS 頒發結業證書。

6/16-17	馬里蘭州→韓國 首爾→台北	下午 1 點 30 分於華盛頓特區杜勒斯國際機場搭乘 DELTA 航空 DL7856 班機出發，於韓國時間 6/17 下午 4 點 30 分抵達仁川國際機場，續於晚間 10 點 05 分搭乘 CI163 班機出發，於臺灣時間 6/17 日 11 點 45 分抵達桃園中正國際機場。
---------	------------------	--

三、研習課程介紹

(一) 植物健康系統概觀

有效的植物健康系統將可提供國家一個有效降低有害生物引入、建立及散播之管理方案，進而達到保護本國農業資源並促進國際貿易之目的。植物健康系統可區分植物保護(Plant protection)及植物檢疫(Plant quarantine)。其中植物保護為於國內進行偵查(detection)、防除或抑制具檢疫重要性之有害生物。植物檢疫係為用以排除外來有害生物。

於植物健康管理系統中所提供之管制方案，係依據其管制之貨品風險高低可採取(1)無須採取檢疫措施、(2)輸入檢疫、(3)檢疫處理措施、(4)輸入後隔離檢疫及(5)禁止輸入等 5 項管制措施。綜觀植物健康管理系統應包含以下 19 種元素：

1. Administrative ability：具實質的執行能力
2. Legal Basis：需以法律為基礎
3. Inspection：有害生物(邊境)檢查
4. Training：系統內需具備能力(如有害生物檢查、鑑定、風險評估等能力)之各項教育訓練
5. Pest Identification：有害生物鑑定
6. Pest risk Evaluation：有害生物風險評估
7. Communication：系統內所有成員間有效的各種溝通管道
8. Treatment：檢疫處理技術
9. Methods development capabilities：技術開發，包括檢疫處理、有害生物偵測與鑑定等技術的開發。
10. Inspection station：檢疫站：協助執行輸出入植物檢疫等工作。
11. Post Entry Inspection：輸入後隔離檢疫
12. Permit：各項輸入許可證核發

13. Pest detection：外來有害生物偵查(未於本地發生之有害生物偵查)
14. Surveys：有害生物調查(已發生之有害生物之發生情形、族群大小等調查)
15. Control or Eradicate Pests：防治或滅除外來有害生物
16. Regulated the Flow of Commodities within the Country：國內貨品流通之管制
17. Cooperation with other Organizations or Countries：與其他組織或國家合作
18. Export Certification：輸出檢疫發證系統
19. Information Systems：具資訊系統以便於與系統內成員或大眾溝通

(二) 美國農業部(USDA)及動植物防疫檢疫署(APHIS)架構介紹

APHIS 任務係為保護美國境內農業及自然資源的健康及價值，其下設植物防疫檢疫處(Plant protection and Quarantine，簡稱 PPQ)，其任務係以防止植物與動物有害生物及有害雜草傳入美國及建立散播，以保護美國農業及自然資源，並促進美國農產品之貿易。PPQ 下單位主要可分成三種任務，協助 APHIS 執行植物防檢疫相關工作：

1. 科技研發：以科學為基礎進行實驗研究、風險分析及相關技術之開發，本次課程曾介紹的內容包括：
 - (1) 植物健康科學與科技中心(The Center for Plant Health Science and Technology, 簡稱 CPHST): CPHST 可謂 APHIS 之科技研發中心，總部位於北卡羅萊納州羅里市，全國共有七個據點，且各有負責之項目。其中位於羅里市之總部係蒐集各國疫情監測資料，並透過科學技術進行研究分析與開發，其結果提供 APHIS 用以進行決策參考。本次課程參訪位於貝爾茨維爾(Beltsville)之實驗室係協助 APHIS 開發重要檢疫有害生物之分子檢測技術，並建立診斷鑑定標準作業流程供其他檢疫站、國家診斷鑑定中心及各大學診斷鑑定實驗室使用，並提供人員教育訓練及認證，以確保診斷鑑定之一致性及有效性。
 - (2) 植物疫情及風險分析實驗室 (Plant Epidemiology and Risk Analysis Laboratory, 簡稱 PERAL): 專司植物及植物產品與新發生之有害生物之風險分析作業，協助相關風險分析能力之建立與訓練，並提供符合國際植物檢疫措施標準之檢疫技術。
2. 政策管理：負責執行國家植物檢疫相關政策及管理，本次課程曾介紹的內容包括：

- (1) 植物檢疫議題管理(Phytosanitary Issue Management)：為負責對外植物輸出入檢疫相關議題之窗口單位。
 - (2) 產地預檢與離岸檢疫處理 (Preclearance and Offshore program)：執行植物或植物產品進入美國前之相關檢疫作業。
 - (3) 國家有害生物鑑定服務(National Identification Service)：主導全國植物有害生物鑑定作業。
 - (4) 植物健康緊急管理(Plant Health Emergency Management)：負責規劃預防有害生物入侵、有害生物入侵之防治作為、及回復有害生物損害之系統性管理措施。
 - (5) 許可證核發：包括輸入許可證、輸出植物檢疫證明書等相關證明書核發作業。
3. 田間實務操作：負責國內植物健康政策執行之團隊，本次課程曾介紹的內容包括：
- (1) 資料及風險分析團隊(Data、Analysis、Risk、Targeting，簡稱 DART)：協助地理資訊系統(GIS 系統)輔助植物健康管理，將收集的資料經過蒐集、統計或分析並依據其地理區以圖層套疊，並應用程式渲染套色，讓使用者容易依據其想要查詢的條件顯示結果。DART 團隊所開發的 GIS 輔助系統，係以瀏覽器為基礎，資料儲存於雲端(web-based)毋需另行安裝程式，故各執行偵測或查詢結果之使用者，皆可隨時隨地存取結果，有效擴大其使用便利性。
 - (2) 國家植物種原檢疫中心 (National Plant Germplasm Quarantine Center)：負責應施隔離檢疫植物之隔離檢疫及有害生物檢測作業。
 - (3) 農業有害生物共同監測計畫(Cooperative Agricultural Pest Survey Program)：依照外來有害生物高風險入侵地點進行偵測作業，提供未於美國發生之外來有害生物狀態調查並提供早期預警，另亦對於已於美國發生的有害生物提供監測作業。
- (三) 風險分析與植物有害生物風險分析

風險分析是蒐集、紀錄並分析資訊以形成建議，並用以定義風險層級或應採取的行動。靜態模型之風險分析多用於其風險係數為固定之評估對象，如藥物致毒性(風險=暴露劑量×死亡率)；動態模型用於其風險係數為期望值之分析，

有害生物風險分析就是標準的動態模型(風險=發生的機率×發生的後果)。風險分析可用於經濟、政治、人類健康、公共安全等各種議題。可分成(1)風險評估、(2)風險管理及(3)風險溝通三個主要的元素。經由風險分析可以確認可能發生的危害及其風險，釐清各風險的不確定性，並提供風險管理建議。風險分析雖然需基於科學基礎上進行分析，但其結果並不是一個固定或是僅提供單一解決方案，因為如果風險因子變更，則其結果亦會不同，並不具再現性，故嚴謹而論，風險分析本身不認定為一科學學門。

風險分析首先須界定評估的範圍，此範圍可為受評估的對象、地區、時間區間等。隨後評估此範圍內可能發生的事件及其可能伴隨而來的風險，再評估其風險發生的機率及其帶來的不良後果，以明確描述風險。在確定各項風險後，可規劃風險管理方案並評估其可行性，並提供最終風險評估建議。完成風險評估建議後可選定風險評估建議中之參與者及利害關係人進行風險溝通。

植物有害生物風險分析過程與前述風險分析極為類似，惟分析對象是植物有害生物，用以評估有害生物對於國內農業生態、貨品貿易、有害生物之引入及傳播與資源分配的議題之影響，並提供建議。當有新有害生物、新輸入貨品、重新評估政策與管制法規或產生貿易爭端時即可啟動有害生物風險分析。有害生物風險分析不僅限於國家植物保護機關，貨品輸出國、甚至私人企業與輸入人亦可進行風險分析，惟最後的風險管理方式之決定為輸入國家植物保護機關之職責，且分析的過程常常需要生物學(包含昆蟲、植物病理學、植物學、生態學)及流行病學(經濟、統計及農業)等專業人士參與。於進行風險管理時，並非單一採取最高程度的管制措施，而是採取適當且可有效降低風險致可接受程度之管制措施。植物有害生物風險分析各階段分述如下：

1. 定義目標及範圍(Define Scope)：須先確認本次風險評估的標的、標的範圍、囊括的時間，及本次風險評估預估投入的人力與時間。
2. 有害生物風險評估(Pest Risk Assessment)：目前美方採取的有害生物風險評估係為 2012 年公布的 6.0 版本，該版本的特色在於如評估過程中發現任一傳播或危害的風險為零時，即可毋需再評估，其可再細分成以下數個步驟：
 - (1) 建立有害生物清單(Pest categorization)：建立有害生物清單的工作係整體風險評估工作中最具重要性的一環，其風險評估是否有效皆植基於有害生物清單建立的完整性。所謂建立有害生物清單，即是將可能於受評估的地區

(如輸出國)危害該植物或植物產品之有害生物完整(包含屬名及種名等)列出，再依序確認是否為檢疫有害生物、是否於輸入地區發生並搜尋其資料以確認其危害部位、是否會透過該植物或植物產品及運輸或包裝等過程引進。各項資料必須提供科學證據為佐證。另如有害生物只有屬名，未確定植物種類，則另製一表，且如未能排除非為檢疫有害生物者皆視為檢疫有害生物。

筆者曾就種傳病害為例詢問講師，如部分危害植物種類廣泛之有害生物(如胡瓜嵌紋病毒，Cucumber mosaic virus)其部分種子傳播文獻僅記錄到「屬」或「科」，於進行建立有害生物清單時，同屬或同科之植物是否可列入其傳播途徑。講師表示種子傳播的認定確實為一件相當困難的工作，但基本上仍採取較嚴格的標準，如該病毒確實未有可由特定植物(種)傳播的紀錄，即使其他同屬植物有紀錄，原則上仍不列入傳播途徑。惟講師再次表示種子傳播的認定是極為複雜工作，除須審閱文獻外仍需具有相關專業始能給予適合的判斷。

- (2) 評估傳入的風險(Estimate likelihood of introduction)：傳入的風險可分為進入(Entry)及立足與傳播(Establishment and Spread)，此部分於 6.0 版本的技術手冊係使用矩陣(Matrix)分析法，將進入風險及立足與傳播風險進行比對，並得到最後的傳入風險，例如進入風險為低，立足與傳播風險為高，則最終傳入的風險為中。惟於評估進入風險或立足與傳播風險時，有任何一項風險因子為零，則無需再進行後續評估，此部分係與過去以積分制方式評估風險方式最大之不同。
 - (3) 評估影響程度(Estimate consequences)：針對有害生物傳入後，其可能造成無法接受的影響為何，其中可能包括直接危害(如農產品損失、減少價值及增加防治費用)與貿易影響(如影響或失去外銷市場，增加因防檢疫措施所需之費用等)。
3. 歸納風險評估之結論及不確定性說明(Develop conclusions and describe uncertainty)：

完成有害生物引入的風險後，應接續完成風險分析進行結論，除了未有引入風險的有害生物外，其餘有害生物皆應有管理措施。另 6.0 版本有害生物風險評估過程中，尚需評估各項答案之不確定性，如不確定過高的答案過多

時，則將影響本份評估的有效性。減少評估不確定性的方法就是盡量回答各評估內容的問題，避免回答「不知道」。於回答評估指標後，給予各回答內容給予不確定性的評分，評分範圍為 0 至 1 分，1 分為完全可信，填答為「是」且不確定性為 1 分者，該項答案為「是」機率為 100%；填答為「是」且不確定性為 0 分者，該項答案可能有 25%的機率為「否」。如填答為「不知道」者，該項答案為「是」的機率為 50%。最後再以各項回答的不確定性結果以數學模型評估本項評估的有效性。筆者曾詢問如何針對不確定性給予評分，講師回答如下：

- (1) 對於問題回答為「是」者，以「有害生物是否在於受評估區域」為例，可依照其參考文獻的有效性，如為正式發表且被引用的期刊，則其不確定性可視為低(1 分)，如僅為非正式文獻或口述資料，其不確定性為高(0 分)。
 - (2) 如該項回答為「否」者，以「玫瑰是否為寄生植物」為例，以未有任何文獻作為玫瑰非屬寄生植物之佐證，其不確定性亦可視為低。惟前述說明方式常常會因為出現例外狀況而容易遭受質疑，故選用「未有任何文獻指出.....」之理由時，應審慎確認其評估範圍，如以蒐集「經玫瑰屬相關資料，未有任何文獻指出.....」其可能出現例外之可能性較低。故面對未有相關文獻直接證實的問題時須謹慎處理。
4. 有害生物管理(Pest risk management)：有害生物管理係為經由分析過程辨識、分析並建議有害生物選項的過程，亦包含採取管理有害生物風險的計畫及政策導向之計畫決定過程與減低有害生物風險的措施。其包含以下重要的觀念：
- (1) 採取最小的影響：應採取最適當的保護水準（Appropriate level of protection, 簡稱 ALOP）或可接受的風險（Acceptable level of risk, 簡稱 ALR）使採取風險管理措施後對貿易等其他面向造成的影響減至最低。
 - (2) 同等效力(Equivalency)：對於相同的目標，得依據不同的情形及時空，採取不同的有害生物管理措施。
 - (3) 可管理的風險(Managed Risk)：風險管理係將可能的風險降至最低，但無所謂零風險之措施。
 - (4) 一致性(Consistency)及無差別性(Non-discrimination)：利用相同的管理評估流程進行評估，使得不同有害生物風險評估案件得以互相比較；另對於相同的風險應採取一致的(同等效力)有害生物管理措施。

- (5) 透明性(Transparency)：應將其管理措施透明化，最簡單的方式就是撰寫管理文件。
- (6) 管理措施的有效性 (Efficacy of measures)：所謂有效的管理措施是依預期達到的效果而定，可能是將有害生物完全殺滅或者採取消毒的方式，將入侵或傳播的風險降低。當然必須考量措施的可行性，即目前是否有可用的技術，以及所須的費用、實務操作上是否可行、貨品的忍受性、儲架壽命及處理後是否具有毒性。最後還須要考量其他影響性，如對田間生態影響、對其他有害生物的影響、實施的效益與成本、對現行法規的影響與對商業、社會及環境的影響。

有害生物風險管理策略包含以下項目：

- (1) 禁止輸入 (Prohibited)：禁止輸入雖為最有效且容易採行的措施，惟其對貿易將造成最大限制，可能不會是最佳風險管理措施。
- (2) 檢查 (Inspection)：檢疫作業為最常採取的有害生物管理措施，方法包括一般目視檢查、破壞性檢查及實驗室檢測或鏡檢等。採取任一項檢疫作業必須考量其如何有效檢查、檢查的靈敏性、是否依據不同目標有害生物採取不同有效方式、是否需要經驗支持及是否有走私或其他非法方式引進之可能性等問題。
- (3) 檢疫處理 (Treatment)：依照 ISPM No.5 定義，檢疫處理係為用以將有害生物滅除、去除活性或使其不孕之官方措施。其內容於「檢疫處理技術」一節另述。
- (4) 有害生物非疫概念 (Pest free concepts)：有害生物非疫概念依據非疫範圍大小區分為非疫區、非疫生產區或非疫生產點。採取本措施前須先針對有害生物的生物、物理或其他自然的限制因子有充分了解，且實施時常需要人為法規管理加以輔助並搭配定期的監測作業以維持非疫狀態。
- (5) 寄主植物或非寄主植物之認定 (Host/Non-host determinations)：基於科學證據下須有完整的實驗及寄主測試，始可對有害生物之寄主植物範圍加以修正，其包含實驗室小規模試驗及田間試驗，並以不同植物的生長階段加以測試，始可修正該植物為有害生物非寄主。
- (6) 輸入後檢疫措施 (Post-entry measures)：在貨品輸入後接續採取降低有害

生物風險的措施，包括輸入隔離檢疫、限定貨品的後續使用方式（如限供糧食用）與管制其輸入後貨品之流向等。

(7) 系統性管理措施(Systems Approaches)：系統性管理措施係為整合至少兩種不同程度的有害生物管理措施，用以降低有害生物風險至可以接受的程度。其措施不僅限於檢疫處理，從生產端至輸出前之生產鏈中每一個環節都可以考慮採取相關措施，惟各項措施採行前須瞭解各項措施預期的效果及其不確定性，以便評估採取系統性管理時，作為評估其他不同系統性管理措施之等效性參考。輸入國於進行輸入貨品有害生物風險分析時，必須先確認該有害生物於輸出國未經處理貨物上之盛行率，之後列出各項認為有效的有害生物管理措施，並個別評估其有效性，計算每一項措施可有效防治有害生物的效果(一般以百分比表示)。將盛行率與擬採行之個別有害生物防治措施進行計算，計算最終的有害生物盛行率是否已達到可接受的水準($R' = R \times (100\% - M1) \times (100\% - M2) \dots$)。R'；最終的有害生物盛行率，R：有害生物於輸出國於未經處理的貨物之盛行率，M：每一項措施可有效防治有害生物的效果(%)，並與輸出國討論可達到適合水準的系統性管理措施。輸出國亦可利用相同的方法提交該國的系統性管理措施予輸出國審閱。經雙方確認可行時，即可採行相關系統性管理措施。

5. 風險溝通(Risk Communication)：風險溝通係為使公眾了解有害生物的風險，並促進公眾同意並採取管制行動，故於溝通過程中避免使用專業的術語，並以圖像化呈現各項評估結果及其相關風險，使溝通對象容易了解，且須提供聯絡人，以利公眾洽詢。

(三) 國際植物保護組織

在早年關稅暨貿易總協定（General Agreement on Tariffs and Trade，簡稱GATT）時代，各國議題主要著重在減低關稅壁壘，直到第七回合談判(東京回合)，首次提出於降低非關稅障礙，後續第八回合談判(烏拉圭回合)後協商訂定食品衛生檢驗及動植物檢疫措施協定（sanitary and phytosanitary measure，SPS），並列入世界貿易組織所簽署協定之一。除SPS協定外，國際植物保護組織尚有國際植物保護公約（International Plant Protect Convention, IPPC）為國際植物保護協定，致力於防止有害生物傳入與擴散，保護栽培植

物及野生植物。其下設植物檢疫措施委員會負責相關管理事宜。IPPC 主要工作為制定國際標準(International Standards of Phytosanitary Measure, ISPM)、植物保護訊息交流、協調國際共同合作防治或滅除有害生物、技術協助等。除 IPPC 外，尚有由 IPPC 會員依據其地區鄰近國家所成立之國際區域性保護組織，負責工作包括：調和區域內之各會員國植物保護規定、傳播 IPPC 相關資訊、共同達成區域性植物保護計畫、與 IPPC 秘書處合作制定國際標準。目前全球共有 10 個 RPPOs，分別為：

1. 亞洲及太平洋區域植物保護委員會(Asia and Pacific Plant Protection Commission, APPPC)；
2. 加勒比海農業健康及植物安全組織(Caribbean Agricultural Health and Food Safety Agency)；
3. 南錐體區域植物保護委員會(Comite Regional de Sanidad Vegetal del Cono Sur, COSAVE)；
4. 安第斯共同體(Comunidad Andian, CAN)；
5. 歐洲及地中海植物保護組織(European and Mediterranean Plant Protection Organization, EPPO)；
6. 非洲植物檢疫理事會(Inter-African Phytosanitary Council, IAPSC)；
7. 北美植物保護組織(North America Plant Protection Organization, NAPPO)
8. 區域國際農業衛生組織(Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, OIRSA)；
9. 太平洋植物保護組織(Pacific Plant Protection Organization, PPPO)
10. 近東植物保護組織(Near East Plant Protection Organization, NEPPO)。

(四) WTO 爭端處理(Dispute Settlement in WTO)

於國際間，當兩個國家或兩個團體對於有害生物分析方法、管制措施是否符合國際標準或該措施是否已超過應採取適當保護水準的程度等情形發生時，即會產生爭端。關稅暨貿易總協定 (General Agreement on Tariffs and Trade, 以下簡稱 GATT) 時代，爭端解決程序冗長，且不確定性高，任何一方不願接受爭端處理時，即可單方面終止爭端處理。烏拉圭回合談判後進行大幅的改進，於爭端處理過程中，每一個項目均訂有時間表，且如任一方欲退出爭端處理仍

須徵求其他會員國的同意。經爭端解決小組決議之認定，如爭端當事國不符合者，仍可提起上訴。敗訴國應配合其裁決的結果執行或修改相關國內規定，其中若被告國未能如期執行，於 WTO 爭端處理架構下允許原告國採取報復行為。

講師以美國提出日本對於該國蘋果蠹蛾寄主植物鮮果時要求每一品種皆須進行溴化甲烷殺蟲測試爭議案為例，美方認為日方要求美國蘋果、桃、核桃、梨等鮮果實如欲輸銷日本，每一品種皆須進行溴化甲烷殺蟲測試以確認可有效殺滅蘋果蠹蛾之要求缺乏科學證據。本案經審查的結果認為日方的要求並無科學證據，且對於美方所提出的檢疫處理措施亦未在合理的時間完成審查，不符合 SPS 規範，爰裁決日方敗訴。由該案例顯示於採取各項檢疫條件要求時，都需要以科學為基礎做成的風險評估為基本，且其措施需為符合風險管理之有效性措施，採取未有科學證據或是過於嚴苛的風險管理措施皆容易受到其他國家的質疑進一步衍生出爭端，各國於採行檢疫管制措施時應予以注意。

(五) 有害生物早期預警系統 PESTLENS 介紹

PESTLENS(<https://pestlens.info/>)係用於進行有害生物早期預警並促進決策的系統，本系統由專家收集各公開資料庫及網站的資料，將其過濾與分析，提供新的有害生物寄主、有害生物新的分布地區、突發性的危害報導、雜草歸化報導與新的有害生物-寄主間之相關報導，提供予 APHIS 其他部門、大專院校、商業網站(如 CABI)或是其他國家的植物保護機關，用以促進早期預警及相關管理措施的研擬，目前已有超過 970 個 USDA 以外的成員接受該系統的定期通知。講者強調該系統因收集公開資料庫的資料，故其成果係無償提供給有需要的植物保護機關、專家等。

為了解美方對於巨量文獻之研析是否仍採取人工處理，筆者曾詢問經收集的原始資料，是否利用機器學習等相關程式協助過濾與研析資料。講師回答該系統未採取任何爬蟲(crawl)程式協助蒐集資訊，因研析資料需要專業人士，且爬蟲程式曾遭人詬病有以非正常瀏覽方式取得資料之嫌，爰未有相關程式協助資料處理。

(六) 檢疫處理技術

依照 ISPM No.5 定義，檢疫處理係為用以將有害生物滅除、去除活性或使其不孕之官方措施。一般認為有效的檢疫處理設施具備以下特質：可高效率處

理目標有害生物、對於植物及人類無害、便宜且容易操作、不具易燃與爆炸性、環境友善、不殘留等特質。依照其處理效果可區分為高致死率處理(High-Mortality Treatment)與非致死性處理(Non-Mortality Treatment)，其中高致死率處理多用於高風險、高感染率或是感染率變異度高的有害生物，其處理效果相較於非致死性處理容易評估，溴化甲烷處理即是高致死率處理的代表。非致死性處理包括不孕性處理、使真菌不產孢或昆蟲無法成熟、避免有害生物移動、或是減低有害生物活性，其應用範圍具專一性，常用於特定有害生物於特定情境下的防治措施。另依照 ISPM No.5 解釋，用於進行檢疫處理時所需採行的方法、劑量、處理時間等以達到有效的檢疫處理之參數，稱為檢疫處理程序(Treatment Schedule)，APHIS 已將現行採取的檢疫處理技術公布於該局網站(https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/.../treatment.pdf)，供公眾參閱。另 ISPM No.28 另提供管制類有害生物檢疫處理指南，現行常用於燻蒸處理的藥劑包括溴化甲烷(Methyl Bromide)、硫醯氟(Sulfuryl Fluoride)、磷化氫(Phosphine)等，其中硫醯氟常用於替代溴化甲烷用於木材類害蟲處理，而磷化氫多用於積穀害蟲處理。其他檢疫處理方式包括熱水處理、蒸熱處理、低溫處理，前揭處理常用於替代溴化甲烷處理內食性有害生物(如果實蠅等)。

APHIS 為促進檢疫處理技術之研發，彙整該國檢處理技術、冷處理、種子檢疫處理、輻射處理及燻蒸處理技術資料、經認證可供低溫處理之貨櫃類型等相關資訊建立檢疫處理資訊系統(Treatment Data Systems)，供 APHIS 持續維護並記錄相關檢疫處理資料，以供後續強化檢疫處理技術用。該系統主要供 APHIS 內部使用，僅該國檢疫處理技術及經認證可供低溫處理之貨櫃資料開放予外界參考。

(七) 農業有害生物共同監測計畫(Cooperative Agricultural Pest Survey Program)

APHIS 建立農業有害生物共同監測計畫，依照外來有害生物高風險入侵地點進行偵測作業，提供未於美國發生之外來有害生物早期預警，並依照其監測記錄以證明特定有害生物於美國未有發生的紀錄，另對於已於美國發生的有害生物提供監測作業，則由各州政府農業部、大學、地方政府等相關單位共同執行。

本計畫每年依照(1)經濟及環境重要性與(2)依據特定貨物或有害生物分類群等，建立優先偵測有害生物清單，並提供有害生物基本資料及其偵測標準作

業流程予計劃執行者進行偵測作業。於選擇優先偵測有害生物時會依據以下原則進行初步篩選：(1)是否為植物有害生物、(2)是否具顯著的危害、(3)是否為外來有害生物、(4)是否已知其可能的傳入、傳播模式等。經過初步篩選的有害生物再依據其經濟危害性、造成嚴重危害的頻率、對於農作生產的影響、對於環境及社會的影響、防治費用等因素再次篩選。經過二次篩選所得的有害生物，須經完成開發其標準偵測、診斷及鑑定標準作業流程後，始得納入優先監測清單。前揭優先清單、有害生物基本資訊、監測、診斷及鑑定標準作業流程皆公布於該計畫網站(<http://caps.ceris.purdue.edu/home>)，提供計畫執行者及其他一般民眾參考。以提供監測資材訂購網站，以提供標準化監測資材，避免個計劃執行者因使用的監測資材不同而導致監測結果的落差。

(八) 輸出檢疫系統及實務

APHIS 任務之一為確保進口及出口的貨物不受有害生物污染，協助美國農業生產者及相關產業團體開啟國際市場貿易、減少貿易障礙並與貿易夥伴間之檢疫條件進行調和。APHIS 建立輸出植物檢疫證明書核發及追蹤系統 (Phytosanitary Certificate Issuance & Tracking System，簡稱 PCIT) 提供國內申請人申請該國植物或植物產品出口及再出口證書核發作業。並提供線上植物檢疫證明書查證作業，收受美方輸出植物檢疫證明書之單位或植物保護機關，可登入系統(https://pcit.aphis.usda.gov/pcit/faces/ext_cert_viewer.jsf) 輸入檢疫證號、發證日期、發證地點或直接掃描檢疫證上的 QR code 後可查詢該證書記載的內容，以防止證書遭受塗改或變造。

另為促進美國國內業者易於了解輸入國植物檢疫規定，另蒐集各國檢疫規定建立輸出植物檢疫資料庫(Phytosanitary Export Database，<https://pcit.aphis.usda.gov/PExD/faces/ViewPExD.jsp>)，使用者可依據國家、輸出貨品查詢該國輸入特定植物或植物產品的檢疫規定，是否需檢附輸出植物檢疫證明書或查閱一般性規定。該系統的特色除了提供已完成收集國家之輸入植物或植物產品檢疫條件外，該檢疫條件亦依據美國業者需求重新編寫(如我國要求輸出植物檢疫證明書應加註未罹染莖線蟲者，該網站則編寫為輸出前應取樣檢測莖線蟲)，使得該國輸出業者易於瞭解欲輸往國家之規定。惟經講師現場請阿根廷及印度等國家研習成員試用，所得檢疫條件仍有所出入。經初步查詢我國輸入檢疫條件，除未完整納入我國核准輸入植物清單外，檢

疫條件檢索結果尚稱正確。

本次輸出檢疫實務係參訪 Plants Delights Nursery 種苗公司，該公司販售各式龍舌蘭、天竺葵、蘭花、球根花卉及食蟲植物等各種園藝愛好者偏好之植物，且該公司主要販售高單價之品種。於接受線上訂單後，如需輸出至需要輸入許可證的國家，該公司將要求訂購人提出輸入許可證，經確認可輸入及其檢疫條件後，工作人員即將植物進行剪枝以去除病葉等基本工作。隨後向各 APHIS 轄區植物檢疫站預約輸出檢疫，於即將進行輸出檢疫日期前，工作人員會將該植物之土壤及有機質完全去除，更換成全新未使用的水苔。經檢疫合格之植物由 APHIS/PPQ 檢疫人員核發輸出植物檢疫證明書。

另於參訪紐澤西州林登市(Linden, New Jersey)植物檢疫站時，檢疫人員表示有關輸出植物檢疫如需採行輸出前檢疫處理(如燻蒸)部分，APHIS 檢疫人員僅負責執行輸出檢疫，不派員前往監督檢疫處理，而是由業者依據 APHIS 公告的檢疫處理方式進行處理後，檢附相關證明由檢疫人員加註在輸出植物檢疫證明書中。

(九) 北卡羅萊納州立大學植物蟲害診所

北卡羅萊納州立大學植物病蟲害診所(Plant Disease and Insect Clinic，簡稱 PDIC)，負責北卡羅萊納州國家公園、花圃、民間溫室、種苗場、農民、園藝管理人、政府單位或家庭園藝操作人之植物疫病蟲害鑑定工作並提供防治建議，該診所成立於 1951 年，初期主要業務為菸草病害，並於 1970 年起加入昆蟲為害鑑定服務，迄今已有將近 50 年的歷史，目前每年偵測案件約有 2600 件。該診所對於診斷鑑定除以照片鑑定者外，皆收取相關鑑定費用，且依照送件人性質有不同的收費，該診所為促進與政府單位合作，凡政府單位送件之案件皆比其他一般案件便宜(政府機關送件每件 20 美元；一般單位 30 美元)，其中如果由高爾夫球場所送件因為其業主資本雄厚，且要求快速鑑定服務，爰其收費為一般案件之兩倍(60 美元)，而案件回復時間一般案件至少約一星期，而高爾夫球場所送案件如為較易鑑定之病蟲害最快可當天回復。

該診所為強化診斷鑑定與資料保存及分享服務，建立線上申請服務，可於該診所網站提出診斷申請，並於線上填寫相關資料與病害發生照片後，將其資料列印，並將欲診斷鑑定之植物一同送件至該診所。該診所完成鑑定

後，即於該系統填報鑑定結果，申請人亦可於線上確認結果。所有診斷的結果，亦上傳美國農業部與動植物檢疫署及國家植物診斷鑑定網（**National Plant Diagnostic Network**,簡稱 **NPDN**）。

該診所主要負責地區性診斷鑑定服務，故送件之有害生物，若為曾見過的有害生物，不一定會鑑定至「種」層級；如為未曾見過的有害生物，則送其他單位協助進一步鑑定。若懷疑為檢疫有害生物，則依據 **USDA** 核准之標準鑑定流程進行鑑定，如為檢疫有害生物即通報 **APHIS**，俾利採取防治措施。該診所除提供診斷鑑定服務外，亦提供地區性教育訓練，提供學生、政府單位從業人員等有害生物鑑定訓練。

(十) 產地預檢與離岸檢疫處理（**Preclearance and Offshore program**）

產地預檢係指由 **APHIS** 派遣檢疫人員赴輸出貨品之原產國進行檢疫作業，目前產地預檢計畫已包含南韓、泰國、印度、南非、巴西、阿根廷等 25 個國家及包括芒果、木瓜、蘋果、種球、切花等超過 100 項貨品。產地預檢工作包括於輸出國進行系統性管理措施、有害生物監測及輸出檢疫等工作。

離岸檢疫係於船隻或貨品抵港前進行檢疫及認證之作業，**APHIS** 為防治亞洲型舞毒蛾（**Asian Gypsy Moth, AGM**）隨著國際船隻於進入美國港口時傳播進入美國本土，影響國內農業及森林，啟動亞洲型舞毒蛾離岸檢疫認證計畫，所有抵達美國進港船隻必須經俄羅斯、日本、中國或南韓經認可的認證機構的檢疫認證並取得證書後，始得進港。本計畫串聯 **APHIS**、美國海關及邊境檢查局（**Customs and Border Protection Agency, CBP**）及國際合作認證團體共同建立船隻檢疫偵測作業流程，以降低入境船隻夾帶亞洲型舞毒蛾的風險。

(十一) 美國植物檢疫法規及作業手冊介紹

美國現行與植物檢疫及植物保護最主要的法律為 2000 年開始執行的植物保護法(**Plant Protection Act**)，其取代 1912 年的植物檢疫法(**Plant Quarantine Act**)。其強化植物或植物產品、有害生物、生物防治體、雜草及相關貨物的移動與要求相關關係人提供相關證據及資料供調查及增加違反法律時之罰款。美國聯邦法規係用編碼方式(**Code of Federal Regulations, CFR**)，編碼方式係為抬頭(**Title**)+**CFR**+編(**part**)+節(**section**)，如 7 **CFR** 301.32，其中與農業相關的法規抬頭皆為 7，與檢疫相關的法規位於 300 至 399 編。於法規底

下，APHIS 建立各項與植物健康系統有關之作業手冊，將法規文字轉化為較親民的文字供實際操作人員使用，並使相關利害關係人及其他國家之植物保護機關瞭解美國植物健康系統實際操作流程。作業手冊除提供白話文字外，亦提供各項作業的法規依據，將同一貨品或作業之相關法規彙整入同一作業手冊內。手冊內容係為 PDF 檔案方便使用及閱讀，且為網路版本 (<http://www.aphis.usda.gov/wps/portal/aphis/home/>)，可提供即時更新檢疫規定。

(十二) 美國基因工程(Genetic engineering)植物管理法規

基因工程係指利用 DNA 重組技術將原植物之 DNA 進行編輯與改變，其自外源引入時未必與原有植物 DNA 相同，其與傳統育種最大的差別在於育種者可將外源基因導入欲改良的植物中，完成過去雜交及體細胞突變等育種技術無法達到的目標。

美國負責基因工程植物管理的相關單位有美國農業部(USDA)，食品藥物管理局(FDA)及環境保護部(EPA)，美國於 2016 年 9 月總統執行辦公室發布備忘錄「現代化生物科技產品管制系統國家策略」(National Strategy for Modernizing the Regulatory System for Biotechnology Products)，闡明各協力單位之角色與責任。其中 USDA 負責植物健康、FDA 負責供人類或動物食用之安全，EPA 負責環境安全性。

USDA/APHIS 管理基因工程生物體之法規依據 7 CFR part 340，如果生物體經過基因工程改變，且其具成為有害生物風險或者是有害生物的特徵時，皆須受到 APHIS 的管理。管理的內容包括自國外進口時、州與州之間的移動或於環境釋放與田間試驗。管理的措施包括核發許可 (permit) 與通知 (Notification)。為使研究者了解其所研究的範疇是否為須列管範圍，APHIS 建置相關法規說明及查詢窗口

(<https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/biotechnology/am-i-regulated>)。

基因體工程生物體中，如未自外界插入任何 DNA 或是其 DNA 係來自近似物種，則稱為 New Plant Breeding Techniques，簡稱 NPBTs(國內譯為尖端育種技術)，其中美國及歐盟同意部分如聚核酸突變(oligonucleotide directed mutagenesis, ODM)、CRISPR-Cas9 基因編輯系統(Site Directed Nucleases)、

同源基因轉殖(cisgenesis)與異源基因轉殖(intragenesis)、RNA 型 DNA 甲基化 (RNA-Dependent Methylation, RdDM)、以基改作為嫁接砧木、反向遺傳學 (Reverse Breeding)及農桿菌接種等八項技術不屬於基改植物之範圍。

受管制的基因工程植物，原研發者可提供不會產生植物及環境危害證據向 APHIS 提出非管制狀態(non-regulated status)申請，經 APHIS 在科學基礎下進行有害生物風險評估，並依據美國國家環境法進行的環境評估，經過評估同意通者，則該基改生物可解除管制且不受監管，將可自由移動及種植。且其他如擁有類似基因工程植物之所有人，亦可向 APHIS 申請延伸解除管制。APHIS 已同意 17 種基改植物解除管制。

(十三) 農產品市場進入案作業及相關美國植物檢疫議題管理：

目前負責對外植物輸出入檢疫相關議題之對口單位為植物檢疫議題管理 (Phytosanitary Issue Management, 簡稱 PIM)，其中另依照地理區分成西半球事務(美洲及加勒比海地區)及東半球事務(歐、亞、非洲及大洋洲)。為依據美國 7 CFR 319.5 號法規規定，自國外輸入尚未核准輸入的農產品(水果及蔬菜)，輸出國皆須提供風險評估資料送 APHIS 進行風險評估。受理風險評估案件後，APHIS 會依據輸出國之優先順序進行有害生物風險分析，俟美方及輸出國同意有害生物風險分析之結果時，APHIS 將進行後續法制作業。

另有關美國輸出農產品輸出，PIM 如接受產業要求向特定國家申請農產品市場進入案，PIM 及 CPHST 等技術單位完成有害生物風險評估所需技術性資料，向輸入國提出市場進入案申請，並與輸入國協商輸入檢疫條件，俟雙方接受檢疫條件後，由美方撰寫工作計畫並開始執行農產品輸出。

(十四) 美國輸入植物檢疫作業及實務

美國邊境植物檢疫分別由 USDA/APHIS 及美國國土安全部轄下海關及邊境保衛署 (Department of Homeland Security/Customs and Border Protection, States, DHS/CBP) 兩個單位負責，其中 APHIS 人員於全國 16 個植物檢疫站執行供種植用植物檢疫工作，CBP 負責輸入蔬菜、水果等非供種植用之農產品檢疫工作。其中 CBP 負責植物檢疫人員通常非生物相關背景出身，故須由 APHIS 提供作業手冊及教育訓練，訓練 CBP 人員執行輸入

檢疫之流程、有害生物檢查技巧、法規及檢疫處理流程等相關規定。當 CBP 人員於邊境截獲有害生物時，該批貨物將暫停通關，CBP 人員將有害生物送往所屬地區 APHIS 植物有害生物鑑定中心進行初步鑑定，如未能確定結果或疑似檢疫有害生物者，地區 APHIS 植物有害生物鑑定中心將以即時影像另送國家有害生物鑑定中心(NIS)確認最後結果。CBP 檢疫人員俟接獲鑑定結果與後續處理之指示後進行處理步驟，其結果可能包括不予處理、檢疫處理、退運或銷毀等。

APHIS 過去曾制定輸入植物或植物產品取樣標準，為使人力有效運用並加強高有害生物風險貨物之檢疫，APHIS 近年推行依風險為基礎之取樣標準(Risk-based sampling)，該取樣標準係建置於電腦系統中，系統主要參考輸入貨品風險及輸入貨品數量進行邏輯運算，於臨場檢疫時，檢疫人員需輸入該批貨物輸入的種類數量、箱數、最小單位總數及該貨品的風險，系統即會回復應取樣的箱數及取樣箱號。其中有關輸入貨品風險係參照該貨品之原產國、該貨品於原產國的有害生物清單及近年輸入檢疫紀錄進行運算，得出特定國家貨品之風險值，結果分為高、中、低，目前僅完成 30-40 項國家/貨品之風險運算作業。目前未完成風險運算作業之國家/貨品，於邊境檢疫時其貨品風險皆輸入「高」。

有關自國外輸入水果及蔬菜之檢疫條件，APHIS 為使輸入人易於查詢自國外輸入水果及蔬菜之檢疫規定，建置水果及蔬菜檢疫條件查詢系統(Fruits and Vegetables Import Requirements Database, FAVIR database，<https://www.aphis.usda.gov/favir/>)供輸入人依國家及輸入蔬菜水果種類及部位查詢相關檢疫規定。如該輸出國之水果及蔬菜未列在該檢疫條件查詢系統內者，則需由輸出國植物檢疫機關提出風險評估相關資料，向 APHIS 提出市場進入案申請。

美國現行供種植用植物檢疫係依據 7 CFR 319.37 號法規(簡稱 Q37)執行，該法規訂定供種植用植物相關輸入規定，包括是否需檢附輸入許可證、輸出植物檢疫證明書應加註事項、輸出前是否應執行檢疫處理及是否應進行隔離檢疫等相關規定。另外針對特定植物或特定有害生物之寄主植物，於 7 CFR 319.下各節亦有個別檢疫規定，如 7 CFR 319.15 為輸入甘蔗檢疫條件、7 CFR 319.19 規範柑橘潰瘍病寄主植物檢疫條件等。在過去，美方並未對輸

入供種植用植物採取輸入前風險評估作業，僅依據有害生物風險評估結果訂定相關供種植用植物檢疫條件，包括有條件輸入及禁止輸入。近年 APHIS 為強化供種植用植物風險評估作業，逐漸檢討列為雜草之植物與檢疫有害生物寄主之植物或多年未有實際檢疫紀錄之植物，訂定未完成風險評估植物清單(Not Authorized Pending Pest Risk Analysis, NAPPRA)，凡列於該清單之供種植用植物須比照輸入水果及蔬菜等貨品，由輸出國提供有害生物風險評估資料，俟 APHIS 完成風險評估後始得同意輸入。

APHIS 已於 2013 及 2017 陸續公布兩批 NAPPRA 清單，其中包括 53 種雜草、22 種有害生物之 153 種寄主植物，包含另因應 NAPPRA 之執行，原 7 CFR 319.37 下禁止輸入之植物皆移列置 NAPPRA 清單中。其意義代表過去因有害生物風險禁止輸入之供種植用植物，輸出國可藉由提出風險評估資料供 APHIS 評估後移出 NAPPRA 清單。於未完成風險評估前，列於 NAPPRA 之植物如僅輸入少量且在特定環境下種植或輸入供實驗研究用等特定目的時，申請人另向 APHIS 申請同意輸入，並需於國家植物種原檢疫中心進行隔離檢疫，確認無罹染有害生物之虞後始得解除管制。

現行如欲查閱輸入供種植用植物檢疫規定僅能參照 APHIS 網站說明 (<https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/planthealth/import-information/permits/plants-and-plant-products-permits/plants-for-planting>)，並無類似 FAVIR 系統可查詢供種植用植物輸入檢疫條件，講師補充說明希望可在兩年內完成相關檢疫條件查詢系統。

本次課程輸入植物檢疫實務部分前往位於紐澤西州林登市(Linden, New Jersey)植物檢疫站，植物檢疫站主要負責的工作項目有(1)輸入供繁殖用植物檢疫、(2)協助 CBP 進行有害生物鑑定、(3)輸出植物檢疫及發證作業、(4)外來有害生物及國內重要有害生物監測作業及(5)走私植物產品查緝作業。參訪時正進行自荷蘭輸入之多肉植物檢疫工作，檢疫站人員於接獲輸入人所提供之輸入許可證、輸出國簽發之輸出國植物檢疫證明書、包裝明細表等相關資料後，如文件初審符合規定，及依照 Risk-based sampling 系統運算得出之應取樣箱數及箱號進行取樣，然現行使用的 Risk-based sampling 尚未更新，所有植物及貨品之風險皆為「中」。

檢疫作業時如發現罹染有害生物，則必須立即送請檢疫站鑑定專家進行

鑑定作業。檢疫站內依據有害生物類別(植物、昆蟲、病原微生物)，各自有獨立的專家及實驗室負責鑑定工作。鑑定專家除鑑定檢疫站本身發現之有害生物外，亦受理 CBP 臨場檢疫時發現的有害生物。鑑定專家於受理案件後，原則上須於 24 小時內提供鑑定結果並提供可採行之措施選項供檢疫人員回復輸入人是否可採檢疫處理或需辦理退運或銷毀。如檢疫站未能確定鑑定結果之樣品，則透過影像傳送至國家有害生物鑑定中心協助鑑定。檢疫站內亦設有標本室，存放曾經鑑定之有害生物標本、及作物與雜草種子等，供未來檢疫人員參考鑑定。

有關輸入多肉植物鑑定部分，筆者曾就如何核對檢疫證上所列學名是否與實際到貨相符，現場檢疫人員回答，基於 Risk-based sampling 係為以單一檢疫證整批為之，故不一定檢疫證上所列所有植物皆會被抽樣檢疫，故不會逐一核對檢疫證上所列所有植物是否與到貨相符。如需取樣檢疫之植物，檢疫人員會參考包裝箱上的標籤以確定植物種類名稱。

(十五) 國家植物種原檢疫中心 (National Plant Germplasm Quarantine Center)

美國動植物檢疫署國家植物種原中心位於馬里蘭州，負責執行植物種原隔離檢疫計畫 (National Plant Germplasm Quarantine program, 簡稱 PGQP)，針對輸入屬於禁止輸入之繁殖用植物(現稱為 NAPPRA)以及基因改造工程植物之隔離檢疫工作。旗下依據植物種類以及任務供分成(1)禾本科植物隔離檢疫、(2)馬鈴薯隔離檢疫、(3)核果類植物隔離檢疫、(4)木本觀賞植物及其他植物隔離檢疫、(5)分子生物學檢測實驗室、(6)組織培養實驗室、(7)次世代定序實驗室。

輸入人如需自國外輸入 NAPPRA 植物，需向 APHIS 申請輸入許可證，俟取得許可證後，需自行列印標籤並附於包裹上供 CBP 人員識別，包裹於輸入後將直接寄送至國家植物種原檢疫中心進行行隔離檢疫，隔離檢疫期間經隔離檢疫、實驗室檢測與其他生物檢定法，確認未帶有 APHIS 關切之有害生物後，始得同意輸入。

目前 PGQP 執行隔離檢疫的作物包括竹子 (Bamboo)、木薯 (Cassava)、牧草 (Grasses)、草本植物 (Ornamentals)、仁果類 (Pomes)、馬鈴薯種苗 (Potato seed 、Potato clones)、水稻種子 (Rice seed)、小果類 (Small Fruits)、核果類 (Stone Fruits)、甘蔗

(Sugarcane)、甘藷 (Sweet Potato) 等。如於隔離檢疫期間發現罹染病毒或類病毒等有害生物，PGQP 將利用熱處理搭配組織培養法，嘗試取得健康植物之頂芽，以取得無病毒之種苗。如未有適當檢疫處理及治療方式，該隔離檢疫植物將評定檢疫不合格並予以銷毀。其隔離檢疫期間使用之有害生物檢測法如下：

1. 種植觀察：將植物種植於隔離檢疫溫室中，以目視方式檢測是否有罹染有害生物之病徵，以進行下一階段之鑑定。
2. 生物檢定法：部分植物因對特定有害生物具抗病性，使得即使於隔離檢疫溫室中種植亦無法呈現病徵，PGQP 利用嫁接、接種指示植物等方式，以檢定於隔離檢疫植物中是否有有害生物存在。
3. 分子生物學檢測法：由 CPHST 依照不同植物建立其關切之病毒、類病毒、菌質體等有害生物檢測方法，交由 PGQP 進行實驗室檢測，以確定隔離檢疫植物未有 APHIS 關切之有害生物。
4. 次世代定序(Next Generation Sequencing)檢測法：分子生物學檢測法僅適用在已確認目標有害生物，每種檢測法只能檢測 1~2 種有害生物，且無法偵測未知或是尚未建立檢測方式之有害生物。次世代定序為近年極有效率的高通量定序法，可於短時間將樣品核酸完全定序。PGQP 利用此技術，於抽取測試植物 RNA 後，進行 NGS 定序，並將定序結果與 PGQP 自 NCBI(National Center for Biotechnology Information)及其他文獻所得之病毒序列進行比對，以確定樣品中是否含有病毒。PGQP 已利用 NGS 首次發現 Sugarcane yellow leaf virus (ScYLV)感染芒屬植物及 Barley virus G(BVG)感染 switchgrass 之報告。NGS 每次檢測完成需時 5 日，且每次測試樣品接近 300 美元，惟其可有效檢測未有發表紀錄之病毒，故 PGQP 已將 NGS 法作為隔離檢疫期間須進行之例行檢測。於實際參訪時，CPHST 人員更展示第三代定序儀，定序儀僅隨身硬碟大小，接上電腦後即可定序並將結果傳送到電腦，定序速度快，惟目前成本及定序錯誤率較高，故目前仍以 NGS 為主。

四、心得與建議

(一) 本次課程了解美國現行植物健康管理系統特色如下：

1. 注重專業分工：自臨場檢疫、有害生物鑑定、檢疫處理技術與診斷鑑定開發、有害生物風險分析、政策管理、有害生物資料收集、作業手冊撰寫等皆有專人負責，各司其職並將其串聯組合成完整之系統。
2. 各項作業明確並標準作業化：有關植物防檢疫法規、任務分工及其目標及作業手冊皆有明確的文件資料可供執行人員參閱，部分資料亦公開於網路提供利害關係人參閱。
3. 以科學為基礎之管理措施：美方對於植物與植物產品之管理措施係植基於現行風險分析制度，經完整蒐集資料並分析後始進行後續政策管理及手冊撰寫，使各項措施皆有有效的科學基礎支持。
4. 有效集中人力資源：植物及植物產品除種類多樣外，其風險因輸入型態亦有所不同，美方現行風險評估作業係投注於有害生物及未有輸入紀錄之生鮮蔬果等農產品之風險評估，並依據有害生物風險評估結果適時提供其他供種植用之植物材料管理法規參考。另於輸入檢疫作業亦採行依據貨品風險等級決定採樣數量，皆為有效集中運用人力及資源之作為。

(二) 有關有害生物風險評估方面，APHIS 現已完全採用 6.0 版指導手冊，其主要改進如下：

1. 將有害生物各項風險因子的概念從評分制「累加」(“+”號)概念轉變成互相影響之「關聯」(“x”號)概念。如有其中的風險因子為低或零將大幅降低其有害生物風險，改進過去 5.0 版容易高估有害生物風險的缺點。
2. 已因應尋找有害生物各項評估因子資料時，未必皆有完整、有力且具明確科學基礎報告的實際狀況，將各項評估因子的不確定性納入考量。

6.0 版指導手冊雖已大幅改善過去易高估有害生物風險的缺點，且其評估各子項風險值時，亦有指引說明協助人工判斷，仍可能因個人主觀結果不同而不同。惟其判斷各項風險值之指引說明仍可供我方參考。

(三) 於資訊系統建立架構方面，美方已多年投注大量人力及經費，建構其有害生物相關資料庫資料，美方已將提供有害生物預警之 PestLens 資料庫提供公眾使用，惟其核心資料庫—全球有害生物資料庫(GPDD)仍僅供美方內部使用。APHIS 現行係以專職人力並以充足經費協助進行有害生物資料彙整，惟前項

資源正是我國極為缺乏的項目。爰此，如何於既有資源所提供之有害生物文獻中，以電腦機器學習方式協助彙整資料並建立有害生物資料庫，應為強化有害生物評估的重要工作之一。

五、附圖



圖 1、參與學員於 APHIS 總部研習教室外合影



圖 2、參與課程討論情形



圖 3、國家植物種原中心檢疫人員說明輸入需輸入許可證之植物外包裝標示方式。

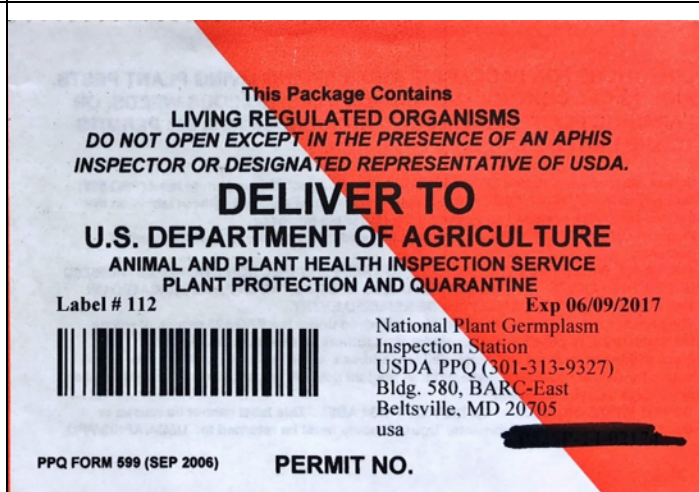


圖 4、寄送管制類有害生物外包裝所需標識



圖 5、國家植物種原中心禾本科植物隔離檢疫溫室



圖 6、國家植物種原中心核果類植物隔離檢疫溫室



圖 7、國家植物種原中心生物檢定溫室



圖 8、國家植物種原中心隔離檢疫溫室外觀



圖 9、國家植物種原中心組織培養室



圖 10、國家植物種原中心燻蒸處理設備



圖 11、於 Linden 植物檢疫站參訪多肉植物檢疫實務

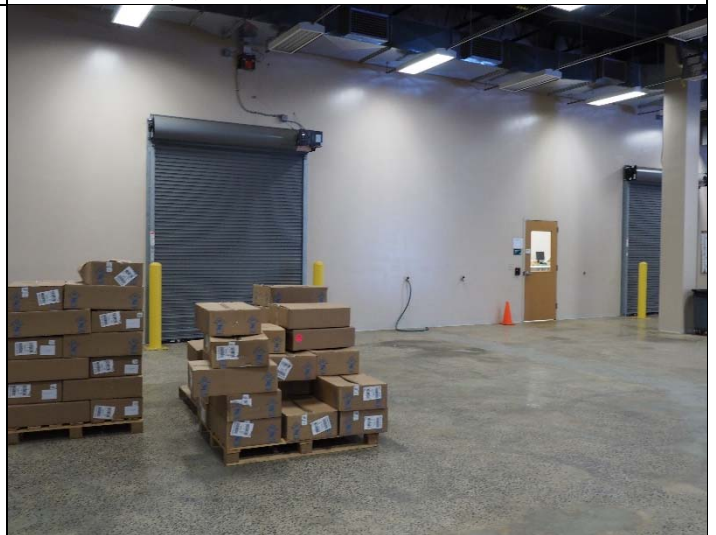


圖 12、Linden 植物檢疫站待檢疫之貨品，檢疫貨品將移至右方門後之檢疫實驗室進行檢疫。

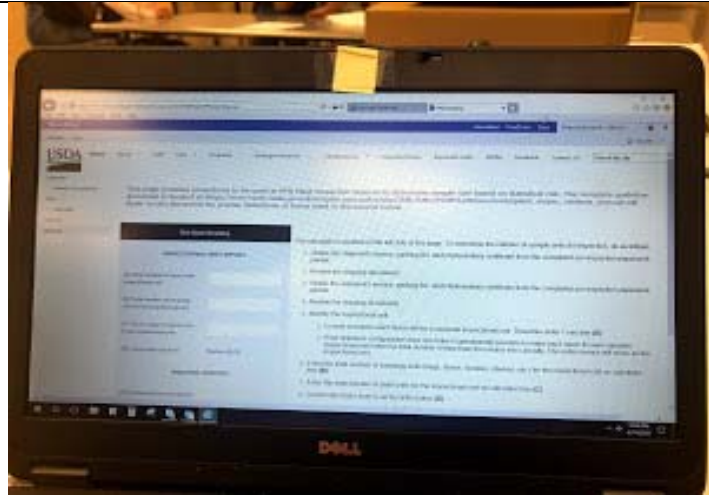


圖 13、現行臨場檢疫所採用之 Risk-based sampling 查詢輸入畫面



圖 14、Linden 植物檢疫站執行多肉植物檢疫情形



圖 15、Linden 植物檢疫站以 X 光儀協助檢測種子內食性昆蟲

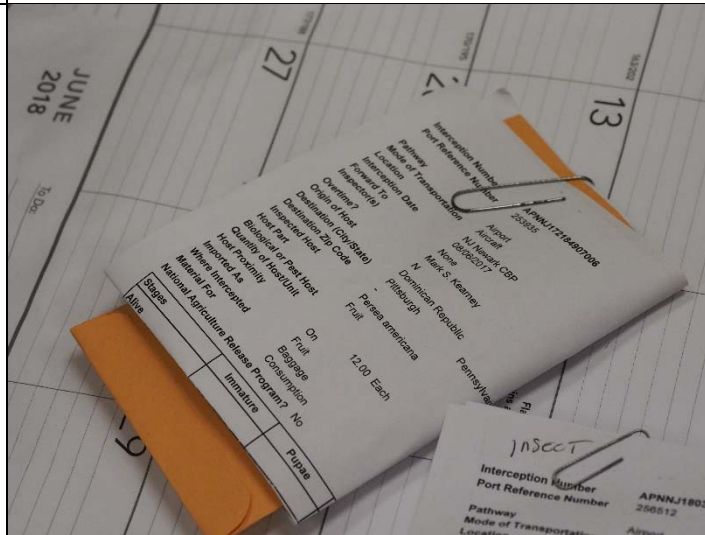


圖 16、由 CBP 寄至 Linden 植物檢疫站鑑定之樣品袋



圖 17、Linden 植物檢疫站之解剖顯微鏡及照相設備



圖 18、Linden 植物檢疫站蒐集之雜草類種子標本



圖 19、參訪 Plants Delights Nursery 種苗公司，該公司以露天栽培為主。



圖 20、Plants Delights Nursery 種苗公司人員於輸出檢疫前目視檢查是否罹染有害生物



圖 21、Plants Delights Nursery 種苗公司人員於輸出檢疫前將植株土壤完全去除並包覆新的栽培介質



圖 22、完成輸出檢疫，Plants Delights Nursery 種苗公司人員進行包裝作業。



圖 23、於北卡羅萊納州立大學植物蟲害診所參訪受理有害生物鑑定作業流程



圖 23、北卡羅萊納州立大學植物蟲害診所以生物檢定法鑑定細菌類有害生物



圖 25、CPHST 用以驗證實驗室有害生物檢測能力之盲樣測試樣品



圖 26、CPHST 人員說明分子生物鑑定有害生物技術

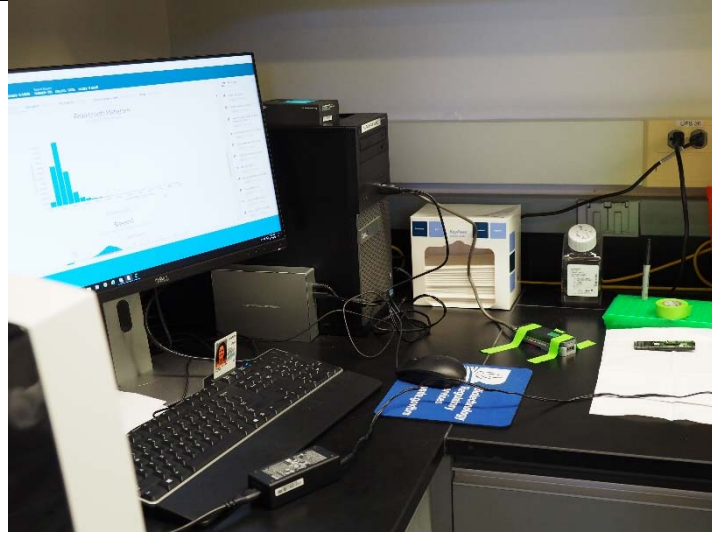


圖 27、CPHST 之第三代定序系統(定序儀位於桌面綠色膠帶處)



圖 28、課程午餐體驗在地特色—Food Trunk



圖 29、APHIS 位於北卡羅萊納州立大學 Centennial 校區之辦公室



圖 30、APHIS 總部